



Hochschule Neubrandenburg
University of Applied Sciences

Aufzucht weiblicher Kälber und Jungrinder in landwirtschaftlichen Unternehmen

Teil II

Einfluss des Tränkeangebots in der Kälberaufzucht auf Gesundheit, Leistungen und Wohlbefinden

Anke Schuldt

Regina Dinse

Neubrandenburg im Dezember 2021

Reihe I, Band 10

Impressum

Herausgeber: Prof. Dr. Gerd Teschke
Rektor der Hochschule Neubrandenburg
für die Reihe

Alle Rechte, auch die der Übersetzung, des Nachdrucks, der Wiedergabe, der Vervielfältigung und der Übernahme auf Datenträger, auch auszugsweise, sind der Hochschule Neubrandenburg vorbehalten.

Schuldt, Anke; Dinse, Regina:
Aufzucht weiblicher Kälber und Jungrinder in landwirtschaftlichen Unternehmen;
Teil II: Einfluss des Tränkeangebots in der Kälberaufzucht auf Gesundheit, Leistungen
und Wohlbefinden. Anke Schuldt, Regina Dinse. [Hochschule Neubrandenburg: Hrsg.:
Rektor der Hochschule Neubrandenburg]. – Neubrandenburg: Hochschule Neubran-
denburg, Rektor, 2020 (Schriftenreihe der Hochschule Neubrandenburg: Reihe I, Fach-
bereich Agrarwirtschaft und Lebensmittelwissenschaften; Bd. 10.)
ISBN 978-3-941968-80-6

Für den Inhalt der Beiträge sind die Verfasser selbst verantwortlich.

Einbandgestaltung: G e l l e r
Hochschule Neubrandenburg

Druck: Steffen Media, Friedland
<http://www.steffen-media.de>
Gedruckt auf 100 %-Recyclingpapier
Einband-Papier chlorfrei gebleicht

ISBN: 978-3-941968-80-6

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	23
2	Literaturübersicht	25
2.1	Kälberaufzucht und Wirtschaftlichkeit der Milchproduktion	25
2.2	Haltung von Aufzuchtkälbern	27
2.2.1	Gesetzliche Grundlagen	27
2.2.2	Stallhaltung von Kälbern	30
2.2.3	Einzelhaltung von Kälbern	31
2.2.4	Gruppenhaltung von Kälbern	33
2.3	Kontrollinstrumente in der Kälberaufzucht	36
2.3.1	Wiegen und Messen	36
2.3.2	Konditionsbewertung	37
2.4	Tränkesysteme	38
2.4.1	Tränkesysteme in der Einzelhaltung	39
2.4.2	Tränkesysteme in der Gruppenhaltung	40
2.5	Fütterung von Aufzuchtkälbern	44
2.5.1	Ansprüche an die Energie- und Nährstoffversorgung	44
2.5.2	Metabolische Programmierung	52
2.5.3	Einsatz von Milch und/oder Milchprodukten	54
2.5.4	Einsatz von Beifuttermitteln	57
2.5.5	Beziehung zwischen Alter, Tränkemenge und Futteraufnahme	63
2.5.6	Gestaltung von Tränkeplänen	70
2.6	Einfluss des Tränkeanrechts auf die Gesundheit der Kälber	74
2.6.1	Ad-libitum-Tränke und Kälbergesundheit	74
2.6.2	Erkrankungen der Kälber	76
2.7	Verhalten von Kälbern	79
2.7.1	Natürliches Verhalten	79
2.7.2	Verhaltensabweichungen und -störungen in der mutterlosen Aufzucht	81
2.8	Wohlbefinden landwirtschaftlicher Nutztiere	83
3	Material und Methoden	86
3.1	Untersuchungsbetriebe, Haltung und Fütterung der Kälber	86
3.2	Datenerfassung und -bearbeitung	88

3.2.1	Eingewöhnung in die Gruppenhaltung mit Tränkeautomaten	89
3.2.2	Futtermittelaufnahme, Gesundheit und Fruchtbarkeit von Kälbern und Aufzuchttrindern	89
3.2.2.1	Tränke- und Beifuttermittelaufnahme	89
3.2.2.2	Kalkulation des Abtränkens und Absetzens der Kälber.....	90
3.2.3	Management der Kälberaufzucht	90
3.2.4	Beobachtung des Verhaltens der Kälber.....	91
3.3	Statistische Auswertung und Darstellung der Ergebnisse	94
3.4	Definitionen	95
4	Ergebnisse	96
4.1	Eingewöhnung in die Gruppenhaltung mit Tränkeautomaten	96
4.1.1	Tränkeaufnahme in der Eingewöhnungszeit	96
4.1.2	Verhalten der Kälber in der Eingewöhnungszeit	97
4.2	Tränke- und Beifuttermittelaufnahme vom 10. bis 65. Lebenstag bei Tränkeanrechten von 8 l, 10 l und 12 l MAT bis zum 49. Lebenstag	101
4.2.1	Tränkeaufnahme und Besuche an der Tränkestation	101
4.2.2	Tränkeaufnahme in Abhängigkeit vom Tränkeanrecht.....	103
4.2.3	Tränkeaufnahmeverhalten bei verschiedenen Tränkeanrechten	105
4.2.4	Besuche an der Tränkestation ohne Tränkeanrecht	107
4.2.5	Beziehungen zwischen dem Tränkeanrecht und der Gesundheit der Kälber.....	108
4.2.6	Beifuttermittelaufnahme bei Tränkeanrechten von 10 l MAT bis zum 28. Lebenstag und 12 l MAT bis zum 49. Lebenstag	111
4.3	Verhalten der Kälber in Abhängigkeit vom Tränkeanrecht.....	116
4.3.1	Ruhe- und Aktivitätsverhalten	116
4.3.2	Sonstige Aktivitäten.....	120
4.3.3	Verhalten der Kälber im Tagesverlauf.....	122
4.3.4	Besaugen.....	126
4.4	Abtränken und Absetzen.....	128
4.4.1	Kalkulation der Intensität des Abtränkens	128
4.4.2	Verhalten der Kälber in Abhängigkeit von der Intensität des Abtränkens.....	131
4.4.2.1	Nahrungsaufnahmeverhalten	131

4.4.2.2	Ruhe- und Aktivitätsverhalten	135
4.4.2.3	Sonstige Aktivitäten	139
4.4.2.4	Verhalten der Kälber im Tagesverlauf.....	140
4.4.2.5	Besaugen.....	143
4.5	Energie- und Eiweißaufnahme bei einem Tränkeanrecht von 12 l MAT bis zum 49. Lebenstag.....	144
4.5.1	Kalkulation der Energie- und Eiweißaufnahme aus Tränke und Beifutter	144
4.5.2	Kalkulation der Deckung des Bedarfs an Energie und Nährstoffen in Abhängigkeit von der Beifütterung.....	148
4.6	Management in der Kälberaufzucht	150
4.6.1	Parameter des Tränkeverhaltens.....	150
4.6.2	Index Tränkeverhalten (ITV)	155
4.6.2.1	Index Tränkeverhalten, 14 l Tränkeanrecht bis zum 49. Lebenstag	155
4.6.2.2	Index Tränkeverhalten, Gesundheit und Fruchtbarkeit	157
5	Diskussion	162
5.1	Eingewöhnung in die Gruppenhaltung mit Tränkeautomaten	162
5.2	Tränke- und Beifutterraufnahme bei Tränkeanrechten von 8, 10 und 12 l MAT bis zum 49. Lebenstag	165
5.2.1	Tränkeaufnahme.....	165
5.2.2	Dauer und Häufigkeit der Tränkeaufnahme	167
5.2.3	Besuche der Tränkestation ohne -anrecht.....	172
5.2.4	Beziehungen zwischen dem Tränkeanrecht, Gesundheit und Leistungen	173
5.2.5	Beifutterraufnahme	178
5.2.5.1	Aufnahme von Beifutter (Heu, AWS, TMR, Trocken-TMR).....	178
5.2.5.2	Verhalten bei der Beifutterraufnahme	183
5.3	Abtränken und Absetzen.....	184
5.3.1	Abtränk- und Absetzverfahren	184
5.3.2	Einfluss des Tränkeanrechts auf das Verhalten beim Abtränken und Absetzen.....	191
5.3.3	Einfluss der Intensität des Abtränkens auf das Verhalten der Kälber	192

5.4	Energie- und Nährstoffaufnahme bei gleichem Tränkeanrecht und unterschiedlichen Beifuttermitteln	195
5.5	Management der Kälberaufzucht	196
5.5.1	Parameter des Tränkeverhaltens vom 20. bis 49. Lebenstag	196
5.5.1.1	Tränkeaufnahme	197
5.5.1.2	Besuche an der Tränkestation	198
5.5.1.3	Sauggeschwindigkeit	199
5.5.2	Nutzung von Parametern des Tränkeverhaltens im Management ...	201
5.5.3	Index Tränkeverhalten, Gesundheit und Fruchtbarkeit	205
5.6	Wohlbefinden von Kälbern	207
5.6.1	Ruhe- und Aktivitätsverhalten	208
5.6.2	Sonstige Aktivitäten.....	209
5.6.3	Aktivitäten im Tagesverlauf	211
5.6.4	Besaugen.....	212
5.6.5	Wohlbefinden und Verhalten von Kälbern.....	214
5.7	Tränke- und Beifutterplan für die intensive Kälberaufzucht.....	219
6	Zusammenfassung.....	223
7	Summary.....	228
	Danksagung	233
	Literaturverzeichnis	235
	Anhang	272

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Erstlaktationsleistung (305 Tage) in Abhängigkeit von den Tageszunahmen im ersten Lebenshalbjahr.....	26
Abbildung 2: Schematischer Überblick über die Verfahren der Einzelhaltung von Kälbern	31
Abbildung 3: Schematischer Überblick der Haltungsverfahren für Kälber in Gruppen	34
Abbildung 4: Mehrbedarf der Kälber bei niedrigen Temperaturen.....	47
Abbildung 5: Versorgungsniveau und Erkrankungsraten bei Kälbern	47
Abbildung 6: Durchschnittliche tägliche Kraffutterraufnahme in den ersten 10 Wochen	66
Abbildung 7: Tränkeplan für Aufzuchtälber.....	72
Abbildung 8: Tränkeplan ad libitum	72
Abbildung 9: Tränkeplan des Hofgutes Neumühle	73
Abbildung 10: Durchschnittliche Zunahmen (g/Tag) 01. bis 10. LW.....	75
Abbildung 11: Mittlere tägliche Körpermassezunahme im 1. Lebensmonat bei unterschiedlicher Erkrankungsdauer	78
Abbildungen 12 (a)–(d): Gruppenbuch im Betrieb 1 mit Kameras (a), MAT-Abrufstation des Tränkeautomaten und Selbsttränke für Wasser (b), Heuraufe und Beifuttertrog (c) sowie Rechentechnik zur Datenspeicherung im Haus mit MAT-Anmischstationen (d)	92
Abbildung 13: Schema der codierten Verhaltenskategorien.....	93
Abbildung 14: Tränkeaufnahme und -verhalten von weiblichen Kälbern bei 12 l Tränkeanrecht in der Eingewöhnungszeit an der MAT-Abrufstation, n = 640	96
Abbildungen 15 (a), (b): (a) Mittlere Aktivitäts- und Ruhezeiten der Kälber in Stunden pro Tag sowie (b) durchschnittliche Ruhezeiten im Tagesverlauf der Eingewöhnungszeit (3. bis 15. Tag), n = 11 Kälber.....	98
Abbildungen 16 (a), (b): Mittlere (a) Dauer und (b) Anzahl der Besuche mit und ohne Anrecht an der Tränkestation, Differenzen der Dauer ohne Anrecht zur MAT-Aufnahme: signifikant mit $p < 0,01$, Ausnahme: Tag 7, Trendlinien: gleitendes Mittel über 2 Tage, n = 11 Kälber	99

Abbildungen 17 (a), (b): Mittlere (a) Dauer und (b) Häufigkeit der Beifutteraufnahme, n = 11 Kälber	100
Abbildung 18: Mittlere tägliche Tränkeaufnahme in l MAT vom 10. bis 60. Lebensstag bei Umstellung des Tränkeanrechts von 8 l auf 10 l MAT bis zum 49. Lebensstag.....	102
Abbildung 19: Mittlere tägliche Tränkeaufnahme in l MAT vom 10. bis 65. Lebensstag bei Tränkeanrechten von 8 l, 10 l und 12 l MAT bis zum 49. Lebensstag.....	102
Abbildung 20: Mittlere Anzahl Besuche an der Tränkestation vom 10. bis 65. Lebensstag bei Tränkeanrechten von 10 l und 12 l MAT bis zum 49. Lebensstag, Signifikanz: 10 l vs. 12 l 35. bis 58. Tag mit $p < 0,05$	103
Abbildung 21: Anteil aufgenommener Tränkemengen pro Tränketag bei täglichen Tränkeanrechten von 8 l, 10 l und 12 l MAT vom 15. bis 49. Lebensstag.....	104
Abbildung 22: Anteil aufgenommener Tränkemenge pro Kalb bei täglichen Tränkeanrechten von 8 l, 10 l und 12 l MAT vom 15. bis 49. Lebensstag..	104
Abbildung 23: Mittlere MAT-Aufnahme in Minuten pro Tier und Tag nach Tränkeanrechten und Lebenswochen, 02. bis 10. Lebenswoche, Absetzen am 70. Lebensstag bei 8 l, 10 l MAT-Tränkeanrecht bis 28. und 12 l MAT-Tränkeanrecht bis 49. Lebensstag	105
Abbildung 24: Mittlere Anzahl und Dauer der MAT-Aufnahmen nach Tränkeanrechten und Lebenswochen, 02. bis 10. Lebenswoche, Absetzen am 70. Lebensstag bei 8 l, 10 l MAT-Tränkeanrecht bis 28. und 12 l MAT-Tränkeanrecht bis 49. Lebensstag, n = 22 Kälber.....	106
Abbildung 25: Mittlere Anzahl und Dauer in Minuten der Besuche ohne Anrecht an der Tränkestation pro Tier und Tag nach Tränkeanrechten und Lebenswochen, 02. bis 10. Lebenswoche, Absetzen am 70. Lebensstag bei 8 l, 10 l MAT-Tränkeanrecht bis 28. und 12 l MAT-Tränkeanrecht bis 49. Lebensstag, n = 22 Kälber	107
Abbildung 26: Mittlere Dauer der Besuche ohne Anrecht an der Tränkestation in Minuten pro Besuch nach Tränkeanrechten und Lebenswochen, 02. bis 10. Lebenswoche, Absetzen am 70. Lebensstag bei 8 l, 10 l MAT-Tränkeanrecht bis 28. und 12 l MAT-Tränkeanrecht bis 49. Lebensstag ...	108

Abbildung 27: Mittlere BCS-Konditionsnoten von Kälbern nach der Aufzucht mit täglichen Tränkeanrechten von 8 l, 10 l und 12 l MAT vom 15. bis 49. Lebenstag, Signifikanz: Absetzer: 8 l vs. 10, 12 l mit $p < 0,001$; 5 – 6 Monate: 8 l vs. 10 l mit $p < 0,05$	109
Abbildung 28: Erkrankungen pro Kalb und Abgänge bis zum Ende des 6. Lebensmonats (Geschlechtsreife) bei täglichen Tränkeanrechten von 8 l, 10 l und 12 l MAT vom 15. bis 49. Lebenstag	110
Abbildung 29: Erkrankungen und Krankentage gesamt und des Magen-Darm-Traktes (MD) pro Kalb bis zum Ende des 6. Lebensmonats (Geschlechtsreife) bei täglichen Tränkeanrechten von 8 l, 10 l und 12 l MAT vom 15. bis 49. Lebenstag, Signifikanz: Krankentage gesamt, MD: 8 l vs. 10 l, 12 l mit $p < 0,001$ und MD Anzahl: 8 l vs. 10 l mit $p < 0,05$, 8 l vs. 12 l mit $p < 0,001$	110
Abbildung 30: Mittlere Dauer, Anzahl und Kosten der Erkrankungen pro Kalb bei Tränkeanrechten von 8 l, 10 l und 12 l MAT bis zum 49. Lebenstag, Signifikanz: 8 l vs. 10 l, 12 l mit $p < 0,001$	111
Abbildungen 31 (a), (b): Mittlere Beifutteraufnahme in kg Trockenmasse (T) pro Tag bei Tränkeanrechten von (a) 10 l bis zum 28. Lebenstag, $n = 22$ und (b) 12 l MAT bis zum 49. Lebenstag, $n = 19$, Signifikanz: (a): 8. – 10. Woche vs. 3. – 4. Woche mit $p < 0,001$; (b) 6. – 10. Woche vs. 3. – 5. Woche mit $p < 0,01$	112
Abbildungen 32 (a), (b): Mittlere Dauer der MAT- und Beifutteraufnahme in Stunden pro Tag bei Tränkeanrechten von (a) 10 l und (b) 12 l MAT bis zum 49. Lebenstag.....	113
Abbildung 33: Mittlere Heu-, Trocken-TMR- und TMR-Aufnahme in kg pro Tag bei einem Tränkeanrecht von 12 l MAT bis zum 49. Lebenstag, $n = 19$, Signifikanz: 6. – 10. Woche vs. 3. – 5. Woche mit $p < 0,01$	114
Abbildung 34: Mittlere Beifutteraufnahme in Stunden pro Tier und Tag nach Tränkeanrechten und Lebenswochen, 02. bis 10. Lebenswoche, Absetzen am 70. Lebenstag bei 8 l, 10 l MAT-Tränkeanrecht bis 28. und 12 l MAT-Tränkeanrecht bis 49. Lebenstag, Trendlinien: gleitender Durchschnitt über 2 Perioden.....	115

Abbildung 35: Mittlere Anzahl und Dauer in Minuten der Beifutteraufnahmen nach Tränkeanrechten und Lebenswochen, 02. bis 10. Lebenswoche, Absetzen am 70. Lebenstag bei 8 l, 10 l MAT-Tränkeanrecht bis 28. und 12 l MAT-Tränkeanrecht bis 49. Lebenstag, n = 22 Kälber; Trendlinien: gleitender Durchschnitt über 2 Perioden.....	116
Abbildung 36: Mittlere Dauer der Ruhezeiten in Stunden pro Tag nach Tränkeanrechten und Lebenswochen, 02. bis 10. Lebenswoche, Absetzen am 70. Lebenstag bei 8 l, 10 l MAT-Tränkeanrecht bis 28. und 12 l MAT-Tränkeanrecht bis 49. Lebenstag	117
Abbildung 37: Mittlere Anzahl und Dauer der Ruheperioden pro Tier und Tag nach Tränkeanrechten und Lebenswochen, 02. bis 10. Lebenswoche, Absetzen am 70. Lebenstag bei 8 l, 10 l MAT-Tränkeanrecht bis 28. und 12 l MAT-Tränkeanrecht bis 49. Lebenstag, n = 22 Kälber	118
Abbildungen 38 (a)–(c): Ruhe- und Aktivitätsverhalten im Tagesverlauf, 02. bis 10. Lebenswoche, Absetzen am 70. Lebenstag (a) 8 l und (b) 10 l MAT-Tränkeanrecht bis 28. Lebenstag, (c) 12 l MAT-Tränkeanrecht bis 49. Lebenstag, n = 22 Kälber	119
Abbildung 39: Sonstige Aktivitäten in Stunden pro Tier und Tag nach Tränkeanrechten und Lebenswochen, 02. bis 10. Lebenswoche, Absetzen am 70. Lebenstag bei 8 l, 10 l MAT-Tränkeanrecht bis 28. und 12 l MAT-Tränkeanrecht bis 49. Lebenstag, n = 22 Kälber	120
Abbildung 40: Anteil sonstiger Aktivitäten (in %) an der Aktivitätszeit, 02. bis 10. Lebenswoche, Absetzen am 70. Lebenstag bei 8 l, 10 l MAT-Tränkeanrecht bis 28. und 12 l MAT-Tränkeanrecht bis 49. Lebenstag ...	121
Abbildungen 41 (a)–(c): Anteile der MAT- und Beifutteraufnahmen, Besuche ohne Anrecht an der Tränkestation und sonstiger Aktivitäten im Tagesverlauf, 02. bis 07. Lebenswoche, Absetzen am 70. Lebenstag (a) 8 l und (b) 10 l MAT-Tränkeanrecht bis 28. Lebenstag, (c) 12 l MAT-Tränkeanrecht bis 49. Lebenstag, n = 22 Kälber	123
Abbildungen 42 (a)–(c): Anteile der MAT- und Beifutteraufnahmen, Besuche ohne Anrecht an der Tränkestation und sonstiger Aktivitäten im Tagesverlauf, 08. bis 10. Lebenswoche, Absetzen am 70. Lebenstag (a) 8 l und (b) 10 l MAT-Tränkeanrecht bis 28. Lebenstag, (c) 12 l MAT-Tränkeanrecht bis 49. Lebenstag, n = 22 Kälber	125

Abbildung 43: Mittlere Anzahl und Dauer der Saugaktivitäten pro Tier und Tag nach Tränkeanrechten und Lebenswochen, 03. bis 10. Lebenswoche, Absetzen am 70. Lebenstag bei 8 l, 10 l MAT-Tränkeanrecht bis 28. und 12 l MAT-Tränkeanrecht bis 49. Lebenstag, n = 22 Kälber	126
Abbildung 44: Maximale Anzahl Saugaktivitäten pro Tier und Tag sowie Anzahl Sauger nach Tränkeanrechten und Lebenswochen, 03. bis 10. Lebenswoche, Absetzen am 70. Lebenstag bei 8 l, 10 l MAT-Tränkeanrecht bis 28. und 12 l MAT-Tränkeanrecht bis 49. Lebenstag, n = 22 Kälber.....	127
Abbildung 45: Maximale Dauer einer Saugaktivität nach Tränkeanrechten und Lebenswochen, 03. bis 10. Lebenswoche, Absetzen am 70. Lebenstag bei 8 l, 10 l MAT-Tränkeanrecht bis 28. und 12 l MAT-Tränkeanrecht bis 49. Lebenstag, n = 22 Kälber	128
Abbildung 46: Mittlere Dauer der MAT-Aufnahmen in Minuten und Anzahl pro Tier und Tag in der Abtränkphase vom 50. bis zum 70. Lebenstag und 105. Lebenstag.....	131
Abbildung 47: Mittlere Dauer in Stunden und Anzahl der Beifutter-Aufnahmen pro Tier und Tag von Beifutter gesamt (Heu, T-TMR, TMR) in der Abtränkphase vom 50. bis zum 70. Lebenstag und 105. Lebenstag	132
Abbildung 48: Mittlere Dauer der Blindbesuche in Minuten und Anzahl pro Tier und Tag in der Abtränkphase vom 50. bis zum 70. und 105. Lebenstag...	133
Abbildungen 49 (a, b): Anteil Blindbesuche nach der mittleren Dauer in Minuten in der Abtränkphase vom 50. bis zum (a) 70. Lebenstag, n = 9 Kälber und (b) 105. Lebenstag, n = 5 Kälber.....	134
Abbildung 50: Mittlere Ruhezeiten in Stunden pro Tier und Tag in der Abtränkphase vom 50. bis 70. und bis 105. Lebenstag.....	136
Abbildung 51: Mittlere Dauer in Minuten je Periode und Anzahl der Ruhezeiten pro Tag in der Abtränkphase vom 50. bis 70. und bis 105. Lebenstag.....	136
Abbildungen 52 (a), (b): Mittlere Ruhe- und Aktivitätsphasen in Minuten im Tagesverlauf in der Abtränkphase vom 50. bis zum (a) 70. Lebenstag, n = 9 Kälber und (b) 105. Lebenstag, n = 5 Kälber.....	137

Abbildungen 53 (a), (b): Anteil der Aktivitäten pro Tier und Tag innerhalb von 5 Minuten (a) vor und nach (b) dem Ruhen vom 50. bis 70. LT, n = 9 Kälber sowie bis 105. LT n = 5 Kälber MAT = MAT-Aufnahme, BB = Blindbesuche, Beifutter = Aufnahme von Beifutter, Wasser = Aufnahme von Wasser, Kontakte = Kontakte der Kälber untereinander, Besaugen = aktives Besaugen eines anderen Kalbes.....	138
Abbildungen 54 (a, b): Mittlere Dauer der Aktivitätszeit und der sonstigen Aktivitäten in Stunden pro Tag sowie mittlerer Anteil der sonstigen Aktivitäten an der aktiven Zeit pro Tag in der Abtränkphase vom 50. bis (a) 70. Lebenstag, n = 9 Kälber und (b) 105. Lebenstag, n = 5 Kälber	140
Abbildungen 55 (a), (b): Mittlere Ruhe- und Aktivitätsphasen in Minuten im Tagesverlauf in der Abtränkphase vom 50. bis zum (a) 70. Lebenstag, n = 9 Kälber und (b) 105. Lebenstag, n = 5 Kälber.....	141
Abbildungen 56 (a, b): Mittlerer Anteil der MAT- und Beifutteraufnahme, Besuche an der Tränkestation ohne MAT-Aufnahme (Blindbesuche) sowie sonstiger Aktivitäten an der Aktivitätszeit in der Abtränkphase vom 50. bis zum (a) 70. Lebenstag, n = 9 Kälber und (b) 105. Lebenstag, n = 5 Kälber	142
Abbildungen 57 (a, b): Mittlere Dauer in Minuten und maximale Anzahl Besaugvorgänge pro Tag sowie Anzahl Tage und Sauger pro Woche in der Abtränkphase vom 50. bis zum (a) 70. Lebenstag und (b) 105. Lebenstag	144
Abbildung 58: Mittlere aufgenommene Tränkemenge in l MAT pro Tag vom 20.–49. Lebenstag bei 14 l Tränkeanrecht, n = 622 Tränketage, 51 Kälber	152
Abbildung 59: Mittlere aufgenommene Tränkemenge in l MAT pro Kalb und Tag vom 20.–49. Lebenstag bei 14 l Tränkeanrecht, n = 622 Tränketage, 51 Kälber	152
Abbildung 60: Besuche an der Tränkestation mit/ohne Tränkeanrecht und mit/ohne Tränkeaufnahme bei 14 l Tränkeanrecht bis zum 49. Lebenstag und Absetzen am 86. Lebenstag, n = 2.177 Tränketage, 51 Kälber.....	153
Abbildung 61: Mittlere Aufnahme in l MAT und kg T Milchaustauschpulver (MA) pro Tag, Anzahl Tränkeaufnahmen und Sauggeschwindigkeit (SG) in l/min bei 14 l Tränkeanrecht bis zum 49. Lebenstag und Absetzen am 86. Lebenstag, n = 2.177 Tränketage, 51 Kälber	155

Abbildung 62: Mittlere Tränkeaufnahme in l MAT pro Tier und Tag, Anzahl MAT-Aufnahmen und Sauggeschwindigkeit in l/min nach Indexklassen Tränkeverhalten (ITV) bei 14 l Tränkeanrecht bis zum 49. Lebenstag, n = 51 Kälber.....	156
Abbildung 63: Mittlere Tränkeaufnahme in l MAT und kg MA sowie Besuche an der Tränkestation pro Tag nach Indexklassen Tränkeverhalten, n = 1.149 Kälber, alle Differenzen signifikant mit $p < 0,001$	158
Abbildung 64: Mittlere Tränkeaufnahme in l und Besuche an der Tränkestation pro Tag sowie mittlere Sauggeschwindigkeit in l/min nach Indexklassen Tränkeverhalten, n = 1.149 Kälber	159
Abbildung 65: Mittlere Tränkeaufnahme in l und Besuche an der Tränkestation pro Tag sowie mittlere Anzahl Erkrankungen und Krankentage pro Tier bis zur Geschlechtsreife nach Indexklassen Tränkeverhalten, n = 1.149 Kälber, alle Differenzen signifikant mit $p < 0,001$	159
Abbildung 66: Mittleres Erstbesamungsalter (EBA) und Erstkalbealter (EKA) sowie Trächtigkeitsraten aus Erstbesamung (EB) und Anteil Leichtgeburten nach Indexklassen Tränkeverhalten, n = 1.149 Tiere, Signifikanz: EBA $ITV < 12,0$ vs. $ITV \geq 12,0$ bis $< 16,0$ und $ITV \geq 16,0$ mit $p < 0,02$, EKA $ITV < 12,0$ vs. $ITV < 16,0$ mit $p < 0,02$	160
Abbildung 67: Abgangsalter, Abgänge bis zur Geschlechtsreife sowie Totgeburtenrate nach Indexklassen Tränkeverhalten, n = 1.149 Tiere, Signifikanz: Abgangsalter $ITV < 12,0$ vs. $ITV \geq 12,0$ bis $< 16,0$ und $ITV \geq 16,0$ mit $p < 0,001$	161
Abbildung 68: Tränke- und Beifutterplan für die intensive Kälberaufzucht ...	222

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Platzbedarf von Kälbern und Jungrindern in Abhängigkeit vom Lebendgewicht lt. TierSchNutzTV.....	29
Tabelle 2: Passende Gruppengrößen nach Kuhbestand.....	33
Tabelle 3: Orientierungswerte für den Wachstumsverlauf von Kälbern.....	37
Tabelle 4: Kontrollzeitpunkte in der Kälberaufzucht	38
Tabelle 5: Mehrbedarf der Kälber an Milchaustauscher der Kälber bei sinkenden Temperaturen.....	48
Tabelle 6: Richtwerte zur Energie- und Rohproteinversorgung von Kälbern. 49	
Tabelle 7: Vollmilch und Milchaustauscher im Vergleich	55
Tabelle 8: Empfehlungen für Nährstoff- und Energiegehalte in Milchaustauschfuttermitteln im Vergleich zu Gehalten in Vollmilch (Angaben in der T)	56
Tabelle 9: Übersicht zur Einstufung von Eiweißquellen für Milchaustauscher	57
Tabelle 10: Inhalts- und Zusatzstoffe für Kälberaufzuchtfutter	60
Tabelle 11: Mischungsbeispiele für hofeigenes Kälberkraftfutter (% FM).....	60
Tabelle 12: Checkliste zur Beurteilung von Kraftfutterkomponenten in der Kälberaufzucht.....	61
Tabelle 13: Empfohlene maximale Einsatzgrenzen für Komponenten in Ergänzungsfuttermitteln für Kälber	62
Tabelle 14: Beispiele für eine Kälber-Trocken-TMR (Totale Mischration)	63
Tabelle 15: Tränkeplan der Ad-libitum-Gruppe und der Kontrollgruppe	67
Tabelle 16: Tägliche Futterraufnahme weiblicher Versuchskälber in der 13. LW	67
Tabelle 17: Tränkeplan für restriktiv und ad libitum getränkte Kälber (verabreichte Vollmilchmenge in l).....	68
Tabelle 18: Durchschnittliche Futterraufnahmen und Tageszunahmen.....	69
Tabelle 19: Kontrollparameter für Erkrankungen während der Kälberaufzucht	77
Tabelle 20: Haltung und Tränkepläne in den Untersuchungsbetrieben.....	87
Tabelle 21: Zeitraum der Fütterung und Qualität der Beifuttermittel in der Kälberaufzucht in den Untersuchungsbetrieben	87

Tabelle 22: Anzahl Betriebe, bonitierter Tiere und Bonituren in den Tränkevarianten nach Altersgruppen, 2014 – 2016.....	88
Tabelle 23: Tierzahlen und Datensätze nach dem Tränkeanrecht.....	89
Tabelle 24: Anzahl Kälber und Durchgänge sowie eingesetzte Beifuttermittel in der Gruppenfütterung, Betriebe B1, B2, B3.....	90
Tabelle 25: Richtwerte der Aufzuchtkenziffern von DH-Färsen.....	91
Tabelle 26: Verhaltenskategorien und deren Codierung.....	93
Tabelle 27: Auswertung der Videoaufzeichnungen aus den Untersuchungsbetrieben.....	93
Tabelle 28: Abkürzungen und Definitionen für die in der Auswertung verwendeten Parameter.....	95
Tabelle 29: Mittlere MAT-Aufnahme in I pro Tag von der 3. bis 13. LW bei 16 l Tränkeanrecht bis zum 49. LT (3 Durchgänge, 569 Tränketage, 39 Kälber).....	129
Tabelle 30: Mittlere tägliche MAT-Aufnahme in I vom 20. bis 49. Lebenstag (16 l Tränkeanrecht, 3 Durchgänge, 569 Tränketage, 39 Kälber).....	129
Tabelle 31: Mittlere MAT-Aufnahme der „TOP 20“ in I pro Tag (16 l Tränkeanrecht, n=96 Tränketage) vs. Kalkulation des Abtränkens mit unterschiedlicher Intensität bei Tränkeanrechten von 14 l bis zum 28. Lebenstag.....	130
Tabelle 32: Kalkulation des Absetzalters bei 14 l und 12 l Tränkeanrecht bis zum 49. Lebenstag nach der Intensität des Abtränkens.....	130
Tabelle 33: Mittlere MAT- und Beifutteraufnahme (in l bzw. kg Frischmasse) je Kalb und Tag von der 04. bis 10. Lebenswoche bei Totaler Mischration (Variante TMR, n=23) oder Anwelksilage (Variante AWS, n=46) als Beifuttermittel und 12 l Tränkeanrecht bis zum 49. Lebenstag (Betrieb B3).....	146
Tabelle 34: Mittlere MAT- und Beifutteraufnahme (in l bzw. in kg Frischmasse) je Kalb und Tag von der 04. bis 10. Lebenswoche bei Verfütterung von Trocken-TMR als Beifutter (Variante TTMR, n=19) und 12 l Tränkeanrecht bis zum 49. Lebenstag (Betrieb B2).....	146

Tabelle 35: Mittlere Aufnahmen an MA und Beifutter (in kg Trockenmasse) sowie an Energie (MJ ME) und Rohprotein (g XP) je Kalb und Tag von der 04. bis 10. Lebenswoche bei Totaler Mischration (Varianten TMR, n=23) oder Anwelksilage (Variante AWS, n=46) als Beifuttermittel und 12 l Tränkeanrecht bis zum 49. Lebenstag (Betrieb B3)	147
Tabelle 36: Mittlere Aufnahmen an MA und Beifutter (in kg Trockenmasse) sowie Energie (MJ ME) und Rohprotein (g XP) je Kalb und Tag von der 4. bis 10. LW der Variante TTMR (n=19) mit Trockener Totaler Mischration als Beifuttermittel und 12 l Tränkeanrecht bis zum 49. Lebenstag (Betrieb B2)	147
Tabelle 37: Mittlere tägliche Aufnahmen an Lysin (g) je Kalb aus Milchaustauschertränke von der 04. bis zur 10. LW bei unterschiedlichen Beifuttervarianten (Betrieb B3: Variante TMR, n=23; Variante AWS, n=46; Betrieb B2: Variante TTMR, n=19) und 12 l Tränkeanrecht bis zum 49. LT	148
Tabelle 38: Mittlere Deckung des Bedarfs (%) an Energie (MJ ME) und Rohprotein (g XP) je Kalb und Tag von der 04. bis 10. LW bei Totaler Mischration (Variante TMR, n=23) oder Anwelksilage (Variante AWS, n=46) als Beifuttermittel und 12 l Tränkeanrecht bis zum 49. Lebenstag (Betrieb B3)	148
Tabelle 39: Mittlere Deckung des Bedarfs (%) an Energie (MJ ME) und Rohprotein (g XP) je Kalb und Tag von der 4. bis 10. LW bei Trockener Totaler Mischration als Beifuttermittel (Variante TTMR, n = 19) und 12 l Tränkeanrecht bis zum 49. Lebenstag (Betrieb B2)	149
Tabelle 40: Parameter des Tränkeverhaltens bei 14 l Tränkeanrecht, 20. bis 49. Lebenstag, n = 622 Tränketage, 51 Kälber.....	150
Tabelle 41: Anteil Besuche ohne Anrecht an der Tränkestation (Blindbesuche) nach Anzahl pro Tag und Lebenswoche bei 14 l Tränkeanrecht bis zum 49. Lebenstag.....	153
Tabelle 42: Anteil Besuche mit MAT-Aufnahme an der Tränkestation nach Anzahl pro Tag und Lebenswoche bei 14 l Tränkeanrecht bis zum 49. Lebenstag.....	154
Tabelle 43: Signifikanz der Mittelwertdifferenzen von Parametern der Tränkeaufnahme nach ITV-Klassen, 14 l Tränkeanrecht bis 49. LT, n = 51 Kälber	156

Tabelle 44: Parameter der Tränkeaufnahme nach ITV-Klassen, 14 I Tränkeanrecht bis 49. LT, n = 51 Kälber	157
Tabelle 45: Angaben zu Größenordnungen der Sauggeschwindigkeit (verschiedene Autoren)	203
Tabelle 46: Bewertung der Parameter des Tränkeverhaltens hinsichtlich ihrer Aussagekraft für die praktische Kälberaufzucht bei hohem Tränkeanrecht: - gering + mittel ++ hoch.....	204
Tabelle 47: Ablaufschema zur Überprüfung von Aufzuchtkälbern.....	217

Abkürzungsverzeichnis

Abs.	Absatz
AdL	ad libitum
ADG	average daily gain, durchschnittliche tägliche Zunahme
AID	Auswertungs- und Informationsdienst für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten e. V.
AKmin	Arbeitskraftminuten
aNDF _{om}	Neutral-Detergentien-Faser nach Amylasebehandlung und Veraschung
approx.	approximately, circa
AWS	Anweilksilage
B 1, 2, 3	Betriebe 1, 2, 3
BA	Besuche an der Tränkestation
BBo	Blindbesuche ohne Anrecht
BBm	Blindbesuche mit Anrecht
BCS	der Body Condition Score, das Body Condition Scoring
BF	Beifutter
BMEL	Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft
Bmm	Besuche mit Tränkeaufnahme
BRS	Bundesverband Rind und Schwein e. V.
bzgl.	bezüglich
bzw.	beziehungsweise
°C	Grad Celsius
Ca	Calcium
ca.	circa
CG	restrictively fed control group, restriktiv getränkte Kontrollgruppe
CG	continuous gradual weaning program, allmähliche Entwöhnung
Cl	Chlor
cm	Zentimeter
d	day, Tag
d. h.	das heißt
DG	Durchgänge
DH	Deutsche Holsteins
DHV	Deutscher Holstein Verband e. V.

DLG	Deutsche Landwirtschaftsgesellschaft e. V.
DM	dry matter, Trockenmasse
DSP	Data Service Paretz GmbH
dTMR	dry total mixed ration, Trockene Totale Mischration
DYN	dynamisch
EB	Erstbesamung
EBA	Erstbesamungsalter
EKA	Erstkalbealter
et al.	et alii, und andere
e. V.	eingetragener Verein
evtl.	eventuell
FAWC	Farm Animal Welfare Council
FD	Five Domains, Fünf Bereiche
FF	Fünf Freiheiten
FI	Fleckvieh
FM	Frischmasse
g	gram/s, Gramm
ges.	gesamt
GFE	Gesellschaft für Ernährungsphysiologie e. V.
ggf.	gegebenenfalls
GmbH	Gesellschaft mit beschränkter Haftung
GT	Genotyp
h	Stunden
HF	Holstein-Friesian
HH	Hüfthöcker
i. d. R.	in der Regel
I. E.	Internationale Einheit
IgA	Immunglobulin A
IGF	Insulin-Wachstumsfaktor
ITV	Index Tränkeverhalten
K	Kalium
KA	Kälberaufzuchtfutter
k. A.	keine Angabe
kg	kilogram/s, Kilogramm
KF	Kraffutter
KM	Körpermasse

KTBL	Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e. V.
l	Liter
L	litre/s, Liter
Lakt.Eff.	Laktationseffektivität
LAVES	Niedersächsisches Landesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit
LfL	Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft
LGR	Leichtgeburtenrate
LIN	linear
LKV	Landeskontrollverband
LM	Lebendmasse
LMS	Landwirtschaftsberatung Mecklenburg-Vorpommern/Schleswig-Holstein GmbH
LT	Lebenstag / Lebenstage
lt.	laut
LVZ	Lehr- und Versuchszentrum
LW	Lebenswoche / Lebenswochen
LW	Lendenwirbel
m	Meter
m ²	Quadratmeter
m ³	Kubikmeter
MA	Milchaustauscherpulver
MAT	Milchaustauschertränke
max	Maximum
max.	maximal / maximale
MD	Magen-Darm-Trakt
ME	Umsetzbare Energie
mg	Milligramm
Mg	Magnesium
MG	multi-step gradual weaning program, schrittweise Entwöhnung
min	Minimum
min	Minuten
mind.	mindestens
Mio.	Millionen
MJ	Megajoule

ml	Milliliter
MLP	Milchleistungsprüfung
MM	Milchmenge
mm	Millimeter
mmol	Millimol
Mon.	Monate
m/s	Meter pro Sekunde
MR	milk replacer, Milchaustauschertränke
MRA	milk replacer allowance, Tränkeanrecht
MRP	milk replacer powder, Milchaustauscherpulver
MW	Mittelwert
n, N	number, Anzahl
Na	Natrium
NEL	Nettoenergie Laktation
NL	Neue Landwirtschaft
Nr.	Nummer
NRC	National Research Council
nXP	nutzbares Rohprotein am Dünndarm
o. g.	oben genannten
o. J.	ohne Jahresangabe
OIE	World Organisation for Animal Health
p	Irrtumswahrscheinlichkeit
P	Phosphor
pH	Potential des Wasserstoffs, pondus hydrogenii / potentia hydrogenii
p. n.	postnatal
QBA	Qualitative Behaviour Assessment, qualitative Verhaltensbewertung
QoL	Quality of Life, Lebensqualität
RES	Rapsextraktionsschrot
RSH	Rinderzuchtverband Schleswig-Holstein e. V.
s	Sekunde
s	Standardabweichung
S.	Seite
SBH	Sitzbeinhöcker
SG	Sauggeschwindigkeit / Sauggeschwindigkeiten
sog.	sogenannte

Std.	Stunden, ausgewertete
STEP	Step-Down-Strategie, schrittweise Entwöhnung
T	Trockenmasse
TA	Tränkeanrecht / Tränkeanrechte
TD	Tränkedauer
tgl.	täglich
TGR	Totgeburtenrate
TierSchG	Tierschutzgesetz
TierSchNutzV	Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung
TM	Tränkemenge
TMR	total mixed ration, Totale Mischration
TS	Trockensubstanz
TT	Tränketag
TTMR	Trockene Totale Mischration
TV	Tränkeverhalten
u. a.	unter anderem
v. a.	vor allem
vgl.	vergleiche
vit.	vitaminisiert
vs.	versus
wk	week, Woche
WS	wilted silage, Anwelksilage
WTG	Welttierschutzgesellschaft e. V.
WQ	Welfare Quality®
XA	Rohasche
XF	Rohfaser
XL	Rohfett
XP	Rohprotein
z. B.	zum Beispiel
z. T.	zum Teil
zzgl.	zuzüglich

1 Einleitung

Milchrindkälber werden in der konventionellen Milchviehhaltung i. d. R. mutterlos aufgezogen. Einer zumeist zwei- bis dreiwöchigen Einzelhaltung folgt bis zum Ende der Tränkeperiode die Gruppenhaltung in großen Kälberboxen. Deren Ausgestaltung ist in Deutschland über die Tierschutznutztierhaltungsverordnung gesetzlich geregelt. In § 11 Abs. 5 TierSchNutzV zur Überwachung, Fütterung und Pflege der Kälber wird gefordert, jedes Kalb täglich mindestens zweimal zu füttern, dabei ist dafür Sorge zu tragen, dass dem Saugbedürfnis der Kälber ausreichend Rechnung getragen wird. Wenn das Saugbedürfnis über die Tränke befriedigt werden soll, reicht eine zweimalige Tränke am Tag jedoch nicht aus, was Untersuchungen verschiedener Autoren zum natürlichen Saugverhalten der Kälber in der muttergebundenen und bei hohen Tränkeanrechten in der mutterlosen Aufzucht belegen (SAMBRAUS et al., 1978; WEBSTER, A. J. F. UND SAVILLE, 1982; SPENGLER NEFF et al., 2017; SUTHERLAND et al., 2018; SCHULDT UND DINSE, 2020D, B, 2021B).

Eine intensive Aufzucht mit hohen Tränkeanrechten sichert die Kälbergesundheit und wirkt sich nachhaltig auf die Leistungsfähigkeit der Tiere aus. In den vergangenen Jahren wurden verschiedene Tränkepläne mit höheren Tränkeanrechten veröffentlicht, die die restriktive Tränke mit 6 l je Tier und Tag und einem Beginn des Abtränkens im Alter von vier bis fünf Wochen ersetzen sollen. Deren Umsetzung geht in der Praxis jedoch nur langsam voran, was oft mit den Kosten eines steigenden Verbrauchs an Milchaustauscher begründet wird, ohne dabei den weitaus größeren Nutzen zu beachten, der sich aus niedrigeren Behandlungskosten für Erkrankungen bei höheren Leistungen ergibt (SCHULDT UND DINSE, 2019C).

Nach der Prävalenzstudie zu Gesundheit, Hygiene und Biosicherheit in deutschen Milchkuhbetrieben (PraeRi), die im Jahr 2020 veröffentlicht wurde, erreicht in Deutschland jedes 10. Kalb nicht den vierten Lebensmonat. Drei Viertel der befragten Landwirte konnten Auftreten und Behandlungen von Kälbererkrankungen sowie Anzahl der gestorbenen Kälber im eigenen Bestand nur schätzen, weil ihre Dokumentation lückenhaft ist oder wenig genutzt wird. Ab der dritten Lebenswoche erhalten die Kälber in ca. einem Drittel der untersuchten Betriebe mehr als 7 bis einschließlich 8 Liter Tränke pro Tag und werden in ca. 90 % der Betriebe zweimal täglich getränkt. Die Autoren der Studie fordern schlussfolgernd ein verpflichtendes Angebot von mindestens 9, besser 10 Litern Vollmilch in den ersten drei Lebenswochen sowie ein Verbot, Kälber früher

als mit 12 Wochen von der Milchtränke abzusetzen. Ausnahmen sollen nur aus gesundheitlichen Gründen (z. B. ‚Pansentrinken‘) gestattet sein. (HOEDEMAKER et al., 2020)

In der vorliegenden Schrift werden Leistungen, Gesundheit und Verhalten von Kälbern verglichen, die mit Anrechten von 8 l und 10 l Tränke bis zum 28. Lebenstag vs. 12 l bis 16 l Tränke bis zum 49. Lebenstag aufgezogen wurden. Daraus schlussfolgernd wird ein Tränkeplan mit einem täglichen Anrecht von 12 l bis 14 l Milchaustauschertränke je Tier bis zum 49. Lebenstag vorgestellt, der von Bedarf und Bedürfnis der Kälber ausgeht. Aus einer Kalkulation der Intensität des Abtränkens werden unter Berücksichtigung des Tierwohls Empfehlungen zum Absetzalter abgeleitet.

Ein wesentlicher Aspekt der intensiven Kälberaufzucht ist die Beifutteraufnahme. Hierzu wurden Untersuchungen zur Futteraufnahmemenge und zum Futteraufnahmeverhalten bei verschiedenen Tränkeanrechten ausgewertet und Orientierungswerte für das Angebot an Beifuttermengen erarbeitet.

Die Untersuchungen zur Kälberaufzucht wurden von 2014 bis 2020 in drei landwirtschaftlichen Unternehmen in Mecklenburg-Vorpommern durchgeführt.

In Teil I der Schriften zur „Aufzucht weiblicher Kälber und Jungrinder in landwirtschaftlichen Unternehmen“ (Schriftenreihe der Hochschule Neubrandenburg, Reihe I, Band 9) wurde die Konditionsbewertung als Kontrollinstrument für Wachstum und Entwicklung weiblicher Zuchtrinder der Rasse Deutsche Holsteins sowie der Einfluss der Körperkondition auf Gesundheit und Leistungen der Färsen und Milchkühe dargestellt. Eine Grundvoraussetzung für leistungsfähige und langlebige Milchkühe in den Herden ist die Aufzucht gesunder, gut entwickelter Kälber. Die in diesem Teil II der Schriftenreihe vorgestellten Untersuchungen und der daraus abgeleitete Tränke- und Beifutterplan leisten dazu einen weiteren Beitrag.

2 Literaturübersicht

Definitionen

Kalb

Junge Rinder werden bis zum Erreichen der Geschlechtsreife als Kälber bezeichnet. Die Entwicklung der Vormägen dauert von der Geburt bis zum vierten bis sechsten Lebensmonat bzw. in Abhängigkeit von der Aufzuchtintensität bis ca. 150 kg oder ca. 220 kg Lebendmasse (LM) (DLG, 2016; LFL, 2020). Das neugeborene Kalb kommt als Nichtwiederkäuer bzw. Monogastrier zur Welt, bei dem sich die Funktionen und Dimensionen der Vormägen bis zum Absetzen der Milch ausbilden. (KAMPHUES et al., 2009; KAMPHUES et al., 2014; JEROCH et al., 2020)

Jungrind

Vom Zeitraum nach der Kälberphase, die mit dem Erreichen einer LM von ca. 150 bis 220 kg endet, bis zur ersten Kalbung mit ca. 600 kg wird die weibliche Nachzucht als Jungrind bezeichnet. Sie werden als Rinder definiert, die zur Remontierung eingesetzt werden. Im Alter von 14 bis 18 Monaten werden sie das erste Mal belegt, d. h., wenn sie rund 70 % der Körpermasse adulter Tiere erreicht haben, sodass sie zwischen dem 25. und 28. Monat das erste Mal kalben. (KAMPHUES et al., 2009; HOY et al., 2016; JEROCH et al., 2020)

2.1 *Kälberaufzucht und Wirtschaftlichkeit der Milchproduktion*

Die Kälberhaltung wird weltweit zunehmend als ein Schlüsselbereich für die erfolgreiche Milchviehhaltung wahrgenommen, denn nur gesunde und gut entwickelte Kälber können ihr genetisches Potential als Milchkühe ausschöpfen. Doch schon bei der Abkalbung offenbaren sich Probleme. Deutschland kommt auf eine durchschnittliche Totgeburtenrate von 8 % und weitere 10 % der Kälber überleben die Aufzuchtphase nicht. So geht fast jedes fünfte Kalb verloren und steht dem Betrieb nicht mehr für die Reproduktion, züchterischen Fortschritt oder zum Verkauf zur Verfügung. Zumeist sind die Aufzuchtbedingungen selbst das Problem. (KLEEN, 2018)

Der Erblichkeitsgrad der Milchleistung liegt bei Rindern bei ca. 30 %, folglich werden 70 % der phänotypischen Leistung durch Umweltfaktoren, insbesondere Haltung und Fütterung, beeinflusst. Bereits während des Embryonalstadi-

ums beginnt die Entwicklung von Milch bildendem Gewebe. In den ersten Lebenswochen (LW) bestimmt die Intensität der Ernährung deren weitere Entwicklung. Zum Ende der Tränkephase ist die Ausbildung des Parenchyms abgeschlossen. Das ist ein Erklärungsansatz, warum viele Studien zu dem Ergebnis kommen, dass ad libitum getränkte Kälber später höhere Milchleistungen erreichen als restriktiv getränkte Kälber. (KUNZ, 2011A)

Zwischen hohen Wachstumsraten im ersten Lebenshalbjahr und der Ausschöpfung des genetischen Leistungspotentials, insbesondere in der ersten Laktation, besteht eine enge Beziehung. Die Nutzung des genetischen Potentials zeigt sich u. a. in signifikant höheren Leistungen in der ersten Laktation (Abbildung 1). Allerdings ist es entscheidend, wann die Tiere intensiv zunehmen. Hohe Zunahmen vom 09. bis zum 12. Monat haben sogar einen negativen Einfluss auf die Leistung in der ersten Laktation. (LOSAND, 2012; VOLKMANN et al., 2014). Nach SCHULDT UND DINSE (2020C) wirkt sich eine zu hohe Körperkondition bei intensiver Aufzucht bereits ab dem 07. Lebensmonat negativ auf Gesundheit, Fruchtbarkeit und spätere Leistungen der Tiere aus.

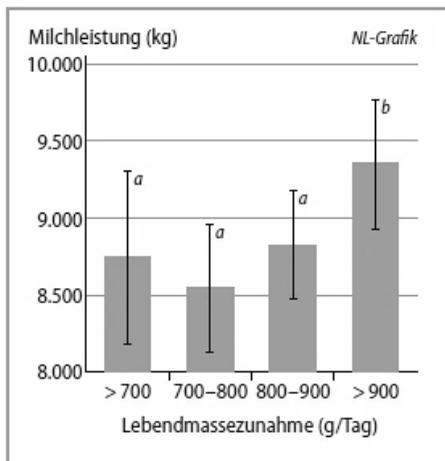


Abbildung 1: Erstlaktationsleistung (305 Tage) in Abhängigkeit von den Tageszunahmen im ersten Lebenshalbjahr

Quelle: LOSAND (2012)

Ein Ziel in der Kälberaufzucht ist die Verdopplung des Geburtsgewichtes in den ersten 60 Lebenstagen (LT) (KLEEN, 2018). Jedoch haben Kälber mit einem geringen Geburtsgewicht schlechtere Voraussetzungen für hohe Zunahmen

und folglich gute Leistungen. Zu leichte Kälber werden nach VOLKMANN et al. (2014) keine effizienten Kühe.

Im Winter geborene Kühe kommen auf eine um mehr als 3.000 kg höhere Lebensleistung als im Sommer geborene und erreichen eine höhere Nutzungsdauer (3,9 vs. 3,6 Laktationen), was den Einfluss der Geburtssaison auf die spätere Leistung als Milchkuh belegt. Dies kann auch als Indiz dafür gesehen werden, dass die metabolische Programmierung der Kälber bereits im Uterus beginnt. (FREUEN, 2018)

VOLKMANN et al. (2014) weisen darauf hin, dass bei Sommer-Abkalbungen unbedingt Hitzestress vermieden werden muss, denn der führt bei den Kälbern zu geringeren Zunahmen und wirkt sich auf die gesamte weitere Entwicklung negativ aus. Die Autoren werteten Studien aus, die nachweisen, dass Kühe mehr Milch geben, wenn sie die Transitphase unter klimatisch optimalen Bedingungen durchlaufen haben.

2.2 Haltung von Aufzuchtkälbern

2.2.1 Gesetzliche Grundlagen

In Abschnitt 2 der „Verordnung zum Schutz landwirtschaftlicher Nutztiere und anderer zur Erzeugung tierischer Produkte gehaltener Tiere bei ihrer Haltung (Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung, TierSchNutztV) vom 1. November 2001, Neubekanntmachung vom 22. August 2006, Novellierung am 03.07.2020“, werden Anforderungen an das Halten von Kälbern gesetzlich geregelt, die hier auszugsweise vorgestellt werden.

§ 5

Im Rahmen der allgemeinen Anforderungen gilt, dass Kälber nicht mehr als unvermeidbar mit Harn und Kot in Berührung kommen dürfen, daher muss ihnen bis zu einem Alter von sechs Monaten ein trockener, weicher oder elastisch verformbarer Liegebereich zur Verfügung stehen. Das Fixieren von Kälbern ist grundsätzlich verboten. In der Gruppenhaltung dürfen sie bis zu einer Stunde während der Fütterung mit Milch- oder Milchaustauschertränke fixiert werden, wenn die Vorrichtungen zum Anbinden den Kälbern keine Schmerzen oder vermeidbare Schäden zufügen.

§ 6

Ställe, in denen Kälber gehalten werden, müssen so gestaltet sein, dass die Tiere ungehindert sich hinlegen, liegen und aufstehen können. Der Liegebereich muss so beschaffen sein, dass er die Erfordernisse für das Liegen erfüllt. (Ergänzend dazu schreibt das Europarecht bequeme Liegeflächen vor, Richtlinie 2008/119/EG). Die Kälber müssen eine natürliche Körperhaltung einnehmen, sich putzen und ungehindert Futter und Wasser aufnehmen können. Der Boden in Kälberställen muss rutschfest und trittsicher sein. Von Löchern, Spalten oder sonstigen Aussparungen darf keine Verletzung der Klauen oder Gelenke ausgehen. Vom Liegebereich darf keine nachteilige Beeinflussung der Gesundheit der Tiere durch Wärmeableitung erfolgen. Außerdem sollte im Liegebereich die Lufttemperatur nicht über 25 °C steigen, aber in den ersten zehn LT auch nicht unter 10 °C sinken, danach nicht unter 5 °C.

Die Kälberhaltung in Ställen erfordert im Aufenthaltsbereich eine gleichmäßig verteilte Lichtstärke von mind. 80 Lux. Die Außenwände müssen, sofern die Kälber mit ihnen in Berührung kommen, ausreichend wärmedämmend sein. Bei Haltung in Kälberställen oder -hütten, die vorwiegend dem Schutz der Tiere gegen Niederschlag, Sonne und Wind dienen, ist dies nicht erforderlich. Sicht- und Berührungskontakt zwischen den Kälbern ist jedoch auch dann zu gewährleisten. Weiterhin sind Grenzwerte je Kubikmeter Luft für Ammoniak, Kohlendioxid und Schwefelwasserstoff festgelegt. Die relative Luftfeuchte soll zwischen 60 und 80 % betragen.

§ 7

Je nach Altersabschnitt der Kälber gelten weitere spezifische Anforderungen. So muss einem Kalb im Alter von bis zu zwei Wochen eine mit Stroh oder einem ähnlichen Material eingestreute Liegefläche und, bei Einzelhaltung, eine Box mit Maßen von mindestens 120 x 80 x 80 cm zur Verfügung stehen.

§ 8

Einzelhaltung von Kälbern von über zwei bis acht Wochen ist nur dann erlaubt, wenn ihnen eine Box mit mindestens 160 x 100 cm Grundfläche zur Verfügung steht. In Gruppen dürfen Kälber in diesem Alter nur dann gehalten werden, wenn bei rationierter Fütterung alle Kälber der Gruppe gleichzeitig Futter aufnehmen können. Dies gilt allerdings nicht, wenn eine Abruffütterung zur Verfügung steht.

§ 9

Kälber im Alter von über acht Wochen dürfen nur in Gruppen gehalten werden. Ausgenommen von dieser Verpflichtung sind Betriebe, in denen jeweils nicht mehr als drei Kälber vorhanden sind, die aufgrund ihres Alters und ihres Körpergewichts für die Gruppenhaltung geeignet sind. Weiterhin ausgenommen sind Tiere, die aus gesundheitlichen oder verhaltensbedingten Gründen einzeln gehalten werden müssen, was durch einen Tierarzt zu bestätigen ist. Weiterhin ist die verpflichtende Gruppenhaltung für die Dauer einer Quarantäne zur Vermeidung von Ansteckungsrisiken aufgehoben.

§ 10

Der Platzbedarf bei der Gruppenhaltung ist abhängig vom Gewicht der Tiere. Wie groß die Fläche ist, die jedem Kalb uneingeschränkt zur Verfügung stehen muss, ist in Tabelle 1 aufgeführt.

Tabelle 1: Platzbedarf von Kälbern und Jungrindern in Abhängigkeit vom Lebendgewicht lt. TierSchNutztV

Lebendgewicht in kg	Erforderliche Bodenfläche je Tier in m²
bis 150	1,5
150 bis 220	1,7
über 220	1,8

Bei der Gruppenhaltung von bis zu drei Kälbern in einer Bucht gilt, dass diese für Tiere im Alter von zwei bis acht Wochen mindestens 4,5 m² und für Tiere von über acht Wochen 6 m² Mindestbodenfläche aufweisen muss.

§ 11

Bei Stallhaltung muss mindestens zweimal täglich nach dem Befinden der Kälber geschaut werden. Spätestens vier Stunden nach der Geburt muss dem neugeborenen Kalb Biestmilch angeboten werden. Der Eisengehalt der Milchaustauschertränke muss eine ausreichende Eisenversorgung gewährleisten. Jedes Kalb ab einem Alter von zwei Wochen muss jederzeit Zugang zu Wasser in ausreichender Qualität und Menge haben. Außerdem müssen Kälber täglich mindestens zweimal gefüttert werden, wobei besonders darauf zu achten ist, dass die Tiere ihr Saugbedürfnis ausleben können. Spätestens ab dem 08. LT soll den Kälbern Raufutter oder anderes rohfaserreiches Futter ad libitum angeboten werden. Bei Stallhaltung muss regelmäßig neu eingestreut werden oder Mist, Jauche oder Gülle sind in erforderlichen Abständen aus dem Liegebereich zu entfernen. Die Beleuchtung muss täglich mindestens 10 Stunden im

Aufenthaltsbereich der Kälber eine Lichtstärke von 80 Lux erreichen und dem Tagesrhythmus angeglichen sowie möglichst gleichmäßig verteilt sein.

In der Siebten Verordnung zur Änderung der Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung vom 03.07.2020 wird gefordert, die Bodenoberfläche im Liegebereich der Kälber weich oder elastisch verformbar zu gestalten. Dies ist z. B. durch entsprechend nachgiebige, elastische Gummibodenbeläge oder unter Berücksichtigung der Funktionsweise des Entmistungsverfahrens durch eine weiche Einstreu möglich.

2.2.2 Stallhaltung von Kälbern

Für Kälber bis zu einem Alter von sechs Monaten werden Mindestanforderungen an die Haltung in der TierSchNutzTV festgelegt, aber nicht für heranwachsende und adulte Rinder. Begründet wird dies u. a. damit, dass Kälber andere Ansprüche an ihre Haltungsumwelt stellen als ältere Rinder. Die Forderungen aus der TierSchNutzTV können jedoch nur als Mindestmaß angesehen werden. Ein Beispiel ist die geforderte Lichtstärke von 80 Lux. Diese Lichtstärke empfindet das menschliche Auge als dämmerig. Eine erfolgreiche Kälberaufzucht braucht offene, helle Ställe, damit Licht seine positiven Wirkungen auf Aktivität, Wachstum und Futteraufnahme der Kälber entfalten kann. Außerdem ist auch für eine gute Tierkontrolle eine gute Beleuchtung unabdingbar. (GLATZ, 2016)

Grundsätzlich gilt, dass Kälber immer getrennt von den Kühen untergebracht werden sollen, damit sich die Kälber unmittelbar nach der Geburt nicht durch das Erregerreservoir subklinisch infizierter Kühe und Färsen infizieren können (HOY et al., 2016). Allerdings ist eine Nähe zum Melkbereich gerade in der Biestmilchperiode sinnvoll, wenn die Kälber trotzdem nicht mit der Luft aus dem Kuhstall in Berührung kommen (GLATZ, 2016).

Kälber werden in Einzel- und Gruppenhaltung in Außenklima- bzw. Kaltställen und Warmställen gehalten. Außenklimaställe bieten den Kälbern Schutz vor Wind und Regen, aber nicht vor Kälte oder Hitze. Durch wechselnde Klimabedingungen werden die Tiere gut konditioniert. Die Schadgaskonzentration in der Luft ist niedrig, der Sauerstoffgehalt hoch und es steht ausreichend Licht zur Verfügung. Eine gute Luftqualität mindert den Keimdruck und damit die Erkrankungsrate. Die Aufnahme von Raufutter wird gefördert, was zu einer raschen Entwicklung der Vormägen führt. Außenklimaställe zeichnen sich durch geringe Investitions- und Energiekosten aus. Eine gute Tierbeobachtung sowie die Nutzung arbeitssparender Produktionstechniken, wie z. B. Tränkeautomaten, sind möglich. Wegen der noch nicht voll ausgebildeten Thermoregulation

junger Kälber ist der Aufwand an Stroh für eine gut eingestreute Liegefläche sowie Rau- und Kraffutter erhöht. Der Flächenbedarf ist relativ hoch und das Personal ist immer der Witterung ausgesetzt. Auch die Wasserversorgung kann zeitweise problematisch werden. (Hoy et al., 2016)

Warmställe zeichnen sich durch Wärmedämmung, Zwangsentlüftung und i. d. R. gute Mechanisierbarkeit aus. Die Temperatur liegt in diesen Ställen gleichmäßig zwischen 10 und 18 °C. Zu den Nachteilen von Warmställen gehören ein erhöhtes Krankheitsrisiko, besondere Ansprüche an die Klimaführung und höhere Bau- und Energiekosten. Warmställe werden aus Kostengründen nur noch in der Kälbermast genutzt. (Hoy et al., 2016)

2.2.3 Einzelhaltung von Kälbern

In der ersten Woche gehört ein ausgeprägtes Ruhebedürfnis zu den grundsätzlichen ethologischen Anforderungen von neugeborenen Kälbern. Daher ist die Einzelhaltung in dieser Zeit, d.h. in der Phase der Biestmilchtränke, vom Gesetzgeber ausdrücklich zugelassen. Ausreichende Ruhe für die jungen Kälber und die Möglichkeit der intensiven Tierbeobachtung sind die Vorteile der Einzelhaltung in der ersten LW. (Hoy et al., 2016)

Abbildung 2 gibt eine Übersicht über die möglichen Varianten der Einzelhaltung von Kälbern.

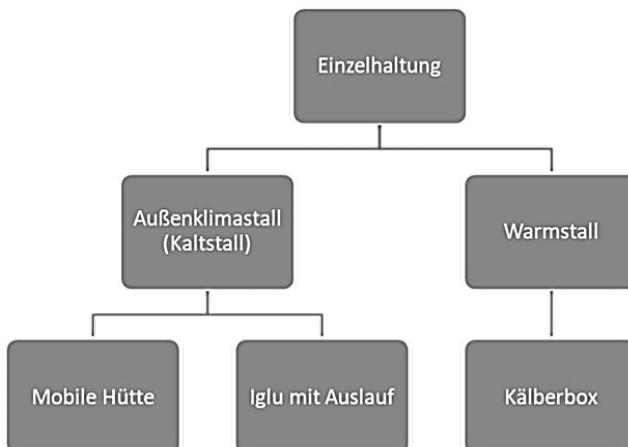


Abbildung 2: Schematischer Überblick über die Verfahren der Einzelhaltung von Kälbern

Quelle: nach Hoy et al. (2016)

Die Kälber-Box mit Lattenrosten zählt zu den Warmstallsystemen der Einzelhaltung. Die Boxen werden in ihrer Größe dem Alter der Kälber angepasst, dennoch ist die Bewegungsmöglichkeit für die Kälber eingeschränkt. (Hoy et al., 2016)

Für HANSEN (2018) stellt das Iglu eine gute Alternative dar, Kälber nach der Geburt in keimarmer, frischer Luft sowie mit ausreichend Licht und Umweltreizen aufzuziehen. Der damit verbundene geringe Keimdruck ist eine Voraussetzung dafür, dass die Kälber eine gute Immunabwehr entwickeln können.

In der warmen Jahreszeit müssen die Iglus bzw. Hütten vor zu starker Aufheizung durch Sonneneinstrahlung geschützt werden. Erreicht werden kann dies z. B. durch ein Material, das nicht transparent ist und/oder durch ein schattenspendendes Pultdach. Eine Überdachung hilft auch, bei Niederschlag den Bedarf an Einstreu gering zu halten. (GLATZ, 2016)

Bei Temperaturen ab 25°C beginnen Kälber zu schwitzen und ihre Wärmeabgabe wird verringert. Dadurch sind die Tiere gestresst, nehmen weniger Nahrung auf und werden so anfälliger für Krankheiten. Deshalb sollten die Iglus bzw. Hütten in einen Leichtbaustall gestellt oder Schatten genutzt werden, den benachbarte Gebäude und Bäume bieten. Aus tierphysiologischer Sicht sind in den ersten LT Temperaturen von 10 bis 20°C optimal, bei einem gut eingestreuten, trockenen und windgeschützten Liegebereich kommen die Kälber auch mit den frostigen Temperaturen im Winter zurecht. (HANSEN, 2018)

Die Einzelhaltung in einem Außenklimastall lässt sich für die jungen Kälber mit wenig Aufwand angenehm gestalten, wenn jahreszeitspezifische Gegebenheiten berücksichtigt werden. Im Sommer sollte das Iglu mit der Öffnung nach Nord bis Nordost zeigen, um die direkte Sonneneinstrahlung gering zu halten. In besonders warmen Wetterperioden sollte die Luftzirkulation im Inneren über Lüftungsklappen oder eine Firstlüftung gesichert werden. Vor Zugluft müssen die jungen Kälber allerdings geschützt werden. Um die wärmende Sonne im Winter nutzen zu können, sollten die Iglus mit der Öffnung nach Südost bzw. Ost ausgerichtet werden. Grundsätzlich sollte die Öffnung nie zur Wetterseite zeigen, da sonst Wind und Regen das Iglu auskühlen und die Einstreu durchnässen. (KLEINER, 2006; HANSEN, 2018)

Eine Umgebungstemperatur von 15 bis 25°C gilt in den ersten LW als thermoneutrale Zone. Für jedes Grad weniger muss ein Kalb 1% mehr Energie aufnehmen als bei Optimaltemperatur. (KUNZ, 2015)

Der ideale Standort für Iglus und Hütten ist eine betonierte Fläche mit leichtem Gefälle sowie einer Auffangrinne für Jauche und verschmutztes Regenwasser (GLATZ, 2016). Sackgassen in Iglureihen sind zu vermeiden, da sich in ihnen schlechte Luft und Wärme stauen können, die Luft muss immer zirkulieren können (HANSEN, 2018).

Vor der Neubelegung sollten Iglus, Boxen oder Hütten gereinigt, desinfiziert und evtl. einige Zeit leer stehen gelassen werden, um den Keimdruck so gering wie möglich zu halten (GLATZ, 2016).

2.2.4 Gruppenhaltung von Kälbern

Bei der Kälberhaltung müssen Verhaltensweisen beachtet werden, die sich den Funktionskreisen des Sozial-, Ruhe-, Aktivitäts- und Spielverhaltens zuordnen lassen. Je älter die Kälber werden, desto mehr entwickeln sie einen starken Bewegungsdrang verbunden mit einem intensiven Bedürfnis nach Sozialkontakt. Werden sie in Gruppen gehalten, wird häufig Spiel- und Erkundungsverhalten beobachtet. Die Gruppenhaltung der Kälber im Laufstall nach der ersten LW ist der Einzelhaltung vorzuziehen. Die Tiere einer Gruppe müssen in Körpergröße und -gewicht ausgeglichen sein. Ein kontinuierliches Beschicken der Kälbergruppen mit neuen Tieren unterschiedlicher Entwicklungsstufen ist auch zu unterlassen, weil dies zu wiederkehrenden Infektionseinbrüchen führen kann. Durch das „alles rein- alles raus-Verfahren“ werden Infektionsketten in der Aufzucht unterbrochen. (HOY et al., 2016)

Eine Überbelegung von Kälberställen ist v. a. wegen des Keimdrucks zu vermeiden und widerspricht somit einer optimalen Aufzucht. Der für jedes Kalb benötigte Platzbedarf ist in der Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung festgelegt. (GLATZ, 2016)

Die passende Gruppengröße hängt auch vom Kuhbestand des Betriebes ab, Tabelle 2 gibt hierzu einen Überblick bei kontinuierlicher Abkalbung (STEINHÖFEL, I., 2009B).

Tabelle 2: Passende Gruppengrößen nach Kuhbestand

Kuhbestand	Aufzuchtkälber/Woche bei kontinuierlicher Abkalbung	Kleine Gruppen 4 – 8 Kälber	Große Gruppen 15 – 25 Kälber
100 – 200	1 – 2	ab 2 – 4 Wochen	ab 8 Wochen
201 – 500	3 – 5	1 – 2 Wochen	2 – 3 Wochen
> 500	> 5	wöchentlich	1 – 2 Wochen

Quelle: STEINHÖFEL, I. (2009B)

Im Hinblick auf eine möglichst geringe Keimbelastung sind auch die Haltungssysteme der Gruppenhaltung von Kälbern nicht zu nah an anderen Ställen zu platzieren. Offene Fronten sollten nicht in die Hauptwindrichtung ausgerichtet werden. Ein weiterer Grund, Kühe und Kälber nicht zusammen in einem Stall unterzubringen, sind die unterschiedlichen Ansprüche an die Luftgeschwindigkeit. Für Kälber sollte diese bei maximal 0,2 m/s bzw. im Sommer bei bis zu 0,5 m/s liegen. Kühe kommen mit deutlich höheren Windgeschwindigkeiten noch gut zurecht. (FÜBBEKER, 2019)

Bei der Gruppenhaltung von Kälbern geht der Trend in Richtung Außenklimaställe, in denen die natürliche Abwehrbereitschaft und Widerstandskraft angeregt und gestärkt und die aktive Immunisierung der Tiere gegen Infektionskrankheiten gefördert werden. Abbildung 3 gibt eine Übersicht über Haltungsverfahren von Kälbern in Gruppen. (HOY et al., 2016)

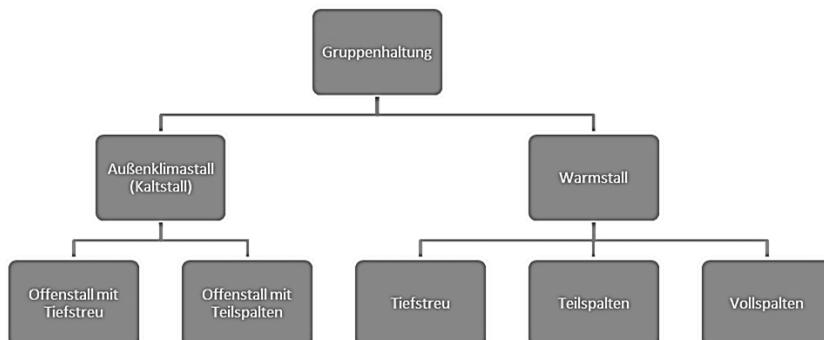


Abbildung 3: Schematischer Überblick der Haltungsverfahren für Kälber in Gruppen

Quelle: nach HOY et al. (2016)

Die Gruppenhaltung sollte in Tiefstreubuchten erfolgen. Dies ist in Warm- und Kaltställen möglich. Meistens ist die gesamte Bucht mit Liege- und Fressbereich eingestreut. Bei einer anderen Variante ist nur der Liegebereich eingestreut und die Lauffläche des Fressplatzbereiches planbefestigt, wobei hier jedem Kalb eine Fläche von 0,6 m² zusteht. Die Fressplätze verfügen über Fressstände oder absperrbare Fressgitter. Bei beiden Haltungsverfahren sind der Arbeitsaufwand und der Strohbedarf hoch, pro Kalb und Tag ist mit 2,0 bzw. 1,5 kg Stroh zu kalkulieren. Bei der Haltung von Kälbergruppen in Tiefstreu-

buchten mit Spaltenboden im Fressplatzbereich reduziert sich der Strohaufwand auf 1 kg pro Kalb und Tag, jedoch steigt der Bau- und Kostenaufwand. Die Lauffläche mit Spaltenboden vor dem Fressplatz muss für jedes Kalb eine Fläche von 0,6 m² bieten. Im eingestreuten Liegebereich steht jedem Kalb eine Fläche von 1,2 m² zu. Während eines Durchganges wird regelmäßig übergestreut, die Entmistung erfolgt am Ende der Aufstallung mit Hilfe eines Frontladers. (HOY et al., 2016)

Nach der Einzelhaltung in den ersten ein bis zwei LW ist über die gesamte Tränkephase und das Absetzen hinaus die Gruppenhaltung in Tiefstreulaufställen unter Außenklimabedingungen das gängigste Haltungsverfahren. Im Inneren der kostengünstigeren Außenklimaställe herrschen dieselben Temperaturen wie im Außenbereich $\pm 2^\circ\text{C}$. Empfohlen wird ein Zweiflächenstall mit einem eingestreuten Liegebereich und befestigter Standfläche am Fressgitter. Eine befestigte Standfläche ist aufgrund einer höheren Funktionssicherheit einem Spaltengang am Fressgitter vorzuziehen, auch werden durch die befestigte Fläche das Klauenwachstum konditioniert und Einstreu gespart. Wichtig ist, dass Kälberställe nicht zu hoch gebaut werden. Die relativ kleinen Tiere produzieren noch wenig Eigenwärme, wodurch im Falle von zu hohen Ställen ein optimaler Luftwechsel zur Abführung von Schadgasen, Keimen und Feuchtigkeit nicht erreicht wird bzw. kalte Luft in den Aufenthaltsbereich der Kälber absinkt. Infolgedessen können Probleme mit den Atemwegen auftreten. Je Kalb sollte ein Luftvolumen von 10 m³ zur Verfügung stehen. (GLATZ, 2016)

Nach FÜBBEKER (2019) beeinflusst das Stallklima maßgeblich die Tiergesundheit. Deshalb sollten Temperaturschwankungen, Zugluft und schlechte Stallluft möglichst geringgehalten werden. Da Kälberställe in der Regel Offenfrontställe unter Außenklimabedingungen mit drei geschlossenen Seiten sind, sollte an der Zugluftseite ein Windschutznetz angebracht werden, um bei niedrigen Außentemperaturen und hohen Windgeschwindigkeiten die Öffnung der Zugluftseite teilweise oder ganz verschließen zu können. Die Netze sollten regelmäßig gereinigt werden, da sie bei staubhaltiger Luft verschmutzen. Der Liegebereich ist zugfrei zu halten, der Luftaustausch durch eine gleichmäßige Lüftung zu gewährleisten, ohne Zugluft aufkommen zu lassen.

Werden die Kälberställe in der kalten Jahreszeit verschlossen, wird die Luftaustauschrate gesenkt, Schadgas- und Erregerkonzentration nehmen zu, was das Auftreten von Pneumonien fördert. Mit einer guten Belüftungstechnik, wie z. B. einer temperaturgesteuerten Schlauchbelüftung, lässt sich der Keimgehalt in der Stallluft deutlich reduzieren. (KUNZ, 2018)

Die Haltung in Gruppen- bzw. Großgruppeniglus mit überdachten Bewegungs- und Fressbereichen ist relativ flexibel und einfach zu erstellen und gewährleistet gute Mikroklimabedingungen (GLATZ, 2016).

Nach MÖCKLINGHOFF-WICKE UND ZIEGER (2018) wird die Entwicklung der Kälber positiv beeinflusst, wenn sie schon früh paarweise oder in Kleingruppen gehalten werden. Bei dieser Haltungsform kommt das neugeborene Kalb unmittelbar nach der Geburt in eine Zweier- oder Dreiergruppe. Von Beginn an saufen Kälber mit einem Partner bereitwilliger als in Einzelhaltung, zeigen eine frühere Vitalität und lernen voneinander das Trinkverhalten. Im Versuch nahmen die Kälber aus den Zweier- oder Dreiergruppen bereits am 35. LT mehr Kälberstarter auf als die Kälber in Einzelhaltung und dieser Trend setzte sich auch noch nach dem Absetzen am 60. LT fort. Die paar- bzw. gruppenweise gehaltenen Kälber nahmen im Durchschnitt doppelt so viel Kälberstarter pro Tier und Tag auf als die einzeln gehaltenen. Das frühe soziale Umfeld beeinflusst die Tiergesundheit positiv, die Erkrankungsrate wird gesenkt. Wenn ein Kalb separat liegt, kann dies als untrügliches Frühwarnsignal für Erkrankungen gewertet werden, denn Kälber suchen als soziale Tiere den permanenten Kontakt und Anlehnung. Paar- bzw. gruppenweise aufgezogene Kälber entwickeln sich gesünder, lernen schneller und reagieren besser auf Veränderungen in der Umwelt.

2.3 Kontrollinstrumente in der Kälberaufzucht

Die routinemäßige Bestandsuntersuchung und damit die Beurteilung einer leistungsgerechten Fütterung in der Kälberaufzucht können mit verschiedenen Methoden durchgeführt werden:

- Lebendmasse-Wägung
- Ermittlung der Lebendmasse über die Messung des Brustumfangs
- Body Condition Scoring (BCS)

2.3.1 Wiegen und Messen

In der Kälberaufzucht wird ein optimaler Verlauf von Wachstum und Entwicklung angestrebt, den es regelmäßig zu kontrollieren gilt. In Tabelle 3 sind die Orientierungswerte eines optimalen Wachstumsverlaufs von Aufzuchtrindern der Rasse Deutsche Holsteins nach STEINHÖFEL, I. (2009A) zusammengefasst.

Tabelle 3: Orientierungswerte für den Wachstumsverlauf von Kälbern

Alter	Körpermasse (kg)	Brustumfang (cm)	Kreuzbeinhöhe (cm)
03. Monat	mindestens 115	108	100
06. Monat	185 – 200	130	113

Quelle: STEINHÖFEL, I. (2009A)

Die genaueste Methode, den Zuwachs zu ermitteln, ist die **Lebendmasse-Wägung**, die bei kleineren Kälbern von einer einzelnen Person durchgeführt werden kann (DIESTELOW, 2018).

Eine weitere, kostengünstige Variante der Kontrolle des Wachstumsverlaufs von Kälbern ist die **Messung des Brustumfangs mit einem Maßband**, das für die Ermittlung der Zunahmen einer Tiergruppe gut einsetzbar ist. Über eine Skala kann das Gewicht der Tiere abgelesen werden, allerdings bestimmt man damit das tatsächliche Gewicht nur näherungsweise. Die Messung kann bei kleinen Tieren von einer Einzelperson durchgeführt werden, ist bei Kälbern jedoch zu ungenau. (SCHULDT et al., 2013)

2.3.2 Konditionsbewertung

Die Konditionsbewertung nach dem BCS-Schema von EDMONSON et al. (1989) ist in der Praxis am weitesten verbreitet. Der Untersucher konzentriert sich bei seiner Bewertung auf acht Merkmale:

1. Dornfortsätze der Lendenwirbel (LW)
2. Verbindung zwischen Dorn- und Querfortsätzen der LW
3. Querfortsätze der LW
4. Übergang von den Querfortsätzen der LW zur Hungergrube
5. Verbindung zwischen Hüfthöcker (HH) und Sitzbeinhöcker (SBH)
6. Verbindung SBH – Hüftgelenk – HH
7. Fläche zwischen den beiden Hüfthöckern
8. Schwanzwurzelgrube

Die Skala für die Bewertung der Merkmale geht von 1 bis 5, wobei die Note 1 für eine Unterernährung und die Note 5 für eine hochgradige Verfettung der Tiere steht (EDMONSON et al., 1989; MANSFELD et al., 2000; JILG, 2007). Die Benotung erfolgt in 0,25-Schritten (ROSSOW, 2002A).

Damit sich die Kondition der Rinder richtig beurteilen lässt, sollten die Tiere auf ebenem Untergrund stehen und die Lichtverhältnisse müssen für die Beurteilung angemessen sein (ROSSOW, 2002A). Die Bewertung der Kondition mittels

BCS ist im Vergleich mit anderen Kontrollmöglichkeiten arbeitssparender, bedarf keiner zusätzlichen technischen Ausrüstung, wie zum Beispiel Wiegen oder Messen mit Viehmaßbändern, was ein großer Vorteil dieser Methode ist (MANSFELD et al., 2000; SCHULDT UND DINSE, 2020c).

Die Methode ist rasch erlernbar, sollte jedoch, zumindest in der Übungsphase, von Zeit zu Zeit validiert werden. Sie lässt sich mit geringem Zeitaufwand durchführen, ist ausreichend reproduzierbar und birgt nur einen geringen subjektiven Schätzfehler (ROSSOW, 2002A; DIESTELOW, 2018; SCHULDT UND DINSE, 2020c).

RASCHKE (2007) kritisierte, dass sich das gängige BCS-Schema ausschließlich für adulte Tiere anwenden lasse. Deshalb fügte sie dem BCS-Schema nach EDMONSON et al. (1989) ein neuntes Merkmal, die seitliche Brustwand, hinzu, um die Kondition von Kälbern beurteilen zu können. Dieses Merkmal wird durch Palpation der Rippen bewertet. Bei Kälbern ist die rein palpatorische Vorgehensweise unumgänglich, weil sehr junge Tiere nach Auffassung der Autorin meistens mager und die Knochenvorsprünge nicht besonders stark ausgebildet sind. Auch die Felleigenschaften wirken sich negativ auf ein visuelles Ergebnis aus.

Absetzer sollten nach SCHULDT UND DINSE (2018A, 2018D) eine BCS-Note von mindestens 2,75 erreichen, JONES UND HEINRICHS (2008) empfehlen 2,25 (mind. 2,0 und max. 2,5, Tabelle 4).

Tabelle 4: Kontrollzeitpunkte in der Kälberaufzucht

Alter	Zielgewicht in kg	BCS-Note	Kontrollbereich
3 Monate	90 – 110	mindestens 2,75	Gewicht zum Absetzen erreicht
5 – 6 Monate	150 – 180	2,75 – 3,0	Intensität der Aufzucht
7 Monate	270	2,9 – 3,1	Umstellung auf energieärmere Ration

Quelle: DIESTELOW (2018); SCHULDT UND DINSE (2018A, 2018C)

2.4 Tränkesysteme

Trogränken für die Verfütterung von Vollmilch oder Milchaustauschertränke sollten der Vergangenheit angehören. Eine unphysiologische Kopfhaltung und zu schnelle Tränkeaufnahme können Verdauungsprobleme der Tiere hervorrufen. Deshalb kommen vermehrt Nuckel- oder Saugertechniken zum Einsatz, die zu hohe Trinkgeschwindigkeiten der Kälber verhindern. (OSTENDORF, 2019)

Eine niedrige Durchflussgeschwindigkeit des Nuckels führt zu einer besseren Labgerinnung und Laktoseverdauung im Labmagen sowie zu einer verbesserten Eiweißverwertung im Dünndarm und nimmt somit einen bedeutenden Einfluss auf den Verdauungsprozess im unreifen Darm (MCINNES et al., 2015).

Um eine natürliche, langsame Milchaufnahme zu gewährleisten, sollten Saugnuckel verwendet werden, mit denen das Kalb pro Liter Milch vier bis fünf Minuten benötigt und vermehrt Speichel produziert. Der Speichel ist mit natürlichen Antibiotika angereichert, um die Immunabwehr zu stärken, und enthält essentielle Enzyme wie Lipasen, welche für die Fettverdauung der Milchtränke benötigt werden. Außerdem gleicht der Speichel den pH-Wert im Labmagen aus, damit die Milch richtig gerinnen kann. Die Sauger sollten mit einem hohen Saugwiderstand ausgestattet sein, was über die Größe (4–10 mm) und Form der vorderen Öffnung (Rund- oder Kreuzloch, Schlitz) erreicht werden kann. Der Durchfluss wird zusätzlich mit Kugel-Rückschlagventilen oder innenliegenden Lamellen geregelt. Um einer natürlichen Zitze zu entsprechen, ist eine Länge von 70–100 mm bei einem Durchmesser von 25–30 mm zu empfehlen. (OSTENDORF, 2019; MILK BAR, 2020)

Die Sauger sind in einer Höhe von 60–70 cm anzubringen, damit die Kälber eine natürliche Kopf-Hals-Haltung beim Saugen einnehmen können. Diese Haltung strafft die Muskeln und löst den Haubenrinnenreflex aus, der ein Überlaufen der Milch in den Pansen und damit Fehlgärungen verhindert. (PORZIG et al., 1991; PIRKELMANN et al., 1992; STEINHÖFEL, O. UND LIPPMANN, 2000; ENGELHARDT et al., 2015; HOY et al., 2016; MAIER, N. UND KASKE, 2017; MILK BAR, 2020)

Die Wahl des Tränkeverfahrens (Eimer-, Trogränke, Milkbar oder Tränkeautomaten) unterscheidet sich nach Bestandsgröße, Arbeitsbelastung und Kapitaleinsatz. Dementsprechend erfolgen die Tränkeaufbereitung und -zuteilung entweder manuell, halb- oder vollautomatisch. (JUNGBLUTH et al., 2005; HOY et al., 2016; MILK BAR, 2020)

2.4.1 Tränkesysteme in der Einzelhaltung

In der Einzelhaltung werden die Kälber zumeist manuell getränkt. Erleichtert wird die Verteilung der Milch über den Einsatz von Tränkewagen (sog. „Milchtaxis“), in denen bei gleichbleibenden Temperaturen auch eine kurzzeitige Lagerung möglich ist. Die Versorgung der Kälber über Saugeimer erfordert je nach Bestandsgröße einen Arbeitszeitbedarf von 7,66 bis 2,90 AKmin/Tier und Tag, wenn die Verteilung der Tränke manuell erfolgt. Mobile Tränkewagen können

den Zeitaufwand auf 5,32 bis 2,44 AKmin/Tier und Tag verkürzen. (HEBER, 2013)

Mit dem System CalfRail steht eine automatisierte Lösung für die Tränke zur Verfügung. Bis zu 8-mal am Tag können tierindividuelle Mengen in kleinen, frisch zubereiteten Portionen von bis zu 2,5 l getränkt werden. Ein Schwenkarm mit Nuckel (Rail) kann nacheinander bis zu 32 einzeln gehaltene Kälber versorgen. Für jede Tränkeaufnahme hat jedes Kalb maximal 6 Minuten Zeit. Nach jedem Kalb wird der Nuckel von außen mit Wasser abgespült. Am Ende eines Durchgangs wird die Restmilch entsorgt und alle milchführenden Teile werden gereinigt. Eingesparte Arbeitszeit sollte für die Kälberüberwachung genutzt werden. (HOY et al., 2016; REIMINK, 2019)

2.4.2 Tränkesysteme in der Gruppenhaltung

Um den physiologischen und ethologischen Anforderungen der Kälber in der Gruppenhaltung gerecht werden zu können, wurde seit Beginn der 80er Jahre der Einsatz von Tränkeautomaten intensiviert. Die Funktionssicherheit wurde verbessert und Bedienungs- und Kontrollmöglichkeiten geschaffen. Ein wesentlicher Aspekt war die Entwicklung von „automatengerechtem“ Milchpulver, das eine Homogenisierung und damit exakte Dosierung ermöglichte. (SCHLICHTING, 1984; BÜSCHER et al., 1993; LINDEMANN et al., 1993)

Schon frühzeitig wurden Anforderungen an Tränkeautomaten formuliert, die noch heute Gültigkeit haben. Für BENDULL UND MARX (1973) waren zum Beispiel die Tränkebereitung nach vorgegebenem Programm (Temperatur, Mischungsverhältnis) und die Reinigung der Sauger nach jedem Kalb von Bedeutung. Bei der Beurteilung von mobilen Tränkeautomaten wiesen die Autoren auf die ernährungsphysiologisch vorteilhafte Möglichkeit eines sechsmaligen Tränkeangebots pro Tag hin.

10% aller Arbeitsaufwendungen in der Milchviehhaltung werden den Kälbern gewidmet. Davon entfällt wiederum die mehrheitliche Zeit auf das Anrühren und Füttern der Tränke sowie das Säubern von Eimern sowie Boxen bzw. Igus. In der Gruppenhaltung dominieren deshalb Tränkeautomaten, die aus arbeitswirtschaftlicher Sicht am effektivsten sind. (BÜSCHER et al., 1993; FRÖHNER UND REITER, 2005; HEBER, 2013; STEELE UND RUSHEN, 2015; ENGELS, 2016)

Der Einsatz von Tränkeautomaten reduzierte in Untersuchungen von KUNG et al. (1997) gegenüber der Eimerfütterung den Zeitaufwand pro Kalb von ca.

10 Minuten auf < 1 Minute pro Tag. HEBER (2013) kalkuliert für Bestandsgrößen von 5 bis 100 Tieren zwischen 1,09 und 0,19 AKmin/Tier und Tag.

Durch den Einsatz von Tränkeautomaten wird der tägliche Arbeitszeitbedarf je Kalb nicht verringert, es ändert sich jedoch der qualitative Aspekt hinsichtlich der Arbeitsbelastung. Überwiegend manuelle Tätigkeiten, wie das Tränken mit Eimern, werden durch visuelle, kontrollierende ersetzt. (BÜSCHER et al., 1993)

Nachteilig ist der hohe Investitionsbedarf für Tränkeautomaten, von Vorteil die physiologisch angepasste Fütterung (LAUE, 1999). Moderne Automaten ermöglichen die Programmierung tierindividueller Fütterungsprogramme mit angepasster Konzentration der Tränke, die für jedes Kalb frisch angemischt wird, Reste werden verworfen und die Tränkeeinrichtung gespült (HOLM & LAUE, 2020A).

Kälber saufen an der Mutter 6- bis 10-mal am Tag (PORZIG et al., 1991; WITTKOWSKI, 2013; KASKE, 2018B). Dieses Verhalten soll die freie Tränkeaufnahme über Automaten auch in der mutterlosen Aufzucht ermöglichen. Zu Beginn der Entwicklung wurden Vorratsautomaten entwickelt, die später weitgehend durch prozessrechnergesteuerte Tränkeautomaten abgelöst wurden, die der Tränkezubereitung, -zuteilung und -vorlage dienen. Die Kälber werden bei Betreten der Tränkestation elektronisch identifiziert, Tränkeportionen aus Milchaustauscherpulver und Wasser oder Vollmilch zubereitet und dem Kalb über einen Schlauch und Saugnuckel angeboten. (PIRKELMANN et al., 1992; BÜSCHER UND KÄCK, 1995; SPRENG, 2011)

Frühere Tränkeautomaten ohne Tieridentifikation stellten die Tränke den Kälbern ad libitum zur Verfügung, was vor 20 Jahren als unphysiologisch und unwirtschaftlich angesehen wurde (LAUE, 1999). Dieser Einschätzung kann nach jüngeren Untersuchungen nicht gefolgt werden. Kälber nahmen bei einem Ad-libitum-Angebot von Tränkeautomaten 7- bis 12-mal am Tag Milch auf (BORDE-RAS et al., 2009), was dem natürlichen Verhalten durchaus entspricht.

Ein Prozessrechner des Tränkeautomaten steuert die Zuteilung der Tränke anhand der für die Kälber eingegeben Sollmengen, gibt maximal mögliche Abrufmengen pro Tag und/oder Zeiteinheiten vor und kontrolliert die Tränkeaufnahme im Abgleich mit Sollmengen (BÜSCHER et al., 1993; HOY et al., 2016). Die in der Kälberfütterung fest etablierte Verwendung solcher prozessrechnergesteuerten Tränkeautomaten hat entscheidend dazu beigetragen, dass sich Gruppenhaltungssysteme auf Einstreu in der Kälberhaltung durchsetzen konnten (DEININGER, 2002).

Die Datenerfassung durch die Software der Tränkeautomaten ermöglicht eine umfassende Dokumentation für das Herdenmanagement. So können Abweichungen von Sollwerten der Tränkeaufnahme als Alarmwerte für die Gesundheitsüberwachung genutzt werden. Es werden Daten zum Ressourcenverbrauch erhoben, aber auch zu Gesundheit und Leistungsfähigkeit der Jungtiere, die eine gezielte und frühzeitige Selektion ermöglichen. (BÜSCHER et al., 1993; BÜSCHER UND KÄCK, 1995; DEININGER, 2002; FRÖHNER UND REITER, 2005; STEINHÖFEL, I. UND PACHE, 2013; HOY et al., 2016; HNATIUC UND CARACOSTEA, 2017)

Parameter des Tränkeverhaltens wie Häufigkeit und Dauer der Tränkeaufnahme, abgebrochene oder erfolglose Besuche an der Tränkestation, aber auch die Trink- oder Sauggeschwindigkeit sind Indikatorgrößen, die ausgewertet werden können. Die Trinkgeschwindigkeit wird aus der Zeit, die das Kalb für das Entleeren der Anmischeinheit benötigt, berechnet. Als Alarmwert für die Tiergesundheit eignet sich dieser Parameter, wenn der Mittelwert der letzten drei Tage des betreffenden Kalbes um mehr als 10% unterschritten wird. (BÜSCHER UND KÄCK, 1995)

Es wird jedoch verschiedentlich darauf hingewiesen, dass die Trinkgeschwindigkeit eine erhebliche Schwankungsbreite zwischen den Kälbern aufweist (PORZIG et al., 1991; LINDEMANN et al., 1993).

Bei der rechnergesteuerten Tränke ist ein Tränkestand bzw. eine -station mit frontseitig angebrachtem Saugnuckel und einer Empfangsantenne zur Identifikation der Kälber erforderlich. Seitliche Begrenzungen sollen nur jeweils einem Kalb Zugang zum Sauger ermöglichen, damit es ungestört die Tränke aufnehmen und der Computer die Tränkemenge zuordnen kann. (PIRKELMANN et al., 1992)

Die Seitenwände des 0,35–0,40 m breiten und 0,80–1,00 m hohen Tränkestandes bedecken zumindest den Brustbereich des Kalbes, häufig reichen sie über die volle Flankenlänge. Sie sind entweder vollständig geschlossen oder bestehen aus Querstangen, oftmals soll ein Bügel über dem Rücken das Aufspringen von wartenden Kälbern verhindern. (PIRKELMANN et al., 1992; HOY et al., 2016)

Alle milchführenden Teile müssen mehrmals täglich gespült und desinfiziert werden, um Durchfällen vorzubeugen. Neue Hygienestandards ermöglichen die Reinigung der Nuckel nach jedem Besuch. (HOY et al., 2016; HOLM & LAUE, 2020A)

Tränkeautomaten können mit zahlreichen Zusatzausrüstungen ausgestattet werden. Dazu zählen rechnergesteuerte Abrufautomaten für die individuelle Kraffutterfütterung und Tierwaagen mit speziellen Auswertungsprogrammen oder Sensoren zur Messung der Körpertemperatur. (PIRKELMANN et al., 1992; FRÖHNER UND REITER, 2005)

Moderne Steuerungssoftware stellt Kälberdaten zur Fütterung zur Verfügung, Alarmlisten und technische Parameter sind vor Ort und online auswertbar. Mit einem Automaten können bis zu 100 Kälber an vier Stationen getränkt werden. (FÖRSTER-TECHNIK GMBH, 2020; HOLM & LAUE, 2020A)

Höhere Tierzahlen pro Gruppe führen zu Stress durch Verdrängung von der Tränkestation. Ein Vergleich von Gruppen mit 12 vs. 24 Kälbern je Station zeigte keinen Einfluss der Anzahl Kälber auf die aufgenommene Tränkemenge, wohl aber auf die Dauer der Tränkeaufnahme bzw. die Sauggeschwindigkeit. Das hohe Maß an Störungen bei der Tränkeaufnahme weist auf sozialen Stress für die Kälber hin. (JENSEN, 2004)

Ein eingeschränkter Zugang zu den Saugnuckeln erhöht Konkurrenzinteraktionen zwischen den Kälbern in der Gruppenhaltung und verkürzt die Dauer der Mahlzeiten, was zu einer verringerten Milchaufnahme führt. (VON KEYSERLINGK et al., 2004; NIELSEN, 2008)

FRÖHNER UND REITER (2005) empfehlen, Gruppengrößen von 25 Kälbern pro Nuckel nicht zu überschreiten.

Kälber bevorzugen es, gemeinsam die Tränke aufzunehmen. Diesem Bedürfnis kommen Kälbertränke-Systeme entgegen, bei denen alle Kälber einer Gruppe gemeinsam Milch saufen können, wie den Tränkewannen mit zwei bis 20 Saugnuckeln, sogenannten Kälber- oder Milkbars. Sie werden als ungeteilte Wannen mit einem gemeinsamen Vorratsbehälter für alle Kälber angeboten oder, da nicht alle Kälber mit der gleichen Sauggeschwindigkeit die Milch aufnehmen, mit Portionsfächern für die Zuteilung der Tränke. Das Fassungsvermögen beträgt 5 bis 120 Liter. (LEFTING, 2012; DAIRYTOP BV, 2021; DIERS, 2021)

Bei einem Vergleich der Milchaufnahme von Kälbern im Alter von 26 bis 47 LT von einem geteilten Modell mit der von einer ungeteilten Wanne (jeweils mit 6 Saugnuckeln) zeigte keine Unterschiede in der mittleren Milchaufnahmemenge pro Mahlzeit (1,9–3,9 vs. 1,9–4,1 l/Mahlzeit). Die Differenz in der Dauer einer Milchmahlzeit der Kälber mit der jeweils geringsten und höchsten Aufnahme war jedoch an dem geteilten Modell signifikant höher als bei der ungeteilten Wanne. (NIELSEN, 2008; NIELSEN et al., 2008)

Erfahrungen aus der Praxis zeigen, dass sich die Wannen mit Portionsfächern weniger für die älteren Kälber eignen. Zudem sind sie schlechter zu reinigen. Positiv werden die Tierkontrolle und -beobachtung sowie die im Vergleich mit Tränkeautomaten geringeren Kosten eingeschätzt. (LEFTING, 2012)

2.5 Fütterung von Aufzuchtkälbern

2.5.1 Ansprüche an die Energie- und Nährstoffversorgung

Eine intensive Kälberaufzucht zeichnet sich nach KASKE (2014) durch eine niedrige Totgeburtenrate (<5%), geringe Kälberverluste (<3%), einen niedrigen Anteil erkrankter Tiere (Morbidity <30%) und Tageszunahmen von mehr als 800 g/Tag in den ersten LW aus. Hohe tägliche Zunahmen über 1.000 g in den ersten 80 Lebenstagen sichern nach RÖMER (2018) hohe Milchleistungen und eine längere Nutzungsdauer der späteren Milchkühe.

Den Zusammenhang zwischen täglichen Zunahmen während der ersten zwei Monate der Aufzucht und der späteren Milchproduktion beschreiben SOBERON UND VAN AMBURGH (2013) im Rahmen einer Meta-Analyse aus 12 Studien. Eine Steigerung der täglichen Zunahmen vor dem Absetzen um 100 g/Tag bewirkt demnach eine Steigerung der Milchmenge um 155 kg in der ersten Laktation und spiegelt sich aller Wahrscheinlichkeit nach auch in der Lebensleistung wider.

Ein zügiges Wachstum vor dem Absetzen sehen SEJRSEN et al. (2000) als Indikator für die metabolische Effizienz der Kälber, die sich im weiteren Verlauf des Lebens auch bei den adulten Tieren zeigt. BROWN et al. (2005) berichten über eine um das Dreifache größere Masse an Euterparenchym bei intensiv im Vergleich zu restriktiv getränkten Holstein-Friesian-Kälbern.

Im Rahmen einer Meta-Analyse aus neun Studien zum Einfluss der Energie- und Nährstoffversorgung während der Tränkeperiode stellen GELSINGER et al. (2016) den positiven Effekt der höheren Energie- und Nährstoffversorgung und damit einhergehenden täglichen Zunahmen von 900 gegenüber 500 g/Tier auf die Euterentwicklung und die Leistungen in der ersten Laktation heraus, sofern die Tiere auch nach dem Absetzen korrekt aufgezogen werden. GEIGER et al. (2016) belegen, dass Kälber, die in den ersten acht LW intensiv aufgezogen werden, nach dem Absetzen von der Tränke sowohl absolut als auch relativ zur Körpermasse nicht nur mehr Euter- sondern ebenfalls mehr Leber-, Milz- und Thymusgewebe aufweisen als restriktiv gefütterte Kälber.

Bei WIEDEMANN et al. (2015) erreichten Holstein-Friesian-Färsen, die in den ersten vier LW ad libitum getränkt wurden, neben einer höheren Milchleistung auch eine höhere Futteraufnahme als restriktiv getränkte Kälber. Nach KUNZ UND WIEDEMANN (2016) sind diese Effekte auch noch in der 2. Laktation nachweisbar. Hohe Erkrankungsraten sowie Mängel in Ernährung, Haltung und Management junger Kälber wirken sich dementsprechend nachhaltig negativ auf die spätere Milchproduktion aus (HEINRICHS, J. UND JONES, 2011).

Bei stark begrenztem Milchangebot in den ersten LW sind Kälber nicht in der Lage, den fehlenden Energiebedarf über die Aufnahme von Beifutter (Grund- und Kraftfutter) zu decken.

Nach SCHULDT UND DINSE (2015, 2017A, 2018C, 2018A, 2019A, 2020C, 2020E) erfolgt eine nennenswerte Steigerung der Beifutteraufnahme unabhängig von der Höhe des Tränkeangebots, erst ab der 08. LW. Andere Untersuchungen belegen den Beginn einer zunehmenden Beifutteraufnahme nicht vor der 06. bis 07. LW (JASPER UND WEARY, 2002; FISCHER, B., 2010, 2011; HILL, M. et al., 2013; VOGEL, 2013; KÜRN UND BERNHART, 2016; ROSENBERGER et al., 2016; FRIETEN, 2018; FRIETEN et al., 2018; RÖMER, 2018; PARSONS et al., 2020). Die fehlenden körpereigenen Reserven nach der Geburt müssen durch eine intensive Versorgung mit Milch aufgebaut werden, um im Krankheitsfall mobilisiert werden zu können und erhöhte Abgangsraten der Kälber zu verhindern (KUNZ, 2014A). Da die Umstellung des Verdauungssystems des Kalbes auf die Abdeckung des Energie- und Nährstoffbedarfes aus ausschließlich festem Futter mindestens 10 Wochen in Anspruch nimmt, spricht auch dies gegen ein restriktives Tränkeangebot (KUNZ, 2021).

Einer Untersuchung von ARIELI et al. (1995) zufolge benötigen neugeborene Kälber mindestens zwei Wochen um sich an eine Kombination aus neuer Umgebungstemperatur und neuer Menge an Nahrungsenergie zu adaptieren. Die verminderte Energieverwertung bei eingeschränkter Fütterung und die Nutzung von Eiweiß als Energiequelle stehen dabei in Zusammenhang.

Nach VAN AMBURGH UND DRACKLEY (2005) benötigen Kälber, die mit einem Gewicht von 43 bis 50 kg einem Transport unterzogen wurden und den Standort gewechselt haben, über einen anschließenden Zeitraum von 14 Tagen einen Aufschlag zum Erhaltungsbedarf von 100 g Milchaustauscherpulver pro Tier und Tag.

Nach Angaben von GODDEN et al. (2005) kann der zusätzliche Energiebedarf bei Erkrankungen bis zu 30% des Erhaltungsbedarfs betragen. Für ein 50 kg

schweres Kalb entspricht dies einem zusätzlichen täglichen Energiebedarf von bis zu 3,0 MJ ME, entsprechend 1,2 Liter Vollmilch bzw. etwa 200 g Milchaustauschpulver (KUNZ, 2014A).

Eine zügige Entwicklung der Kälber ohne Leistungseinbrüche während der Aufzucht kann somit nur gewährleistet werden, wenn die Umweltbedingungen optimal gestaltet sind und die Nährstoffzufuhr an sich verändernde Umweltbedingungen angepasst wird. Allein der Erhaltungsbedarf beträgt für ein Kalb mit 50 kg LM 10,0 MJ umsetzbare Energie (ME) pro Tag und steigt bei 75 kg bzw. 100 kg LM auf 13,5 bzw. 16,8 MJ ME (GfE, 1997).

Der thermoneutrale Bereich von sehr jungen Kälbern liegt bis zu einem Alter von drei Wochen zwischen +15 und +28 °C bei einer minimal relativen Luftfeuchtigkeit von 50% (NRC, 1981, 2001; JONES UND HEINRICHS, 2013). Für COLLIER et al. (2018) liegt die Grenze der oberen kritischen Temperatur von Tränkekälbern, die mit 4 l Milch pro Tag aufgezogen werden, bei 26 °C und die untere Grenze bei 13 °C. Für Neugeborene gibt WEBSTER, A. (1974) als untere kritische Temperatur 9 °C an, bei Kälbern im Alter von einem Monat sieht er sie bei 0 °C (Windgeschwindigkeit $\leq 0,16$ m/s).

Werte um 20 °C können bei Kälbern bis zu einem Alter von drei Wochen bereits als „kritische Temperatur“ angesehen werden, für über drei Wochen alte Kälber werden 10 °C angegeben (NRC, 2001). Sinkt die Temperatur darunter, steigt der Erhaltungsbedarf für bis zu 100 kg schwere Tiere um 1 % ME je 1 °C und Tag (GfE, 1997). Für ein Kalb mit einer LM von 50 kg würde dies bei einer Umgebungstemperatur von 0 °C einen um 20 % bzw. 2,0 MJ ME höheren Erhaltungsbedarf bedeuten, was einem täglichen Mehrbedarf von etwa 130 g Milchaustauscher mit 15,3 MJ ME/kg oder etwa 0,75 l Vollmilch mit 2,62 MJ NEL entspricht. Laut NRC (2001) steigt der Erhaltungsbedarf bei Umgebungstemperaturen oberhalb des Erhaltungsbedarfs um 20 bis 30 % an.

Bei niedrigen Außentemperaturen wird mehr Energie benötigt, um Körpertemperatur und Abwehrkräfte zu erhalten. Der Mehrbedarf für gleiche Zuwachsleistungen kann bei Minus-Graden bei bis zu mehr als 30 % liegen (Abbildung 4). Durch eine entsprechende Nährstoffversorgung lassen sich Erkrankungs- und Verlustraten senken. (Abbildung 5, JONES UND HEINRICHS, 2007; BREER, 2017)

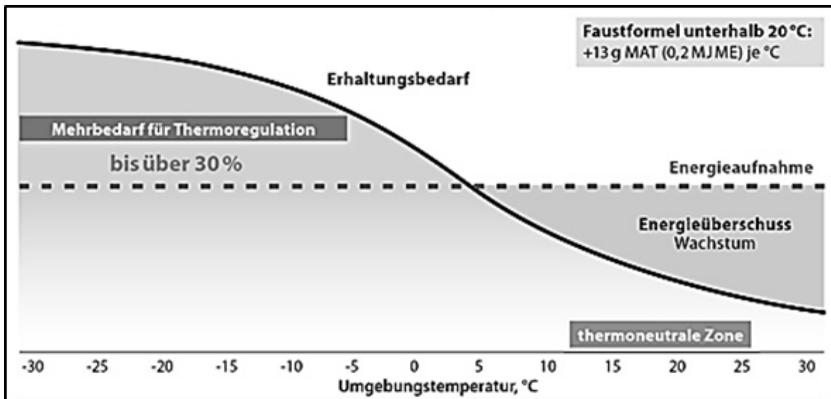


Abbildung 4: Mehrbedarf der Kälber bei niedrigen Temperaturen

Quelle: BREER (2011) nach JONES UND HEINRICHS (2007)

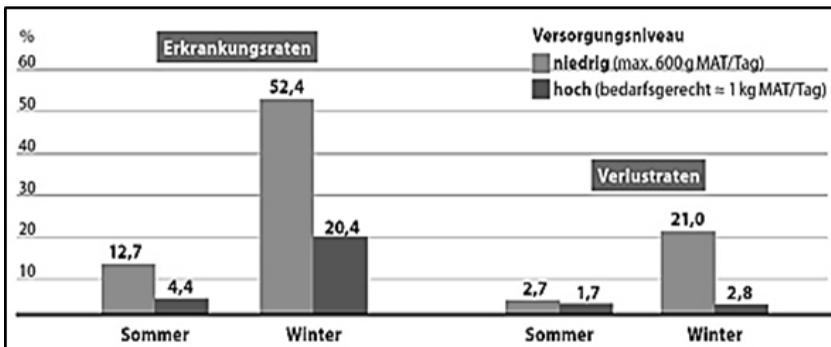


Abbildung 5: Versorgungslevel und Erkrankungs- und Verlustraten bei Kälbern

Quelle: BREER (2011) nach GODDEN et al. (2005)

Ausgehend von einer Umgebungstemperatur von 20 °C geben KOCH, A. UND KASKE (2010) den zusätzlichen Bedarf an MAT wie folgt an (Tabelle 5):

Tabelle 5: Mehrbedarf der Kälber an Milchaustauscher der Kälber bei sinkenden Temperaturen

Umgebungstemperatur in °C	zusätzlich pro Tag zu vertränkende Menge Milchaustauscher in g
20	0,0
15	66,1
10	132,1
5	198,2
0	264,3
-5	330,4
-10	396,4
-15	462,5
-20	528,6
-25	594,6
-30	660,7

Quelle: KOCH, A. UND KASKE (2010)

Beobachtungen in den Sommermonaten zeigten, dass die durchschnittliche Tageszunahme der Kälber abnahm, weil die Aufnahme von Konzentratfutter zurückging, wenn die Aufzuchttemperatur in den ersten zwei Lebensmonaten auf 27 °C anstieg (JONES UND HEINRICHS, 2013). Da die jungen Kälber bei hohen Temperaturen flüssige Nahrung bevorzugten, konnte eine intensivere Tränke (0,66 bis 0,77 kg vs. 0,44 kg T/Tag, 21–26% Rohprotein, 17–21% Fett) die sinkende Beifutteraufnahme im Sommer ausgleichen, sodass die Energieaufnahme und die durchschnittliche Tageszunahme erhöht wurden (HILL, T. et al., 2012; ORELLANA RIVAS et al., 2020).

Dies unterstreicht die Bedeutung hoher Tränkeangebote und -aufnahmen für eine bessere Toleranz gegenüber vom Optimum abweichende Umgebungstemperaturen sowie für hohe tägliche Zunahmen und eine gute Vitalität der Kälber. Bei Ad-libitum-Angeboten in den ersten LW ist die erwähnte Anpassung der Tränkegaben an jahreszeitlich sich verändernde Umweltbedingungen nicht mehr erforderlich. (KUNZ, 2014A)

Auch unter thermoneutralen Bedingungen reicht eine restriktive Tränkegabe nach DRACKLEY (2019) lediglich für die Erhaltung und eine tägliche Zunahme von ca. 250 g aus.

Die Bedarfe an umsetzbarer Energie (ME in MJ) und Rohprotein (g XP) pro Kalb und Tag bei unterschiedlichen täglichen Zunahmen während der Aufzucht zeigt Tabelle 6.

Tabelle 6: Richtwerte zur Energie- und Rohproteinversorgung von Kälbern

Gewicht kg	Alter Wochen	Momentane Zunahmen g	ME MJ	Rohprotein g
Mittlere Zunahmen 700 g/Tag				
50 – 65	1 – 3	590	17	210
65 – 85	4 – 7	650	21	250
85 – 105	8 – 11	710	25	300
105 – 125	12 – 15	760	30	350
125 – 150	16 – 20	800	36	410
Mittlere Zunahmen 850 g/Tag				
50 – 70	1 – 3	720	19	240
70 – 90	4 – 7	810	24	300
90 – 115	8 – 11	890	30	360
115 – 140	12 – 15	960	37	430
140 – 150	16 – 17	990	42	480
Mittlere Zunahmen 1.000 g/Tag				
50 – 75	1 – 3	860	22	280
75 – 100	4 – 7	980	29	360
100 – 130	8 – 11	1.090	37	440
130 – 150	12 – 14	1.170	44	520

Quelle: LFL (2020)

Hohe tägliche Zunahmen sind nur durch ein hohes Tränkeanrecht der Kälber zu realisieren. Freier Zugang zur Milchtränke in den ersten drei LW führt nach KUNZ (2014A) zu mittleren täglichen Vollmilchaufnahmen in Höhe von 10,4 l (entsprechend 1,65 kg Milchaustauschpulver, MA) mit insgesamt 25,2 MJ ME und ermöglicht tägliche Zunahmen in Höhe von etwa 1.000 g je Kalb. Zum Erreichen der geforderten täglichen Zunahmen von mindestens 800g in den ersten LW sind Aufnahmen von 9,1 l Vollmilch je Kalb und Tag (entsprechend 1,44 kg MA) mit 22 MJ ME erforderlich. Mit 6 l Vollmilch pro Tier und Tag (ca. 19 MJ ME) sind nur etwa 600 g tägliche Zunahme zu realisieren (ZEBELI UND RODEHUTSCORD, 2020).

Über hohe tägliche Zunahmen von ad libitum mit Milchaustauscher getränkten Kälbern berichten FRIETEN et al. (2017). In ihrer Untersuchung nahmen so versorgte Tiere während der 11-wöchigen Tränkeperiode im Mittel 980 g täglich zu, annähernd 200 g mehr als restriktiv mit 6 l pro Tag getränkte Kälber. Die Energie- und Eiweißaufnahme allein aus der Milchtränke betrug bei den Ad-libitum-Tieren ca. 22 MJ ME bzw. 280 g Rohprotein pro Tier und Tag und war damit doppelt so hoch wie bei restriktivem Tränkeangebot mit 6 l Tränke pro

Tier und Tag. Die von KUNZ (2014A) beschriebene Aufnahme an Vollmilch bei Ad-libitum-Angebot und ca. 1.000 g täglicher Zunahme führt bei einem Eiweißgehalt von 34 g/l Vollmilch zu einer Rohproteinversorgung über die Milch in Höhe von 354 g pro Tag.

Über das Tränkeangebot ist die Versorgung des milchernährten Kalbes mit den für Wachstum, Entwicklung und Gesundheit essentiellen Aminosäuren sicherzustellen, die aufgrund des sich erst langsam entwickelnden Vormagensystems noch nicht bedarfsdeckend über die Pansenmikroorganismen bereitgestellt werden können. Allerdings ist der Bedarf des Aufzuchtkalbes an essentiellen Aminosäuren nicht klar definiert. (SILVA et al., 2021)

Nach HILL, T. M. et al. (2008) sind Lysin, Methionin und Threonin begrenzend für die Höhe der täglichen Zunahmen. Eine restriktive Fütterung (6 l MAT/Tier und Tag mit insgesamt 645 g MA zuzüglich Beifutter) war bei bis zu fünf Wochen alten Kälbern ausreichend für tägliche Zunahmen von annähernd 500 g. Die aufgenommene Menge an Lysin betrug in diesem Fall 17 g/Tier und Tag. Das Verhältnis von Lysin : Methionin sollte 1 : 0,31 betragen, das von Lysin zu Methionin + Cystin 1 : 0,54 und von Lysin zu Threonin 1 : 0,6. Dies entspricht zusätzlich zu dem erwähnten Bedarf an Lysin 5,3 g Methionin, 9,2 g Methionin und Cystin sowie 10,2 g Threonin pro Tier und Tag.

In den Untersuchungen von FRIETEN et al. (2017) und GHAFARI et al. (2021) führten die dort dokumentierten mittleren Mengen an verzehrtem MA (1,3 kg Trockenmasse pro Tier und Tag, entsprechend ca. 10,5 l Tränke) bei Ad-libitum-Fütterung zu Aufnahmen an essentiellen Aminosäuren von täglich bis zu 24 g Lysin und ca. 6,4 g Methionin allein aus der MAT. GHAFARI et al. (2021) dokumentieren mittlere tägliche Zunahmen von ca. 970 g, FRIETEN et al. (2017) von 980 g. Die Verfütterung von Vollmilch in den von KUNZ (2014A) angeführten Mengen (10,4 l/Tier und Tag bei freier Tränkeaufnahme und 1.000 g täglicher Zunahme) führt bei Gehalten von 2,7 g Lysin und 1,0 g Methionin je l Vollmilch (LFL, 2011) zu einer Aufnahme von 28,1 g Lysin und 10,4 g Methionin, 14,6 g Methionin und Cystin sowie 17,7 g Threonin.

Hinsichtlich der Versorgung mit essentiellen Aminosäuren (Lysin und Methionin) ist die Tränke dem Beifutter überlegen, da ihre Aufnahme besser einschätzbar und weniger variabel ist (SILVA et al., 2021).

Auch die Versorgung mit Mineralstoffen und Vitaminen muss an das anzustrebende Leistungsniveau in der Kälberaufzucht angepasst sein. Nach

KIRCHGESSNER et al. (2014) ist der Energie- und Nährstoffbedarf bei einem Angebot von 2 x 3–4 l Vollmilch oder 6–8 l MAT mit 125–160 g MA je l Tränke (entsprechend ca. 0,9–1 kg MA/Tier und Tag, 17–18,5 MJ ME/kg MA) und Beifutter (Kälberaufzuchtfutter und Heu) zur freien Aufnahme gedeckt, ermöglicht i. d. R. aber trotzdem keine Zunahmen, die an die mindestens geforderten 800 g pro Tier und Tag heranreichen. Die für höhere tägliche Zunahmen und eine zügige Entwicklung erforderliche Versorgung mit Mineralstoffen und Vitaminen ist nur über höhere Tränkeaufnahmen als die hier angegebenen 6 bis 8 l Tränke zu realisieren.

Besondere Aufmerksamkeit erfordert die Eisenversorgung der Kälber. Eisenmangel tritt bei Kälbern häufig auf und führt zu Blutarmut (Anämien), Appetitlosigkeit, verminderter Krankheitsresistenz und verringertem Wachstum. Bis zu einem Gewicht von 70 kg muss der Eisengehalt mindestens 30 mg/kg MA-Pulver mit einem Trockenmassegehalt von 88 % aufweisen. Bei Kälbern mit über 70 kg LM muss die Eisenversorgung so hoch sein, dass der durchschnittliche Hämoglobin-Wert einer Gruppe mindestens 6 mmol/l Blut erreicht. Zu ca. 50 % ist Eisen im Hämoglobin, dem Farbstoff der Erythrozyten, gebunden, zu 3–7 % im Myoglobin, dem Farbstoff der Muskulatur. (HOY et al., 2016)

Bei Nutzung kommerzieller MA wird der Eisenbedarf in der Regel über die Tränke gedeckt. Die TierSchNutzV fordert in § 11 Nr. 3 für Kälber bis zu einem Gewicht von 70 kg einen Eisengehalt der MAT von mindestens 30 mg/kg, bezogen auf einen Trockensubstanzgehalt von 88 %, das entspricht 34 mg Eisen/kg T. Eisen wird auch über rohfaserreiches, strukturiertes Raufutter aufgenommen, das nach § 11 Nr. 6 TierSchNutzV spätestens ab dem 08. LT zur freien Aufnahme anzubieten ist (STAUFENBIEL, 2021). Die Empfehlungen für die Eisengehalte in Milchaustauschfuttermitteln gehen i. d. R. über die gesetzlichen Vorgaben hinaus. KIRCHGESSNER et al. (2014) empfehlen mindestens 60 mg/kg, ZEBELI UND RODEHUTSCORD (2020) geben 100 mg/kg an.

Neben Eisen spielen vor allem auch die Spurenelemente Selen, Kupfer und Zink für das Immunsystem der Kälber eine wichtige Rolle. Kupfermangel beeinflusst die Futtermittelverwertung und somit das Wachstum der Tiere negativ. Auch eine gestörte Bildung von Erythrozyten kann als Folge von Kupfermangel auftreten. Daher ist von Geburt an auf eine ausreichende Versorgung der Kälber mit Mineralstoffen zu achten. (KUNZ, 2011A; VAN ACKEREN, 2013B)

Weitere deutliche Anzeichen für einen Mangel an Spurenelementen sind eine zunehmende Trinkschwäche, eine erhöhte Krankheitsanfälligkeit und vermin-

derte Vitalität. Durch die sinkende Futtermittelverwertung werden nur geringe Zunahmen erreicht. Der Mangel entsteht vor allem, wenn Kühe oder Färsen in der Trächtigkeit nicht ausreichend mit Spurenelementen versorgt werden oder wenn die Vollmilchtränke nicht aufgewertet wird. (VAN ACKEREN, 2013B; EIBLMEIER, 2014)

Zusätzlich trägt Beifutter zur Energie- und Nährstoffversorgung bei, wobei, wie bereits beschrieben, die Beifutteraufnahme unabhängig von der Höhe des Tränkeangebots erst ab Mitte bis Ende des 02. Lebensmonats deutlich ansteigt und erst dann einen nennenswerten Beitrag zur Versorgung der Tiere leisten kann.

2.5.2 Metabolische Programmierung

Die sogenannte metabolische Programmierung erklärt die langfristigen Auswirkungen der Fütterung eines Kalbes auf seine Leistungen als Milchkuh. Obwohl es sich hierbei um einen kurzfristigen nutritiven Stimulus während der Trächtigkeit und in den ersten LW handelt, wird der metabolisch-endokrinologische Status des Organismus lebenslang beeinflusst (KASKE, 2018B). Auch VAN ACKEREN (2016) versteht unter metabolischer Programmierung kurzfristige Einflüsse auf die Nährstoffversorgung des Neugeborenen, die lebenslang die Leistungsfähigkeit der Organe beeinflussen können.

Die metabolische Programmierung eines Individuums beginnt bereits vor seiner Geburt. Durch die Ernährungssituation des Muttertieres wird der Stoffwechsel des Fötus im Uterus justiert. Eine fetale Mangelversorgung führt zu einem verminderten Geburtsgewicht und programmiert den Stoffwechsel des Neugeborenen auf eine spätere Umwelt mit knappen Nahrungsressourcen, was in einer solchen Umwelt für die Nachkommen von Vorteil ist. Zum Nachteil wird sie, wenn nach der Geburt hochwertige Nährstoffe frei verfügbar sind. Das Ausmaß des Missverhältnisses zwischen pränatalen und postnatalen Umwelteinflüssen ist ausschlaggebend für das Risiko eines Individuums, später an chronischen Erkrankungen und Stoffwechselstörungen zu leiden. Auch für langfristige Veränderungen regulatorischer Systeme des Organismus müssen die ersten LW als sensibles Zeitfenster betrachtet werden. (KASKE, 2018B)

Ein Nachweis dafür, dass die metabolische Programmierung bereits im Uterus, also vor Geburt und Tränkephase, beginnt, ist die Überlegenheit der im Winter geborenen Kälber in Bezug auf spätere Lebensleistung und Nutzungsdauer. Sommerkälber erreichten im Schnitt eine Lebensleistung von 33.189 kg Milch

bei einer Nutzungsdauer von 3,58 Laktationen. Winterkälber kamen innerhalb von 3,9 Laktationen auf 36.263 kg Milch. (FREUEN, 2018)

Da Neugeborene noch nicht in der Lage sind, Energielücken über die Aufnahme von Festfutter zu schließen, muss in dieser Zeitspanne die Nährstoffversorgung über die Milch erfolgen, sonst leidet das junge Kalb in den ersten LW an einem Energiemangel, was sich auf die Leistungsfähigkeit als adultes Tier gravierend auswirkt (VAN ACKEREN, 2016).

Mittlerweile gibt es zahlreiche Bestätigungen für langfristige positive Auswirkungen auf das Leistungspotential und die Fruchtbarkeit, die durch die kurzfristigen Effekte einer intensiven Fütterung der Kälber hervorgerufen werden. Eine intensive Kälberfütterung wirkt sich auch unmittelbar positiv auf Konstitution, Gesundheit und das Wohlbefinden der jungen Tiere aus (KASKE, 2018B; SCHULDT UND DINSE, 2018B, 2019C, 2020E). Gesunde und gut entwickelte Kälber und Junggrinder sind die Basis einer rentablen Milchproduktion mit Kühen, die über ein hohes Futteraufnahmevermögen verfügen, eine hohe Stoffwechselstabilität und Fruchtbarkeit bei einem frühen EKA sowie eine gute Klauen- und Eutergesundheit aufweisen, optimale Milchleistungen und dabei eine hohe Lebensleistung sowie Nutzungsdauer erreichen (VOLKMANN et al., 2014).

Allerdings lassen sich die langfristigen Effekte der metabolischen Programmierung im späteren Leben nicht immer nachweisen. Massive Erkrankungen bei Kälbern, wie z. B. eine Bronchopneumonie, löschen mögliche Effekte aus. Das ist zum einen eine Erklärung dafür, dass in einigen Studien kein signifikanter Effekt der intensiven Fütterung auf die spätere Milchleistung festgestellt werden konnte. Zum anderen unterstreicht diese Erkenntnis die Notwendigkeit, auch in der späteren Aufzucht auf eine gute Tiergesundheit zu achten. Weitere „Trigger“, die die spätere Performance von Kälbern beeinflussen, sind vor allem das Geburtsgewicht, die metabolische Situation des Muttertieres während der frühen und späten Phase der Trächtigkeit, die Jahreszeit der Kalbung und indirekte Effekte des Aufstallungssystems. Die Beeinflussung der Produktivität und der Gesundheit landwirtschaftlicher Nutztiere über die metabolische Programmierung stellt somit ein erhebliches Potential dar. (KASKE, 2018B)

2.5.3 Einsatz von Milch und/oder Milchprodukten

Eine besondere Bedeutung hat das Immunsystem der Kälber. Es wird neben der Fütterungsintensität und dem pränatalen Stress des Muttertieres auch vor allem durch die Verabreichung von Kolostrum geprägt, das eine passive Immunität über die Immunglobuline ermöglicht. Aufgrund der zahlreichen Leukozyten, kolostralen Cytokine und weiteren Immunmodulatoren werden zelluläre und humorale Immunmechanismen des Kalbes langfristig beeinflusst. (KASKE, 2018B)

Kälber werden ohne Abwehrstoffe, d. h. ohne Antikörper oder Immunglobuline geboren, weshalb sie zunächst den Keimen aus der Umwelt schutzlos ausgeliefert sind. Erst durch eine rechtzeitige und ausreichende Aufnahme von Kolostrum wird die passive Immunität des Kalbes aufgebaut, weshalb die darin enthaltenen Antikörper für die Neugeborenen überlebenswichtig sind. Die erste Biestmilch ist unmittelbar nach der Kalbung zu ermelken, weil innerhalb weniger Stunden deren Gehalt an Antikörpern stark absinkt. Die Erstversorgung beginnt unmittelbar nach der Geburt, innerhalb der ersten vier Lebensstunden muss das Kalb mindestens 3,5 l Kolostrum in guter Qualität zu sich nehmen. Nach FRIETEN et al. (2018) müssen mehr als 3 l so schnell wie möglich, d. h. in den ersten zwei Stunden nach der Geburt, verabreicht werden. Die Kolostrumqualität bestimmt die Versorgung mit Antikörpern, großen Eiweißmolekülen, die nur bis zu 24 Stunden nach der Geburt absorbiert werden können. Danach ist die Darmschranke des Neugeborenen für deren Aufnahme nahezu vollständig geschlossen. In der Praxis weisen viele Kälber eine ungenügende Versorgung mit Kolostrum auf. Das liegt vor allem daran, dass 40 bis 60 % aller Kälber unbeaufsichtigt aus dem Euter der Mutter die erste Milch aufnehmen, häufig in zu geringer Menge. Ob die Versorgung mit Antikörpern ausreichend war, lässt sich bei Kälbern, die älter als 24 Stunden und jünger als 10 Tage alt sind, im Blutserum messen. Dessen Gesamteiweißgehalt sollte über 55 g/l liegen. (TRAULSEN, 2018)

Bereits nach sechs Stunden sind knapp 20 % der Immunglobuline verloren und nach 10 Stunden sind es schon 30 % (KLEEN, 2018). Nach KUNZ (2011A) gewährleistet die Ad-libitum-Tränke der Biestmilch die größtmögliche Aufnahme von Immunglobulinen.

Innerhalb der ersten drei LT soll das Kalb pro Tag 10 % des eigenen Körpergewichts an Kolostrum aufnehmen. Auch nachdem keine Antikörper mehr durch die Darmschranke absorbiert werden können, bietet Kolostrum dem Kalb viele

Vorteile. Die Antikörper entfalten lokal im Darm ihre Schutzwirkung gegen Krankheitserreger und die Inhaltsstoffe des Kolostrums fördern die Entwicklung des Verdauungstraktes, sodass die Verdauungskapazität erweitert wird und Nährstoffe besser aufgenommen werden. (TRAULSEN, 2018)

Im Anschluss an die Biestmilchperiode werden Kälber üblicherweise mit Vollmilch oder MAT versorgt. In ihrer Zusammensetzung müssen die MA den physiologischen Anforderungen der jungen Tiere gerecht werden (SPIEKERS et al., 2009). Vollmilch enthält mehr Energie, mehr Protein und mehr Fett aber deutlich weniger Eisen als alle auf dem Markt erhältlichen MA, 1 kg MAT entspricht nährstoffmäßig etwa 6,2 kg Vollmilch (VAN ACKEREN, 2016).

In den nachfolgenden Tabellen 7 und 8 sind die Gehalte an Energie und Nährstoffen in Milchaustauschfuttermitteln und in Vollmilch zusammengestellt.

Tabelle 7 zeigt darüber hinaus beispielhaft den Vergleich zwischen Vollmilch und fertig angemischter Milchaustauschertränke.

Die Wertigkeit eines Milchaustauschers steigt mit dem Anteil Magermilchpulver. MA, die kein Magermilchpulver und keine Ergänzung mit Kasein enthalten, werden als „Null-Austauscher“ bezeichnet. Neben Molkenpulver enthalten Null-Austauscher oft Sojaproteinkonzentrat und andere Substitute. Der Anteil an Magermilchpulver sollte nach Empfehlungen von SPIEKERS et al. (2009) bei 50 % liegen.

Ein MA mit einem Magermilchanteil ab 30 % steigert die Verdaulichkeit, fördert das Wachstum und senkt das Durchfallrisiko. Pflanzliche Proteinquellen, vor allem Sojaproteinkonzentrat, lassen sich, bedingt durch die Entwicklung des Verdauungssystems, erst ab dem zweiten Lebensmonat sinnvoll einsetzen. (FISCHER, B., 2011)

Tabelle 7: Vollmilch und Milchaustauscher im Vergleich

Nährstoffgehalte	Vollmilch	MA	Vollmilch	MAT 120 g/l
	in der Trockenmasse		in der Tränke	
Fettgehalt g/kg	303	210 – 250	40	25 – 30
Eiweißgehalt g/kg	258	240 – 260	34	29 – 31
Energiegehalt MJ ME/kg T	19,3	17	2,7	1,9
Eisen mg/kg T	4,2	70 – 130	0,55	5,3 – 15,6

Quelle: VAN ACKEREN (2016) nach DLG (1997); MAT = Milchaustauschertränke, MA = Milchaustauscher, T = Trockenmasse

Tabelle 8: Empfehlungen für Nährstoff- und Energiegehalte in Milchaustauschfuttermitteln im Vergleich zu Gehalten in Vollmilch (Angaben in der T)

	Milchaustauschfuttermittel¹	Vollmilch
in g/kg T		
Rohprotein (XP)	210 – 235	263 – 269
Rohfett (XL)	170 – 215	315 – 324
Rohasche (XA)	max. 85	53 – 54
Rohfaser (XF)	max. 1 – 2	-
Lysin	17 – 20	20 – 22
Methionin	5,3 – 6,2	7,6 – 7,7
Methionin/Cystin	9,2 – 11	10 – 10,8
Threonin	10,2 – 12	13 – 13,8
Calcium	9,5 – 10	8,6 – 9,5
Phosphor	6,4 – 7,0	7,2 – 7,6
Magnesium	0,7 – 1,1	0,9 – 1,0
Natrium	4,0 – 4,3	3,2 – 3,8
Kalium	6,5 – 7,5	11 – 11,2
Schwefel	2,9	3,2
in mg/kg T		
Eisen	100 – 105	3,0 – 3,9
Kupfer	10 – 11	0,1 – 1,5
Zink	40 – 43	15 – 39
Mangan	40 – 43	0,2 – 1,5
Jod	0,5	0,38
Cobalt	0,11	0,004 – 0,008
Selen	0,3 – 0,32	0,02 – 0,15
Vitamin E	20*	7,7
Vitamin B ₁	2,1 – 3,2	2,3
Vitamin B ₂	3,2	12,3
Vitamin B ₆	4,3 – 5,3	3,8
Vitamin B ₁₂	0,01 – 0,02	0,03
Biotin	k. A.	0,31
Nicotinsäure	12,8 – 21,3	7,7 – 8
Pantothensäure	10,6	30,8
Cholin	k. A.	1.462
in I. E./kg T		
Vitamin A	9.000 – mind. 12.766	7.692 – 11.500
Vitamin D ₃	600 – mind. 1.596	154 – 307
MJ ME/kg T	16 – 19,6	19,4

* Bei hohen Gehalten an Fett und/oder ungesättigten Fettsäuren auch höher;
k. A.= keine Angabe; ¹Bezugsbasis für Berechnungen: 94 % TS;
Quellen: NRC (2001); JILG UND BRÄNDLE (2006); HILL, T. M. et al. (2008);
KIRCHGESSNER et al. (2014); DLG (2016); ZENTEK (2016); LFL (2020); ZEBELI UND
RODEHUTSCORD (2020); LFL (2021)

MA mit einem hohen Anteil an Magermilch- und Kaseinpulver werden von den Kälbern besser vertragen als solche mit pflanzlichen Eiweißquellen, da die Enzymausstattung der Kälber an Milchproteine und Laktose angepasst ist. Allerdings lässt sich die Verdaulichkeit pflanzlicher Eiweißkomponenten durch eine entsprechende Behandlung verbessern. (DLG, 2016)

Eine Einstufung der Verträglichkeit verschiedener Eiweißquellen in MA wird in Tabelle 9 vorgenommen.

Tabelle 9: Übersicht zur Einstufung von Eiweißquellen für Milchaustauscher

Eiweißkomponente	Verträglichkeit
Magermilchpulver	+++
Kaseinpulver	+++
Süßmolkenpulver	++
Sauermolkenpulver, teilentzuckert, teilentmineralisiert	++
Sauermolkenpulver, teilentzuckert	+
Sauermolkenpulver	+
Sojaproteinisolat	++
Sojaproteinkonzentrat	+
Sojafeinmehl	-/+
Weizenprotein, hydrolysiert	+

Quelle: VAN ACKEREN (2016)

Die Energiekonzentration handelsüblicher Milchaustauschfuttermittel liegt zwischen etwa 15 und 18,5 MJ ME/kg und ist vom jeweiligen Fettgehalt abhängig (KIRCHGESSNER et al., 2014; LFL, 2020). In MA kommen überwiegend Palmkern- und Kokosfette zum Einsatz, die aufgrund ihres Fettsäurenmusters vom Kalb gut verwertet werden können (SPIEKERS et al., 2009; ZEBELI UND RODEHUTSCORD, 2020). Zusätzlich werden in Deklarationen für Milchaustauschfuttermittel oftmals Raps- oder Sonnenblumenöl angegeben.

Um einen angestrebten Energie- und Proteinverzehr der Kälber zu erreichen, ist die Konzentration der Tränke von Bedeutung. Bei einem MA mit 45% Magermilchanteil sollte bei einem Tränkeanrecht von 8 l MAT je Tier und Tag bis zum 36. LT 200 g MA-Pulver/l Wasser vertränkt werden. Ab dem 37. LT kann auf 6 l pro Tag mit 150 g MA/l Wasser reduziert werden. (FLOR, 2014)

2.5.4 Einsatz von Beifuttermitteln

In der Literatur wird empfohlen, den Kälbern bereits in der Biestmilchphase, also in den ersten fünf LT, Heu und Kraffutter anzubieten. Beide Futtermittel sowie ein freier Zugang zu Wasser tragen zu einer optimalen Entwicklung des Pansens bei. Der Verzehr von Heu und Kraffutter fördert das Wachstum des

Pansenvolumens und die Vergrößerung der Pansenzotten. (VAN ACKEREN, 2016)

In der TierSchNutzV ist festgehalten, dass Kälbern spätestens ab dem 08. LT Grobfutter oder anderes strukturwirksames, rohfaserreiches Futter vorgelegt werden muss. Hierfür eignet sich besonders qualitativ hochwertiges Heu, idealerweise der im Juni geschnittene zweite Aufwuchs (DLG, 2016). Frühestens ab der zweiten Hälfte der Tränkephase kann mit der Fütterung von hygienisch einwandfreien Gras- oder Maissilagen begonnen werden (DLG, 2016; VAN ACKEREN, 2016; SPIEKERS et al., 2009).

Kälberaufzuchtfutter kann pelletiert oder extrudiert angeboten werden, aber auch als hofeigene Mischung aus gequetschtem oder geschrotetem Getreide. Beim Einsatz von pelletiertem Kraftfutter ist darauf zu achten, dass es sich um spezielle Kälbermischungen handelt, da Kuhkraftfutter in der Regel Sojaschalen enthält, die von den Kälbern aufgrund des noch nicht vollständig entwickelten Enzymsystems im Verdauungstrakt nicht verdaut werden können. In der Folge kann es zu Koliken oder Tympanien (Blähungen) mit Todesfolge kommen. Vor allem in der Anfütterungsphase wird der Einsatz von extrudierten Kraftfuttermitteln empfohlen, die durch hydrothermische Aufschlussverfahren gewonnen werden. Durch den Aufschluss, insbesondere von Cellulose und Stärke, kann das Kalb diese Futtermittel enzymatisch besser verdauen. (SPIEKERS et al., 2009)

Pelletiertes oder geflocktes, strukturiertes Kraftfutter wird von jungen Kälbern besser gefressen als mehliges Kraftfutter (KIRCHGESSNER et al., 2014). Spezielle Müsli für Kälber, die von der Industrie angeboten werden, sind zwar vergleichsweise teuer, aufgrund ihrer guten Akzeptanz und Ausstattung mit aufgeschlossenen Komponenten jedoch gut geeignet (DLG, 2016).

Je früher den Kälbern Kraftfutter angeboten wird, desto mehr macht der Einsatz von aufgeschlossenem Getreide (z. B. Gerste, Mais) Sinn. Die Akzeptanz und Verträglichkeit der eingesetzten Komponenten bestimmen den Erfolg des Kraftfuttoreinsatzes. Mit Melasseschnitzeln, Melasse (bis zu 5%), Leinkuchen, Leinextraktionsschrot oder Sojaextraktionsschrot lässt sich die Schmackhaftigkeit verbessern. Leinkuchen mit einem Anteil von ca. 10% hat sich aufgrund der guten diätetischen Wirkung als positiv erwiesen. Auch Rapsprodukte können in Kälberkraftfutter verwendet werden. (DLG, 2016)

In den ersten drei Lebensmonaten können zur Förderung der Vormagenfunktion ganze Maiskörner eingesetzt werden, die durch den zunächst noch kleinen

Übergang vom Labmagen zum Dünndarm gut verwertet werden. Dieser Übergang ist erst ab einem Alter von ca. 15 Wochen so groß, dass nicht geschrotete Maiskörner unverdaut wieder ausgeschieden werden. Die Fütterung von ganzen Maiskörnern in den ersten drei Lebensmonaten regt das Wachstum der Pansenzotten an und fördert so die rasche Entwicklung der Tiere zu Wiederkäuern. (SPIEKERS et al., 2009)

Die Fütterung von Milchleistungsfutter ist erst ab der 08. bis 10. LW unproblematisch, jedoch nur ohne Futterharnstoff, v. a. wenn der Einsatz von Milchleistungsfutter über eine TMR erfolgt (DLG, 2016).

Die Angaben bezüglich der Inhaltsstoffe von Kälberkraftfutter schwanken in der Literatur. Empfehlungen von KIRCHGESSNER et al. (2014) für die wichtigsten Inhalts- und Zusatzstoffe von Kälberaufzuchtfutter sind in Tabelle 10 zusammengefasst. Empfehlungen der DLG (2016) zufolge sollte Kälberkraftfutter einen Rohproteingehalt von mindestens 16 % und eine Energiedichte von mindestens 10,8 MJ ME/kg aufweisen. Eine identische Energiedichte, aber einen Rohproteingehalt von mindestens 18 % empfiehlt VAN ACKEREN (2016). Die Mischungsbeispiele für Kälberkraftfutter der LFL (2020) enthalten 16,6–19,0 % Rohprotein und 10,7 – 11,4 MJ ME/kg. Die LFL (2020) gibt Mischungsbeispiele für Gehalte an Süßlupinen von bis zu 16 % an, auch Trockenschlempe kommt mit 15 % Anteil zum Einsatz (Tabelle 11).

Nach SPIEKERS et al. (2009) sollten getreidereiche Eigenmischungen 165 g nXP und 11,2 MJ ME/kg aufweisen.

Eine Übersicht bezüglich der Beurteilung von Kraftfutterkomponenten in der Kälberaufzucht, Empfehlungen zu deren maximalen Anteilen, den begrenzenden Faktoren des Einsatzes sowie die Besonderheiten der Komponenten sind in Tabelle 12 dargestellt.

Bis zu einer Menge von 2 kg/Tier und Tag kann die Fütterung von Kraftfutter zur freien Aufnahme erfolgen, höhere Mengen steigern das Azidoserisiko und verdrängen das Grobfutter (DLG, 2016).

ZEBELI UND RODEHUTSCORD (2020) empfehlen maximale Einsatzgrenzen einiger Komponenten im Ergänzungsfutter für Kälber (Tabelle 13).

Tabelle 10: Inhalts- und Zusatzstoffe für Kälberaufzuchtfutter

Inhaltsstoffe in %		Zusatzstoffe je kg	
Rohprotein	mindestens 18	Vitamin A	8.000 I. E.
Rohfaser	maximal 10	Vitamin D	1.000 I. E.
Rohasche	maximal 10		

Quelle: KIRCHGESSNER et al. (2014)

Tabelle 11: Mischungsbeispiele für hofeigenes Kälberkraffutter (% FM)

Futtermittel	Mischung, Anteile in %					
	I	II	III	IV	V	VI
Gerste	20	17	15	20	16	15
Hafer	10	18	20	30	-	15
Maiskörner	-	20	30	-	20	20
Weizen	20	-	-	20	20	-
Trockenschnitzel	15	10	-	-	10	15
Leinextraktionsschrot/ -expeller	8	15	-	10	10	-
Lupinen, süß	-	-	12	16	-	-
Rapsextraktionsschrot	22	-	-	-	-	-
Sojaextraktionsschrot	-	15	-	-	20	15
Trockenschlempe	-	-	-	-	-	15
Sojaöl/Rapsöl	1	1	1	-	-	1
Mineralfutter (20 Ca, 5 P)	4	4	4	4	4	4
	100	100	100	100	100	100
Rohprotein, %	17,1	18,0	17,7	16,6	19,0	18,9
aNDF _{om} , %	22,2	20,9	19,9	21,9	18,8	17,6
ME, MJ/kg	10,7	10,9	11,4	10,8	11,1	10,9

Quelle: LFL (2020)

Tabelle 12: Checkliste zur Beurteilung von Kraftfutterkomponenten in der Kälberaufzucht

Komponente	Verträglichkeit	Besonderheiten	Begrenzende Faktoren	Empfehlung max. Anteil im Kraftfutter
Ackerbohnen	++	Hemmung von Verdauungsenzymen	Bearbeitungsverfahren, Bitterstoffe	25 %
Erbsen	+++			20 %
Gerste	+++			30 %
Hafer	+++	Stärke bei Jungtieren leicht aufschließbar, pansenfreundlich		50 %
Körnermais	+++	wohlschmeckend, pansenfreundlich	Stärke	40 %
Leinkuchen	+++	Schleimstoffe mit Diätwirkung, wohlschmeckend	Protein, Linamarin (Blausäure-Glykosid)	25 %
Lupinen, süß	+	Bitterstoffe können Futteraufnahme hemmen, rohfasereich	Bearbeitungsverfahren, Bitterstoffe	40 %
Malzkeime	+	Enzyme, leicht bitter	Energie, Bitterstoffe	25 %
Melasse	+++	wohlschmeckend, Förderung des Zottenwachstums, Staubbindung	Zucker	15 %
Rapsextraktionsschrot	+++		Protein	35 %
Rapskuchen	++		Fett	ab 10. Woche 20 %
Sojaextraktionsschrot	+++	wohlschmeckend, wertvolles Protein	Protein	25 %
Sojaöl	++	Staubbindung	Fett	1 %
Trockenschnitzel	+++	wohlschmeckend, pansenfreundlich		35 %
Melasseschnitzel, ungepresst	+++	wohlschmeckend, pansenfreundlich	Zucker	25 %
Weizen	++	wenig pansenfreundlich	Stärke	20 %, ab 10. Woche 30 %
Weizenkleie	++	energiearm, mineralstoffreich	Energie	10 %

Quelle: BRÄNDLE (2006); HOFFMANN UND STEINHÖFEL (2018); LFL (2020)

Tabelle 13: Empfohlene maximale Einsatzgrenzen für Komponenten in Ergänzungsfuttermitteln für Kälber

Komponente	Einsatzgrenze %	Komponente	Einsatzgrenze %
Getreide (Hafer, Gerste, Weizen)	50	Reisnachprodukte	20
Roggen	20	Mais	30
Sojaschalen	20	Molkenpulver (vereinzelt)	10
Sojaextraktionsschrot	25	Proteinhydrolysate	10
Sojaproteinisolate	15	Melasse	5
Futterfette (pflanzlich)	8	Trockenschnitzel	10
Leinsamenschrot	20	Leinkuchen	20
Weizenkleie	20	Mineralstoffvormischung	2 – 3
Luzerne-/ Grasgrünmehl	10		

Quelle: ZEBELI UND RODEHUTSCORD (2020)

In vielen Betrieben ist es üblich, den Kälbern die Kuhration der Hochleistungsgruppe vorzulegen. Das kann für Kälber problematisch sein, wenn in dieser TMR Komponenten enthalten sind, die aufgrund des noch nicht entwickelten Enzymsystems schwer verdaulich sind. Besser wäre eine spezielle TMR für Kälber aus entsprechenden Silagen und Kälberaufzuchtfutter, was allerdings größere Tierzahlen voraussetzt. (SPIEKERS et al., 2009)

Weiterhin besteht auch die Möglichkeit, die Kälber während der Tränkeperiode mit einer Trocken-TMR zu füttern. Eine Trocken-TMR besteht zu 20 bis 30 % aus Grobfutter und zu 70 bis 80 % aus Kraffutter. Als Grobfutterkomponente kann gutes Heu, kurz gehäckseltes, staubfreies Stroh oder Luzerneheu verwendet werden. (SPIEKERS et al., 2009; LFL, 2020)

Vor allem in den letzten Jahren haben sich Kälber-Trocken-TMR immer mehr durchgesetzt, deren Vorlage ab dem 02. LT täglich frisch in kleinen Mengen erfolgen kann. Um ein optimales Vermischen der einzelnen Komponenten zu gewährleisten, ist das Grobfutter etwa 2–3 cm kurz zu schneiden. Bei der Herstellung der Trocken-TMR mit Stroh empfiehlt sich der Einsatz von entstaubtem Gerstenstroh. Der Anteil an Grobfutter darf nicht zu gering ausfallen, da sonst mit subklinischen Pansenazidosen zu rechnen ist. (DLG, 2016)

Die Vorteile einer Trocken-TMR sind eine schnelle Futterakzeptanz durch die Verwendung schmackhafter Komponenten wie Melasse, eine gute Futterhygiene, weil keine feuchten Futtermittel eingesetzt werden, und eine Arbeitszeiterparnis, da die Trocken-TMR für zwei bis vier Wochen im Voraus vorbereitet werden kann. Zu beachten ist, dass nur hochwertige Futtermittel verwendet werden sollen und dass eine homogene Mischung entsteht, um Selektion zu vermeiden. Letzteres wird durch den Einsatz von 5 bis 8 % Melasse oder von Öl erreicht. Die Mischreihenfolge ist Stroh/Heu gefolgt von Kraftfutter und zum Schluss Melasse. Trocken-TMR wird den Kälbern während der Tränkephase ad libitum vorgelegt. Ab ein bis zwei Wochen vor dem Abtränken kann die Trocken-TMR mit Maissilage verschnitten und im weiteren Verlauf zusammen mit Folgekraftfutter zunehmend ersetzt werden. Eine Trocken-TMR für Kälber sollte einen Energiegehalt von über 10,0 MJ ME/kg und einen XP-Gehalt von ca. 16 % in der FM erreichen. (DLG, 2016; LFL, 2020)

Beispiele für Trockenmischrationen für Kälber sind in Tabelle 14 aufgeführt.

Tabelle 14: Beispiele für eine Kälber-Trocken-TMR (Totale Mischration)

	Stroh / KF	Luzerne / KF	Heu / KF
Gewichtsanteile, %	13 / 87	25 / 75	20 / 80
Heu / Stroh / Luzerneheu, %	13	25	20
Körnermais, %			10
Weizen / Gerste / Kraftfutter, %	87	75	26
Leinextraktionsschrot / RES, %			15
Sojaextraktionsschrot, %			15
Melasse, %			8
Pflanzenöl, %			2
Mineralfutter, %			4
T, g/kg	871	874	865
Rohasche, g/kg	65	75	75
Rohprotein, g/kg	165	169	157
Rohfett, g/kg	37	34	33
Rohfaser, g/kg	95	110	120
Umsetzbare Energie, MJ/kg	10,5	10,4	10,4

Kraftfutter: Milchleistungsfutter 20/4 oder Kälberkraftfutter pelletiert;
RES = Rapsextraktionsschrot, T = Trockenmasse; Quelle: DLG (2016)

2.5.5 Beziehung zwischen Alter, Tränkemenge und Futteraufnahme

Ein frühzeitiges, aber nicht forciertes Angebot von Kraft- und Grobfutter fördert die Reifung sowie das Wachstum des Vormagensystems. Die frühe und freiwillige Aufnahme von Heu erhöht Volumen und Muskelwachstum des Pansens

und puffert zugleich Pansensäuren ab. Eine intensive Milchfütterung stellt für die Entwicklung aller Organe, inklusive des Magen-Darm-Traktes und der Leber als wichtigstem Stoffwechselorgan, mehr Energie und Nährstoffe bereit als eine restriktive Milchfütterung. Ein geringes Milch- oder MAT-Angebot zwingt die Kälber aufgrund von Hunger zu einer frühen Krafftuteraufnahme. Dadurch werden aber die Mengen an kurzkettigen Fettsäuren im Pansen erhöht und folglich der pH-Wert erniedrigt. Das noch nicht voll entwickelte Vormagensystem wird azidotisch, was die Pansenwand schädigen kann. Die im Krafftutter enthaltene und im Pansen nicht abgebaute Stärke wird durch den Dünndarm in den Dickdarm transportiert und kann dort Dickdarmazidosen verursachen. Durch die azidotischen Verhältnisse im Magen-Darm-Trakt dringen pathogene Erreger leichter in den Organismus ein und können Krankheiten, wie z. B. Durchfall, verursachen. Es empfiehlt sich, bereits ab der ersten LW Kraft- und Raufutter zur Förderung der Pansenentwicklung anzubieten. Allerdings dient das Festfutter in dieser Zeit nicht zur Deckung des Energie- und Nährstoffbedarfs. Dieser wird in den ersten LW ausschließlich über die Milch- oder MAT-Aufnahme gedeckt. (FRIETEN et al., 2018)

Über die Menge des aufgenommenen Krafftutters in den ersten zehn LW finden sich in der Literatur unterschiedliche Angaben. Nach SPIEKERS et al. (2009) nehmen die Kälber in den ersten Tagen 50 bis 100 g Krafftutter auf, in der 08. bis 10. LW kommen sie bereits auf eine Krafftuteraufnahme von 2 kg täglich.

Erst wenn etwas mehr als 1 kg Krafftutter von den Kälbern verzehrt wird, sollte die Milchtränke abgesetzt werden (EIBLMEIER, 2014).

KIRCHGESSNER et al. (2014) zufolge liegt die täglich aufgenommene Krafftuttermenge in der 08. bis 10. LW in Abhängigkeit von der Höhe der Tränkemenge bei 1,0 bis 1,2 kg. Nach dem Absetzen von der Tränke steigt der Verzehr an Krafftutter rasch auf 1,5 kg an. Je nach angestrebtem Zunahmestadium und gleichzeitigem Verzehr von Heu oder Silagen sollte die Krafftuttermenge bei weiblichen Aufzucht-kälbern auf 1,8 bis max. 2,2 kg pro Tag begrenzt werden.

Auch SPIEKERS et al. (2009) stufen Krafftuttermengen von über 2 kg im Interesse des Grobfutterverzehr als nicht sinnvoll ein. In den ersten 12 Wochen der Aufzucht werden somit ca. 50 bis 65 kg Krafftutter benötigt, in den folgenden vier Wochen eine vergleichbare Menge von 50 bis 55 kg. Die Heuaufnahme liegt in der 10. LW bei 0,5 kg täglich.

Die Aufnahme von Krafftutter darf durch die Heuaufnahme nicht beeinträchtigt werden. Ist dies der Fall, sollte man die Heumenge vorübergehend reduzieren.

Entscheidend in der Kälberfütterung ist, dass Futterübergänge nie abrupt, sondern immer allmählich durchgeführt werden. (KIRCHGESSNER et al., 2014)

Unabhängig von der Milchmenge ist die Kraffutteraufnahme in den ersten LW minimal. Nach KUNZ (2015) ist die Kraffutteraufnahme in den ersten drei LW unbedeutend, nach MACCARI (2012) in den ersten vier LW. In diesem Zeitraum kann die Aufnahme von Kraffutter nicht durch den Entzug von Milch gesteigert werden (KUNZ, 2015). Die Kälber sind somit in den ersten LW von den Nährstoffen abhängig, die sie über die Milch aufnehmen (KUNZ, 2011B).

Im Anschluss an die Ad-libitum-Milchtränke nach KUNZ (2016) soll von der 04. bis 10. LW abgetränkt werden. KUNZ (2016) empfiehlt in dieser Zeit Vollmilch oder MAT mit 50 % Magermilchpulver, Kälber-TMR oder Kraffutter und Heu mit Silage oder eine Kuh-TMR (> 6,5 MJ NEL und 170 g XP/kg T) anzubieten. Die Futteraufnahme liegt im Mittel bei 1 kg Kraffutter und 0,8 kg MA-Pulver pro Tag.

Die Entwicklung der Pansenzotten wird durch flüchtige Fettsäuren aus dem Fermentationsprozess stärkehaltiger Futtermittel stimuliert, die Füllmenge des Pansens regt das Größenwachstum und die Entwicklung der Pansenmuskulatur an. Aus hohen Milchaufnahmen resultiert eine endokrine Stimulation über Insulin und Insulin-Wachstumsfaktoren (IGF-1), die die Entwicklung des Pansens ebenfalls fördern. Erhalten Kälber in den ersten LW hohe Milchmengen, nehmen sie auch nach dem Abtränken mehr Futter auf als restriktiv getränkte Kälber. (KUNZ, 2011B)

Ad libitum gefütterte Kälber nahmen in Untersuchungen von JASPER UND WEARY (2002) 89% mehr Milch auf als Kälber, die zweimal täglich mit Eimern (10% des Körpergewichts, max. 6 l pro Tag) getränkt wurden. Ab dem 37. LT wurden alle Kälber abgetränkt und am 43. LT abgesetzt. Die Ad-libitum-Kälber nahmen bis zum Absetzen nur 16% bzw. 17% weniger Kälberstarter bzw. Heu auf als die restriktiv gefütterten Tiere. Bis zu 63% höhere Zunahmen vor dem Absetzen führten zu einem Gewichtsvorteil der Ad-libitum-Gruppe von 10,5 kg in 35 Tagen gegenüber den restriktiv gefütterten Kälbern. Nach dem Absetzen stieg die Futteraufnahme aller Tiere bis zum 63. LT stark an. Die höhere Milchaufnahme führte nach dem Absetzen zu keiner geringeren Futteraufnahme.

MACCARI (2012) stellte die Milch- und Kraffutteraufnahme von ad libitum und restriktiv getränkten Bullenkälbern der Rasse Deutsche Holsteins gegenüber. Die Tiere der Ad-libitum-Gruppe erhielten bis zum 21. LT im Iglu zweimal 6–9 l Milch im Nuckeleimer, am 22. und 23. LT ein Gemisch aus Milch und MAT von

insgesamt 8 l täglich und vom 24. bis 28. LT 6 l MAT (120 g/l) täglich. Vom 29. bis zum 70. LT wurden die Kälber schrittweise abgetränkt. Die restriktiv getränkten Kälber bekamen in der ersten LW im Iglu zweimal täglich 2 l Milch, vom 08. bis 28. LT in Gruppenhaltung täglich 6 l MAT (120 g/l) über einen Tränkeautomaten und wurden vom 29. bis zum 70. LT schrittweise abgetränkt. Alle Kälber hatten ab dem 01. LT freien Zugang zu Kraftfutter, Heu und Wasser. Bereits in der ersten LW nahmen die Kälber der Ad-libitum-Gruppe mehr als doppelt so viel Milch auf als die restriktiv getränkten Tiere. Die durchschnittliche Milchaufnahme der Kälber in der Ad-libitum-Gruppe lag in der zweiten und dritten LW bei 10,8 l täglich. Im selben Zeitraum nahmen die Tiere der restriktiv getränkten Gruppe durchschnittlich 5,5 l Tränke pro Tag auf. Die Aufnahme von Kälberkraftfutter war in beiden Gruppen in den ersten vier LW unbedeutend. Von der 07. bis zur 09. LW zeigte sich, dass die Kraftfutteraufnahme der ad libitum getränkten Kälber signifikant höher war als die Kraftfutteraufnahme der restriktiv getränkten Kälber (Abbildung 6). Beim Absetzen von der Milch lag die durchschnittlich aufgenommene Kraftfuttermenge in der Ad-libitum-Gruppe über die gesamte Tränkeperiode hinweg bei 49,7 kg pro Kalb. Die restriktiv getränkten Kälber kamen auf eine Kraftfutteraufnahme von durchschnittlich 38,0 kg pro Tier. Das bedeutet im Vergleich zu den Tieren der Ad-libitum-Gruppe eine um 29% geringere Aufnahme von Kraftfutter. (MACCARI, 2012)

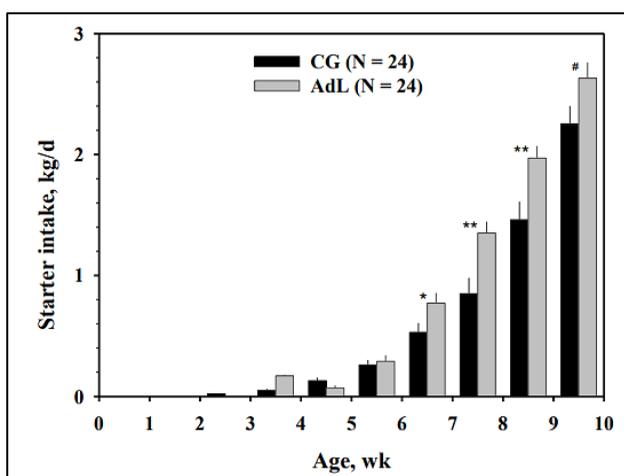


Abbildung 6: Durchschnittliche tägliche Kraftfutteraufnahme in den ersten 10 Wochen; AdL = Tränke ad libitum; CG = Tränke restriktiv
Quelle: MACCARI (2012)

Tabelle 15: Tränkeplan der Ad-libitum-Gruppe und der Kontrollgruppe

Gruppe A (ad libitum)		Gruppe B (Kontrolle, restriktiv)	
Woche(n)	Milch l/Tag	Woche(n)	Milch l/Tag
1 – 4	ad libitum	1 – 3	5 – 6
5	Reduktion auf 8	4	6
6	8 – 6	5 – 6	6 – 4
7 – 12	6 – 2	7 – 8	4 – 2

Quelle: STOPPACHER UND MITTERHUBER (2015)

Einen ähnlichen Versuch führten auch STOPPACHER UND MITTERHUBER (2015) durch. Insgesamt 40 Kälber (davon 14 Bullenkälber) der Rassen Holstein Friesian und Fleckvieh wurden in zwei Gruppen eingeteilt (Ad-libitum-Gruppe, restriktiv getränkt Kontrollgruppe, Tabelle 15). Bei beiden Gruppen wurde die Vorlage von Krafffutter allmählich auf max. 1,5 kg pro Tier und Tag gesteigert. Alle Kälber hatten freien Zugang zu Heu und Wasser und wurden in der 01. LW im Iglu gehalten, ab der 02. LW in Gruppen. In der 13. LW erfolgte erneut eine Woche Einzelhaltung, um tierindividuelle Erhebungen zum Kraft- und Grobfutterverzehr durchführen zu können. In den ersten vier LW war die Aufnahme von Krafffutter in beiden Gruppen nahezu identisch. Ab der 05. LW nahmen die Tiere der Kontrollgruppe mehr Krafffutter auf als die Tiere der Ad-libitum-Gruppe. Am Ende der Tränkeperiode, in der 12. Woche, verzehrten die restriktiv getränkten Kälber täglich durchschnittlich 0,95 kg Krafffutter pro Tag und die ad libitum getränkten Kälber 0,83 kg (Tabelle 16). Nach dem Absetzen von der Milch in der 13. LW überholten die ad libitum getränkten Kälber die Kälber der Kontrollgruppe bezüglich Futter- und Wasseraufnahme.

Tabelle 16: Tägliche Futteraufnahme weiblicher Versuchskälber in der 13. LW

Parameter	Durchschnitt		Abweichung von Kontrollgruppe
	Kontrollgruppe (restriktiv)	Versuchsgruppe (ad libitum)	
Gewicht, kg	93,6	100,6	7,5 %
KF-Aufnahme (TS), kg	1,23	1,35	9,8 %
Heuaufnahme (TS), kg	0,51	0,59	15,7 %
Wasseraufnahme, l	10,5	12,2	16,2 %

KF = Krafffutter, TS = Trockensubstanz; Quelle: STOPPACHER UND MITTERHUBER (2015)

REITER et al. (2016) erfassten die täglich aufgenommene Krafffuttermenge von ad libitum und restriktiv getränkten Kälbern vom 15. bis zum 112. LT. Am 70. LT waren beide Gruppen abgetränkt. Die Krafffuttermenge aller Kälber war bis

zum 42. LT minimal und stieg erst danach an. Es zeigten sich hier keine Unterschiede in der Krafffutteraufnahme von ad libitum und restriktiv getränkten Kälbern.

Auch TERLER et al. (2018) untersuchten den Einfluss der Tränkemenge (ad libitum und restriktiv) auf die Futtermittelaufnahme und die Tageszunahmen bei Holstein-Friesian- und Fleckviehkälbern. Hierfür wurden die Kälber in zwei Gruppen eingeteilt, wobei eine Gruppe in den ersten vier LW ad libitum und die andere ausschließlich restriktiv getränkt wurde (Tabelle 17).

Tabelle 17: Tränkeplan für restriktiv und ad libitum getränkte Kälber (verabreichte Vollmilchmenge in l)

Gruppe	Lebenswoche											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
restriktiv		5 → 6	6		6 → 4		4 → 2					
ad libitum	ad libitum				→ 8	8 → 6			6 → 2			

→ = Steigerung bzw. Reduktion der Tränkemenge; Quelle: TERLER et al. (2018)

In der 01. LW wurden die Kälber einzeln und ab der 02. LW in Gruppen gehalten. Die Fütterung erfolgte über Tränke- und Krafffutterautomaten. Von Beginn an erhielten die Kälber Heu zur freien Verfügung, die Aufnahme konnte jedoch nicht tierindividuell erfasst werden. Die Krafffuttermenge wurde bei beiden Gruppen ab der 02. LW kontinuierlich auf max. 1,5 kg pro Tier und Tag gesteigert. In der 13. LW wurden alle Kälber einzeln gehalten, um die Heu- und Krafffutteraufnahme tierindividuell zu ermitteln. Allen Kälbern wurde in dieser Woche täglich Heu und Wasser ad libitum und 1,5 kg Krafffutter angeboten. Bei den ad libitum getränkten Kälbern war die Milchaufnahme erwartungsgemäß fast doppelt so hoch wie bei den restriktiv getränkten Kälbern. Bis zum Ende der 04. LW lag die durchschnittliche Krafffutteraufnahme in beiden Gruppen bei unter 100 g/Tag. Erst ab dem zweiten Lebensmonat stieg die Aufnahme von Krafffutter nahezu identisch auf über 100 g/Tag an. Ab der 09. LW war die Krafffutteraufnahme der restriktiv getränkten Kälber höher als die der ad libitum getränkten. Anschließend nahmen die bereits abgesetzten Tiere der restriktiv getränkten Gruppe täglich durchschnittlich 0,99 kg Krafffutter auf, die Tiere der Ad-libitum-Gruppe kamen auf 0,84 kg pro Tier und Tag. Die Ergebnisse in Tabelle 18 zeigen, dass die ad libitum getränkten Kälber im Vergleich zu den restriktiv getränkten über die gesamte Tränkeperiode hinweg eine höhere Milch- und Nährstoffaufnahme sowie höhere tägliche Zunahmen aufwiesen. Die Krafffutteraufnahme der beiden Gruppen unterschied sich erst, nachdem die restriktiv

tiv getränkten Kälber abgesetzt waren. Trotz der über die gesamte Tränkeperiode hinweg signifikant höheren Krafffutteraufnahme konnten die restriktiv getränkten Kälber die geringere Milchaufnahme nicht ausgleichen. Die Trockenmasse (T)-, XP- und ME-Aufnahme aus Milch und Krafffutter fiel bei den Kälbern der Ad-libitum-Gruppe deutlich höher aus als bei den Kälbern, die restriktiv getränkt wurden. Daraus resultierte auch die um 172 g niedrigere durchschnittliche Tageszunahme der restriktiv getränkten Kälber. Restriktive MilCHFütterung im ersten Lebensmonat führte zu einer früheren und höheren Festfutteraufnahme, das Nährstoffdefizit, welches sich aus dem geringeren Milchangebot ergab, konnte dadurch jedoch nicht ausgeglichen werden. Eine Ad-libitum-Tränke in den ersten LW wirkt sich positiv auf die Energieversorgung und die Tageszunahmen der Tiere aus. Auch ist eine längere Tränkeperiode (12 Wochen) einer kurzen Tränkeperiode (8 Wochen) vorzuziehen. In der 13. LW lag die Heuaufnahme der Ad-libitum-Gruppe über der der restriktiv getränkten Kälber. Für die Aufnahme von Krafffutter galt das Gegenteil. Folglich unterscheiden sich die T-, XP- und ME-Aufnahmen der Kälber beider Gruppen nicht voneinander. Die in Tabelle 18 aufgeführte Milchaufnahme bezieht sich auf den Durchschnitt über 12 Wochen. Da ab der 05. LW abgetränkt wird, sind die Mittelwerte der Milch- und Krafffutteraufnahme insgesamt sehr niedrig. (TERLER et al., 2018)

Tabelle 18: Durchschnittliche Futteraufnahmen und Tageszunahmen

	Tränkemethode	
	restriktiv	ad libitum
Futteraufnahme und Lebendgewicht in den ersten 12 Wochen		
Milchaufnahme, kg T/Tag	0,38	0,66
Krafffutteraufnahme, kg T/Tag	0,50	0,43
Futteraufnahme Milch und Krafffutter		
T, kg/Tag	0,89	1,13
XP, g/Tag	204	269
ME, MJ/Tag	14,2	19,1
Tageszunahmen, g	629	801
Futteraufnahme und Lebendgewicht in der 13. Woche		
Heuaufnahme, kg FM/Tag	2,13	2,34
Krafffutteraufnahme, kg FM/Tag	1,31	1,24
Futteraufnahme gesamt		
T, kg/Tag	3,44	3,58
XP, g/Tag	518	537
ME, MJ/Tag	37,2	38,4
Lebendgewicht, kg	99	115

Quelle: TERLER et al. (2018); T = Trockenmasse, FM = Frischmasse

2.5.6 Gestaltung von Tränkeplänen

Kälber werden als Monogastrier geboren und können höhere Nährstoffmengen erst ab der vierten LW über festes Futter aufnehmen. Bis dahin muss die Versorgung der jungen Tiere über die Milch bzw. Tränke sichergestellt werden. Deshalb setzt sich das Prinzip der Ad-libitum-Tränke mehr und mehr durch. Hierfür wird dem Kalb in den ersten drei LW die Milch ad libitum angeboten, wobei davon ausgegangen wird, dass die Tiere in der ersten Woche ca. 8 l, in der zweiten ca. 10 l und in der dritten ca. 12 bis 14 l Milch pro Tag aufnehmen können. Ab der 04. LW wird die Tränke auf je 6 l pro Tag in der 04. und 05. LW rationiert und von der 06. bis zur 10. LW werden die Kälber abgetränkt. (LFL, 2020)

Restriktive Tränkeverfahren für Aufzuchtälber werden damit begründet, dass das Labmagenvolumen nicht für hohe Tränkemengen ausgelegt ist. Außerdem sollten die Kälber sich so schnell wie möglich zu Wiederkäuern entwickeln und auch die Höhe der Futterkosten waren Argumente gegen die Ad-libitum-Tränke. (KUNZ, 2014B)

Vor allem bei der Verwendung von Tränkeautomaten ist der Einsatz von MAT im Vergleich zu Vollmilch einfacher und effizienter in der Handhabung. Im Anschluss an die Biestmilchperiode kann die Tränke mit MAT erfolgen. Daher basieren auch zahlreiche Tränkepläne in der Literatur auf dem Einsatz von MAT. Bezüglich des Gehaltes an Energie und Nährstoffen entsprechen 1.000 g MAT ca. 7 l Vollmilch, bei VAN ACKEREN (2016) sind es 6,2 l. In den ersten sieben LW sollten die Kälber täglich mindestens 1.000 g MA erhalten. Die Konzentration der Tränke mit MA sollte zwischen 125 und 160 g MA/l Tränke liegen. (DLG, 2016)

Grundsätzlich gilt für das Tränken von Kälbern, dass die Tiere über einen Nuckel und nicht aus einem Eimer getränkt werden sollen, denn damit saufen sie nicht zu hastig, weisen einen besseren Schlundrinnenreflex sowie eine höhere Speichelproduktion auf und es zeigt sich ein positiver Einfluss der Enzyme auf die Fettverdauung der Milch (SPIEKERS et al., 2009).

Auch in der neueren Literatur werden nicht nur Tränkepläne veröffentlicht, die auf dem Prinzip der Ad-libitum-Tränke oder hohen Tränkeanrechten bis 14 l MAT pro Tier und Tag basieren. Auch Tränkepläne mit einem maximalen Tränkeanrecht von 6 bzw. 8 l werden immer noch publiziert und in Empfehlungen von landwirtschaftlichen Beratungsinstitutionen im Internet veröffentlicht, obwohl sie nachweislich Bedarf und Bedürfnis der Kälber nicht decken können

(REITER et al., 2016; SCHULDT UND DINSE, 2017A; FRIETEN et al., 2018; SCHULDT UND DINSE, 2018D,B; TERLER et al., 2018; SCHULDT UND DINSE, 2019B,A,C; PROKOP, 2021). Hier sind beispielsweise die Tränkepläne von VAN ACKEREN (2013C); KIRCHGESSNER et al. (2014); des Niedersächsischen Landesamtes für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit, LAVES (2015) und der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft, LFL (2020) zu nennen.

VAN ACKEREN (2013C) schlägt zwei verschiedene Tränkepläne vor, die sich hinsichtlich der Tränkedauer und -konzentration unterscheiden. Beide Tränkepläne beginnen mit der 02. LW, da in der ersten Woche den Kälbern jeweils Biestmilch angeboten wird. Das maximale Tränkeangebot von 8 l/Tag wird mit dem Fassungsvermögen des Labmagens begründet. Junge Kälber würden deshalb nicht immer eine Tagesmenge von 8 l abrufen. (VAN ACKEREN, 2013C)

Auch der Tränkeplan von KIRCHGESSNER et al. (2014) beginnt mit der 02. LW. In der 01. LW soll das Kalb zwischen 35 und 45 kg Kolostrum erhalten. Die Konzentration der MA-Tränke variiert nach dem Alter der Kälber und nach dem Zeitpunkt des Abtränkens. Mit neun bis zwölf Wochen können die Kälber von der Milch abgesetzt werden. Es wird empfohlen, von Beginn an Wasser, Heu und Kälberaufzuchtfutter zur freien Aufnahme anzubieten.

Zwei hinsichtlich der Tränkedauer unterschiedliche Tränkepläne wurden von der DLG (2016) veröffentlicht. Beide Tränkepläne weisen ein maximales Anrecht von 8 l/Tag auf. Im ersten Tränkeplan werden die 8 l/Tag über einen Zeitraum von neun Wochen angeboten, danach wird bis zur 12. Woche kontinuierlich abgetränkt. Bei dem zweiten Tränkeplan werden die 8 l/Tag sieben Wochen lang angeboten und von der 08. bis zur 10. LW erfolgt ein kontinuierliches Abtränken. Die Tränkedauer sollte 10 Wochen betragen. Kälber können in den ersten sechs bis acht LW die Kohlenhydrate im Kraffutter nur unzureichend verdauen, da die nötige Entwicklung der Enzyme noch nicht abgeschlossen ist. Der Beginn des Abtränkens ist deshalb frühestens ab der 07. LW zu empfehlen.

Die LFL (2020) schlägt für Aufzuchtkälber einen achtwöchigen Tränkeplan mit MAT vor. Der Tränkeplan beginnt mit der 02. LW, da die Kälber in der 01. LW Biestmilch erhalten. Von Beginn an sollen Wasser, Heu und Beifutter für die Kälber ad libitum zur Verfügung stehen. Die Konzentration der Tränke beträgt über die gesamten acht Wochen 160 g MA/l Tränke.

Ein Tränkeplan mit einem maximalen Tränkeanrecht von mehr als 8 l/Tag wird von KUNZ (2014B) empfohlen (Abbildung 7). In den ersten drei Wochen soll das Kalb ad libitum getränkt werden, wobei „ad libitum“ bei KUNZ (2014B, 2014A)

bedeutet, bei Tränkeautomaten ein tägliches Anrecht von 10,4 l MAT (9 l Wasser + 160 g MA/l Wasser oder direkt 10,4 l MAT bei 160 g MA/l Tränke) einzustellen. Die ca. 10 l/Tag sollen auf keinen Fall länger als drei Wochen getränkt werden, danach ist mit einem kontinuierlichen Abtränken zu beginnen.

Einen weiteren Tränkeplan mit einem höheren Tränkeanrecht in den ersten drei LW stellt ZUBER (2012) vor (Abbildung 8). Bis zur 03. LW wird das Tränkeanrecht auf 14 l/Tag gesteigert und in der 04. LW schlagartig auf 8 l/Tag herabgesetzt. Am Ende der 10. LW werden die Kälber von der Milch abgesetzt.

FRIETEN et al. (2018) erarbeiteten mit dem Hofgut Neumühle einen Tränkeplan mit einem maximalen Tränkeanrecht von 10 l/Tag, der von KOCH, C. (2020) überarbeitet wurde. Im Unterschied zu den bisher vorgestellten Tränkeplänen werden die 12 l MAT/Tag in einer Konzentration von 140 g MA/l Tränke über einen Zeitraum von acht Wochen angeboten. Von der 09. bis zur 14. LW werden die Kälber abgetränkt (Abbildung 9). Die Autoren empfehlen das langsame Abtränken über sechs bis acht Wochen, damit sich das gesamte Vormagensystem der Kälber auf eine neue Fütterung einstellen kann. Während des langsamen Abtränkens nehmen die Kälber täglich eine größere Menge Festfutter auf. Erst bei einer Rau- und Krafftutteraufnahme von über 2 kg/Tag sollten die Tiere vollständig abgesetzt werden. Durch das langsame Abtränke regime erreichen bis dato gut entwickelte Kälber weiterhin hohe Tageszunahmen und unerwünschte Wachstumseinbrüche bleiben aus.

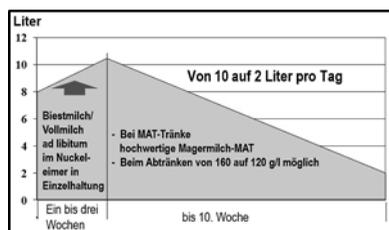


Abbildung 7: Tränkeplan für Aufzucht-kälber

Quelle: KUNZ (2014B)

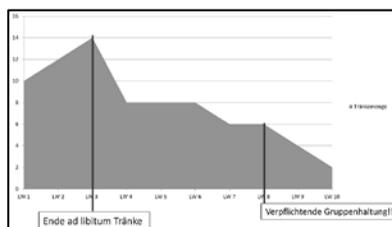


Abbildung 8: Tränkeplan ad libitum

Quelle: ZUBER (2012)

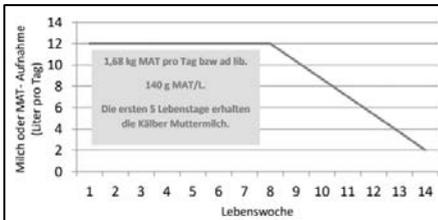


Abbildung 9: Tränkeplan des Hofgutes Neumühle

Quelle: FRIETEN et al. (2018); KOCH, C. (2020)

Gerade zu Beginn des Lebens der Kälber, wenn ihr Verdauungssystem noch monogastrisch ist, darf es nicht zu einer Unterversorgung der Tiere kommen, da die körpereigenen Energiereserven noch zu gering sind. Ein restriktives Tränkeregime in den ersten LW führt zu einer erhöhten Krankheitsanfälligkeit der Kälber, da zu wenig Energie aufgenommen wird. Weiterhin dürfen Tiere keinen Hunger leiden, aber genau dies ist bei restriktiv getränkten Kälbern so lange der Fall, bis sie ihren Nährstoffbedarf über feste Futtermittel decken können. (KUNZ, 2014B)

Durch eine restriktive Fütterung in der Tränkephase werden nicht nur geringere Tageszunahmen erreicht, sondern auch ein Entwicklungsrückstand spezifischer Gewebe, der später durch kompensatorisches Wachstum nicht oder nur durch unerwünschte Fetteinlagerung ausgeglichen werden kann. Erfolgt eine höhere Energiezufuhr erst im Anschluss an die Tränkeperiode, also zwischen dem 03. und 11. Lebensmonat, führt das zu einem geringeren Wachstum der milchbildenden Zellen des Euters. (WIEDEMANN et al., 2012)

Da die Milch der Kühe in den ersten fünf Laktationstagen nicht an die Molkerei abgegeben werden darf, sollte diese Transitmilch an die Kälber vertränkt werden. Holstein-Kälber nehmen bereits in der 01. LW durchschnittlich 9,2 l Tränke pro Tag auf. Diese Tränkemenge können die Kälber gut verstoffwechseln und sie liefert die notwendige Energie und Nährstoffe für den Aufbau des Immunsystems, das Wachstum und die Thermoregulation. (FRIETEN et al., 2018)

Bei WIEDEMANN et al. (2012) nahmen Holstein-Kälber in Untersuchungen am LVZ Futterkamp in den ersten 28 LT im Schnitt 8 bis 10 l Milch pro Tag auf, wenn diese zur freien Verfügung angeboten wurde. Dies entspricht ca. 20% des eigenen Körpergewichts der Tiere.

Zunächst wurde empfohlen, einmal restriktiv getränkte Kälber nicht auf eine Ad-libitum-Tränke umzustellen, da die Kälber evtl. zu hastig trinken würden und Verdauungsprobleme auftreten könnten. Wenn ad libitum, dann von Geburt an, denn die Milch kann nur ausreichend fermentiert werden, wenn sie langsam aufgenommen wird. (ZUBER, 2012; KUNZ, 2014B)

Die Sorge vor einem Überlaufen des Labmagens und daraus resultierenden Krankheitsanzeichen, wie ein schlechtes Allgemeinbefinden, Appetitlosigkeit oder Bauchschmerzen, ist jedoch unbegründet. Der Labmagen kann sich stark ausdehnen und bei hohen Milchmengen pro Mahlzeit kommt es zu einer langsameren Entleerung des Labmagens in den Dünndarm. Der Verdauungsprozess der Kälber passt sich an eine verbesserte Tränkezufuhr an. Das Labmagenvolumen ist somit kein begrenzender Faktor, weil die Kälber hohe Tränkemengen langsam aufnehmen. (KUNZ, 2014B; FRIETEN et al., 2018)

2.6 Einfluss des Tränkeanrechts auf die Gesundheit der Kälber

2.6.1 Ad-libitum-Tränke und Kälbergesundheit

Kälber sind nach der Geburt, wie bereits beschrieben, aus ernährungsphysiologischer Sicht noch Monogastrier und deshalb auf die Milchtränke angewiesen. Nur durch eine Ad-libitum-Tränke in den ersten drei bis vier Wochen ist es möglich, Kälber energetisch auszufüttern, denn selbst bei restriktiv getränkten Kälbern ist die Krafftutteraufnahme in den ersten Wochen so gering, dass es diesen Tieren nicht möglich ist, Nährstofflücken über die Festfutteraufnahme zu kompensieren. (KUNZ, 2011A)

Ein Kalb soll sein Geburtsgewicht in den ersten acht LW verdoppeln, was durchschnittliche Tageszunahmen von mindestens 800 g/Tag erfordert, die mit einem restriktiven Tränkeregime nicht zu realisieren sind (FISCHER, B., 2010). WIEDEMANN et al. (2012) weisen darauf hin, dass die Kälber in der landwirtschaftlichen Praxis häufig knapper mit Energie versorgt werden, sodass sie Zunahmen von lediglich 600 bis 650 g erzielen. Ad libitum getränkte Kälber kommen bereits in den ersten vier LW auf Tageszunahmen bis zu 1.000 g und erreichen eine gute Kondition in der weiteren Aufzucht sowie hohe Futteraufnahmen und Milchleistungen in der ersten Laktation (KUNZ, 2011A; WIEDEMANN et al., 2015; KASKE, 2018B).

Bei REITER et al. (2016) lagen die täglichen Zunahmen der ad libitum getränkten Kälber ebenfalls deutlich über den Tageszunahmen von restriktiv getränkten.

Selbst ab der 07. LW, als die Milchversorgung beider Versuchsgruppen identisch war, blieben die täglichen Zunahmen der Ad-libitum-Gruppe über dem Niveau der restriktiv getränkten Tiere. Die Autoren schlussfolgern daraus, dass die ad libitum getränkten Kälber in der Lage waren, die aufgenommene Energie besser in Körpermasse umzuwandeln.

Bei MACCARI (2012), die Holstein-Bullenkälber in den ersten drei LW ad libitum oder restriktiv tränkte, lagen die durchschnittlichen Tageszunahmen vor allem in dem Zeitraum, in dem die Ad-libitum-Tränke angeboten wurde, deutlich über den Zunahmen der restriktiv getränkten Kälber (Abbildung 10). Zur Schlachtung am Ende des 07. Lebensmonats wogen die ad libitum getränkten Kälber durchschnittlich 322,4 kg und waren somit deutlich schwerer als die restriktiv getränkten mit 308,3 kg im Durchschnitt.

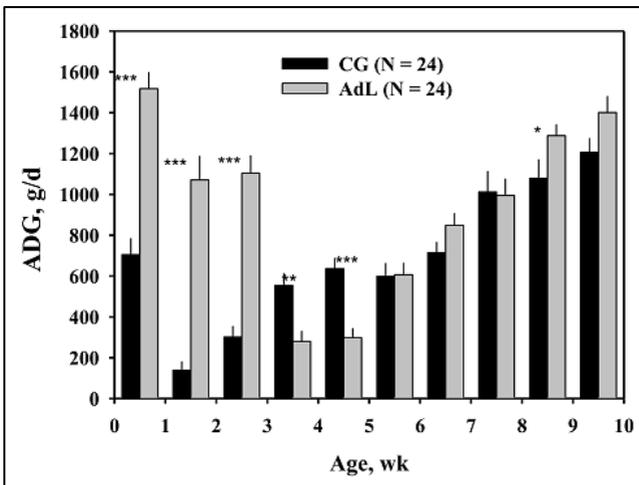


Abbildung 10: Durchschnittliche Zunahmen (g/Tag) 01. bis 10. LW; AdL = Tränke ad libitum; CG = Tränke restriktiv; ADG = durchschnittliche tägliche Zunahme

Quelle: MACCARI (2012)

Auch bei FRIETEN et al. (2018) waren hohe Tageszunahmen und ein verbessertes Körperwachstum das Resultat einer intensiven Tränke in den ersten LW. Im Unterschied zu MACCARI (2012) wurde diese über acht LW angeboten.

Im Vergleich zu Kälbern, die bei ihrer Mutter aufgezogen werden, erzielen Kälber, denen von Geburt an Milch nur in begrenzter Menge angeboten wird, nur

sehr geringe Wachstumsraten. Das ist der entscheidende Grund für einen hohen Anteil an erkrankten und verendeten Saugkälbern in Milchviehbetrieben. Zahlreiche Studien aus den vergangenen 10 Jahren belegen, dass eine höhere Tränkeintensität nicht nur zu höheren Zunahmen, sondern auch zu gesünderen Kälbern führt, die ein natürliches Verhalten zeigen. Energie- und Proteinmangel beeinflussen die zelluläre Immunität, die Produktion von Cytokinen, die phagozytäre Funktion sowie die Produktion von IgA negativ. (KUNZ, 2011B)

TERLER et al. (2018) sind der Überzeugung, dass sich neben einer besseren Nährstoffaufnahme, höheren Tageszunahmen und einer besseren Konstitution der Kälber die Ad-libitum-Tränke auch positiv auf das Immunsystem sowie die Krankheitsresistenz auswirkt. Es wird vermutet, dass, bedingt durch die höhere Energieaufnahme, die ad libitum getränkten Kälber früher beginnen Fett anzusetzen bzw. beim Absetzen einen höheren Fettanteil aufweisen. Dieser Fettansatz stellt in kritischen Situationen, z. B. im Fall einer Krankheit, eine wichtige Energiereserve dar.

REITER et al. (2016) erfassten den Gesundheitsstatus von Versuchstieren im Rahmen ihrer Untersuchungen zum Einfluss einer Ad-libitum-Vollmilchtränke auf Futteraufnahme, Gewichtsentwicklung, ausgewählte Blutparameter und das Verhalten von Fleckviehkälbern über die Behandlungen mit den dazugehörigen Diagnosen. In den ersten vier LW zeigten sich relevante Unterschiede zwischen ad libitum und restriktiv getränkten Kälbern und selbst über den gesamten Versuchszeitraum hinweg zeichnete sich die Tendenz ab, dass restriktiv getränkte Kälber häufiger behandelt wurden. Diese Kälber wurden im gesamten Versuchszeitraum signifikant häufiger gegen Pneumonie behandelt als die ad libitum getränkten Kälber. Auch hinsichtlich des Durchfallgeschehens schienen die ad libitum getränkten Kälber von der intensiven Fütterung zu profitieren, da sie im ersten Lebensmonat höhere IGF-1 Werte aufwiesen als die restriktiv getränkten. Dies ist vor allem deshalb positiv zu bewerten, weil geringere IGF-1 Werte im 01. Lebensmonat, insbesondere in Kombination mit geringem Körpergewicht, zu niedrigeren Überlebenschancen bis zum 06. Lebensmonat führen können.

2.6.2 Erkrankungen der Kälber

In den ersten vier LW entstehen die meisten Kälberverluste aufgrund von Durchfallerkrankungen. Bei Durchfall handelt es sich um eine Funktionsstörung des Darms, bei der die Aufnahme von Flüssigkeit und Nährstoffen beeinträchtigt ist, die Darmwand durchlässiger ist und vermehrt Flüssigkeit abgibt

wird. Mögliche Folgen sind Exsikkosen, Blutazidosen, Hypoglykämie und Elektrolyt-Imbalancen. Durchfallerkrankungen können durch mangelnde Hygiene mit einer Anreicherung von Infektionserregern im Umfeld der Tiere, durch Managementfehler bei der Versorgung mit Biestmilch und/oder Tränkefehler ausgelöst werden. (HOY et al., 2016)

Vor allem durch eine hohe Biestmilchmenge in der ersten LW werden Wachstumshormone freigesetzt und andere Wachstumsfaktoren gefördert, die die Entwicklung des Verdauungstraktes entscheidend beeinflussen (KUNZ, 2011B). Eine Versorgung mit Kolostrum in den ersten sieben LT und darüber hinaus wirkt sich positiv auf das Vermeiden von Durchfall- und Atemwegserkrankungen, Gewichtszunahmen der Kälber sowie auf eine spätere Laktationsleistung aus (WIEDEMANN ET AL., 2012).

Als Folge der Ad-libitum-Tränke kann bei den Kälbern die Kotkonsistenz etwas dünner werden, was aber kein Anzeichen einer Durchfallerkrankung ist. Auf der Grundlage zahlreicher Studien und praktischer Erfahrungen kann festgehalten werden, dass die Verfütterung von größeren Milchmengen nicht per se zu Durchfall führt. Da es sich um eine Faktorenerkrankung handelt, kann es trotz intensiver Tränke zu Durchfallerkrankungen kommen. Durch die bessere Konstitution intensiv getränkter Kälber sind Durchfallepisoden im Vergleich zu restriktiv getränkten Kälbern jedoch meistens kürzer und weniger heftig. (SCHULD T UND DINSE, 2017A, D; KASKE, 2018B; SCHULD T UND DINSE, 2020E)

In den ersten 60 LT soll nach KLEEN (2018) die Inzidenz bei Lungenerkrankungen unter 10% und bei Durchfallerkrankungen unter 25% liegen. STEINHÖFEL, I. (2011A) definiert Kontrollparameter hinsichtlich der Erkrankungsraten bei Holstein-Friesian-Kälbern (Tabelle 19).

Tabelle 19: Kontrollparameter für Erkrankungen während der Kälberaufzucht

Alter	Erkrankungsrate im Bestand
01. – 56. Lebenstag	< 35 %
03. – 06. Lebensmonat	< 5 %

Quelle: STEINHÖFEL, I. (2011A)

Entscheidend ist, dass Kälber bei Durchfall weiter getränkt werden. Früher war es gängige Praxis, an Durchfall erkrankten Kälbern keine Milch anzubieten, weil vermutet wurde, dass die Milch nicht richtig verdaut und so die Erkrankung verschlimmert würde. Durch den Entzug der Milch über mehrere Tage magerten die Kälber jedoch stark ab. In Studien konnte dagegen nachgewiesen werden, dass durchfallkranke Kälber weiter mit Milch versorgt werden müssen, weil die

Milchtränke die weitere Entwicklung des Körpergewichtes positiv beeinflusst. Allerdings sollte eine Elektrolyt- oder Diättränke verabreicht werden, um Flüssigkeits-, Elektrolyt- und Nährstoffverluste auszugleichen. (MINDERMANN, 2013) Dennoch wirken sich Erkrankungen immer negativ auf die Körpermassezunahme der Kälber aus (Abbildung 11). Kälber, die im ersten Lebensmonat erkranken, erzielen geringere tägliche Zunahmen als gesunde Kälber. (STEINHÖFEL, I., 2009B, 2014)

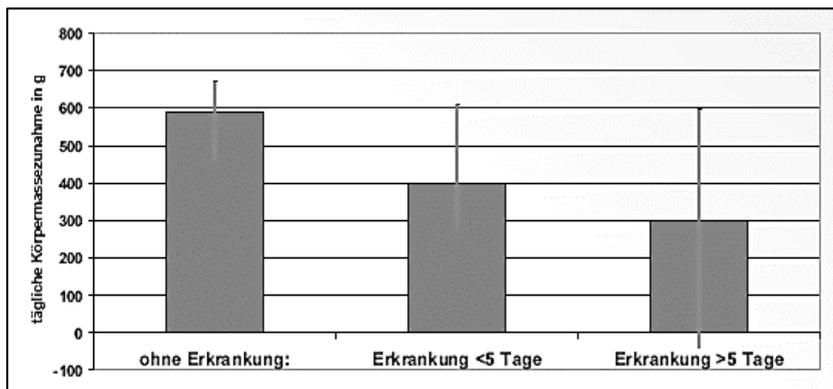


Abbildung 11: Mittlere tägliche Körpermassezunahme im 1. Lebensmonat bei unterschiedlicher Erkrankungsdauer

Quelle: STEINHÖFEL, I. (2009B, 2014)

Aufgrund einer Erkrankung steigen die Kosten, zunächst für zusätzliche Medikamente sowie die Dienstleistung des Tierarztes. Die Arbeiterledigungskosten erhöhen sich, da die Tiere in der Phase der Erkrankung intensiver betreut werden müssen. Während der Erkrankung sind die Tageszunahmen reduziert, schwere Krankheitsverläufe führen zur Gewichtsabnahme, was eine längere Aufzucht erfordert. Des Weiteren ist mit einer Ertragsminderung durch Leistungsdepressionen zu rechnen. Kälber, die in der Aufzucht mehrmals erkranken und tierärztlich behandelt werden müssen, weisen als Kühe in der ersten Laktation eine geringere Milchleistung, schlechtere Fruchtbarkeit sowie eine höhere Abgangsrate auf. (LÜHRMANN, 2009; EIBLMEIER, 2014; SCHULDT UND DINSE, 2020C)

2.7 Verhalten von Kälbern

Schon vor 50 Jahren wurde gefordert, das Verhalten der landwirtschaftlichen Nutztiere zu beobachten, um Maßnahmen zur Verbesserung ihrer Umwelt treffen zu können (KITTNER UND KURZ, 1966; MOTSCH et al., 1975). Ziel der Nutztierethologie ist es deshalb, die Interaktionen von Tieren mit ihrer Umwelt besser zu verstehen und auf dieser Grundlage Ansätze zur Förderung von Wohlbefinden, Gesundheit und Leistung zu entwickeln (PUPPE, 2016).

In den 1970er und 1980er Jahren wurde nachgewiesen, dass das Verhalten von Kälbern durch Ernährung und Haltungform beeinflusst wird. Dies betrifft das Verhältnis zwischen Milchtränke und Strukturfutter, aber auch die Art der Vorlage der Milchtränke. Bestimmte Verhaltensweisen können Anzeichen für systembedingte Störungen sein. Merkmale, die dem „normalen“ Verhalten zugeordnet werden können, geben aber Hinweise auf Störungen, wenn sich die Häufigkeit deutlich verändert. (SCHLICHTING, 1984)

Eine systematische Bewertung des Tierwohls erfordert reproduzierbare, valide und praktikable Methoden (WILLEN, 2004; EBSCHKE UND VON BORELL, 2014).

Die Bestandsgröße eignet sich nicht als Indikator für das Tierwohl, da sich kein Einfluss nachweisen lässt, entscheidend sind die jeweiligen Haltungs- und Managementfaktoren (GIESEKE, 2018). Auch die Höhe der Milchleistung steht nicht im Zusammenhang mit dem Wohlergehen der Tiere (GIESEKE et al., 2014).

2.7.1 Natürliches Verhalten

Der Saugdrang wird durch angeborene und erworbene Auslöser gelenkt (SAMBRAUS et al., 1978; SAMBRAUS, 1984).

Die Saugaktivität hängt vom Vermögen zu stehen und dem Geburtsgewicht des Kalbes ab, von seinem Drang zum Euter, aber auch vom Verhalten der Mutter und dem Geburtsverlauf. Die ersten Saughandlungen finden in den ersten zwei bis sechs Stunden nach der Geburt (post natal, p. n.) statt, einzelne Kälber brauchen ohne Unterstützung bis zu 12 Stunden p.n. (PORZIG et al., 1991; VENTORP UND MICHANEK, 1991)

Kälber saugen in einem verkehrt-parallelen Winkel am Euter der Kuh. Dabei werden die Gliedmaßen gestreckt, die Vordergliedmaßen gespreizt, wodurch die Schulter gesenkt wird, und der Kopf bei angehobener Nase vorgestreckt. Die Schwanzbasis wird angehoben und es wird heftig mit dem Schwanz gewedelt. (BROWNLIE, 1950; RITTER UND WALSER, 1965; KOCH, G., 1968; HÜNERMUND, 1969B; SCHEURMANN, 1974)

Der Milchverzehr von Kälbern, die an der Mutter saugen, wird vom Wechsel der Zitzen während einer Mahlzeit beeinflusst. Kälber, die nur an einer Zitze saugen, nehmen weniger Milch auf als solche, die alle Zitzen frequentieren. (DERENBACH et al., 1983)

Die Saugdauer je Mahlzeit hängt von diversen Faktoren ab, wie dem Alter des Kalbes und der Kuh, dem Geschlecht des Kalbes, der allgemeinen Saugmotivation oder der Schnelligkeit der Milchabgabe durch die Kuh. Die allgemeine Saugdauer nimmt mit zunehmendem Lebensalter ab, was mit der aufgenommenen Milchmenge und der Aufnahme von Raufutter durch das Kalb sowie der nachlassenden Milchleistung der Kuh zusammenhängt. (REINHARDT UND REINHARDT, 1981; PORZIG et al., 1991)

In der muttergebundenen Aufzucht nehmen Kälber bei einer Mahlzeit nur geringe Milchmengen auf, z. T. auch unter einem Liter (KASKE, 2018B). In der mutterlosen Aufzucht von Holstein-Kälbern beobachtete GROTH (1978) Milchaufnahmen von insgesamt 22 bis 42 Minuten im Mittel in 24 Stunden, je Mahlzeit waren es 0,31 bis 7,37 Minuten.

Ältere Kälber saugen weniger häufig an der Mutter als jüngere, dafür steigt die Dauer eines Saugaktes. Im Durchschnitt saugen jüngere Kälber bis zu 8-mal am Tag, ältere bis 6-mal. (WALKER, 1962; HAFEZ UND LINEWEAVER, 1968; SCHEURMANN, 1974; NICOL UND SHARAFELDIN, 1975; PORZIG et al., 1991)

Bei Zeburindern beobachteten REINHARDT UND REINHARDT (1981) durchschnittlich vier bis acht Saugaktivitäten in 24 Stunden über insgesamt 38 Minuten. Geschlechtsspezifische Unterschiede stellten sie nicht fest. Über den Tag verteilt häuften sich die Saugaktivitäten in den Morgenstunden ab 06:30 Uhr, mittags gegen 12:30 Uhr und abends ab 18:30 Uhr.

Das Saugverhalten wird von Umweltereignissen getriggert, wobei Sonnenauf- und -untergang die wichtigsten Zeitgeber sind, und ist in den Rhythmus des Sozialverhaltens eingebettet (PORZIG et al., 1991). Nachts saugen die Kälber kürzer als am Tage (HAFEZ UND LINEWEAVER, 1968).

Bei einem Ad-libitum-Angebot aus Tränkeautomaten nahmen in Gruppen gehaltene Kälber im Alter von 4 bis 65 Tagen im 3-Stunden-Rhythmus MAT auf. Drei- bis 35-mal am Tag wurde die Beifutteraufnahme (Getreide und Heu) beobachtet. (OLSON UND WILLIAMS, 1960)

Fehlt in der Aufzucht die Mutter als akustische, optische, olfaktorische und taktile Reizquelle zur räumlichen Orientierung zur Milchquelle, muss der Mensch das Kalb anlernen. Unter Beachtung der natürlichen Saugaktivitäten können

Nachteile der mutterlosen Aufzucht vermieden werden, wie z. B. die zu schnelle Aufnahme der Milchtränke. (PORZIG et al., 1991)

2.7.2 Verhaltensabweichungen und -störungen in der mutterlosen Aufzucht

Mängel im Gesundheitszustand und Verhaltensstörungen zeigen, dass die Ansprüche des Tieres hinsichtlich der Haltung zu wenig berücksichtigt werden (SAMBRAUS UND STEINEL, 1978).

Besuche ohne Anrecht an der Tränkestation

Die durchschnittliche Besuchsdauer im Stand der Tränkestation pro Kalb (Rasse Fleckvieh) war in Untersuchungen von BRUMMER (2004) ohne Anrecht auf Tränke wesentlich geringer als bei einem Tränkeanspruch. Die Kälber wurden mit einem Anrecht von 12 l MAT pro Tag bis zum 20. LT aufgezogen. Vom 20. bis 30. LT wurde das Anrecht auf 10 l MAT pro Tag abgesenkt und blieb auf diesem Niveau bis zum 42. LT, danach wurde bis zum 72. LT abgetränkt. Die Aufenthaltsdauer im Stand ohne Anrecht schwankte zwischen 40 und 60 Minuten pro Tag, die tägliche Dauer im Stand mit Anspruch lag bei nur ca. 25 Minuten. Besuche ohne Anrecht dauerten jeweils im Mittel zwischen 1,2 bis 2,8 Minuten. In offenen Ständen wurden pro Tag mehr als 150 Besuche ohne Anrecht registriert.

Bei restriktiv gefütterten Kälbern kann man beobachten, dass sie sehr häufig in die Tränkestation laufen, ohne Milch zu erhalten, weil sie kein Anrecht auf weitere Milchportionen haben. Zusätzlich wird die Tränkestation häufig und lange blockiert, was zu weiterem Stress bei allen Tieren mit Anrecht führt. Stress kann das Immunsystem und die Entwicklung der Tiere negativ beeinflussen und erhöht darüber hinaus die Krankheitsanfälligkeit u. a. für Durchfall- und Atemwegserkrankungen. (KOCH, C., 2019)

Gegenseitiges Besaugen

Das häufige Saugen am Euter der Mutter befriedigt den Saugreflex der Kälber. Geschieht dies nicht über die Mahlzeitenhäufigkeit, besaugen die Kälber ihre Stallgefährten, wobei Nabel, Penis, Zitzen sowie Ohren verletzt werden und sich entzünden können (HAFEZ UND LINEWEAVER, 1968; VAN PUTTEN UND ELSHOF, 1982; SAMBRAUS, 1984; WIEPKEMA, 1985; BADEMKIRAN et al., 2007; EILERS, 2008; WITTKOWSKI, 2013; MAHMOUD et al., 2016). Bei den saugenden Kälbern können sich durch das Abschlucken Knäuel von Haaren, sog. Bezoare, bilden, die zu

Verstopfungen und Verdauungsproblemen führen (HAFEZ UND LINEWEAVER, 1968; HOY et al., 2016).

Bei Jungrindern und Kühen kann das Besaugen Euterschäden, Zitzenfehlstellungen, Milch- und Tierverluste verursachen (MOTSCH et al., 1975; REINHECKEL, 1975; KEIL, 2000; LIDFORS UND ISBERG, 2003; MAHMOUD et al., 2016). In Untersuchungen von VAUGHAN et al. (2016) führten geringfügige Saugaktivitäten bei Tieren der Rasse Holstein jedoch nicht zu verstärktem Auftreten von Mastitis.

Das Lecken an Gegenständen und gegenseitiges Belecken gehört nach Auffassung von SCHLICHTING (1984) zum normalen Komfortverhalten der Kälber und wird unabhängig vom Haltungssystem und dem Tränkeangebot beobachtet. Bei Ad-libitum-Versorgung über Tränkeautomaten können die Tiere ihrem individuellen Tränkebedürfnis entsprechend die Saugstelle nutzen, wodurch das gegenseitige Besaugen reduziert werden kann.

Verschiedene Autoren beobachteten, dass Sauger sich in den Gruppen oft mit dulddenden Tieren finden und sich gegenseitig besaugen (FINGER UND BRUMMER, 1969; MOTSCH ET AL., 1975; SCHLÜTER ET AL., 1975; SÜSS UND SEBESTIK, 1982; VAN PUTTEN UND ELSHOF, 1982; SAMBRAUS, 1984; AURICH UND WEBER, 1994; KASKE, 2018A; SCHULDt UND DINSE, 2020A). Manche Kälber fordern durch ihre Haltung direkt zum Besaugen auf, lassen sogar den Urin fließen (VAN PUTTEN UND ELSHOF, 1982).

ŠPINKA (1992) vermutet, dass nicht eine Art von Paarbindung das Besaugen auslöst, sondern die jeweilige Situation bzw. Motivation. Dulder werden immer wieder besaugt, sodass es scheint, als würden Sauger bestimmte Partner bevorzugen. Entfernt man aber die Dulder, werden andere Kälber besaugt.

Bei den aktiven Saugern und passiven Duldern wurden verschiedene Verhaltensweisen beobachtet (SCHLÜTER et al., 1975; WOLTERS, 1998; SCHULDt UND DINSE, 2020A):

- das Besaugen erfolgt von der Seite und von hinten,
- Sauger suchen sich häufig denselben Dulder, beide besaugen sich auch gleichzeitig gegenseitig,
- in Gruppen können sich „Ketten“ von mehreren Saugern und Duldern bilden,
- häufig findet das Besaugen in Phasen der Arbeitsruhe statt.

Unzureichende Fütterungs- und Haltungsbedingungen fördern das Auftreten von Verhaltensstörungen (MOTSCH et al., 1975; SCHLÜTER et al., 1975).

Mit einer Sauggeschwindigkeit von unter 5 ml/min wird die Milch nur langsam getrunken, dennoch werden pro Tag 8 bis 12 l Milch aufgenommen. Entsprechend leiden restriktiv getränkte Kälber an Hunger, blöken häufiger, spielen seltener und zeigen im Vergleich zu intensiv getränkten vermehrt Ethopathien wie gegenseitiges Besaugen. (KASKE, 2018B)

Die geringste Häufigkeit des Besaugens wird erreicht, wenn den Kälbern ausreichend große, sättigende Tränkemahlzeiten in Kombination mit einem niedrigen Milchfluss angeboten werden, der die Saugdauer verlängert (LIDFORS, 2007). MOTSCH et al. (1975) beobachtete, dass „Langeweile“ bei Jungrindern das Besaugen fördert und empfiehlt, die Fresszeiten über einen hohen Anteil Rohfaser in den Rationen zu verlängern. SCHLÜTER et al. (1975) sieht begünstigende Faktoren in Mangelerscheinungen, der Haltungsform, neurohormonellen Dysfunktionen, Nachahmung, aber auch in genetischen Einflüssen.

Auf die genetische Disposition des Besaugens verweisen auch KELZ (1977) und SCHULDT UND DINSE, (2020A). Unterschiede im Saugverhalten von Kälbern verschiedener Rassen werden schon lange beschrieben (HEIDRICH UND RENK, 1963; LE NEINDRE et al., 1979; SCHLÜTER et al., 1981; LE NEINDRE, 1989). Braunvieh- und Fleckviehkälber besaugen häufig und zumeist intensiver als Friesiankälber (KELZ, 1977; EGLE, 2005; RINNHOFFER, 2008; GAUDE, 2014; KASKE, 2018A), Fleischrassen häufiger als Milchrassen (WOOD et al., 1967). In den 1970er Jahren wurde das Besaugen insbesondere bei Kreuzungen aus Jersey und Deutschen Schwarzbunten Rindern beobachtet (REINHECKEL, 1975; SCHLÜTER et al., 1975; BRADE UND BRADE, 2013).

2.8 Wohlbefinden landwirtschaftlicher Nutztiere

Laut Tierschutzgesetz (§ 1, TierSchG vom 18. Mai 2006) muss jeder, der ein Tier hält, betreut oder zu betreuen hat, das Tier seiner Art und seinen Bedürfnissen entsprechend angemessen ernähren, pflegen und verhaltensgerecht unterbringen. Eine Unterbringung ist nach SAMBRAUS (1985) nur dann verhaltensgerecht, wenn das Tier essentielle Verhaltensbedürfnisse in jedem Funktionskreis äußern kann, Ethopathien und Technopathien sind Indikatoren dafür, dass das Haltungssystem nicht angemessen gestaltet ist.

Wohlbefinden und Wohlergehen sind synonym zu dem Begriff „Tierwohl“ zu verstehen, der als rechtliche Vorgabe vom „Tierschutz“ abzugrenzen ist. Denn es geht um mehr als die Abwesenheit von Schmerzen, Leiden und Schäden. In

der Diskussion um das Tierwohl fehlt es an einer belastbaren Definition, Ansätze zur Messung und Beurteilung von Tierwohl sind nicht einheitlich definiert. Zu den Einflussfaktoren zählen die Haltungsbedingungen, die Fütterung, die Mensch-Tier-Beziehung und das Management. Indikatoren für die Messung von Tierwohl sind die Leistungen der Tiere und die Tiergesundheit, aber auch das Verhalten der Tiere. (REINHOLD et al., 2017)

Der Erfolg oder Misserfolg der Kälberaufzucht kann deshalb nicht nur anhand von Leistungen, wie tägliche Zunahme, LM am 100. LT oder ähnlichen Parametern bewertet werden. Aussagen zu Tiergesundheit, zum Tierverhalten und zur Tränke- sowie Futterraufnahme sind dazu unbedingt notwendig. (LINDEMANN et al., 1993)

Das natürliche Verhalten, wie die Saugaktivitäten oder das Sozialverhalten, lässt sich am besten analysieren und verstehen, wenn die Kälber in einer ungestörten Umwelt beobachtet werden (LE NEINDRE, 1991). Aus der Kenntnis des Verhaltens primitiver Haustierrassen oder ihrer Wildformen ergeben sich nach ZEEB UND MACK (1970) für das Kalb drei wesentliche Lebensbedürfnisse:

- Artspezifisches Ausruhverhalten,
- Sozialkontakt zur Kälbergruppe und
- Kontakt zur Mutter im sozialen Bereich sowie als Nahrungsquelle.

Nach Ansicht von BROOM (1991) kann das Wohlbefinden über Messungen der Parameter Verletzungsniveau, Auftreten von Krankheiten, Schmerzreaktionen, Folgen mangelnder Kontrolle, insbesondere Frustration und die Auswirkungen von Angst beurteilt werden.

Im englischen Sprachraum sind die „Fünf Freiheiten“ der Welttierschutzgesellschaft verbreitet, die die Freiheit von Hunger, Durst und Fehlernährung, Freiheit von Unbehagen, Freiheit von Schmerz, Verletzung und Krankheit, Freiheit von Angst und Leiden sowie die Freiheit zum Ausleben normalen Verhaltens umfassen (FAWC, 1993; WTG E. V., 1993).

Das europäische Projekt Welfare Quality® (WQ) erarbeitete ein harmonisiertes, umfassendes und zuverlässiges Beurteilungssystem in Bezug auf den Tierschutz und entsprechende Produktinformationen. Es wurden Grundsätze aufgestellt, die für die Sicherung und Verbesserung des Tierschutzes in der Landwirtschaft wesentliche Bedeutung haben: eine gute Haltung, gute Fütterung, gute Gesundheit und artgemäßes Verhalten. Diese Grundsätze ergänzen und erweitern die „Fünf Freiheiten“. Innerhalb dieser Grundsätze wurden 12 Kriterien definiert, darunter zwei zum Verhalten: Tiere sollen zum einen in der Lage

sein, normales, nicht schädliches Sozialverhalten zu zeigen, z. B. soziale Körperpflege. Und zum anderen sollen Tiere in der Lage sein, andere normale Verhaltensweisen auszuüben, d. h., sie sollen ihr artspezifisches natürliches Verhalten, z. B. Futtersuchverhalten, ausleben können. Das 12. Kriterium beinhaltet Empfindungen der Tiere: negative Emotionen wie Furcht, Erschöpfung, Frustration oder Apathie sollen vermieden und positive Emotionen wie das Erleben von Sicherheit und Wohlbehagen gefördert werden. (EVANS et al., 2010; KJAERNES UND KEELING, 2010)

Das Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft (KTBL) bietet auf seiner Webseite eine Anwendung zur Beschreibung und Bewertung von mehr als 100 Haltungsverfahren für Rinder, Schweine, Geflügel und Pferde hinsichtlich der Umweltwirkung und der Tiergerechtigkeit an. Für jedes Haltungsverfahren sind Informationen zum Handlungsabschnitt, Managementhinweise, Kenndaten zum Produktionsverfahren und Bewertungen des Tierverhaltens, der Tiergesundheit und der Umweltwirkung zusammengestellt. Die Tierhaltungsverfahren umfassen das Ruhe-, Schlaf-, Komfort-, Sozial-, Nahrungsaufnahme-, Fortpflanzungs- und Erkundungsverhalten. Die Haltungsverfahren sind in Modulbereiche gegliedert, über die der Nutzer zu einer detaillierten Verfahrensbeschreibung gelangen kann. (WIRTHS, 2011; KTBL, 2013)

Tierwohl kostet Geld. Aber es erhöht auch die Effizienz und garantiert eine bessere Wirtschaftlichkeit der Milchproduktion. (HARMS, 2021)

3 Material und Methoden

Aus Untersuchungen zur Tränke- und Futteraufnahme sowie dem Verhalten von Kälbern wurden in Zusammenarbeit mit landwirtschaftlichen Unternehmen in Mecklenburg-Vorpommern Empfehlungen für eine intensive Kälberaufzucht weiblicher Tiere der Rasse Deutsche Holsteins hinsichtlich der Haltung und Fütterung erarbeitet.

3.1 Untersuchungsbetriebe, Haltung und Fütterung der Kälber

Die Untersuchungen zur Kälberaufzucht wurden in drei landwirtschaftlichen Unternehmen durchgeführt (Tabelle 20). Alle Kälber wurden durchgehend auf Stroh gehalten.

In Betrieb 1 (B1) standen maximale Tränkeanreichte (TA) von 8 und 10 l Milchaustauschertränke (MAT) bis zum 28. Lebenstag (LT) zur Verfügung. Vom 29. bis 69. LT wurden die Kälber abgetränkt und am 70. LT abgesetzt. In den Betrieben 2 und 3 (B2, B3) wurde das maximale tägliche TA von 12, 14 und 16 l (B2) sowie 8, 10 und 12 l (B3) MAT bis zum 49. LT angeboten, am 70., 85., 90. bzw. 105. LT (B2) und 60., 65. bzw. 70. LT (B3) wurden die Kälber abgesetzt. Über den Tag verteilt standen bei maximalem TA mindestens sechs Mahlzeiten zu Verfügung, während des Abtränkens wurde die Anzahl reduziert. In allen Betrieben wurde handelsübliches Milchaustauscherpulver (MA) mit 50 % Magermilchanteil eingesetzt (Tabelle A 1). Die Preise zur Berechnung der Kosten der MA sind Angaben der Betriebe für das Jahr 2019.

Heu, Trogfutter und Wasser standen ab der 01. LW zur freien Aufnahme zur Verfügung. Das Trogfutter (Müsli, Kälberaufzuchtfutter, Anwelksilage, Totale Mischration (TMR) und Trocken-TMR) – wurde ad libitum vorgelegt (Tabelle 21). Die Energie- und Nährstoffgehalte von Heu, Anwelksilage und TMR wurden von den Betrieben übermittelt oder stichprobenartig untersucht sowie bei Müsli, Kälberaufzuchtfutter und Trocken-TMR von den Deklarationen übernommen (Tabelle A 2).

Die Kälber aller Untersuchungen gehörten zur Rasse Deutsche Holsteins (DH). Das beobachtete Verhalten wurde bei einem Anrecht von 10 l MAT zusätzlich von zwei Kälbern des Genotyps DH x Fleckvieh (FI) ausgewertet.

Tabelle 20: Haltung und Tränkepläne in den Untersuchungsbetrieben

	Betrieb 1 (B1)	Betrieb 2 (B2)	Betrieb 3 (B3)
Einzelhaltung bis	14. LT	30. LT	10. LT
Haltungsform	Iglu	Iglu	Einzelboxen
Auslauf	mit	mit	ohne
Mischkolostrum, Vollmilch	2 x tgl.	3 x tgl.	2 x tgl.
Gruppenhaltung			
Haltungsform, Einstreu	gesamte Box	Liegefläche	gesamte Box
Anzahl Kälber	max. 15	max. 15	max. 23
max. Altersdifferenz	2 Wochen	2,5 Wochen	2 Wochen
max. Tränkeanrechte	8, 10 l bis 28. LT	12, 14, 16 l bis 49. LT	8, 10, 12 l bis 49. LT
Abtränken bis Absetzen	29. – 70. LT	50. – 70./85./ 90./105. LT	50. – 60./65./ 70. LT
MAT-Konzentration, g MA je l	155 / l Wasser	160 / l Wasser	165 / l Tränke

LT = Lebenstag, MAT = Milchaustauschertränke, MA = Milchaustauscherpulver

Tabelle 21: Zeitraum der Fütterung und Qualität der Beifuttermittel in der Kälberaufzucht in den Untersuchungsbetrieben

Betrieb 1: Tränkeanrecht: 8 und 10 l bis 28. Lebenstag		
Heu	ab 1. LW	1. Schnitt, 8,7 MJ ME, 120 g Rohprotein/kg T
Müsli	1. bis 8. LW	11 MJ ME, 185 g Rohprotein/kg FM
Kälberaufzuchtfutter	ab 8. LW	10,7 MJ ME, 180 g Rohprotein/kg FM
Totale Mischration	ab 8. LW	43 % TS; 10,8 MJ ME, 167 g Rohprotein/kg T
Betrieb 2: Tränkeanrecht: 12, 14 und 16 l bis 49. Lebenstag		
Heu	ab 1. LW	1. Schnitt, 8,7 MJ ME, 124 g Rohprotein/kg T
Trocken-TMR	ab 1. LW	10,7 MJ ME, 160 g Rohprotein/kg FM
Totale Mischration	ab 6. LW	37 % TS; 10,8 MJ ME, 155 g Rohprotein/kg T
Betrieb 3: Tränkeanrecht: 8, 10 und 12 l bis 49. Lebenstag		
Heu	ab 1. LW	8,7 MJ ME, 124 g Rohprotein/kg T
Müsli	1. bis 4. LW	11 MJ ME, 185 g Rohprotein/kg FM
Kälberaufzuchtfutter	ab 5. LW	10,7 MJ ME, 180 g Rohprotein/kg FM
Totale Mischration	ab 5. LW	43,7 % TS; 11,3 MJ ME, 179 g Rohprotein/kg T
Anweltsilage		28 % TS; 10,6 MJ ME, 196 g Rohprotein/kg T

LW = Lebenswoche, MJ ME = Megajoule Umsetzbare Energie, FM = Frischmasse, T = Trockenmasse, TS = Trockensubstanz, TMR = Totale Mischration

Die Angaben zu Inhaltsstoffen der eingesetzten Milchaustauschfuttermittel werden in Tabelle A 1 ausgewiesen. Zur Schätzung der Energiekonzentration wurden die Energiekonzentrationen der einzelnen Komponenten (DLG, 1997) mit

deren jeweiligen Anteilen am Milchaustauscherpulver multipliziert. Aus den so ermittelten Mengen an MJ ME wurde die Summe gebildet.

Die Inhaltsstoffe der in den Betrieben eingesetzten Futtermittel sind in Tabelle 21 und Tabelle A 2 aufgeführt.

In den Betrieben wurden handelsübliche Milchaustauschfuttermittel mit einem Anteil von 50 % Magermilchpulver und ohne pflanzliche Proteinträger verfüttert. In den Betrieben B1 und B2 wurde dasselbe Produkt eines Herstellers eingesetzt, in Betrieb 3 das Produkt eines anderen Herstellers.

3.2 Datenerfassung und -bearbeitung

Parameter des Tränkeverhaltens (Tränkemenge, Besuche an der Tränkestation mit und/oder ohne Anrecht sowie die Sauggeschwindigkeit) wurden mit den Managementprogrammen der Kälbertränkeautomaten CalfGuide (Holm & Laue, Betrieb 2) sowie DairyPlan (GEA, Betrieb 3) erfasst.

Abstammungen und Leistungsdaten (Gesundheit, Fruchtbarkeit) wurden mit dem Programm Herde der dsp-Agrosoft GmbH unter Bereitstellung der Datenbanken der drei Untersuchungsbetriebe erhoben.

Die Konditionsbewertung der Kälber erfolgte nach dem BCS-Schema (nach EDMONSON et al., 1989, ergänzt nach RASCHKE, 2007) von 2013 bis 2016 in sechs landwirtschaftlichen Unternehmen. In den Jahren 2014 bis 2016 wurde von 248 Kälbern in den Betrieben B1, B2 und B3 sowie weiteren 3 Betrieben in Mecklenburg-Vorpommern nach dem Absetzen und zur Geschlechtsreife die Kondition bewertet (Tabelle 22). Die Kälber mit dem 10-I-TA wurden jeweils an beiden Terminen, die anderen Tiere einmal bonitiert.

Tabelle 22: Anzahl Betriebe, bonitierter Tiere und Bonituren in den Tränkevarianten nach Altersgruppen, 2014 – 2016

Variante (TA/d)	Anzahl Betriebe	Anzahl Tiere	Anzahl Bonituren in den Altersgruppen		
			< 5 Mon.	5 – 6 Mon.	∑
8 I	5	67	11	56	67
10 I	4	94	48	59	107
12 I	1	87	61	26	87
gesamt	6	248	120	141	261

TA/d = Tränkeanrecht in I MAT pro Tier und Tag, Mon. = Monate

3.2.1 Eingewöhnung in die Gruppenhaltung mit Tränkeautomaten

Die Betrachtung der Eingewöhnung in die Gruppenhaltung mit Tränkeautomaten umfasst die ersten 15 Tage nach der Einstallung in die Gruppenbox, unabhängig vom Einstallungsalter.

Für diesen Zeitraum wurde in Betrieb B3 die Tränkeaufnahme von 682 Kälbern (Einstellungsalter 10 bis 14 Tage) mit einem Tränkeanrecht von 12 l MAT über die Software der Tränkeautomaten erfasst. Das Verhalten wurde in Betrieb B1 von 11 Kälbern (Einstellungsalter 9 bis 17 Tage) mit einem Tränkeanrecht von 10 l MAT bis zum 28. LT ausgewertet.

3.2.2 Futteraufnahme, Gesundheit und Fruchtbarkeit von Kälbern und Aufzuchtrindern

3.2.2.1 Tränke- und Beifutteraufnahme

In Betrieb B3 wurden mit dem Managementprogramm der Tränkeautomaten (DairyPlan, GEA) Daten zur täglichen Tränkemenge (TM), Anzahl Besuche an der Tränkestation (BA) und Sauggeschwindigkeit (SG) jedes Kalbes erfasst, in B2 erfolgte dies mittels CalfGuide (Holm & Laue) (Tabelle 23). Die Berechnung der Mittelwerte dieser Parameter des Tränkeverhaltens (TM, SG, BA) beziehen sich auf die Tage mit einem maximalen TA nach der Eingewöhnungszeit an die Tränkestation, d. h. vom 15. bis 49. LT.

Tabelle 23: Tierzahlen und Datensätze nach dem Tränkeanrecht

maximales Tränkeanrecht in l pro Tag	14 l MAT	16 l MAT	8 l MAT	10 l MAT	12 l MAT
Untersuchungsbetrieb	B2		B3		
Anzahl Kälber	51	39	197	295	674
Geburtsjahre	2019/20	2019	2014/15	2015/16	2016/17
Geburtsgewicht, in kg	37	38	41,3	40,1	40,5
Anzahl Tränketage	2.125	2.063	9.342	14.050	34.919
Anzahl BA	6.828	6.279	3.510	3.544	34.916
Anzahl Daten zur SG	2.055	2.075	3.513	9.512	34.666

BA = Besuche an der Tränkestation (mit/ohne Anrecht und Abbruch),
SG = Sauggeschwindigkeit

Die Beifutteraufnahme weiblicher Saugkälber wurde in den Betrieben B1, B2 und B3 in Gruppen ermittelt (Tabelle 24). Die aufgenommene Beifutter-Menge wurde täglich durch Ein- und Rückwaage der Beifuttermittel erfasst und die Beifutteraufnahme je Tier und Tag im wöchentlichen Mittel berechnet.

Die Aufnahme an Milchaustauschertränke und Beifuttermitteln wurde für Tränkeanrechte von 10 l bis zum 28. LT (B1, 2015/2016) und von 12 l bis zum 49. LT (B2, 2018 und B3, 2017) erfasst und ausgewertet. In Betrieb B3 erfolgte darüber hinaus eine Bilanzierung der Aufnahme an Energie, Rohprotein und Lysin für drei verschiedene Beifuttervarianten bei einem Tränkeanrecht von 12 l bis zum 49. LT.

Tabelle 24: Anzahl Kälber und Durchgänge sowie eingesetzte Beifuttermittel in der Gruppenfütterung, Betriebe B1, B2, B3

Betrieb	Anzahl Kälber / Fütterungsdurchgänge	Beifuttermittel
B1	22 / 2	Müsli, Kälberaufzuchtfutter, Heu, Anwelksilage, Totale Mischration
B2	19 / 2	Heu, Trockene Totale Mischration, Totale Mischration
B3	23 / 1	Heu, Totale Mischration, Müsli Kälberaufzuchtfutter (Pellets)
B3	46 / 1	Heu, Anwelksilage, Müsli, Kälberaufzuchtfutter (Pellets)

3.2.2.2 Kalkulation des Abtränkens und Absetzens der Kälber

Die Vergleichsbasis „TOP 20“ für die Kalkulation der Abtränkeintensität umfasst die 20% Kälber mit der höchsten täglichen MAT-Aufnahme bei einem TA von 16 l MAT vom 28. bis 49. LT (B2). Für 12 und 14 l Tränkeanrecht bis zum 49. LT wurde das Absetzalter bei unterschiedlicher Abtränkeintensität ermittelt.

3.2.3 Management der Kälberaufzucht

Daten zum Tränkeverhalten (Tränkemenge, TM; Besuche an der Tränkestation, BA; Sauggeschwindigkeit, SG) wurden in Betrieb B2 von 51 Kälbern bei einem TA von 14 l bis zum 49. LT erfasst und bzgl. der Aussagekraft für das Herdenmanagement untersucht.

Aus dem Programm CalfGuide wurden folgende Daten zur Tränkeaufnahme vom 20. bis 85. LT an 2.177 Tagen übernommen, davon an 622 Tagen bis zum 49. LT.

- Tränkeaufnahme je Tier / Tag in l MAT und kg Pulver (MA)
- Besuche an der Tränkestation nach Anrechten und Tränkeaufnahme
 - ohne Aufnahme (Blindbesuche), ohne Anrecht (BBo)
 - ohne Aufnahme (Blindbesuche), mit Anrecht (BBm)
 - mit MAT-Aufnahme
- Sauggeschwindigkeit in l/min

Von 1.149 Kälbern (B3) wurde mit der Tränkemenge (TM, mittlere Tränkeaufnahme in l MAT je Tier und Tag) und den Besuchen an der Tränkestation (BA), jeweils vom 20. bis 49. LT ein dimensionsloser Index Tränkeverhalten (ITV) berechnet, in Klassen unterteilt und in Beziehung zu Leistungsdaten (Gesundheit, Fruchtbarkeit, Tabelle 25) gesetzt.

Index Tränkeverhalten (ITV) = TM + BA

Mittelwerte vom 20. bis 49. Lebenstag bei 8, 10 und 12 l Tränkeanrecht

TM = Mittlere Tränkemenge in l je Tier und Tag

BA = Mittlere Anzahl Besuche an der Tränkestation je Tier und Tag

ITV-Klassen: < 12; ≥ 12 bis < 16; ≥ 16

Tabelle 25: Richtwerte der Aufzuchtkenziffern von DH-Färsen

Parameter	Richtwert
Abgangsrate bis zur Geschlechtsreife	< 7%
KM mit 12 Monaten	330 – 350 kg
KM zum EBA	400 – 420 kg
EBA	13 – 15 Monate (nicht < 13 und nicht > 18 Monate)
Trächtigkeitsrate aus EB	> 70 %
EKA	23 – 25 Monate (nicht < 23 und nicht > 27 Monate)
KM vor der Abkalbung	600 – 630 kg
KM nach der Abkalbung	540 – 570 kg
BCS-Note vor der Abkalbung	3,5 – 3,7
KM des Kalbes zur Geburt	36 – 45 kg
Trächtigkeitsdauer	265 – 290 Tage
Totgeburtenrate	< 6%

KM = Körpermasse, EB = Erstbesamung, EBA = Erstbesamungsalter,
EKA = Erstkalbealter, BCS = Body Condition Score

Quelle: MAIER, C. (2006); ROFFEIS (2010); STEINHÖFEL, I. (2011A); KASKE (2014)

3.2.4 Beobachtung des Verhaltens der Kälber

Das Verhalten weiblicher Saugkälber in der Gruppenhaltung wurde in den Betrieben B1 und B2 zwischen Oktober 2014 und Dezember 2018 mit Kameras des Überwachungssystems VisoTech durchgehend über 24 Stunden täglich vom Tag der Einstallung der ersten Kälber bis zum Ausstallen aufgezeichnet (Abbildungen 12 (a)–(d)). Zeitweilige technisch bedingte Ausfälle wurden bei der Auswertung der Daten berücksichtigt.

Von den in der Auswertung des Verhaltens erfassten 26 Kälbern gehörten 24 zur Rasse Deutsche Holsteins (DH), zwei Kälber waren Kreuzungen aus DH mit Fleckvieh (Tabelle A 3).

Für die statistische Auswertung wurde nach der Methode des „focal sampling“ (Hoy, 2009) das in den Videos aufgezeichnete Verhalten ausgewählter Kälber mit dem Programm Interact der Firma Mangold codiert (Abbildung 13, Tabelle 26), mit diesem und dem Programm Excel 2016 von Microsoft statistisch aufbereitet sowie im Situationsvergleich (nach Hoy, 2009) im Sinne der Öko-Ethologie nach Tränkeanrecht und Lebenswochen ausgewertet (Tabelle 27).



(a)



(b)



(c)



(d)

Abbildungen 12 (a)–(d): Gruppenbuch im Betrieb 1 mit Kameras (a), MAT-Abwurfstation des Tränkeautomaten und Selbsttränke für Wasser (b), Heuraufe und Beifuttertrog (c) sowie Rechentechnik zur Datenspeicherung im Haus mit MAT-Anmischstationen (d)

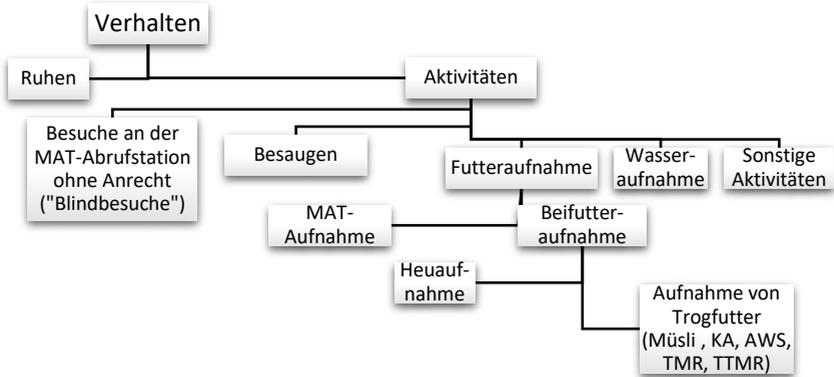


Abbildung 13: Schema der codierten Verhaltenskategorien

(MAT = Milchaustauschertränke, KA = Kälberaufzuchtfutter, AWS = Anweilsilage, TMR = Totale Mischration, TTMR = Trocken-TMR)

Tabelle 26: Verhaltenskategorien und deren Codierung

Verhalten	Codierung des Verhaltens
Ruhem, Schlafen, Wiederkäuem im Liegen	Ruhem
Nahrungsaufnahme	MAT-Aufnahme Beifutteraufnahme (Heu, Trogfutter)
Abweichungen vom Normalverhalten	Besuche an der Tränkestation ohne Anrecht (Blindbesuche), Gegenseitiges Besaugen
Wasseraufnahme Sonstige Aktivitäten: Spiel und Erkundungsverhalten, Eliminationsverhalten, Sozialverhalten	ohne Codierung

Tabelle 27: Auswertung der Videoaufzeichnungen aus den Untersuchungsbetrieben

	Zeitraum	max. TA	DG / Tage	Anzahl Kälber mit GT	Std.
Betrieb 1	03/14 – 04/14	8 l – 28. LT	1 / 225	4 DH	4.655
	09/15 – 01/16	10 l – 28. LT	4 / 297	5 DH, 2 DH x FI	6.730
Betrieb 2	12/17 – 12/18	12 l – 49. LT	5 / 308	15 DH	6.606

TA = Tränkeanrecht, DG = Durchgänge, GT = Genotyp, DH = Deutsche Holsteins, FI = Fleckvieh, Std. = ausgewertete Stunden, LT = Lebenstag

3.3 Statistische Auswertung und Darstellung der Ergebnisse

Nach der Umstallung von der Einzel- in die Gruppenhaltung brauchen Kälber ca. 5 Tage, um einen Tagesrhythmus einzustellen (SCHULDT UND DINSE, 2018B, D; BALTRÖCK, 2019), weshalb die ersten 5 Tage nach der Einstallung in die Gruppenhaltung als Eingewöhnungszeit bezeichnet werden.

Das Futteraufnahmeverhalten der Kälber ändert sich, unabhängig von Tränkeanrecht und Beginn des Abtränkens, nach der 07. Lebenswoche (FRIETEN, 2018; SCHULDT UND DINSE, 2018D, 2019A). Das Ruheverhalten entwickelt sich hinsichtlich der Dauer der Liege- und Stehperioden bis zur 07. Lebenswoche (SCHEURMANN, 1971). Deshalb wird in diesen Untersuchungen zwischen den Altersabschnitten „Eingewöhnungszeit bis 49. Lebenstag, bzw. 02. bis 07. Lebenswoche“, sowie „50. Lebenstag bis zum Absetzen“ unterschieden.

Das codierte Verhalten der erfassten Kälber in den Betrieben B1 und B2 wurde mit den Programmen Interact der Firma Mangold sowie Excel 2016 von Microsoft statistisch aufbereitet und im Situationsvergleich (nach Hoy et al., 2009) bei 8, 10 und 12 l Tränkeanrecht ausgewertet. Es werden statistische Parameter (Mittelwerte, Minima, Maxima, Standardabweichung und -fehler sowie Anteile von Dauer und Anzahl je Zeiteinheit) der Kategorien Ruhe- und Futteraufnahmeverhalten, sonstige Aktivitäten sowie Abweichungen vom Normalverhalten berechnet und in Tabellen bzw. Diagrammen dargestellt. Die Parameter wurden im Sinne der Öko-Ethologie nach Anzahl und Dauer je Aktivität und Tag sowie im Tagesverlauf nach Tränkeanrecht und Lebenswochen ausgewertet.

Die „sonstigen Aktivitäten“ umfassen Verhaltensweisen, die nicht mit der Futter- oder Wasseraufnahme verbunden sind, wie Spiel- und Sozialverhalten, Kalb-Kalb-Kontakte, gegenseitiges Belecken, Erkundungs- und Eliminationsverhalten.

Das Besaugen wurde nur für Kälber der Rasse DH ausgewertet.

Das Verhalten beim Abtränken von der MAT-Tränke wurde, in Betrieb 2 bei einem Tränkeanrecht von 12 l bis zum 49. LT, zwischen Durchgängen mit einer Dauer von 56 Tagen (2 Durchgänge mit $n = 5$ Kälbern, Absetzen am 106. LT) vs. 21 Tagen (3 Durchgänge mit $n = 9$ Kälbern, Absetzen am 71. LT) verglichen.

Mit dem Programm Excel 2016 von Microsoft wurden alle Daten statistisch berechnet und in Diagrammen und Tabellen dargestellt. Signifikanzen sind gekennzeichnet mit $p < 0,05$, $p < 0,01$ und $p < 0,001$.

3.4 Definitionen

In Tabelle 28 sind die Parameter und ihre Abkürzungen definiert, die in dieser Schrift ausgewertet werden.

Tabelle 28: Abkürzungen und Definitionen für die in der Auswertung verwendeten Parameter

Parameter	Abk.	Definition
Tränkeaufnahme		
Tränkemenge	TM	aufgenommene Tränkemenge je Zeiteinheit, in l
Tränketag	TT	Tag, an dem Daten zur Tränkeaufnahme erfasst wurde, in Tagen
Tränkedauer	TD	Dauer der Tränkeaufnahme je Zeiteinheit
Besuche an der Tränkestation	BA	Besuche mit/ohne Tränkeanrecht bzw. mit/ohne Tränkeaufnahme
ohne Aufnahme, ohne Anrecht	BBo	Besuche ohne Tränkeanrecht und ohne Tränkeaufnahme
ohne Aufnahme, mit Anrecht	BBm	Besuche mit Tränkeanrecht und ohne Tränkeaufnahme
mit MAT-Aufnahme	Bmm	Besuche mit Tränkeaufnahme
Sauggeschwindigkeit	SG	Tränkemenge während eines Besuches, in l/min
Index Tränkeverhalten	ITV	ITV = TM + BA
Fruchtbarkeit		
Erstbesamungsalter	EBA	Alter zur 1. Belegung, in Monaten
Erstkalbealter	EKA	Alter zur 1. Kalbung, in Monaten
Totgeburtenrate	TGR	Anteil toter Kälber bis 48 h p. n., in %
Leichtgeburtenrate	LGR	Anteil ohne Hilfe geborener Kälber, in %
Gesundheit		
Abgangsrate		Anteil Abgänge ohne Verkauf, in %
Abgangsalter		Intervall Geburt – Abgang, in Monaten
Erkrankungen		Anzahl Erkrankungen pro Tier
Erkrankungsrate		Anteil erkrankter Tiere, in %
Erkrankungsdauer		Anzahl Krankentage pro Tier
Milchleistung		
Milchmenge	MM	Gemolkene Milch, in kg
Laktationseffektivität	Lakt.Eff.	MM je Melktag bzw. je Laktationstag

h = Stunden, p. n. = postnatal, LT = Lebenstag

4 Ergebnisse

4.1 Eingewöhnung in die Gruppenhaltung mit Tränkeautomaten

4.1.1 Tränkeaufnahme in der Eingewöhnungszeit

Um die Gewöhnung an die freie Tränkeaufnahme an der Abrufstation des Tränkeautomaten zu untersuchen, wurden Parameter der Tränkeaufnahme in Betrieb B3 von 640 Kälbern vom 01. bis 15. Tag in der Gruppenhaltung bei einem maximalen Tränkeanrecht von 12 l bis zum 49. LT untersucht.

Die Kälber besuchen i. d. R. fünf bis sechs Mal am Tag die Abrufstation, um MAT aufzunehmen (Abbildung 14). Dieser Rhythmus ist nach drei Tagen eingestellt und verändert sich bis zum 15. Tag nicht mehr.

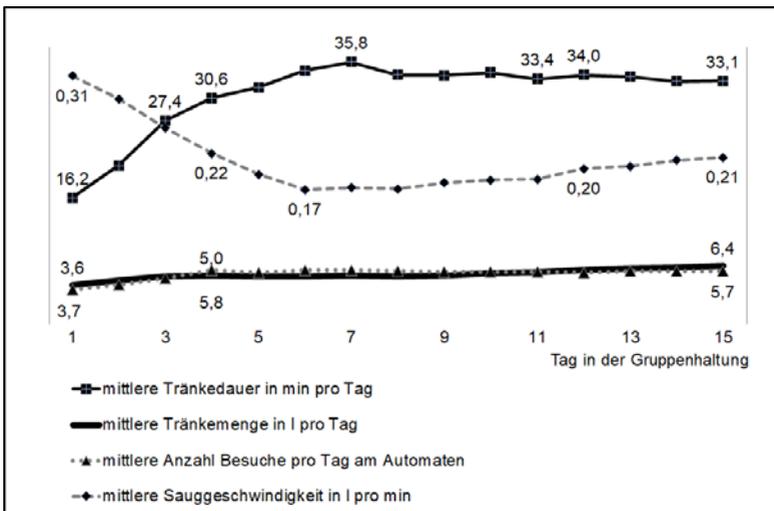


Abbildung 14: Tränkeaufnahme und -verhalten von weiblichen Kälbern bei 12 l Tränkeanrecht in der Eingewöhnungszeit an der MAT-Abrufstation, n = 640

An den ersten zwei Tagen saugen die Kälber sehr schnell und stehen pro Tag insgesamt nur etwa 20 min an der Abrufstation. In dem Maße, wie die Tiere die MAT-Aufnahme steigern, sinkt die Sauggeschwindigkeit (SG) und die Tränkedauer (TD) steigt an. Zum Ende der ersten Woche in der Gruppenhaltung steigt die tägliche TD bis auf den höchsten Wert von 35,8 min im Durchschnitt und

die mittlere SG erreicht den niedrigsten Wert (0,17 l/min). Ab der zweiten Woche steigt die mittlere Geschwindigkeit, mit der die MAT aufgenommen wird, allmählich bis auf 0,20 l/min und die mittlere tägliche TD pro Kalb sinkt auf durchschnittlich 33 bis 34 min. Beide Parameter bleiben bis zum 15. Tag auf diesem Niveau.

4.1.2 Verhalten der Kälber in der Eingewöhnungszeit

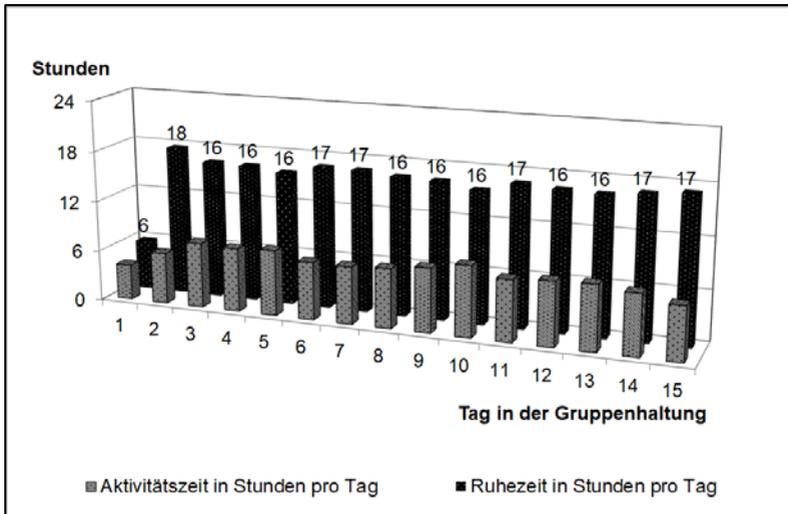
Das Verhalten in den ersten 15 Tagen in der Gruppenhaltung wurde von 11 Kälbern des Betriebes B1 bei einem Anrecht von 10 l MAT bis zum 28. Lebenstag (LT) ausgewertet.

Am ersten Tag der Umstallung von der Einzelhaltung im Iglu in die Gruppenhaltung ruhen die Kälber nur wenig (Abbildungen 15 (a), (b)). Am Tag 02 folgen lange, ausgiebige Ruhezeiten. Anschließend stellen sich tägliche Gesamtruhezeiten von 16 bis 17 Stunden (Std.) ein. In den Nachtstunden, von 00:00 Uhr bis 04:00 Uhr, wurden lange Ruheperioden von 83 bis 88 min beobachtet (Abbildung 15 (b)). Über den Tag verteilt dauern die einzelnen Ruheperioden 31 bis 56 min.

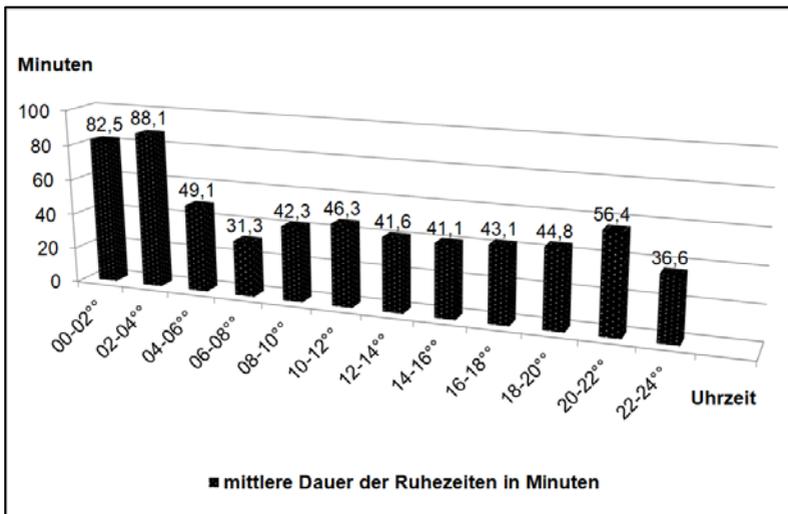
Der Vergleich von Dauer und Anzahl der Besuche an der Abrufstation zeigt einen Anstieg in der ersten Woche und eine abnehmende Tendenz in der zweiten Woche (Abbildungen 16 (a), (b); Tabelle A 4). Eine MAT-Aufnahme dauert zwischen dem 02. Tag und dem Ende der ersten Woche 6,8 bis 8,3 Minuten, danach bleibt sie bis zum 15. Tag konstant bei ca. sechs bis sieben Minuten. Den Rhythmus der Tränkeaufnahme haben die Kälber am 06. Tag eingestellt, die Anzahl bewegt sich dann zwischen vier und sieben Mahlzeiten am Tag.

Über die Besuche ohne Anrecht (Blindbesuche) lernen die Kälber, wann sie MAT aufnehmen können. Bis zum 05. Tag steigt die Anzahl der Blindbesuche bis auf 15 am Tag an. Von Tag 06 bis 10 suchen die Kälber 11- bis 14-mal am Tag die Tränkestation vergeblich auf. Danach sinkt die Anzahl, vom 13. bis 15. Tag sind es jeweils acht.

Die Beifutteraufnahme steigt vom ersten bis dritten Tag von einzelnen kurzen Perioden auf maximal 23 Mahlzeiten an Trog und Raufe über jeweils etwa 2 bis 3 Minuten an und bleibt bis zum 08. Tag auf diesem Niveau (Abbildungen 17 (a), (b) und Tabelle A 6). In der 02. Lebenswoche (LW) werden in der Anzahl der Mahlzeiten Spitzenwerte von 38 Aufnahmen eines Kalbes am 09. LT erreicht, die Dauer bleibt bei durchschnittlich 2 bis 3 Minuten (Tabelle A 5, Tabelle A 6).

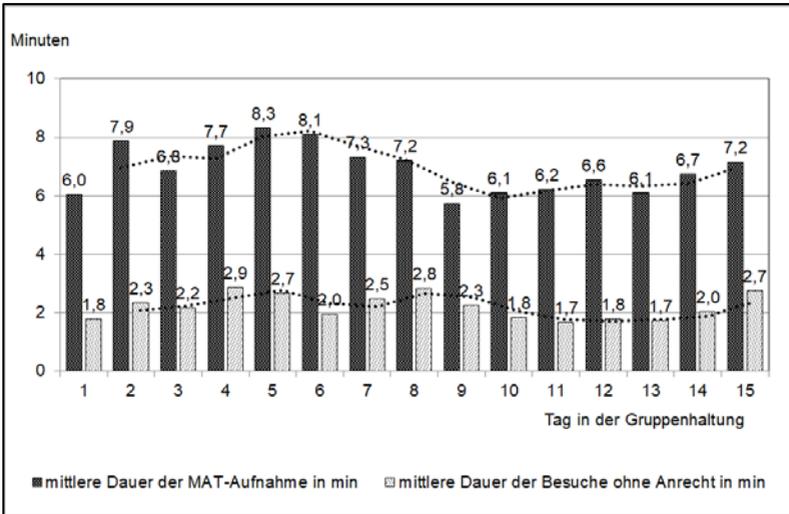


(a)

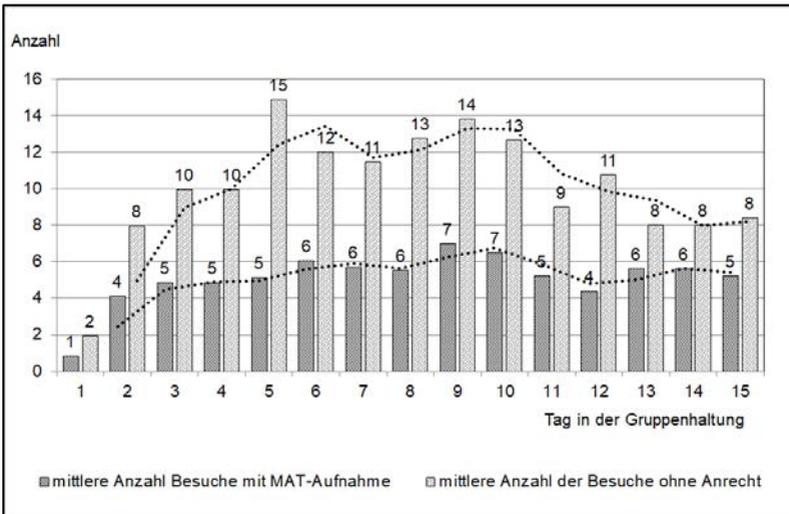


(b)

Abbildungen 15 (a), (b): (a) Mittlere Aktivitäts- und Ruhezeiten der Kälber in Stunden pro Tag sowie (b) durchschnittliche Ruhezeiten im Tagesverlauf der Eingewöhnungszeit (03. bis 15. Tag), $n = 11$ Kälber

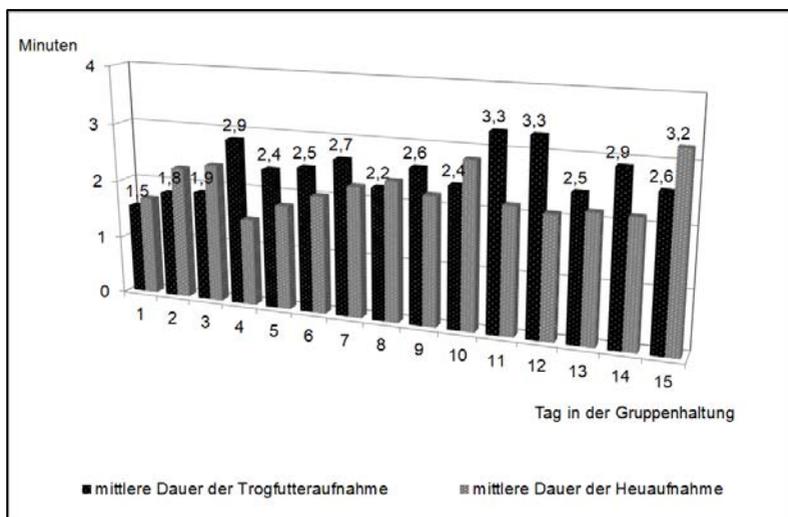


(a)

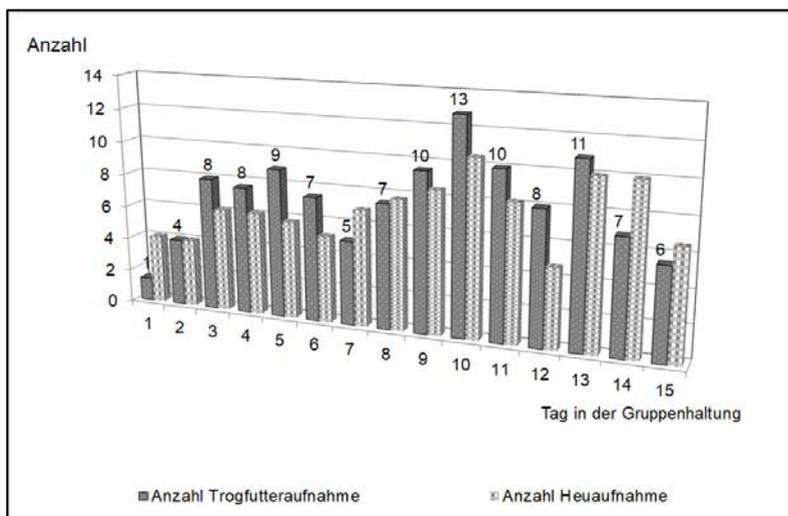


(b)

Abbildungen 16 (a), (b): Mittlere (a) Dauer und (b) Anzahl der Besuche mit und ohne Anrecht an der Tränkestation, Differenzen der Dauer ohne Anrecht zur MAT-Aufnahme: signifikant mit $p < 0,01$, Ausnahme: Tag 7, Trendlinien: gleitendes Mittel über 2 Tage, $n = 11$ Kälber



(a)



(b)

Abbildungen 17 (a), (b): Mittlere (a) Dauer und (b) Häufigkeit der Beifutteraufnahme, $n = 11$ Kälber

4.2 Tränke- und Beifutteraufnahme vom 10. bis 65. Lebenstag bei Tränkeanrechten von 8 l, 10 l und 12 l MAT bis zum 49. Lebenstag

4.2.1 Tränkeaufnahme und Besuche an der Tränkestation

Die Angabe des Tränkeanrechts (TA) bezieht sich jeweils auf das maximale tägliche MAT-Anrecht bis zum 49. LT.

Bei der Umstellung von 8 auf 10 l TA wurden 14 Kälber zunächst mit dem geringeren TA in die Gruppenhaltung umgestellt (Abbildung 18). Die Kälber waren unterschiedlich alt, das jüngste Kalb wurde beginnend mit dem 20. LT umgestellt und das älteste mit dem 41. LT. Der Kurvenverlauf der mittleren Tränkeaufnahme zeigt einen gleichmäßigen Anstieg. Die Kälber haben ohne Probleme bei höherem Anrecht mehr MAT aufgenommen.

Die weitere Erhöhung des TA von 10 auf 12 l MAT und die vom 60. bis zum 65. LT verlängerte Abtränkphase zeigt einen analogen Verlauf der mittleren Tränkeaufnahme (Abbildung 19). Bis zum ca. 30. LT steigt die MAT-Aufnahme, wobei der stärkste Anstieg während der fünf Tage Eingewöhnungszeit zu verzeichnen ist. Vom 30. bis 40. LT steigt die MAT-Aufnahme weiterhin, jedoch nicht mehr so stark und bleibt danach ab dem ca. 40. LT auf einem Niveau von etwa 8 l MAT im Durchschnitt bis zum Beginn des Abtränkens am 50. LT.

Bei einer Konzentration der MAT von 165 g MA je l Tränke nahmen die 12-l-Kälber insgesamt 48,2 kg MA auf. Bei dem 10-l-TA bis zum 49. LT waren es 45,9 kg MA und bei dem 8-l-TA 38,9 kg MA. Im Tagesmittel wurden vom 15. bis 49. LT 0,96 kg MA von den 12-l-Kälbern, 1,06 kg von den 10-l-Kälbern und 0,98 kg MA von den 8-l-Kälbern aufgenommen.

Bei einem hohen TA von 12 l MAT bis zum 49. LT suchen die Kälber die Tränkestation im Mittel 5,8-mal auf (Abbildung 20). Bei einem geringeren Anrecht von 10 l MAT pro Tag steigt die Zahl der Besuche ab dem 35. LT auf 8,3 bis 9,1 am 48. LT. In der Abtränkphase, ab dem 50. LT, steigen auch die Besuche bei dem 12-l-MAT-Anrecht an.

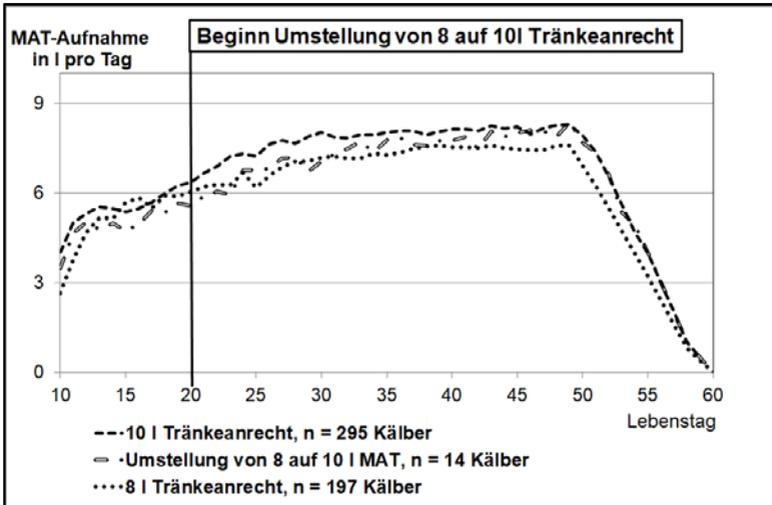


Abbildung 18: Mittlere tägliche Tränkeaufnahme in l MAT vom 10. bis 60. Lebensstag bei Umstellung des Tränkeanrechts von 8 l auf 10 l MAT bis zum 49. Lebensstag

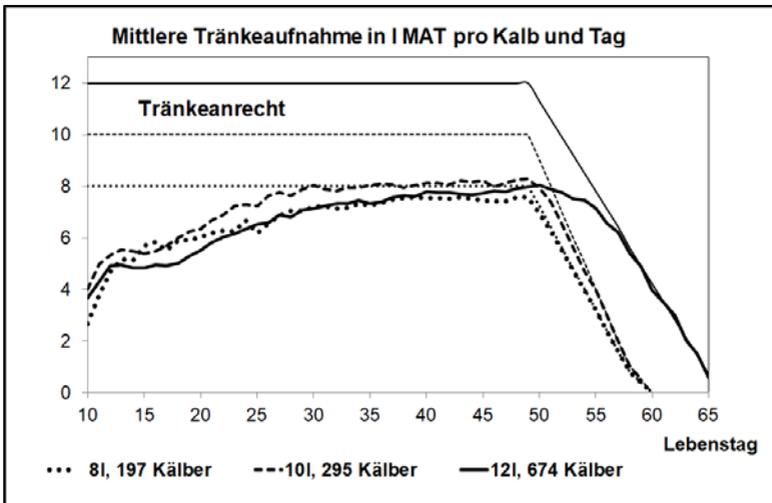


Abbildung 19: Mittlere tägliche Tränkeaufnahme in l MAT vom 10. bis 65. Lebensstag bei Tränkeanrechten von 8 l, 10 l und 12 l MAT bis zum 49. Lebensstag

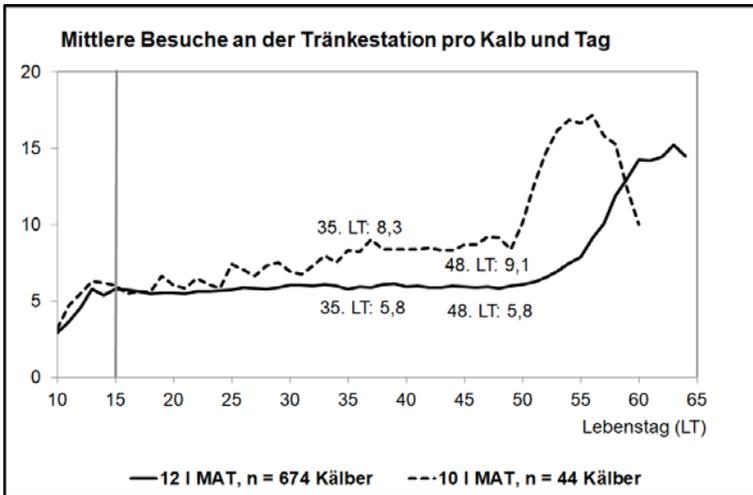


Abbildung 20: Mittlere Anzahl Besuche an der Tränkestation vom 10. bis 65. Lebenstag bei Tränkeanrechten von 10 l und 12 l MAT bis zum 49. Lebenstag, Signifikanz: 10 l vs. 12 l 35. bis 58. Tag mit $p < 0,05$

4.2.2 Tränkeaufnahme in Abhängigkeit vom Tränkeanrecht

Die Tränkeaufnahme wurde bei Tränkeanrechten (TA) von 8, 10 und 12 l MAT pro Tier und Tag bis zum 49. LT und Absetzen bis zum 65. LT erfasst. Es wird der Anteil Tränketage (TT) ausgewiesen, an dem die Kälber im Mittel die jeweilige Tränkemenge (TM) in l MAT pro Tag aufgenommen haben. Die mittlere TM je TT wurde vom 15. bis 49. LT betrachtet, somit in der Zeit des maximalen TA und nach der Eingewöhnungszeit in die Gruppenhaltung mit Tränkestation.

Kälber mit einem TA von maximal 8 l pro Tag nahmen an 59% der TT die zur Verfügung stehende Tränke auf (Abbildung 21). An 26% der TT wird bei einem täglichen TA von 10 l MAT von den Kälbern das volle Anrecht in Anspruch genommen, zu 52% sind es 8 l und mehr. Bei dem 12-l-TA wird an nur 3% der TT das maximale TA abgerufen, 10 l bis < 12 l MAT sind es an 10% der TT.

Bei einem TA von 8 l MAT pro Tag nahmen 90% der Kälber mehr als 6 l Tränke am Tag auf, davon nur 3% im Tagesmittel das volle Anrecht. 10% der Kälber hatten mittlere Tränkeaufnahmen von weniger als 6 l am Tag (Abbildung 22). Bei einem täglichen TA von 10 l und 12 l MAT hat kein Kalb vom 15. bis 49. LT im Durchschnitt das jeweils volle Anrecht abgerufen. Eine mittlere tägliche TM von mehr als 10 l MAT nahm 1% der Kälber mit dem höchsten TA von 12 l MAT

auf. Weniger als 6 l MAT im Mittel wurden bei dem TA von 10 l MAT bis zum 49. LT bei 13% der Kälber registriert, bei dem TA von 12 l waren es 29%.

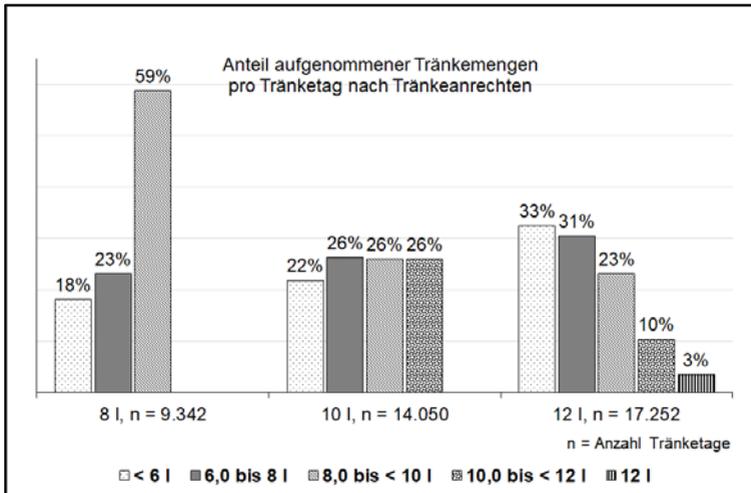


Abbildung 21: Anteil aufgenommener Tränkemengen pro Tränketag bei täglichen Tränkeanrechten von 8 l, 10 l und 12 l MAT vom 15. bis 49. Lebenstag

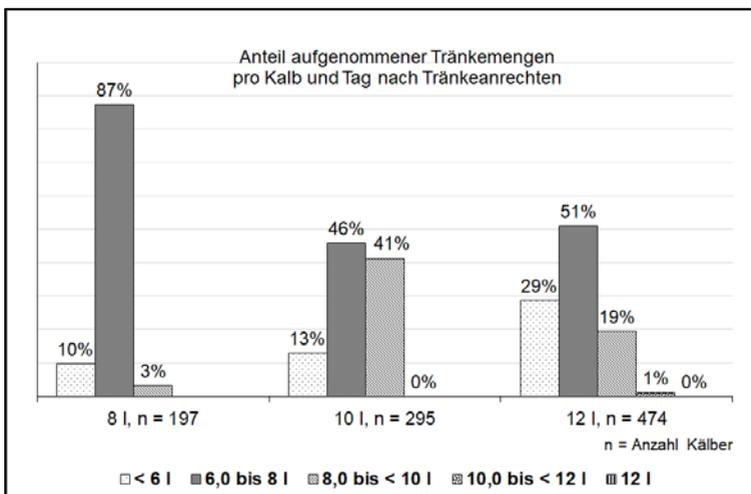


Abbildung 22: Anteil aufgenommener Tränkemenge pro Kalb bei täglichen Tränkeanrechten von 8 l, 10 l und 12 l MAT vom 15. bis 49. Lebenstag

4.2.3 Tränkeaufnahmeverhalten bei verschiedenen Tränkeanrechten

In der gesamten mittleren Dauer der Tränkeaufnahme unterscheiden sich die TA durch den Beginn des Abtränkens (Abbildung 23). Bei einem TA von 8 l MAT bis zum 28. LT liegt die mittlere Gesamtdauer der MAT-Aufnahme nach der Eingewöhnungszeit bis zur 06. LW bei 33,0 bis 38,0 min pro Tier und Tag. Für die TA 10 l MAT bis 28. LT wurden in dieser Zeit 19,4 bis 42,6 min registriert und bei einem TA von 12 l MAT bis 49. LT 21,5 bis 26,3 min. Während bei dem höchsten Anrecht erst in der 10. LW ein deutlicher, signifikanter Rückgang auf 17,6 min im Tagesmittel erfolgt, beginnt dieser bei einem 10-l-TA bis zum 28. LT in der 08. LW und bei dem geringsten TA in der 07. LW (Tabelle A 7). Die geringere tägliche Dauer der MAT-Aufnahme ist bei dem 10-l-TA zwischen den Mittelwerten der 08. bis 10. LW vs. 03. bis 07. LW signifikant, bei dem geringsten Anrecht ist dies nicht der Fall (Tabelle A 7).

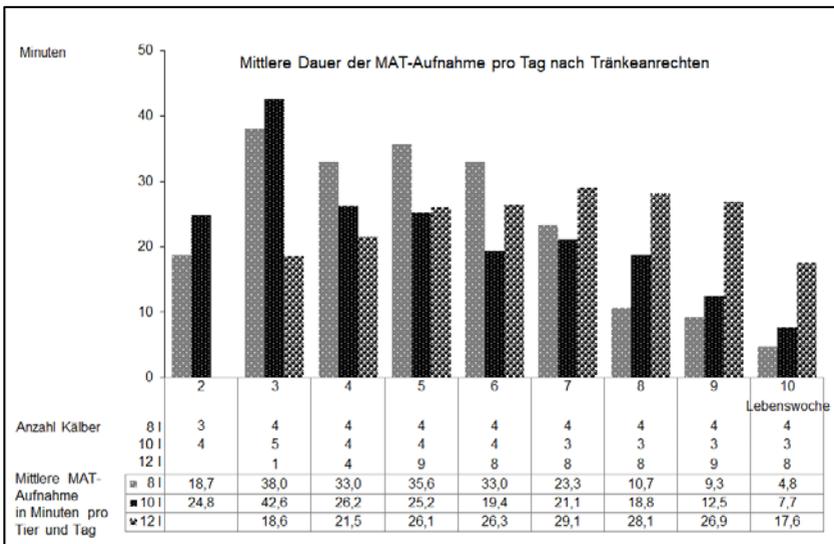


Abbildung 23: Mittlere MAT-Aufnahme in Minuten pro Tier und Tag nach Tränkeanrechten und Lebenswochen, 02. bis 10. Lebenswoche, Absetzen am 70. Lebenstag bei 8 l, 10 l MAT-Tränkeanrecht bis 28. und 12 l MAT-Tränkeanrecht bis 49. Lebenstag

Eine MAT-Mahlzeit dauert bei allen TA nach der Gewöhnung an die selbstständige Tränkeaufnahme vier bis acht Minuten mit abnehmender Tendenz (Abbildung 24). Die Dauer der MAT-Mahlzeiten bewegt sich bei dem höchsten Anrecht von der 03. bis 10. LW auf gleichem Niveau zwischen 4,1 und 4,9 Minuten pro Mahlzeit. Bei den TA mit dem Beginn des Abtränkens am 29. Tag ist die Dauer der MAT-Aufnahmen rückläufig von 7,2 bzw. 8,4 in der 03. LW bis 5,8 bzw. 3,2 Minuten pro Mahlzeit im Wochenmittel zum Ende der Tränkeperiode. Die Anzahl der Tränkeaufnahmen beträgt nach der Eingewöhnung bei den TA von 8 bzw. 10 I MAT bis zum 28. LT 4,0 bis 6,7 Mahlzeiten im Tagesmittel (Ausnahme 06. LW 10 I TA). Bei dem 8-I-TA geht die Anzahl der Mahlzeiten von der 06. LW an von 6,5 auf 1,1 zurück, bei dem 10-I-TA erst ab der 07. LW von 4,0 auf 2,5. Bei dem 12-I-TA werden 5,3 bis 6,1 Mahlzeiten bis zur 09. LW ausgewiesen, in der 10. LW sind es 3,5 im Durchschnitt eines Tages.

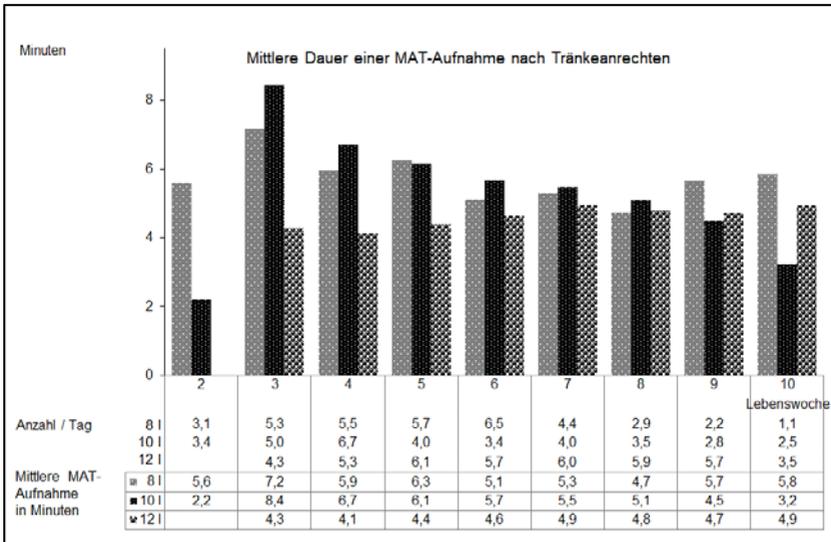


Abbildung 24: Mittlere Anzahl und Dauer der MAT-Aufnahmen nach Tränkeanrechten und Lebenswochen, 02. bis 10. Lebenswoche, Absetzen am 70. Lebenstag bei 8 I, 10 I MAT-Tränkeanrecht bis 28. und 12 I MAT-Tränkeanrecht bis 49. Lebenstag, n = 22 Kälber

4.2.4 Besuche an der Tränkestation ohne Tränkeanrecht

Kälber mit einem TA von 12 l wenden bis zum Ende der 07. LW insgesamt nur 2,0 bis 4,6 Minuten pro Tag für Besuche ohne Anrecht an der Tränkestation auf (Abbildung 25). Dem stehen 12,5 bis 30,5 und 9,8 bis 32,3 Minuten bei 8 l bzw. 10 l TA bis zum 28. LT gegenüber. Die Zahl der vergeblichen Besuche an der Tränkestation beträgt in diesem Zeitraum bei dem höchsten TA weniger als 1/3 im Vergleich mit dem geringsten TA. In der Abtränkephase steigt die Anzahl der Besuche ohne Anrecht auf das Niveau der anderen beiden TA, in der 10. LW liegen sie sogar darüber.

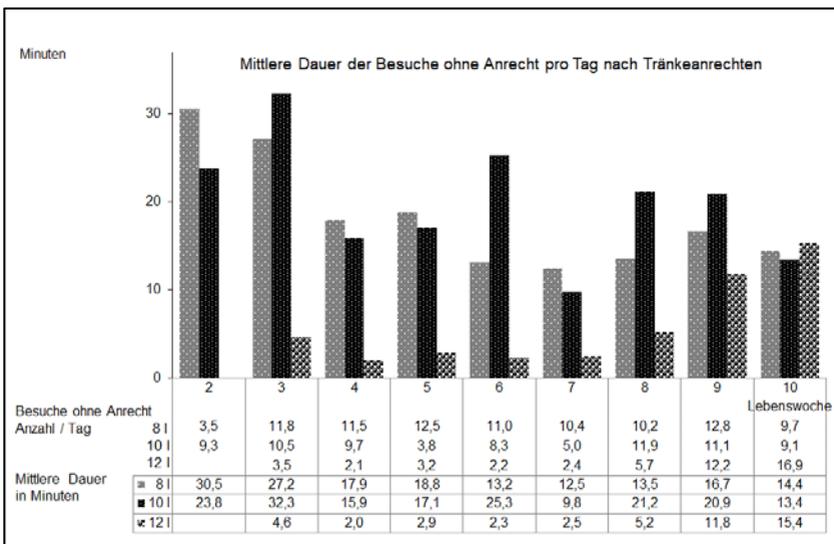


Abbildung 25: Mittlere Anzahl und Dauer in Minuten der Besuche ohne Anrecht an der Tränkestation pro Tier und Tag nach Tränkeanrechten und Lebenswochen, 02. bis 10. Lebenswoche, Absetzen am 70. Lebenstag bei 8 l, 10 l MAT-Tränkeanrecht bis 28. und 12 l MAT-Tränkeanrecht bis 49. Lebenstag, n = 22 Kälber

Die 12-l-Kälber stehen über die gesamte Tränkephase durchschnittlich etwa eine Minute vergeblich an der Tränkestation (Abbildung 26). Bei den 8-l-Kälbern dauern die Besuche ohne Anrecht im Durchschnitt 1,2 und 2,3 Minuten, bei den 10-l-Kälbern mit 1,6 bis 3,5 Minuten etwas länger.

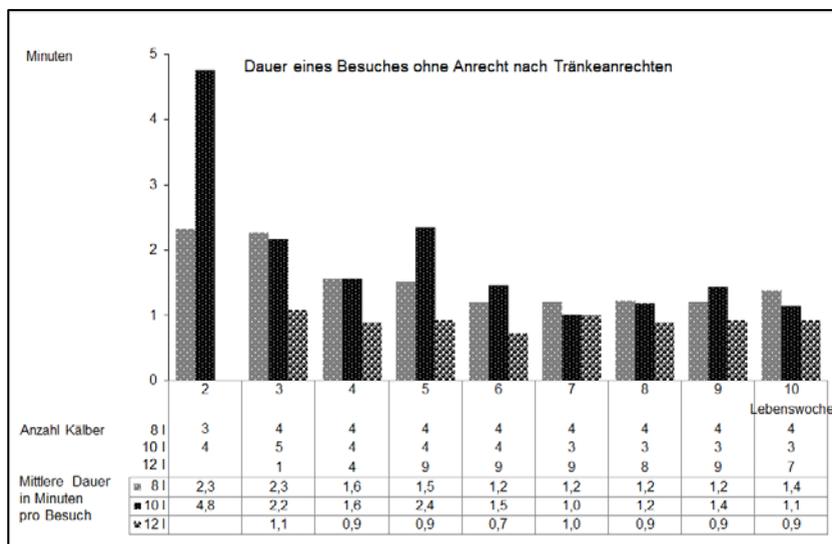


Abbildung 26: Mittlere Dauer der Besuche ohne Anrecht an der Tränkestation in Minuten pro Besuch nach Tränkeanrechten und Lebenswochen, 02. bis 10. Lebenswoche, Absetzen am 70. Lebenstag bei 8 I, 10 I MAT-Tränkeanrecht bis 28. und 12 I MAT-Tränkeanrecht bis 49. Lebenstag

4.2.5 Beziehungen zwischen dem Tränkeanrecht und der Gesundheit der Kälber

Eine Erhöhung des Tränkeanrechts der Kälber von 8 auf 10 bzw. 12 I MAT bis zum 49. LT führt zu einem signifikanten Anstieg der Kondition nach dem Absetzen und bis zur Geschlechtsreife (Abbildung 27).

Durch die Erhöhung des maximalen TA von 8 auf 10 bzw. 12 I MAT erhöhte sich der Anteil Kälber ohne Erkrankungen bis zur Geschlechtsreife von 7% auf 29 bzw. 28% (Abbildung 28). Der Anteil Kälber mit mehr als zwei Erkrankungen wurde um 17 bzw. 15 Prozentpunkte reduziert. Die Abgänge sind jedoch auf dem Niveau von 10% gleichgeblieben.

Bis zur Geschlechtsreife erkrankten 93% der Kälber mit einem TA von 8 I MAT bis zum 49. LT, durch die Erhöhung des TA ging dieser Anteil von 92,9 auf 70,8 bzw. 71,6% zurück (Abbildung 29). Die mittlere Anzahl Krankentage sank signifikant von 3,7 auf 1,8 bzw. 1,9 pro Kalb. Insbesondere die Erkrankungen des Magen-Darm-Traktes (MD) wurden signifikant reduziert, sowohl hinsichtlich der

Erkrankungsrate (70 % vs. 20–19 %) als auch in der Dauer der Erkrankungen (2,1 Tage vs. 1,2 Tage).

Für den höheren Aufwand an MA-Pulver für den Mehrverbrauch an MAT ist bei einem Anstieg des TA von 8 auf 10–12 l bis zum 49. LT mit Kosten von 16,00 bis 23,00 € zu kalkulieren, wenn pro kg MA-Pulver mit einem Magermilchanteil von 50 % mit 2,30 € gerechnet wird (Abbildung 30). Für eine Kälbererkrankung veranschlagt EILERS (2015) Kosten von ca. 100 €. Somit ergeben sich signifikante Mehrkosten durch Erkrankungen bei einem TA von 8 l bis zum 49. LT von 96 bzw. 81 € pro Kalb gegenüber TA von 10 bzw. 12 l MAT.

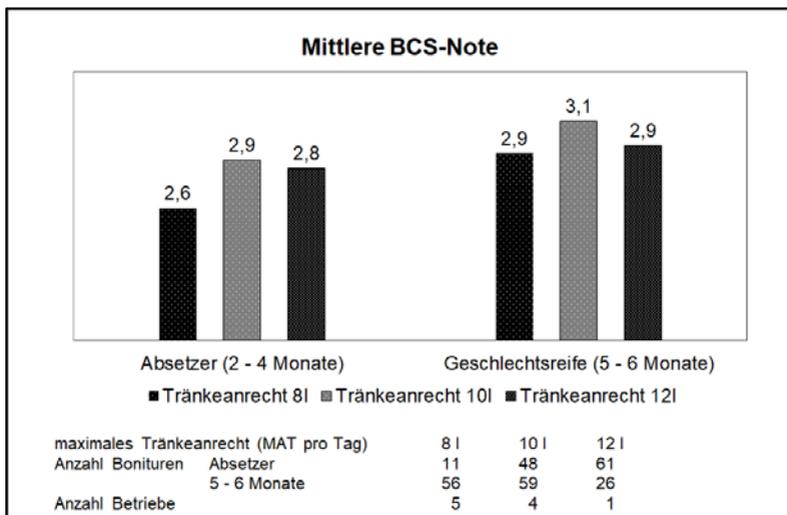


Abbildung 27: Mittlere BCS-Konditionsnoten von Kälbern nach der Aufzucht mit täglichen Tränkeanrechten von 8 l, 10 l und 12 l MAT vom 15. bis 49. Lebensstag, Signifikanz: Absetzer: 8 l vs. 10, 12 l mit $p < 0,001$; 5 – 6 Monate: 8 l vs. 10 l mit $p < 0,05$

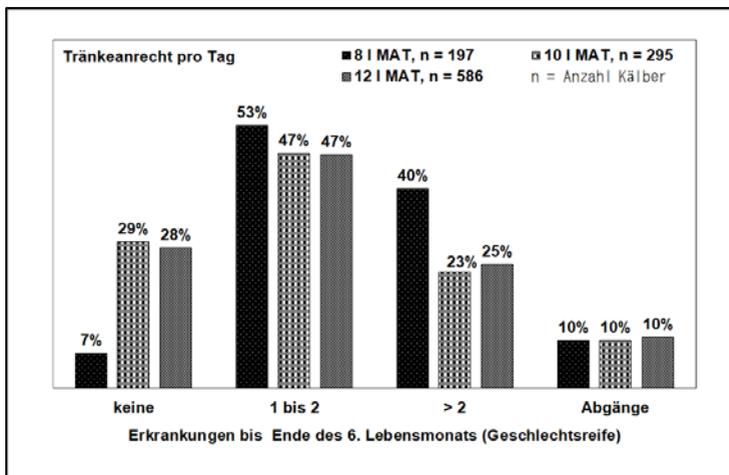


Abbildung 28: Erkrankungen pro Kalb und Abgänge bis zum Ende des 6. Lebensmonats (Geschlechtsreife) bei täglichen Tränkeanrechten von 8 l, 10 l und 12 l MAT vom 15. bis 49. Lebenstag

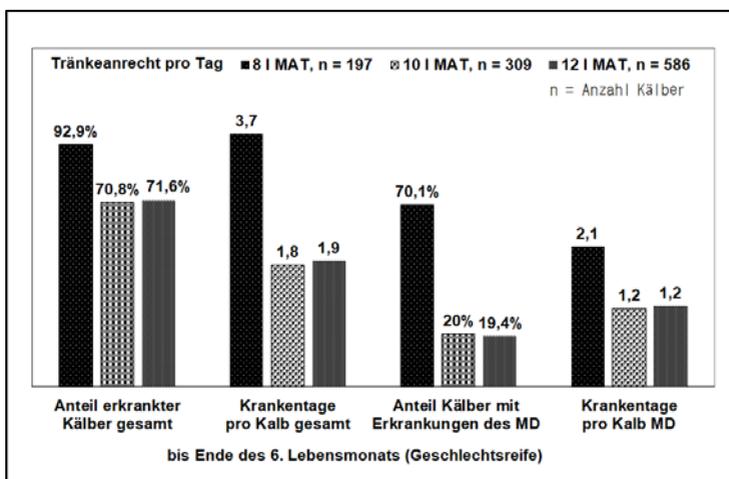


Abbildung 29: Erkrankungen und Krankentage gesamt und des Magen-Darm-Traktes (MD) pro Kalb bis zum Ende des 6. Lebensmonats (Geschlechtsreife) bei täglichen Tränkeanrechten von 8 l, 10 l und 12 l MAT vom 15. bis 49. Lebenstag, Signifikanz: Krankentage gesamt, MD: 8 l vs. 10 l, 12 l mit $p < 0,001$ und MD Anzahl: 8 l vs. 10 l mit $p < 0,05$, 8 l vs. 12 l mit $p < 0,001$

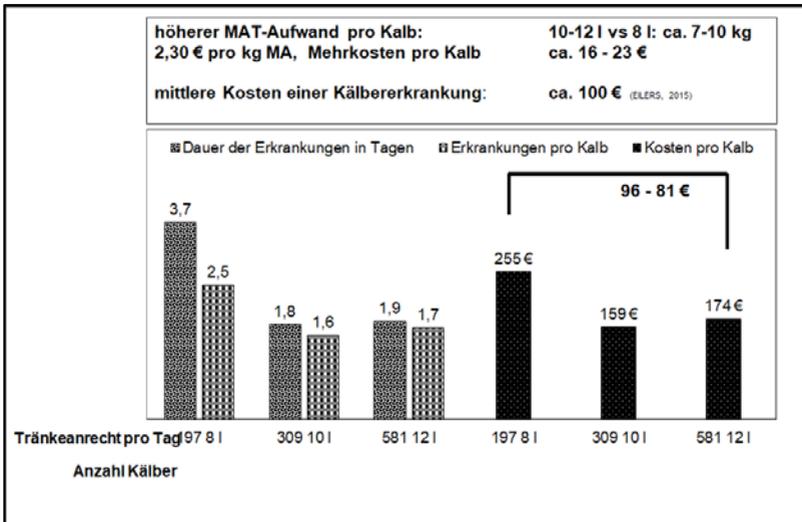
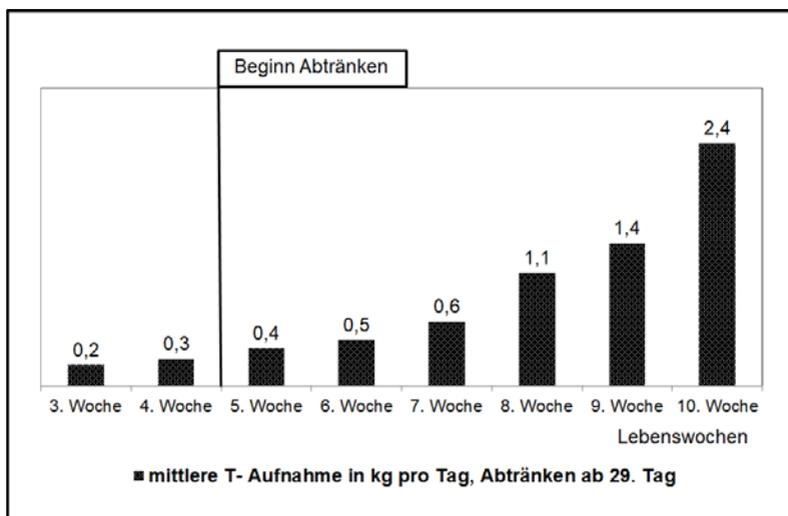


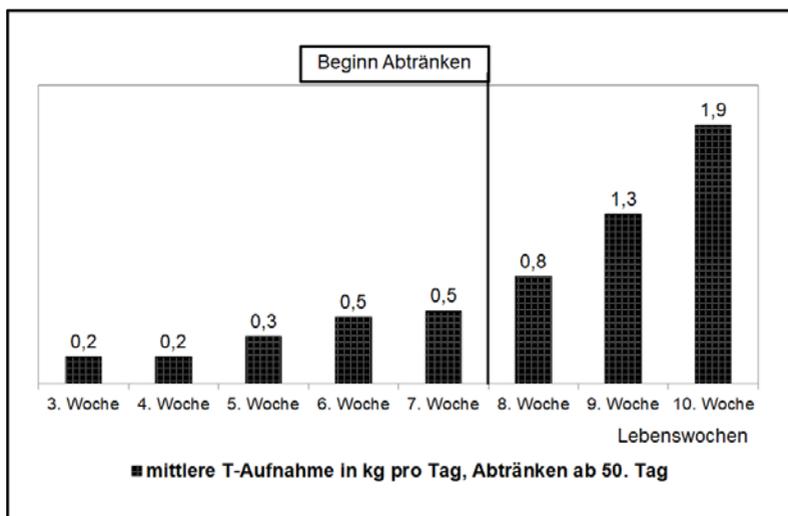
Abbildung 30: Mittlere Dauer, Anzahl und Kosten der Erkrankungen pro Kalb bei Tränkeanrechten von 8 I, 10 I und 12 I MAT bis zum 49. Lebenstag, Signifikanz: 8 I vs. 10 I, 12 I mit $p < 0,001$

4.2.6 Beifutteraufnahme bei Tränkeanrechten von 10 I MAT bis zum 28. Lebenstag und 12 I MAT bis zum 49. Lebenstag

Unabhängig von Tränkeanrecht und Beginn des Abtränkens steigt die aufgenommene Menge an Beifutter mit Beginn der 08. LW (Abbildungen 31 (a), (b)). Dabei ist erst beginnend in der 09. und deutlich in der 10. LW eine wesentliche Zunahme der Trockenmasse-Aufnahme zu verzeichnen. Auch hinsichtlich der mittleren Dauer der Beifutteraufnahme pro Tier und Tag zeigt sich ein deutlicher Anstieg erst mit Beginn der 08. LW, auch hier unabhängig von TA und Beginn des Abtränkens (Abbildungen 32 (a), (b)). Bis zum Ende der 07. LW nehmen die Kälber 0,2 bis 0,6 kg Trockenmasse (T) aus dem Beifutter über 0,4 bis 1,5 Std. am Tag aus Trog und Raufe auf, erst ab der 08. LW steigt die Beifutteraufnahme an. Die dann um 0,5 kg höhere mittlere tägliche Beifutteraufnahme der Kälber mit 10 I TA spiegelt sich auch in der höheren Dauer der Aufnahme wider: 4,9 Std. in der 10. LW stehen 3,1 Std. im Mittel der 10. LW bei 12 I TA gegenüber.

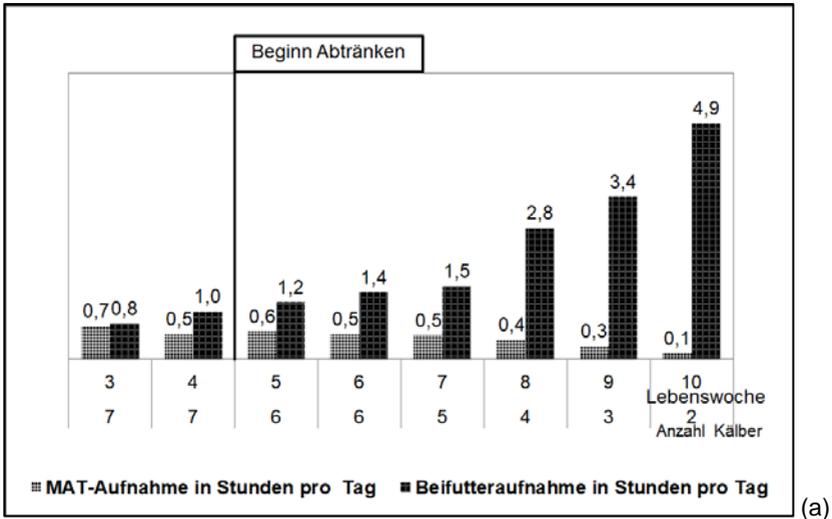


(a)

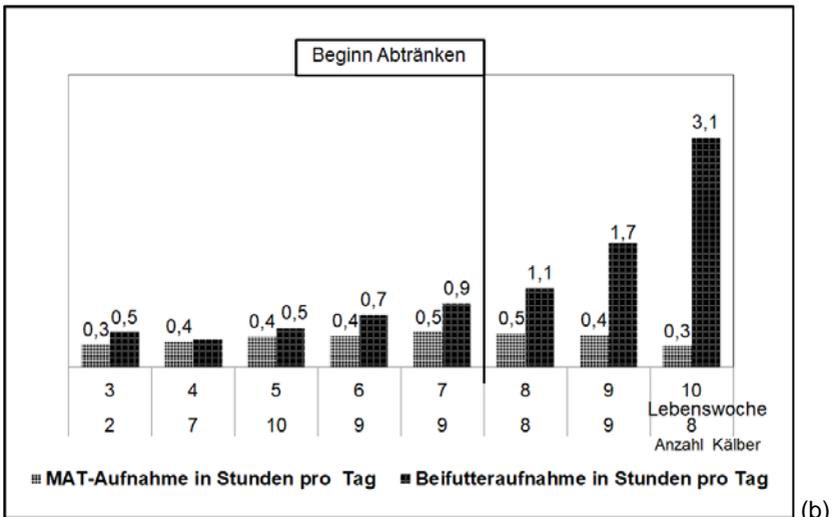


(b)

Abbildungen 31 (a), (b): Mittlere Beifutteraufnahme in kg Trockenmasse (T) pro Tag bei Tränkeanrechten von (a) 10 l bis zum 28. Lebenstag, $n = 22$ und (b) 12 l MAT bis zum 49. Lebenstag, $n = 19$,
 Signifikanz: (a): 08. – 10. Woche vs. 03. – 04. Woche mit $p < 0,001$; (b) 06. – 10. Woche vs. 03. – 05. Woche mit $p < 0,01$



(a)



(b)

Abbildungen 32 (a), (b): Mittlere Dauer der MAT- und Beifutteraufnahme in Stunden pro Tag bei Tränkeanrechten von (a) 10 l bis zum 28. Lebenstag und (b) 12 l MAT bis zum 49. Lebenstag

Von der Trocken-TMR (12-l-MAT-Anrecht bis zum 49. LT) wurde von der 03. bis 10. LW neben Heu täglich zwischen 0,1 bis 1,0 kg pro Kalb aufgenommen (Abbildung 33). Die Differenzen zwischen den Lebenswochen sind teilweise signifikant (Tabelle A 8).

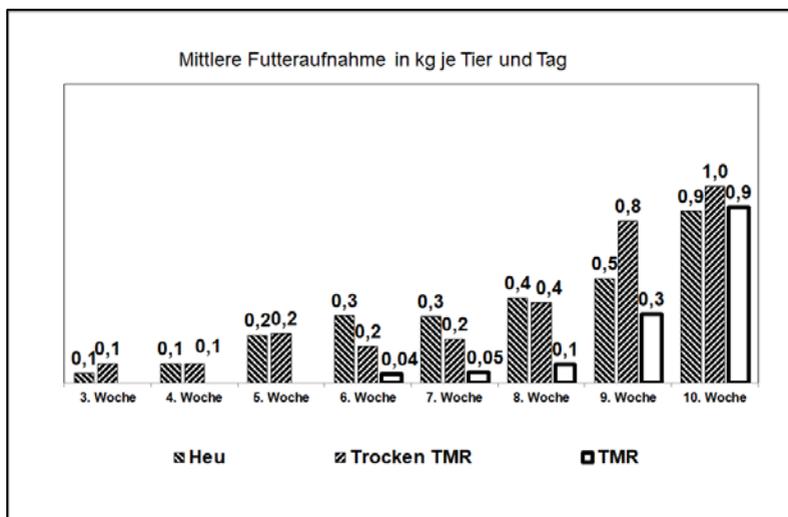


Abbildung 33: Mittlere Heu-, Trocken-TMR- und TMR-Aufnahme in kg pro Tag bei einem Tränkeanrecht von 12 l MAT bis zum 49. Lebenstag, $n = 19$, Signifikanz: 06. – 10. Woche vs. 03. – 05. Woche mit $p < 0,01$

Hinsichtlich der Dauer der Beifutteraufnahme sind bei den drei TA ähnliche Tendenzen im Verlauf der Tränkeperiode zu erkennen, wie die Trendlinien der Mittelwerte zeigen (Abbildung 34). Bis zum Ende der 06. LW nehmen die Kälber mit TA von 8 und 10 l MAT bis zum 28. LT über den Tag verteilt zwischen 0,2 und 1,4 Std. Beifutter auf. Eine Mahlzeit dauert 1,7 bis 3,7 min (Abbildung 35). Bei dem TA von 12 l MAT bis zum 49. LT sind es 1,6 bis 2,2 min pro Mahlzeit und 0,5 und 0,7 Std. am Tag.

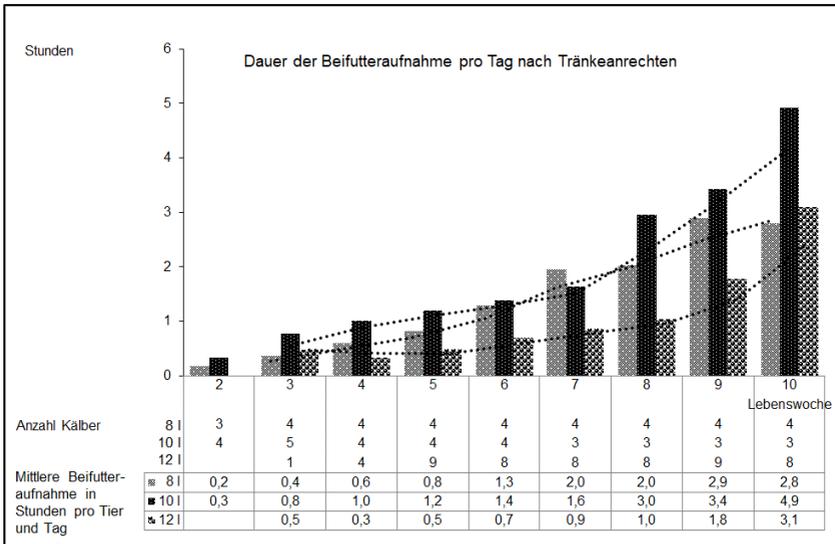


Abbildung 34: Mittlere Beifutteraufnahme in Stunden pro Tier und Tag nach Tränkeanrechten und Lebenswochen, 02. bis 10. Lebenswoche, Absetzen am 70. Lebenstag bei 8 l, 10 l MAT-Tränkeanrecht bis 28. und 12 l MAT-Tränkeanrecht bis 49. Lebenstag; Trendlinien: gleitender Durchschnitt über 2 Perioden

Beginnend mit der 07. LW steigt die tägliche Beifutteraufnahme, zunächst nur leicht, auf 2,0 und 3,0 Std. (8 und 10 l) sowie 1,0 Std. (12 l) bis zur 08. LW. Ab der 09. LW nehmen die Kälber über signifikant längere Zeit Beifutter auf (Tabelle A 8). Der stärkste Anstieg ist bei allen TA in der 10. LW zu verzeichnen. Eine Fressperiode dauert dann 6,9 bis 9,2 min (Abbildung 35), insgesamt sind es 2,8, 4,9 bzw. 3,1 Std. am Tag (Abbildung 34). Auch die mittlere Anzahl der Fressperioden pro Tag entspricht diesem Verlauf.

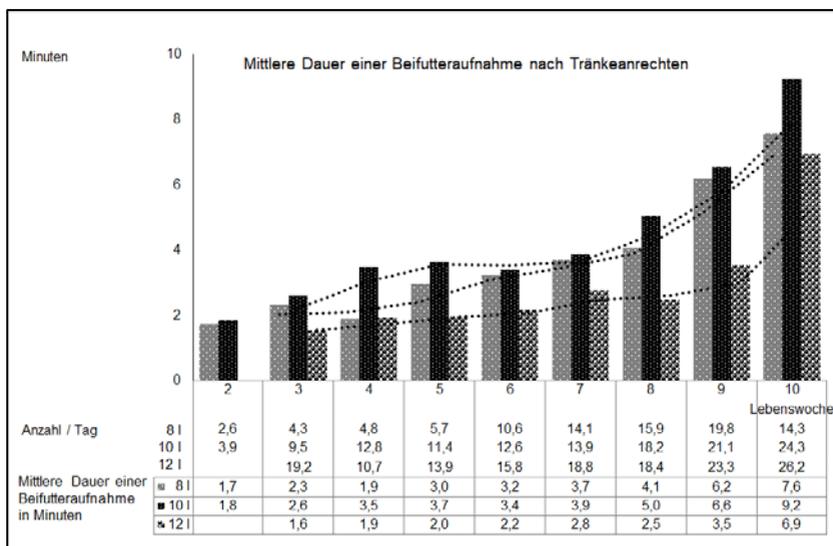


Abbildung 35: Mittlere Anzahl und Dauer in Minuten der Beifutteraufnahmen nach Tränkeanrechten und Lebenswochen, 02. bis 10. Lebenswoche, Absetzen am 70. Lebenstag bei 8 l, 10 l MAT-Tränkeanrecht bis 28. und 12 l MAT-Tränkeanrecht bis 49. Lebenstag, n = 22 Kälber; Trendlinien: gleitender Durchschnitt über 2 Perioden

4.3 Verhalten der Kälber in Abhängigkeit vom Tränkeanrecht

4.3.1 Ruhe- und Aktivitätsverhalten

Kälber ruhen bis zum Ende der 07. LW 13 bis 17 Std. am Tag (Abbildung 36). In der 02. (8 und 10 l TA) und 03. (12 l TA) LW werden die Kälber in die Gruppenhaltung eingestellt. In dieser Zeit liegen die Ruhezeiten unter dem Durchschnitt der folgenden Wochen. Ab der 08. LW sinken die Ruhezeiten der Kälber mit maximalem TA von 8 und 10 l MAT bis zum 28. LT auf 10,7 und 11,9 Std., während sie bei einem TA von 12 l bis zum 49. LT bei 16 Std. pro Tag bleiben.

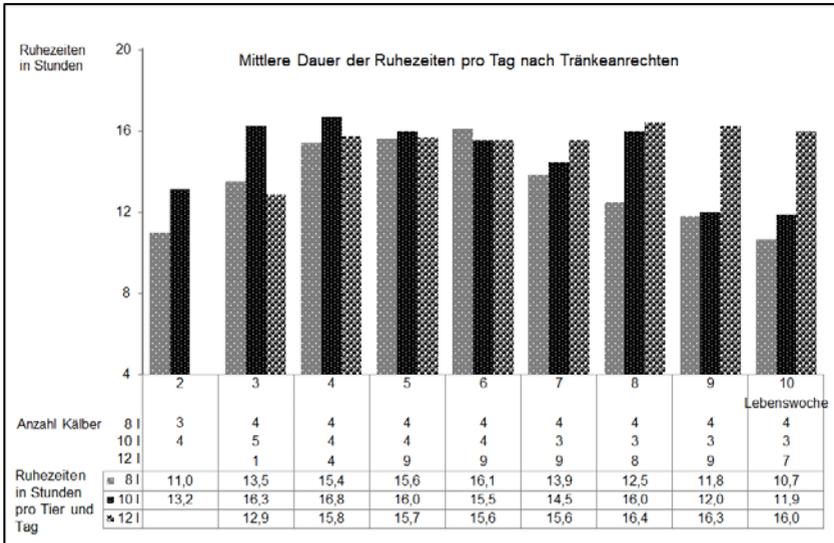


Abbildung 36: Mittlere Dauer der Ruhezeiten in Stunden pro Tag nach Tränkeanrechten und Lebenswochen, 02. bis 10. Lebenswoche, Absetzen am 70. Lebenstag bei 8 I, 10 I MAT-Tränkeanrecht bis 28. und 12 I MAT-Tränkeanrecht bis 49. Lebenstag

Die mittlere Dauer einer Ruheperiode nimmt bei allen TA mit dem Alter zu (Abbildung 37). Bis zum Ende der 06. LW wurden 42 bis 55 min im Mittel registriert, ab der 07. LW steigen die Werte bei einem TA von 8 I auf 70,6 min im Durchschnitt bis zur 10. LW an, bei 10 und 12 I TA bis 59,0 bzw. 55,7 min.

Ruhe- und Aktivitätszeiten im Tagesverlauf werden in den Abbildungen 38 (a) bis (c) dargestellt. Alle Kälber ruhen in den Nachtstunden von 00:00 bis 04:00 Uhr (8 und 10 I TA) bzw. bis 06:00 Uhr (12 I TA), eine Periode dauert im Mittel etwa 50 bis 130 Minuten (Tabelle A 9 bis Tabelle A 11). Bis 10:00 Uhr folgt eine intensive Aktivitätsphase. Von 10:00 bis 24:00 Uhr finden kürzere Ruhephasen über 25 bis 65 min statt, die mit Aktivitätsphasen wechseln. Bei den Kälbern mit einem TA von 10 I bis zum 28. LT wurden in den Abendstunden von 16:00 bis 22:00 Uhr längere Ruheperioden von bis zu 101 Minuten im Mittel beobachtet.

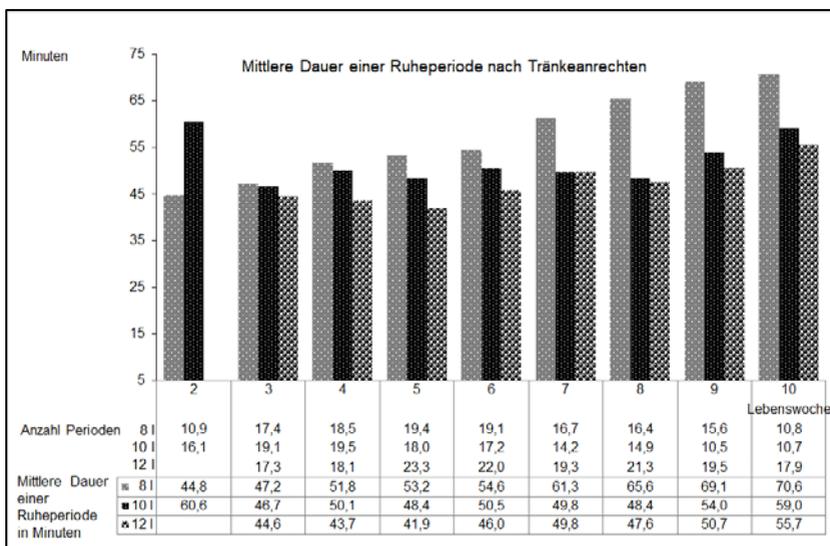
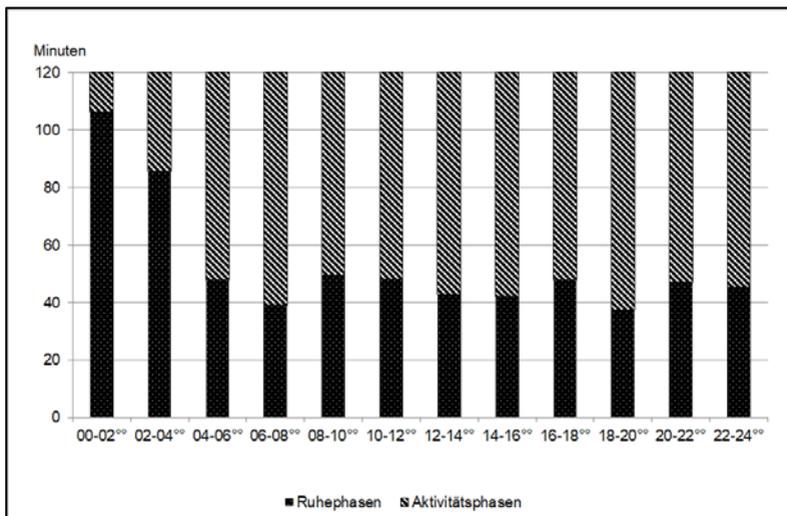
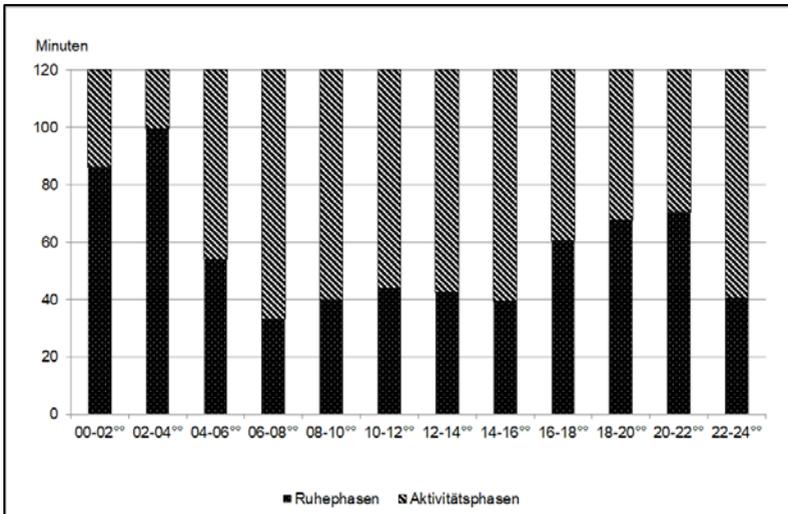


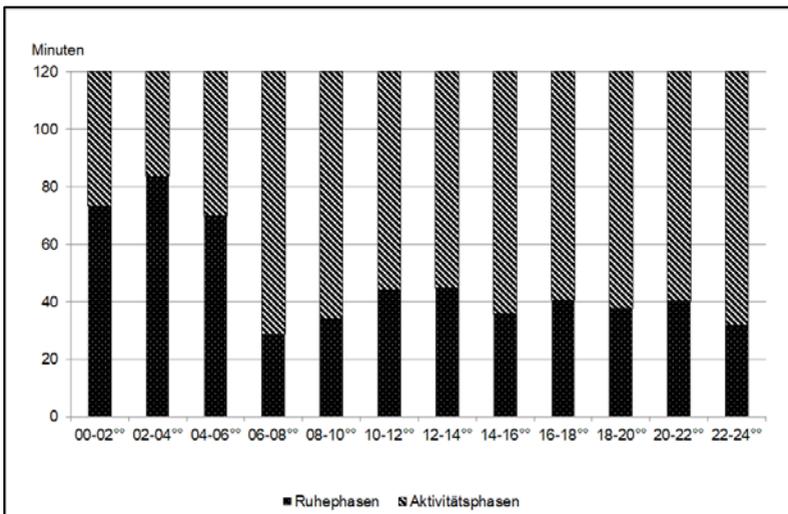
Abbildung 37: Mittlere Anzahl und Dauer der Ruheperioden pro Tier und Tag nach Tränkeanrechten und Lebenswochen, 02. bis 10. Lebenswoche, Absetzen am 70. Lebenstag bei 8 l, 10 l MAT-Tränkeanrecht bis 28. und 12 l MAT-Tränkeanrecht bis 49. Lebenstag, n = 22 Kälber



(a)



(b)



(c)

Abbildungen 38 (a)–(c): Ruhe- und Aktivitätsverhalten im Tagesverlauf, 02. bis 10. Lebenswoche, Absetzen am 70. Lebenstag (a) 8 l und (b) 10 l MAT-Tränkeanrecht bis 28. Lebenstag, (c) 12 l MAT-Tränkeanrecht bis 49. Lebenstag, $n = 22$ Kälber

4.3.2 Sonstige Aktivitäten

Die Kategorie „sonstige Aktivitäten“ umfasst Verhaltensweisen, die nicht mit dem Ruhen oder der Tränke- und Beifutteraufnahme erfasst werden.

Nach der Eingewöhnung in die Gruppenhaltung in der 02. LW (8 I, 10 I TA) bzw. 03. LW (12 I TA) wurden sonstige Aktivitäten bis zum Ende der 07. LW über 6,2 bis 8,2 Std. am Tag bei den höheren TA registriert (Abbildung 39). Bei einem TA von 8 I MAT bis zum 28. LT waren es in diesem Zeitraum 4,1 bis 7,7 Std. Mit zunehmendem Alter verringert sich die Dauer der sonstigen Aktivitäten bei den TA von 8 und 12 I MAT bis auf 5,1 bzw. 5,7 Std. im Tagesmittel. Die Mittelwerte der 10-I-Kälber weichen bei dieser Auswertung von den Kälbern der beiden anderen TA ab, der Trend einer altersabhängigen Abnahme ist jedoch ebenfalls zu erkennen. Zu beachten ist dabei, dass die gesamte Aktivitätszeit von der 07. bis 10. LW bei den 12-I-Kälbern mit 8,4 bis 7,6 Std. am Tag bis zu 5,3 (8 I TA) bzw. 3,5 (10 I TA) Std. kürzer ist als bei den geringeren TA.

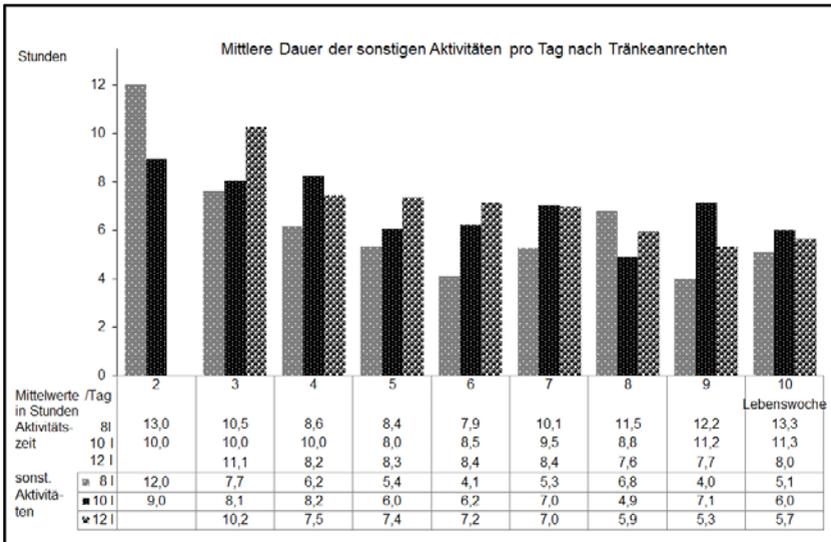


Abbildung 39: Sonstige Aktivitäten in Stunden pro Tier und Tag nach Tränkeanrechten und Lebenswochen, 02. bis 10. Lebenswoche, Absetzen am 70. Lebenstag bei 8 I, 10 I MAT-Tränkeanrecht bis 28. und 12 I MAT-Tränkeanrecht bis 49. Lebenstag, n = 22 Kälber

Der mittlere Anteil der sonstigen Aktivitäten an der aktiven Zeit eines Tages nimmt mit zunehmendem Alter bei allen drei Tränkeanrechten tendenziell ab (Abbildung 40). In den Wochen des maximalen TA beträgt deren Anteil bei allen TA mehr als 80%. Mit dem Beginn des Abtränkens gehen die sonstigen Aktivitäten zurück, d. h. bei TA von 8 und 10 I MAT bereits ab der 05. LW. Mit 85 bis 92% liegt der Anteil der sonstigen Aktivitäten bei dem TA von 12 I MAT bis zur 06. LW und 83% in der 07. LW deutlich über dem der geringeren und kürzeren maximalen TA. In der Abtränkphase geht dieser Anteil von 79% in der 08. LW auf 71% der aktiven Zeit in der 10. LW zurück. Bei dem 8-I-TA ist der Anteil mit 38% zum Ende der Tränkephase am niedrigsten.

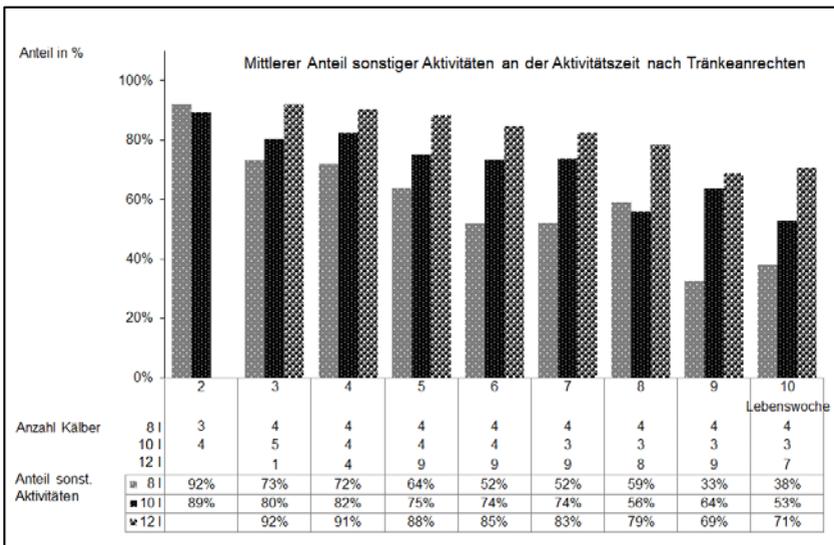


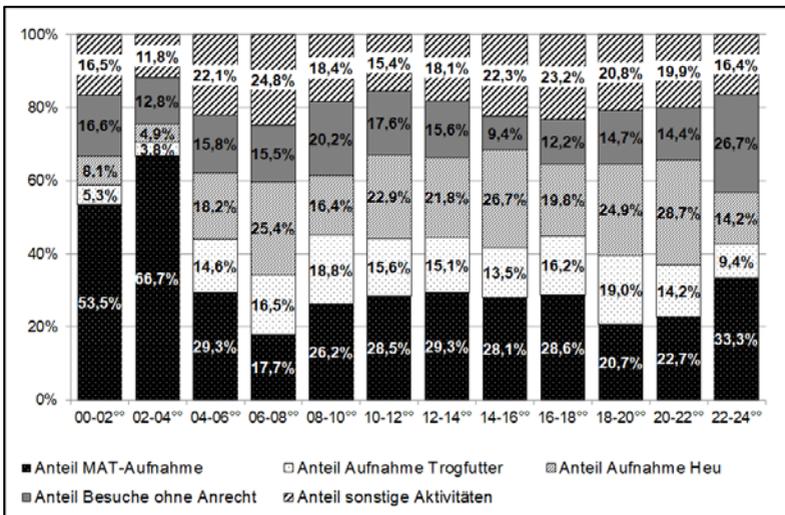
Abbildung 40: Anteil sonstiger Aktivitäten (in %) an der Aktivitätszeit, 02. bis 10. Lebenswoche, Absetzen am 70. Lebenstag bei 8 I, 10 I MAT-Tränkeanrecht bis 28. und 12 I MAT-Tränkeanrecht bis 49. Lebenstag

4.3.3 Verhalten der Kälber im Tagesverlauf

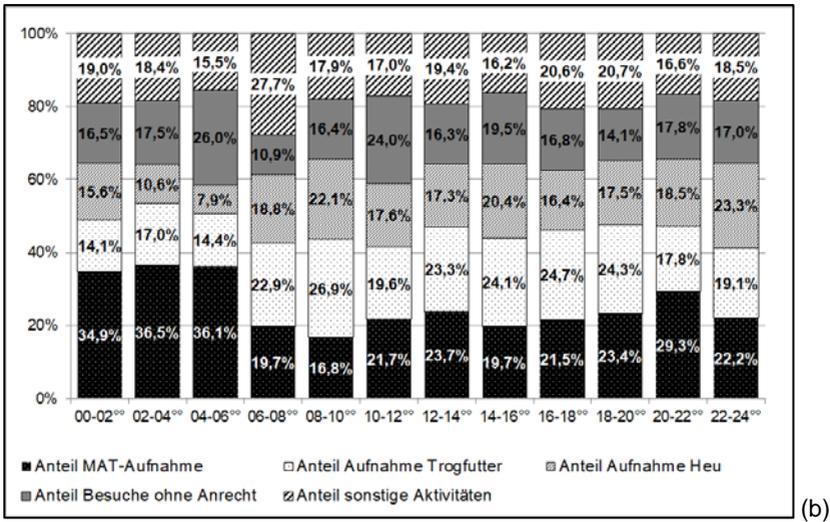
Bis zur 07. LW nutzen Kälber von 06:00 bis 24:00 Uhr 16,8 bis 34,6 % der aktiven Zeit für die MAT-Aufnahme (Abbildungen 41 (a)–(c)). Etwa 40 % der Aktivitäten werden in dieser Zeit für die Aufnahme von Beifutter (Trogfutter und Heu) genutzt.

Unterschiede zwischen den TA zeigen sich im Anteil der Besuche ohne Anrecht an der Tränkestation und der sonstigen Aktivitäten am Tage. Von den Kälbern mit dem 12-I-MAT-Anrecht werden in der Zeit von 08:00 bis 24:00 Uhr bis zum 49. LT bis zu 21,6 bzw. 19,7 Prozentpunkte mehr Zeit für sonstige Aktivitäten genutzt als von den 8-I- und 10-I-Kälbern, im Mittel sind es 16,1 bzw. 17,1 Prozentpunkte mehr.

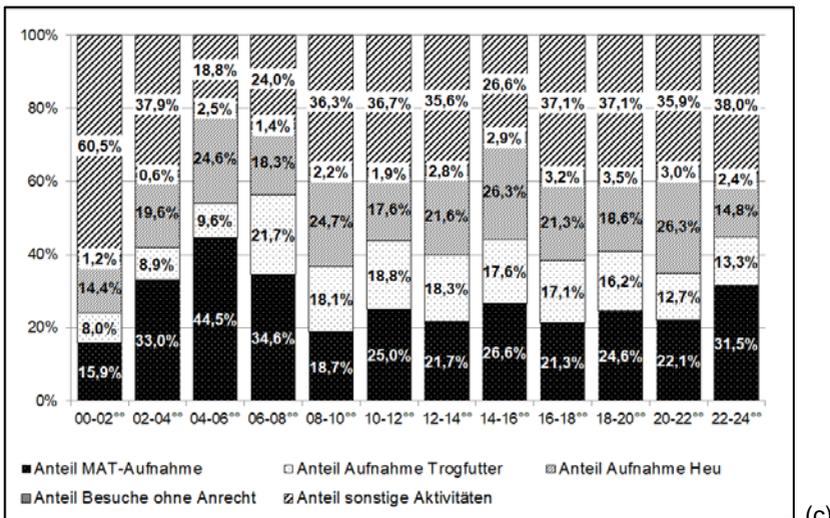
Auch ab der 08. LW ist der Anteil sonstiger Aktivitäten der Kälber mit 12 I TA bis zum 49. LT im Tagesverlauf höher als bei den TA 8 und 10 I bis zum 28. LT (Abbildungen 42 (a)–(c)). Bei allen drei TA ist der Anteil Zeit für die Beifut-teraufnahme wesentlich höher als bis zur 07. LW. Bedingt durch das höhere MAT-Anrecht in der Abtränkphase sind auch ab der 08. LW die Zeitanteile für die Tränkeaufnahme bei 12-I-Kälbern höher als bei 8- und 10-I-Kälbern.



(a)

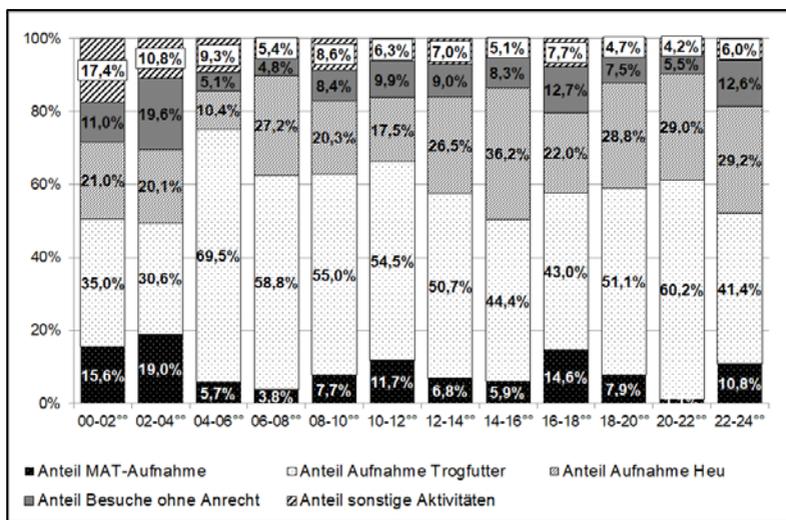


(b)

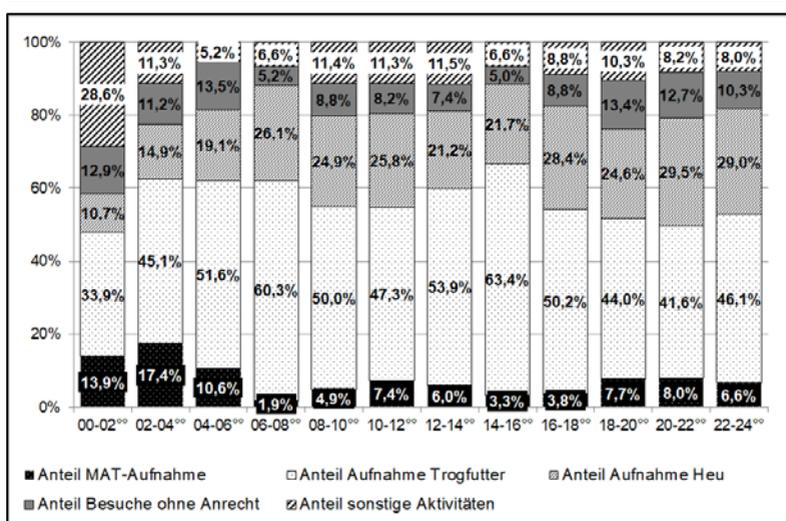


(c)

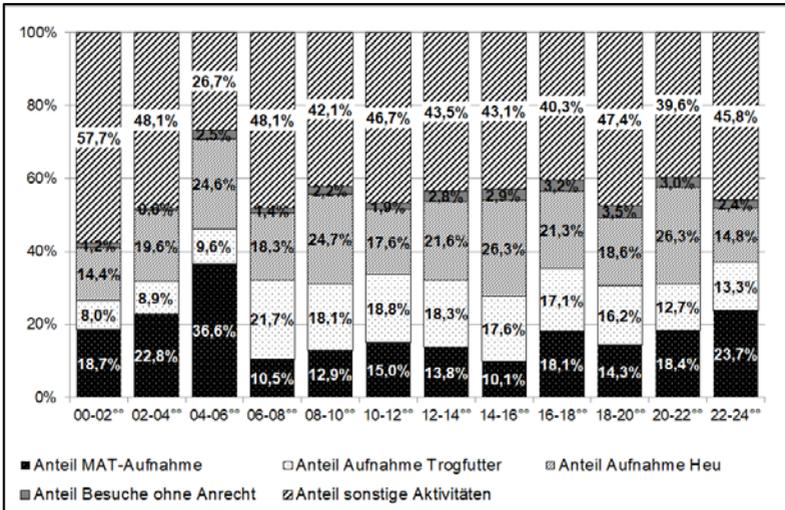
Abbildungen 41 (a)–(c): Anteile der MAT- und Beifutteraufnahmen, Besuche ohne Anrecht an der Tränkestation und sonstiger Aktivitäten im Tagesverlauf, 02. bis 07. Lebenswoche, Absetzen am 70. Lebenstag (a) 8 I und (b) 10 I MAT-Tränkeanrecht bis 28. Lebenstag, (c) 12 I MAT-Tränkeanrecht bis 49. Lebenstag, n = 22 Kälber



(a)



(b)



(c)

Abbildungen 42 (a)–(c): Anteile der MAT- und Beifutteraufnahmen, Besuche ohne Anrecht an der Tränkestation und sonstiger Aktivitäten im Tagesverlauf, 08. bis 10. Lebenswoche, Absetzen am 70. Lebenstag (a) 8 l und (b) 10 l MAT-Tränkeanrecht bis 28. Lebenstag, (c) 12 l MAT-Tränkeanrecht bis 49. Lebenstag, n = 22 Kälber

4.3.4 Besaugen

Während bei einem TA von 12 I MAT bis zum 49. LT das Besaugen der Kälber nur sporadisch beobachtet wurde, sind es bei den Anrechten von 8 und 10 I MAT bis zum 28. LT im Mittel bis zu acht Saugaktivitäten pro Tag (Abbildung 43 und Abbildung 44). Im Maximum eines Tages waren es 11 bzw. 13 Saugaktivitäten bei 8-I- und 10-I-Kälbern und sechs bei einem 12-I-Kalb. In der Dauer des Besaugens sind zwischen den TA keine Unterschiede erkennbar. Sie nimmt mit steigendem Alter zu. In der Anzahl der Sauger zeigen sich Differenzen zwischen allen drei TA (Abbildung 45). Von den 8-I-Kälbern hat jedes beobachtete Tier in der Tränkephase ein anderes Kalb besaugt. Von den vier DH-Kälbern mit einem 10-I-TA bis zum 28. LT waren zwei Tiere intensive Sauger. Unter den 12-I-Kälbern waren in einer Gruppe zwei Kälber, die sich gegenseitig besaugt haben. Die anderen Sauger haben dieses Verhalten jeweils nur einmal gezeigt.

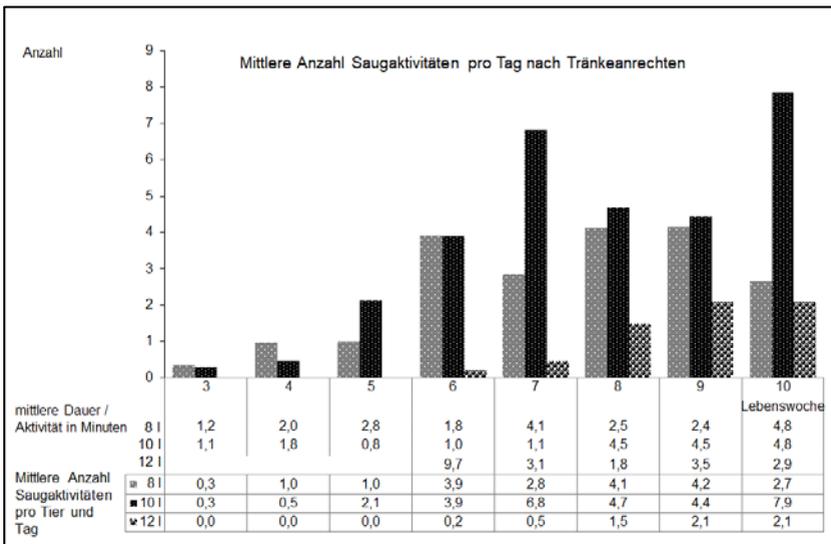


Abbildung 43: Mittlere Anzahl und Dauer der Saugaktivitäten pro Tier und Tag nach Tränkeanrechten und Lebenswochen, 03. bis 10. Lebenswoche, Absetzen am 70. Lebenstag bei 8 I, 10 I MAT-Tränkeanrecht bis 28. und 12 I MAT-Tränkeanrecht bis 49. Lebenstag, n = 22 Kälber

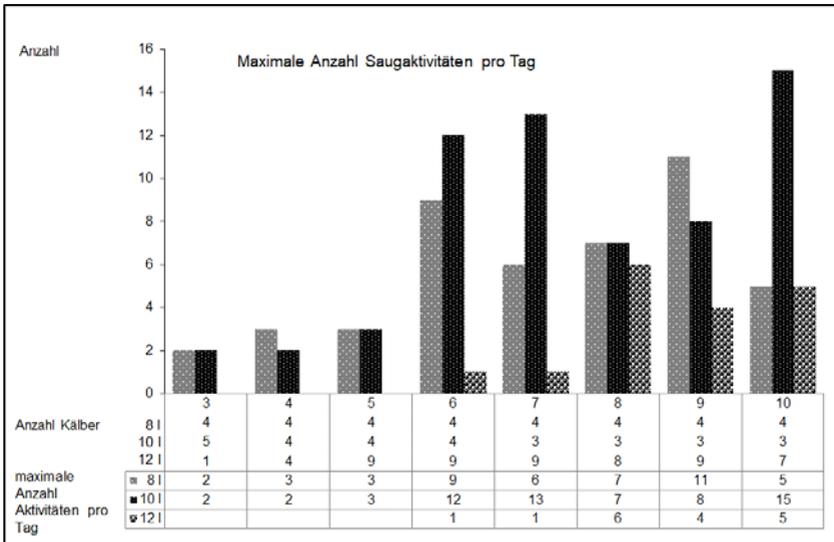


Abbildung 44: Maximale Anzahl Saugaktivitäten pro Tier und Tag sowie Anzahl Sauger nach Tränkeanrechten und Lebenswochen, 03. bis 10. Lebenswoche, Absetzen am 70. Lebenstag bei 8 I, 10 I MAT-Tränkeanrecht bis 28. und 12 I MAT-Tränkeanrecht bis 49. Lebenstag, n = 22 Kälber

Die maximale Dauer einer Saugaktivität wurde mit 32,3 Minuten bei einem Kalb registriert, das ein TA von 10 I bis zum 28. LT hatte (Abbildung 45). Die anderen Maximalwerte liegen vor der 07. LW unter 10 Minuten, ab der 08. LW wurden längere Saugaktivitäten aufgezeichnet. Der Maximalwert des höchsten TA von 16,9 Minuten in der 09. LW wurde bei einem Kalb beobachtet, das nach dem Ruhen ein anderes Tier beleckte, aus diesem Kontakt entwickelte sich das Be-saugen.

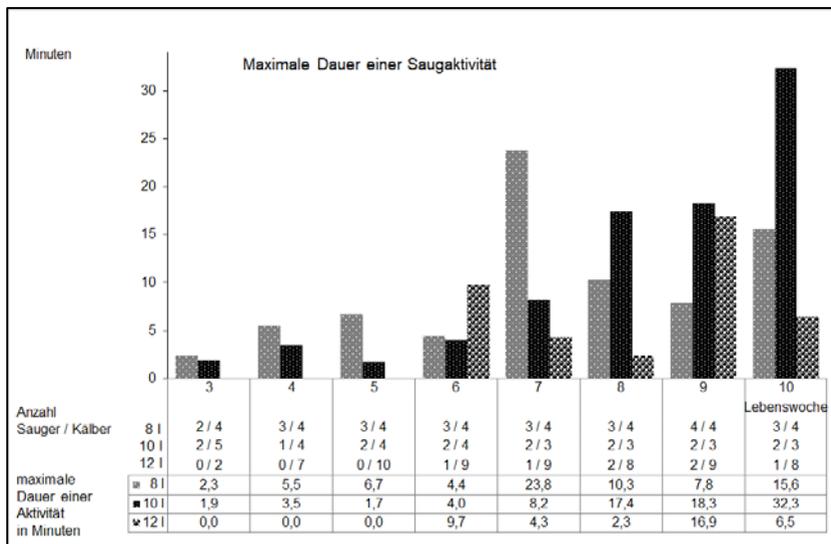


Abbildung 45: Maximale Dauer einer Saugaktivität nach Tränkeanrechten und Lebenswochen, 03. bis 10. Lebenswoche, Absetzen am 70. Lebenstag bei 8 I, 10 I MAT-Tränkeanrecht bis 28. und 12 I MAT-Tränkeanrecht bis 49. Lebenstag, n = 22 Kälber

4.4 Abtränken und Absetzen

4.4.1 Kalkulation der Intensität des Abtränkens

Tabelle 29 gibt die mittlere tägliche MAT-Aufnahme von 39 Kälbern mit einem TA von 16 I MAT pro Tag bis zum 49. LT wieder. Bis zur 07. LW riefen die Kälber im Mittel 7,7 bis 8,5 I MAT pro Tag ab. Die Spanne reicht dabei von 1,0 bis 16,4 I. Die 0,4 I über dem TA ergeben sich aus dem Übertrag nicht abgerufener Mengen des Vortages.

An 70,3% der Tränketage wurden weniger als 10 I MAT abgerufen, an nur 0,5% (3 Tage) das volle Anrecht und dies von nur einem Kalb (Tabelle 30). 97,0% der Kälber riefen im Mittel bis 12 I MAT pro Tag ab, 2,9% zwischen 12 I und 13,9 I, aber kein Kalb erreichte bis zum 49. LT eine mittlere MAT-Aufnahme von mehr als 14 I pro Tag. Ab dem 50. LT wurde mit einer Reduktion des TA von täglich 0,40 I MAT abgetränkt, sodass die Kälber am 90. Tag abgesetzt waren. Dementsprechend gingen die MAT-Aufnahmen allmählich zurück.

Tabelle 29: Mittlere MAT-Aufnahme in l pro Tag von der 03. bis 13. LW bei 16 l Tränkeanrecht bis zum 49. LT (3 Durchgänge, 569 Tränketage, 39 Kälber)

Lebenswoche	MAT-Aufnahme in l pro Tag		
	Mittelwert	Minimum	Maximum
3	7,7	4,0	13,0
4	7,9	3,4	14,8
5	8,1	1,0	16,4
6	7,9	2,0	16,4
7	8,5	3,2	15,4
8	8,6	0,4	15,0
9	8,8	2,8	12,8
10	8,0	1,6	10,8
11	6,0	2,4	9,2
12	3,3	0,4	5,6
13	1,2	0,4	2,4

MAT = Milchaustauschertränke

Tabelle 30: Mittlere tägliche MAT-Aufnahme in l vom 20. bis 49. Lebenstag (16 l Tränkeanrecht, 3 Durchgänge, 569 Tränketage, 39 Kälber)

MAT-Aufnahme in l pro Tag	Anteil Tränketage in %	Anteil Kälber in %
< 8	41,8	44,1
8,0 bis 9,9	28,5	38,2
10,0 bis 11,9	12,0	14,7
12,0 bis 13,9	5,1	2,9
14,0 bis 15,9	2,5	0,0
≥ 16,0	0,5	0,0

MAT = Milchaustauschertränke

Tabelle 31 zeigt die mittlere Tränkeaufnahme der 20% besten Kälber bei einem maximalen Tränkeanrecht von 16 l bis zum 49. LT. Parallel dazu erfolgt die Kalkulation des Abtränkens von Kälbern mit einem maximalen Tränkeanrecht von 14 l bis zum 28. LT. Ein derartig früher Beginn des Abtränkens führt bereits spätestens nach einer Woche zu einem Tränkeangebot, welches eine maximale Tränkeaufnahme der Tiere nicht mehr ermöglicht.

Das Absetzalter wurde für 12 und 14 l Tränkeanrecht bis zum 49. LT bei unterschiedlicher Abtränkeintensität berechnet. In Tabelle 32 wird die Intensität der Abtränkphase bei einem Tränkeanrecht von 14 bzw. 12 l MAT bis zum 49. LT mit täglicher Reduktion zwischen 0,65 und 0,30 l MAT kalkuliert. Dadurch ergeben sich Absetzalter zwischen 71 und 95 Tagen.

Tabelle 31: Mittlere MAT-Aufnahme der „TOP 20“ in l pro Tag (16 l Tränkeanrecht, n=96 Tränketage) vs. Kalkulation des Abtränkens mit unterschiedlicher Intensität bei Tränkeanrechten von 14 l bis zum 28. Lebenstag

	„TOP 20“ – MAT-Aufnahme	Modell: MAT-Aufnahme			
max. Tränkeanrecht	16 l bis 49. Lebenstag	14 l bis 28. Lebenstag			
Abtränken, l / Tag	0,40	0,40	0,30	0,25	0,104
Absetzalter, Tage	90	63	75	85	162
	mittlere MAT-Aufnahme / Tag	MAT-Anrecht pro Tag			
Alter in Tagen	l MAT	l MAT			
28	13,0	14,0	14,0	14,0	14,0
29	12,0	13,6	13,7	13,8	13,9
31	14,3	12,8	13,1	13,3	13,7
34	10,7	11,6	12,2	12,5	13,4
36	12,5	10,8	11,3	12,0	13,2
40	11,3	9,2	10,4	11,0	12,8
49	12,9	5,6	7,7	8,8	11,9
28. – 49. LT	11,8 bzw. 1,9 kg MA	9,8	10,7	11,3	12,9

MAT = Milchaustauschertränke, LT = Lebenstag, MA = Milchaustauscherpulver

Tabelle 32: Kalkulation des Absetzalters bei 14 l und 12 l Tränkeanrecht bis zum 49. Lebenstag nach der Intensität des Abtränkens

	Abtränken l pro Tag										
	0,65	0,45	0,40	0,35	0,30		0,55	0,45	0,40	0,35	0,30
LT	MAT-Anrecht in l pro Tag					LT	MAT-Anrecht in l pro Tag				
49	14,0					49	12,0				
50	13,4	13,6	13,6	13,7	13,7	50	11,5	11,6	11,6	11,7	11,7
51	12,7	13,1	13,2	13,3	13,4	51	10,9	11,1	11,2	11,3	11,4
68	1,7	5,5	6,4	7,4	8,2	68	1,0	3,5	4,4	5,4	6,3
71	0,0	4,1	5,2	6,3	7,3	71	0,0	2,1	3,2	4,3	5,4
75		2,3	3,6	4,9	6,1	76		0,0	1,2	2,6	3,9
81		0,0	1,2	2,8	4,3	79			0,0	1,5	2,4
84			0,0	1,4	3,3	84				0,0	1,5
89				0,0	1,8	90					0,0
95					0,0						
	Absetzalter in Tagen										
	71	81	84	89	95		71	76	79	84	90

LT = Lebenstag, MAT = Milchaustauschertränke

4.4.2 Verhalten der Kälber in Abhängigkeit von der Intensität des Abtränkens

Das Verhalten in Abhängigkeit von der Intensität des Abtränkens wurde von insgesamt 14 Kälbern mit einem TA von 12 I MAT bis zum 49. LT ausgewertet.

4.4.2.1 Nahrungsaufnahmeverhalten

Eine MAT-Aufnahme dauert bei den bis zum 70. LT entwöhnten Kälbern im Durchschnitt 4,7 bis 4,9 Minuten (Abbildung 46; Tabelle A 12). In der 09. und 10. LW wurden Mittelwerte der länger entwöhnten Tiere von 6,3 Minuten erhoben, in der 08., 11. und 15. LW waren es 4,6 und 4,8 Minuten im Durchschnitt. Von der 12. bis 14. LW ging die mittlere Dauer einer MAT-Aufnahme bis auf 3,5 Minuten zurück, in der 15. LW wurden erneut 4,8 Minuten ermittelt. Die Anzahl der täglichen Mahlzeiten hängt in der Abtränkphase von der Anzahl der Anrechte ab und sinkt in der 10. LW (bis 70. LT) bzw. 14. LW (bis 105. LT) auf drei bzw. zwei pro Tier und Tag.

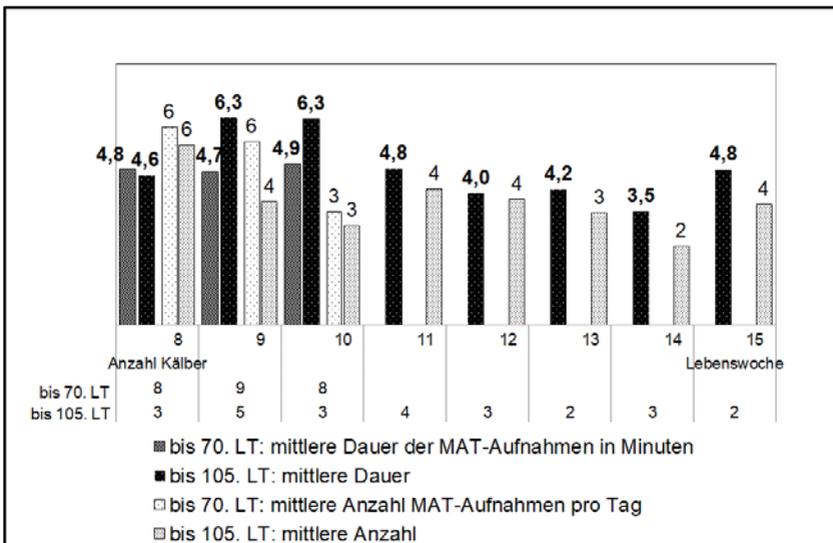


Abbildung 46: Mittlere Dauer der MAT-Aufnahmen in Minuten und Anzahl pro Tier und Tag in der Abtränkphase vom 50. bis zum 70. Lebensstag und 105. Lebensstag

Mit Beginn des Abtränkens ersetzt die Beifütterung einer TMR allmählich die TTMR. Das Beifutter umfasst somit Heu und TMR mit einem sinkenden Anteil TTMR.

Die mittlere tägliche Dauer und Anzahl der Beifutteraufnahmen steigt in der Abtränkphase von 1,0/1,1 Std. und 20/16 Mahlzeiten auf 3,3/2,7 Std. und 28/20–26 Mahlzeiten je Tier und Tag an (Abbildung 47; Tabelle A 13). Dabei ist der Anstieg bei der Entwöhnung bis zur 10. LW in Dauer und Anzahl deutlich steiler als bei der Entwöhnung bis zur 15. LW. In der 15. LW wurde eine geringere Dauer und Anzahl der Beifutteraufnahmen registriert als im Mittel der Wochen 09 bis 14.

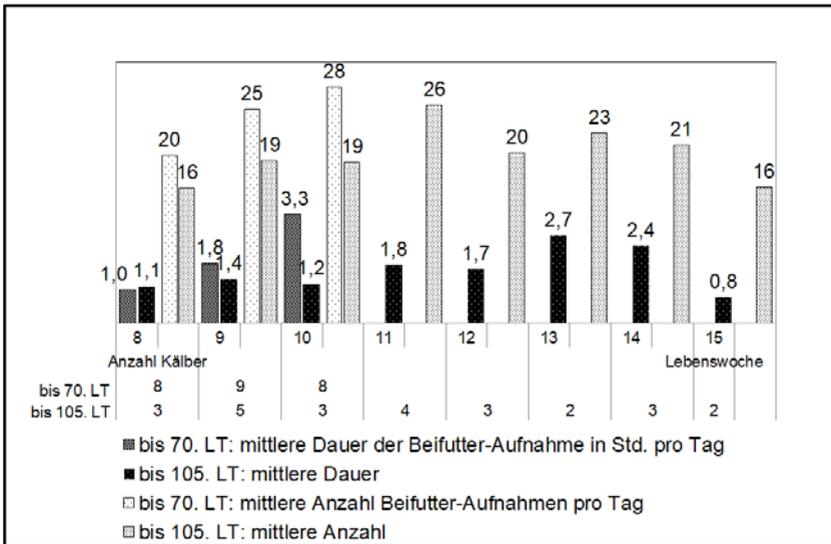


Abbildung 47: Mittlere Dauer in Stunden und Anzahl der Beifutter-Aufnahmen pro Tier und Tag von Beifutter gesamt (Heu, T-TMR, TMR) in der Abtränkphase vom 50. bis zum 70. Lebenstag und 105. Lebenstag

Mit dem Rückgang des Tränkeanrechts steigt in der Abtränkphase die Anzahl der Besuche ohne Anrecht an der Tränkestation, die Dauer bleibt jedoch bei etwa einer Minute im Durchschnitt eines Blindbesuches (Abbildung 48; Tabelle A 14). Die Zahl der vergeblichen Versuche, MAT aufnehmen zu können, steigt bei der intensiven Entwöhnung drastisch von 5,7 pro Tier und Tag in der 08. LW auf 16,9 im Tagesmittel der 10. LW. Beim Entwöhnen bis zur 15. LW ist ein

allmählicher Anstieg von durchschnittlich 2,5 Blindbesuchen pro Tier und Tag in der 08. LW auf 11,8 in der 13. LW zu verzeichnen. Anschließend sind die Blindbesuche wieder rückläufig bis auf durchschnittlich 5,3 am Tag in der 15. LW.

Ein Unterschied zwischen den Abtränkvarianten zeigt sich in der Verteilung der Blindbesuche nach der mittleren Dauer (Abbildungen 49 (a), (b)). Bei der intensiven Entwöhnung überwiegen mit 66% kurze Besuche von < 1 Minute Dauer. Dieser Anteil liegt bei der moderateren Entwöhnung bei 54%. Hier ist mit 14% ein höherer Anteil Blindbesuche mit einer Dauer von $\geq 2,0$ Minuten zu verzeichnen, dieser Anteil steht 6% bei schnellem Abtränken gegenüber.

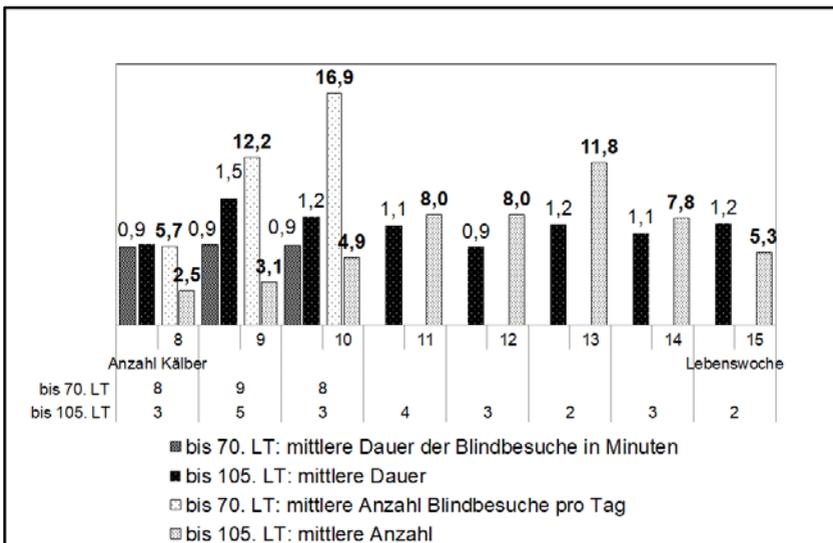
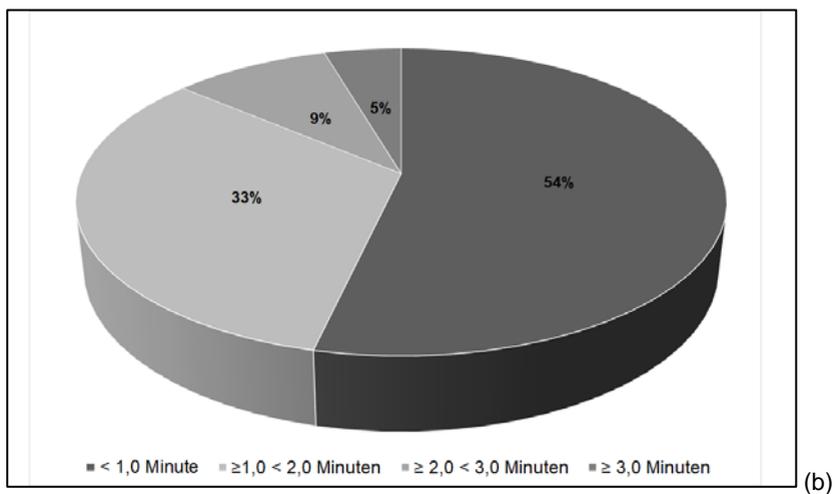
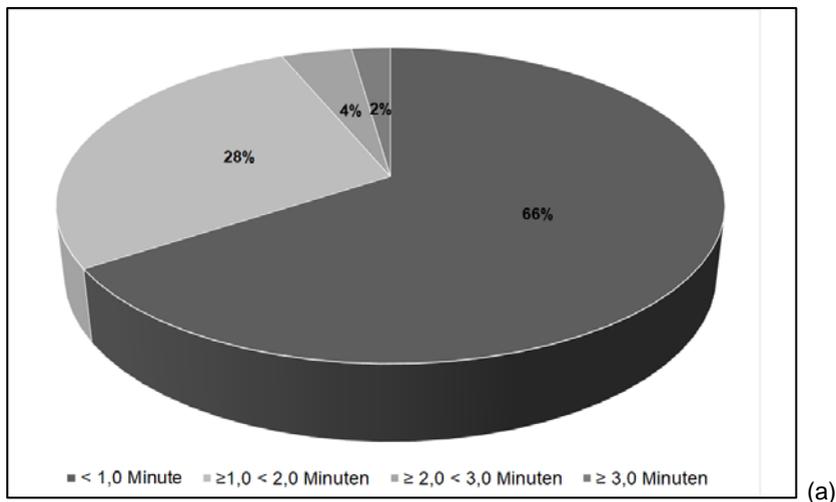


Abbildung 48: Mittlere Dauer der Blindbesuche in Minuten und Anzahl pro Tier und Tag in der Abtränkphase vom 50. bis zum 70. und 105. Lebenstag



Abbildungen 49 (a), (b): Anteil Blindbesuche nach der mittleren Dauer in Minuten in der Abtränkphase vom 50. bis zum (a) 70. Lebensstag, $n = 9$ Kälber und (b) 105. Lebensstag, $n = 5$ Kälber

4.4.2.2 *Ruhe- und Aktivitätsverhalten*

Unabhängig von der Intensität des Abtränkens ruhen die Kälber bis zum Absetzen 14,3 bis 16,5 Std. am Tag, eine Ausnahme bildet die mittlere Ruhezeit der Kälber mit der längeren Entwöhnung in der 12. LW mit 17,6 Std. (Abbildung 50; Tabelle A 15).

Die durchschnittlichen Ruhephasen der länger abgetränkten Kälber sind signifikant länger als die der Kälber mit der kürzeren Variante des Abtränkens (51,0 vs. 56,7 Minuten, Tabelle A 15). Eine Ruheperiode dauert im Tagesdurchschnitt bei der Variante bis 70. LT zwischen 47,6 und 55,7, bei der Variante bis 105. LT sind es 48,3 bis 67,4 Minuten (Abbildung 51). Bei den intensiv bis zum 70. LT abgetränkten Kälbern wurden im Mittel 22 bis 18 Ruheperioden notiert. Bei der längeren Variante waren es 14 bis 18 Perioden und damit signifikant weniger. Die mittlere Anzahl beider Varianten ist signifikant geringer als die im Altersabschnitt bis zum 49. LT, dementsprechend ist die Dauer signifikant länger.

Nachts ruhen die Kälber bis zur 10. LW 70,5 bis 92,6 Minuten je Ruheperiode, am Tage sind es 41,1 bis 52,2 Minuten. Für die bis zum 105. LT entwöhnten Kälber wurden ab der 11. LW in der Nacht längere Ruheperioden von 84,3 bis 128,1 Minuten im Mittel gemessen. Im Maximum wurde eine durchgehende Ruhezeit von Mitternacht bis 07:30 Uhr (451 Minuten bzw. 7,5 Stunden), minimal 1,1 Minuten beobachtet. Am Tage sind es durchschnittlich 41,0 bis 51,7 Minuten, sodass diese Werte den Ruhezeiten bis zur 10. LW entsprechen.

Ein Tagesrhythmus der Kälber hinsichtlich der Aktivitäts- und Ruhephasen zeigt sich unabhängig von der Dauer der Abtränkphase (Abbildungen 52 (a), (b)). In der Nacht ruhen die Tiere von 00:00 bis etwa 06:00 Uhr lange, häufig über ein bis zwei Stunden in einer Ruheperiode. In den Morgenstunden sind alle Kälber aktiv und ruhen nur kurzzeitig. Von 14:00 bis 16:00 sowie 22:00 bis 24:00 Uhr sind die Tiere verstärkt aktiv.

Innerhalb von 5 Minuten vor und nach dem Ruhen dominierten bei beiden Abtränkvarianten die Beifutteraufnahme mit 34 bis 43% aller Aktivitäten (Abbildungen 53 (a), (b)). Nach dem Ruhen folgte an zweiter Stelle bei den langsam abgetränkten Kälbern eine erneute Ruhephase (31%), bei der intensiven Variante Besuche an der Tränkestation ohne (24%) und mit (14%) MAT-Aufnahme.

Intensiv abgetränkte Kälber besuchten vor und nach dem Ruhen häufiger die Tränkestation als die langsam abgetränkten (14% vs. 4% sowie 38% vs. 17%). Vor dem Ruhen besaugten drei Kälber der Variante bis 105. LT und ein Kalb

der Variante bis 70. LT. Nach dem Ruhen wurden zwei Kälber der Variante bis 70. LT (1 Kalb ein- und 1 Kalb dreimal) nach dem Ruhen beim Saugen beobachtet und ein Kalb der Variante bis 105. LT (am 60. LT), in jedem Fall nur einmal an einem Tag.

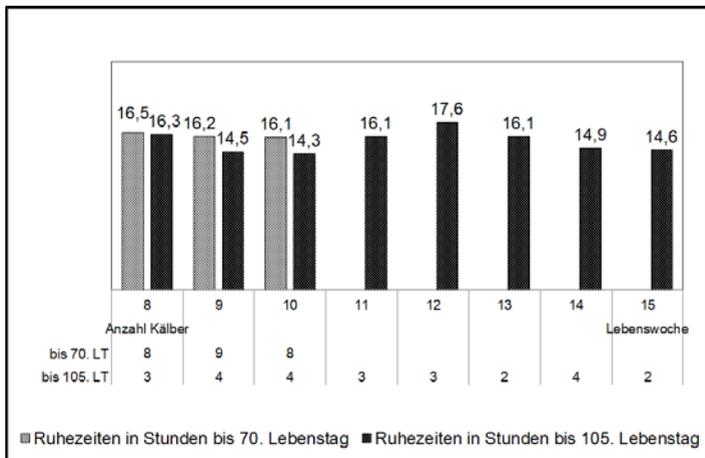


Abbildung 50: Mittlere Ruhezeiten in Stunden pro Tier und Tag in der Abtränkphase vom 50. bis 70. und bis 105. Lebenstag

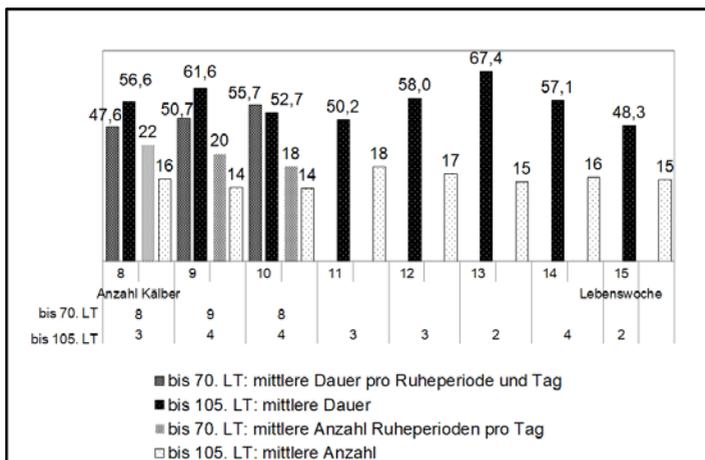
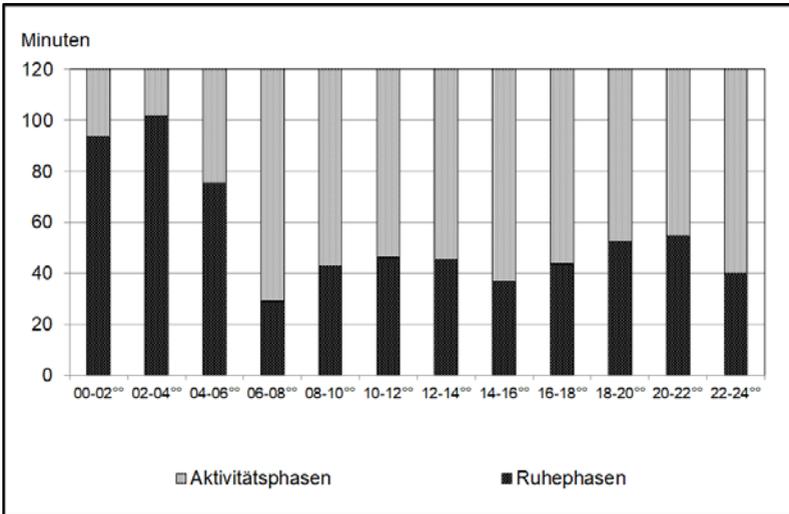
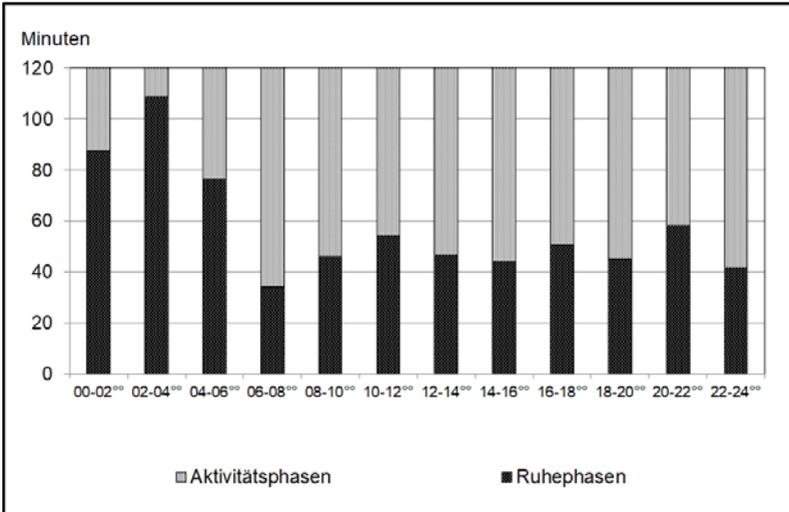


Abbildung 51: Mittlere Dauer in Minuten je Periode und Anzahl der Ruhezeiten pro Tag in der Abtränkphase vom 50. bis 70. und bis 105. Lebenstag

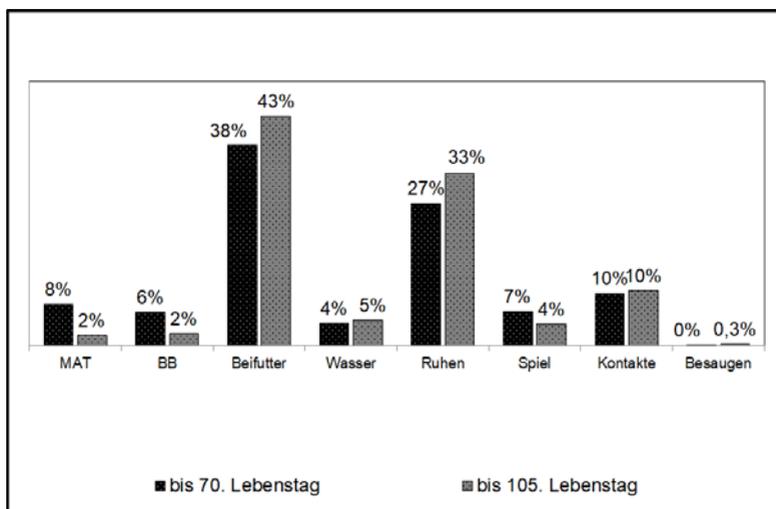


(a)

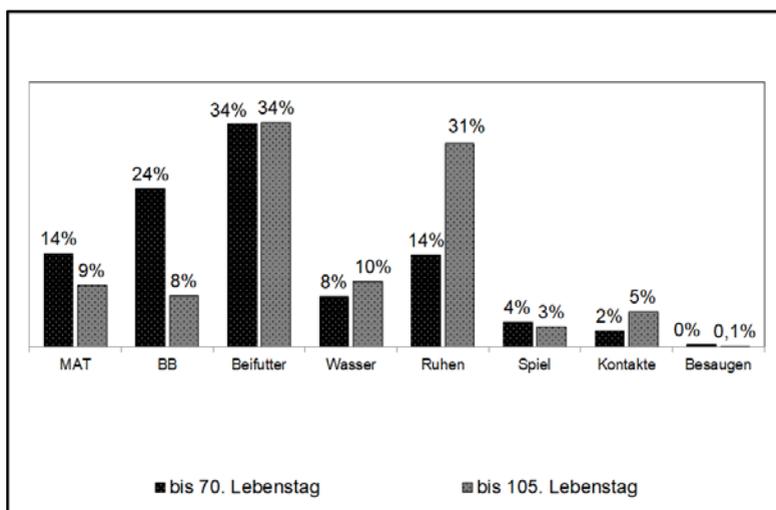


(b)

Abbildungen 52 (a), (b): Mittlere Ruhe- und Aktivitätsphasen in Minuten im Tagesverlauf in der Abtränkphase vom 50. bis zum (a) 70. Lebensstag, $n = 9$ Kälber und (b) 105. Lebensstag, $n = 5$ Kälber



(a)



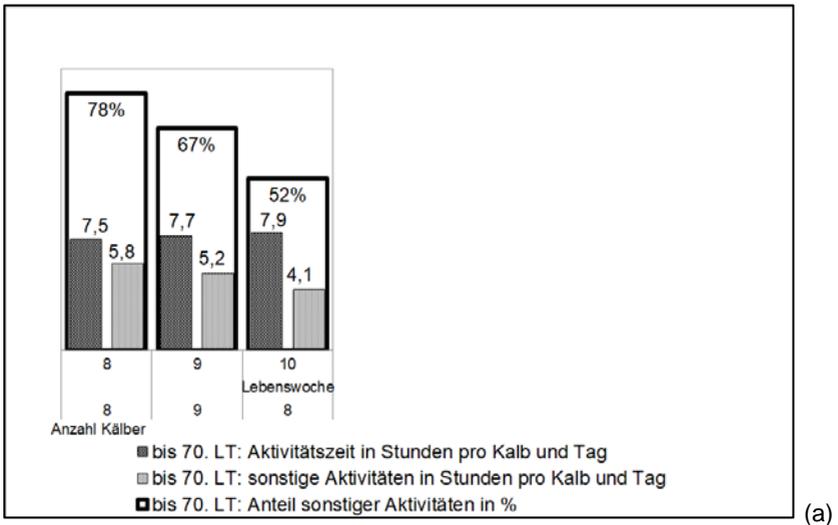
(b)

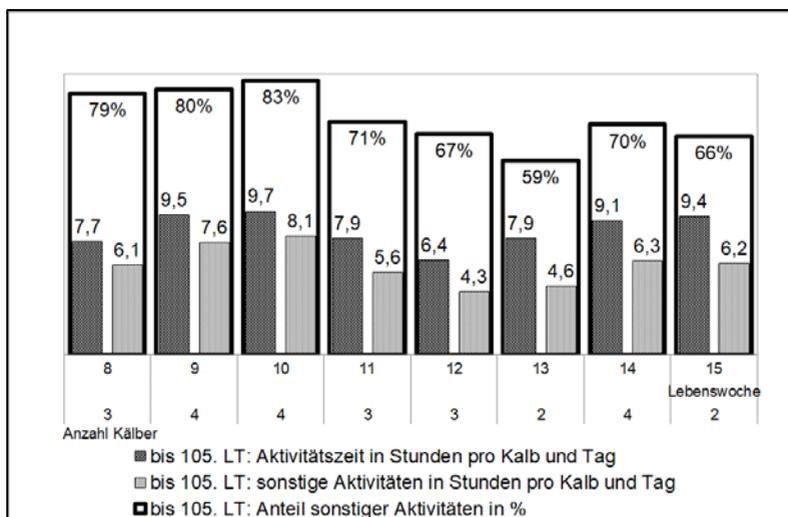
Abbildungen 53 (a), (b): Anteil der Aktivitäten pro Tier und Tag innerhalb von 5 Minuten (a) vor und nach (b) dem Ruhen vom 50. bis 70. LT, n = 9 Kälber sowie bis 105. LT n = 5 Kälber

MAT = MAT-Aufnahme, BB = Blindbesuche, Beifutter = Aufnahme von Beifutter, Wasser = Aufnahme von Wasser, Kontakte = Kontakte der Kälber untereinander, Besaugen = aktives Besaugen eines anderen Kalbes

4.4.2.3 Sonstige Aktivitäten

Bei intensiver Entwöhnung geht der mittlere Anteil sonstiger Aktivitäten an der aktiven Zeit von der 08. bis 10. LW drastisch von 78 auf 52 % bzw. von 5,8 auf 4,1 Std. pro Tier und Tag zurück, bei längerer Entwöhnung ist dieser Rückgang moderater (Abbildungen 54 (a), (b)). Von der 08. bis 10. LW bleibt er auf einem Niveau von 79 bis 83 %. Beginnend mit der 11. LW sinkt der Anteil sonstiger Aktivitäten auf 71 % der aktiven Zeit und bleibt von der 12. bis 15. LW bei 59 bis 70 %. Die Gesamtdauer aller Aktivitäten liegt von der 09. bis 15. LW zwischen 7,9 und 9,7 Std., eine Ausnahme bildet die 12. LW, hier waren die untersuchten Kälber nur 6,4 Std. aktiv.





(b)

Abbildungen 54 (a), (b): Mittlere Dauer der Aktivitätszeit und der sonstigen Aktivitäten in Stunden pro Tag sowie mittlerer Anteil der sonstigen Aktivitäten an der aktiven Zeit pro Tag in der Abtränkphase vom 50. bis (a) 70. Lebens- tag, $n = 9$ Kälber und (b) 105. Lebenstag, $n = 5$ Kälber

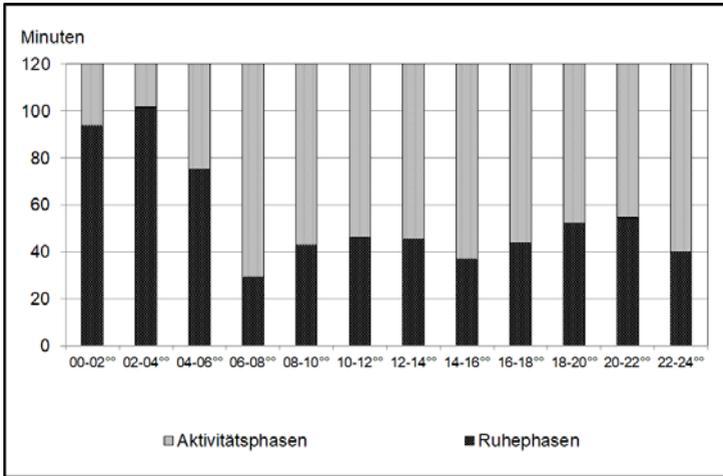
4.4.2.4 Verhalten der Kälber im Tagesverlauf

Ein Tagesrhythmus der Kälber hinsichtlich der Aktivitäts- und Ruhephasen zeigt sich unabhängig von der Dauer der Abtränkphase (Abbildungen 55 (a), (b)). In der Nacht ruhen die Tiere von 00:00 bis etwa 06:00 Uhr lange, häufig über ein bis zwei Stunden in einer Ruheperiode. In den Morgenstunden sind alle Kälber aktiv und ruhen nur kurzzeitig. Von 14:00 bis 16:00 sowie 22:00 bis 24:00 Uhr sind die Tiere verstärkt aktiv.

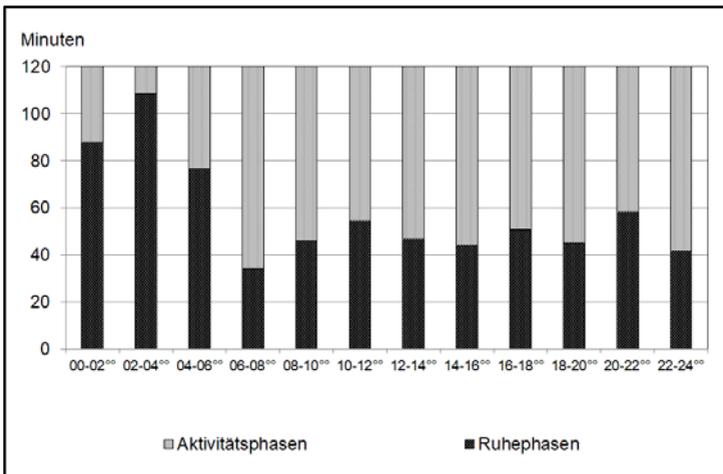
In Abbildung 56 (a) sind die Anteile der Aktivitäten im Tagesverlauf dargestellt. Das intensive Abtränken bis zum 70. LT führt zu einem drastischen Rückgang der sonstigen Aktivitäten, die nachts 47 bis 26% der aktiven Zeit ausmachen, am Tage jedoch nur 14 bis 23%. Mit 35 bis 51% in der Nacht und 54 bis 70% am Tage steigt der Anteil der Beifutteraufnahme in gleichem Maße an. Die MAT-Aufnahme geht auf 10–37% bzw. 10–24% zurück.

Bei den langsamer abgetränkten Kälbern wurden mit 41 bis 53% deutlich höhere Anteile sonstiger Aktivitäten im Tagesverlauf notiert (Abbildung 56 (b)). Von Mitternacht bis etwa 02:00 Uhr sind die Kälber kurzzeitig wach und setzen

Harn und Kot ab, was im Anteil sonstiger Aktivitäten von 82 % erfasst wird. Bei Futteraufnahmen finden am Tage zu einem Anteil von 37 bis 47 % der Aktivitäten statt, die MAT-Aufnahme geht auf einen Anteil von 16 % und weniger zurück.

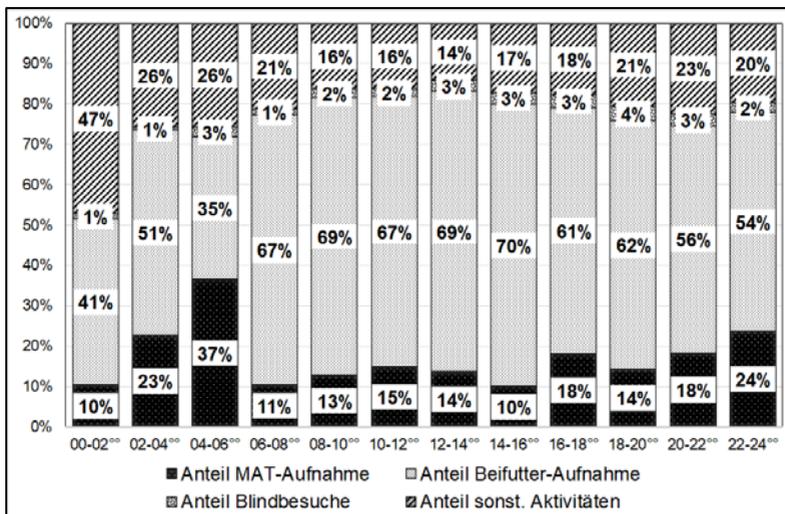


(a)

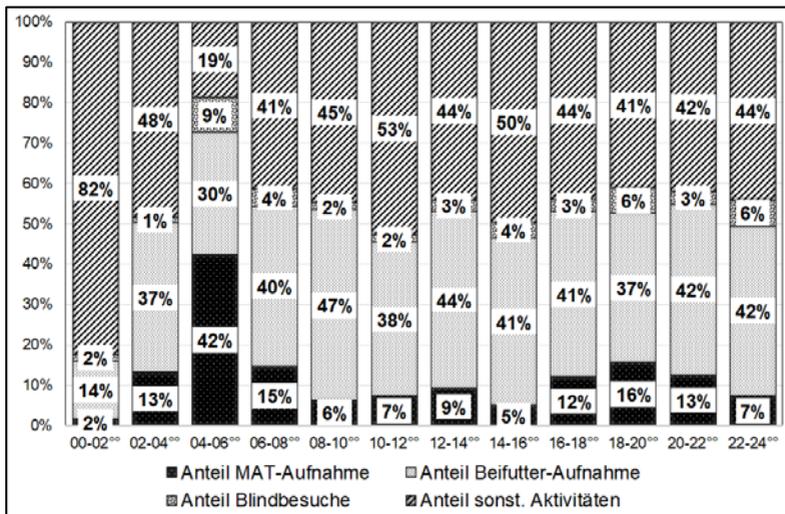


(b)

Abbildungen 55 (a), (b): Mittlere Ruhe- und Aktivitätsphasen in Minuten im Tagesverlauf in der Abtränkphase vom 50. bis zum (a) 70. Lebenstag, $n = 9$ Kälber und (b) 105. Lebenstag, $n = 5$ Kälber



(a)



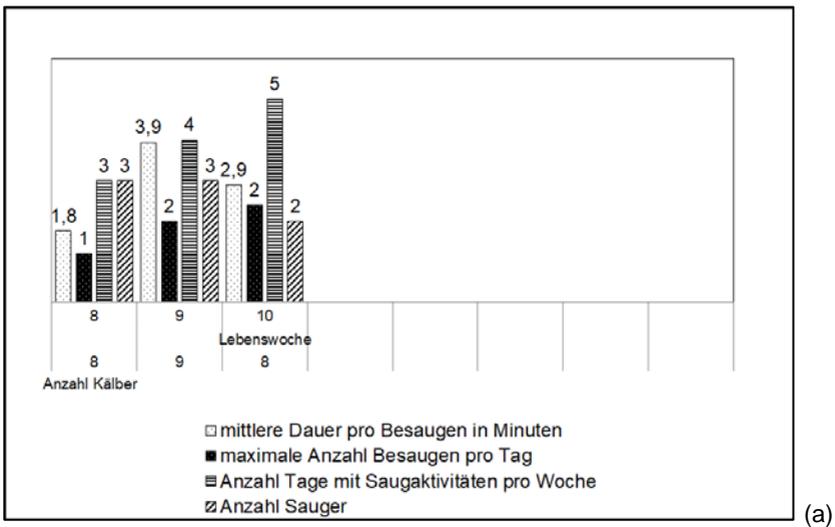
(b)

Abbildungen 56 (a), (b): Mittlerer Anteil der MAT- und Beifutteraufnahme, Besuche an der Tränkestation ohne MAT-Aufnahme (Blindbesuche) sowie sonstiger Aktivitäten an der Aktivitätszeit in der Abtränkphase vom 50. bis zum (a) 70. Lebensjahr, n = 9 Kälber und (b) 105. Lebensjahr, n = 5 Kälber

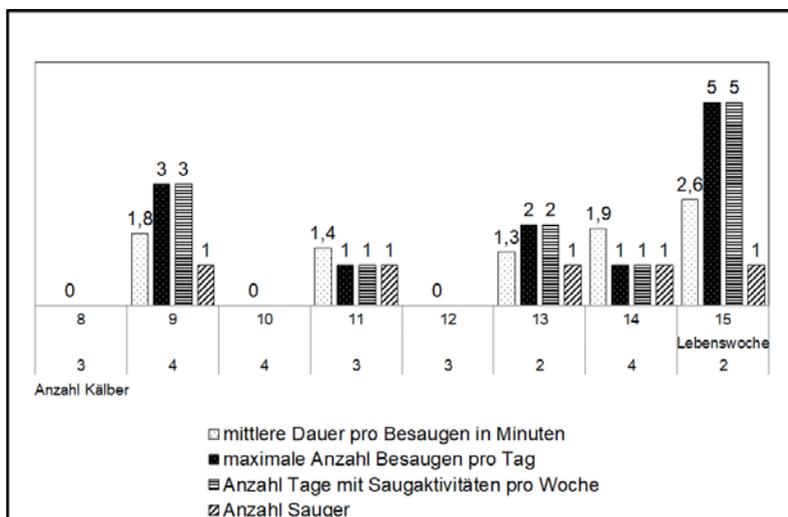
4.4.2.5 Besaugen

Von den Kälbern, die bis zum 70. LT getränkt wurden, wurden vier Tiere in der Abtränkphase beim Besaugen eines anderen Kalbes beobachtet (Abbildung 57 (a); Tabelle A 16). Von diesen besaugten zwei Kälber acht- bis zehnmal und zwei Kälber ein- bzw. dreimal pro Tag. Die maximale Dauer eines Besaugvorganges beträgt 16,9 Minuten.

Von den fünf Kälbern der beiden beobachteten Durchgänge, die bis zum 105. Tag getränkt wurden, besaugten drei ein anderes Kalb (Abbildung 57 (b)). Ein Kalb begann in der 14. LW mit dem Besaugen, in der 15. LW wurden von diesem Kalb 8 Vorgänge über 0,6 bis 4,5 Minuten beobachtet. Von einem anderen Tier wurden in der 09. LW drei Besaugvorgänge an einem Tag zwischen 20:00 und 22:00 Uhr über insgesamt 5,3 Minuten registriert. Ein weiteres Kalb besaugte am 72. LT (11. LW) einmal über 1,4 Minuten, in der 13. LW über 0,9 und 1,4 Minuten sowie am 90. LT über 1,6 Minuten.



(a)



(b)

Abbildungen 57 (a), (b): Mittlere Dauer in Minuten und maximale Anzahl Besaugvorgänge pro Tag sowie Anzahl Tage und Sauger pro Woche in der Abtränkphase vom 50. bis zum (a) 70. Lebenstag und (b) 105. Lebenstag

4.5 Energie- und Eiweißaufnahme bei einem Tränkeanrecht von 12 l MAT bis zum 49. Lebenstag

Auf Grundlage der ermittelten Tränke- und Beifutteraufnahmen in den Betrieben B2 und B3 wurden die aufgenommenen Energie- und Eiweißmengen aus MAT und Beifutter bei drei Beifuttervarianten (B2: Variante TTMR, B3: Varianten TMR und AWS) berechnet und deren Deckung des Bedarfs der Kälber von der 04. bis 10. Lebenswoche kalkuliert. Abgetränkt wurde ab der 08. LW (50. LT) mit einer Geschwindigkeit von 0,55 l/Tag.

4.5.1 Kalkulation der Energie- und Eiweißaufnahme aus Tränke und Beifutter

Das Kälberaufzuchtfutter wurde von den Kälbern der Variante TMR in hohen Mengen aufgenommen (Tabelle 33). In der Variante AWS wurde anstelle der TMR eine AWS eingesetzt, allerdings führte deren niedriger T-Gehalt zu einer schlechteren Akzeptanz und deutlich geringeren T-Aufnahmen. Die Beifutteraufnahme in der Abtränkphase nahm bei beiden Varianten ab der 08. LW zu, fiel aber bei den Kälbern, die mit AWS gefüttert wurden, deutlich niedriger

aus als bei den mit TMR gefütterten. Bis zum Ende der 07. LW, d.h. bis zum Ende des maximalen Tränkeanrechts, stieg die mittlere Tränkeaufnahme bei beiden Varianten an. Bei den Kälbern der Variante TMR lag sie in den LW 06 bis 08 um bis zu einem Liter über der Variante AWS.

Die TTMR (Variante TTMR, B2, Tabelle 34) nahmen die Kälber bis zum Ende der 07. LW in ähnlichen Größenordnungen auf wie das Kraftfutter bei den Varianten TMR und AWS (B3, Tabelle 33). Ein Anstieg der mittleren Tränkeaufnahme bis zum Beginn des Abtränkens ist auch bei der Variante TTMR in Betrieb B2 zu erkennen.

Ab der 08. bis 10. LW, wenn zunehmend größere Mengen Beifutter (TMR und Heu) gefressen werden, steigt auch die Aufnahme an TTMR weiter an. Ein starker Anstieg der Kraftfutteraufnahme ist in der Abtränkphase ab der 08. LW bei der Variante TMR (B3) zu sehen.

Eine erhebliche Zunahme der Beifutteraufnahme ist bei allen Varianten in B2 und B3 ab der 09. LW zu verzeichnen (Tabelle 35 und Tabelle 36). Während des Abtränkens liegt sie in B3 bei den Kälbern der Variante TMR deutlich über der Variante AWS. Dies spiegelt sich auch in der Energie- und Rohproteinversorgung der Kälber wider, die entsprechend bei der Variante TMR bereits ab der 07. LW über der Variante AWS liegt. Bei allen Varianten zeigt sich ein Anstieg der Energie- und Eiweißversorgung bis zur 07. (B2) und 08. (B3) LW (Tabelle 35 und Tabelle 36). Anschließend sinkt die Energieaufnahme bei allen Varianten ab, bei der Variante AWS (B3) am stärksten, was auch für die Aufnahme an Rohprotein zutrifft. Die Eiweißversorgung bleibt bei den Varianten TTMR (B2) und TMR (B3) während der Abtränkphase stabil bzw. steigt mit zunehmendem Alter der Kälber.

Die bei überwiegender Milchernährung aus der Tränke aufgenommenen Mengen an Lysin sind in Tabelle 37 aufgeführt. Die Lysinaufnahme aus der MAT stieg bis zum Ende des maximalen Tränkeanrechts, d.h. bis zum Ende der 07. LW und nahm mit dem Abtränken und der Steigerung der Beifutteraufnahme ab der 08. LW ab. Die Lysingehalte lagen für die eingesetzten Beifuttermittel nicht vor, Mineralstoff- und Vitamingehalte nur eingeschränkt, weshalb dafür keine Bilanzierung durchgeführt werden konnte.

Tabelle 33: Mittlere MAT- und Beifutteraufnahme (in l bzw. kg Frischmasse) je Kalb und Tag von der 04. bis 10. Lebenswoche bei Totaler Mischration (Variante TMR, n=23) oder Anwelksilage (Variante AWS, n=46) als Beifuttermittel und 12 l Tränkeanrecht bis zum 49. Lebenstag (Betrieb B3)

LW	Variante TMR					
	MAT l	MA kg	Müsli kg	Pellets kg	Heu kg	TMR kg
4	5,7	0,94	0,07	-	0,05	-
5	6,3	1,05	-	0,08	0,10	0,13
6	7,7	1,27	-	0,21	0,07	0,24
7	8,4	1,38	-	0,23	0,11	0,30
8	8,3	1,37	-	0,57	0,30	0,31
9	4,2	0,69	-	1,22	0,45	0,34
10	1,1	0,18	-	1,99	0,46	0,39
LW	Variante AWS					
	MAT l	MA kg	Müsli kg	Pellets kg	Heu kg	AWS kg
4	5,8	0,96	0,10	-	0,13	0,08
5	6,8	1,12	-	0,26	0,14	0,11
6	7,1	1,18	-	0,25	0,14	0,15
7	7,4	1,23	-	0,14	0,16	0,12
8	7,3	1,20	-	0,25	0,16	0,12
9	4,2	0,69	-	0,59	0,26	0,17
10	1,0	0,17	-	0,66	0,33	0,49

LW = Lebenswoche, TMR = Totale Mischration, MAT = Milchaustauschertränke, l = Liter, MA = Milchaustauscherpulver, Müsli = Aufzuchtfutter Kälbermüsli, Pellets = pelletiertes Kälberaufzuchtfutter, AWS = Anwelksilage;

Tabelle 34: Mittlere MAT- und Beifutteraufnahme (in l bzw. in kg Frischmasse) je Kalb und Tag von der 04. bis 10. Lebenswoche bei Verfütterung von Trocken-TMR als Beifutter (Variante TTMR, n=19) und 12 l Tränkeanrecht bis zum 49. Lebenstag (Betrieb B2)

LW	Variante TTMR				
	MAT in l	MA kg	TTMR kg	Heu kg	TMR kg
4	7,2	1,01	0,10	0,10	-
5	7,8	1,10	0,28	0,58	-
6	8,2	1,15	0,17	0,36	0,03
7	8,4	1,18	0,18	0,36	0,02
8	7,8	1,10	0,26	0,36	0,02
9	4,1	0,58	0,68	0,47	0,30
10	1,0	0,15	0,99	0,83	0,42

LW = Lebenswoche, TTMR = Trocken-TMR, TMR = Totale Mischration, MAT = Milchaustauschertränke, l = Liter, MA = Milchaustauscherpulver

Tabelle 35: Mittlere Aufnahmen an MA und Beifutter (in kg Trockenmasse) sowie an Energie (MJ ME) und Rohprotein (g XP) je Kalb und Tag von der 04. bis 10. Lebenswoche bei Totaler Mischration (Varianten TMR, n=23) oder Anwelksilage (Variante AWS, n=46) als Beifuttermittel und 12 l Tränkeanrecht bis zum 49. Lebenstag (Betrieb B3)

LW	Variante TMR					Variante AWS				
	MA kg	BF kg	ges. kg	ME MJ	XP g	MA kg	BF kg	ges. kg	ME MJ	XP g
4	0,88	0,11	0,99	16,5	226	0,90	0,22	1,12	17,7	243
5	0,99	0,21	1,20	19,2	264	1,05	0,38	1,43	22,1	309
6	1,19	0,35	1,54	24,6	343	1,11	0,39	1,50	23,5	327
7	1,30	0,43	1,73	27,4	381	1,16	0,30	1,46	23,1	319
8	1,29	0,90	1,29	32,3	461	1,13	0,39	1,53	23,8	334
9	0,65	1,61	2,26	29,4	446	0,65	0,79	1,44	19,9	295
10	0,17	2,32	2,49	29,7	478	0,16	1,00	1,16	13,7	217

TMR = Totale Mischration, AWS = Anwelksilage, MA = Milchaustauscherpulver, BF = Beifutter, ges. = gesamt, ME = umsetzbare Energie, MJ = Megajoule, XP = Rohprotein, LW = Lebenswoche

Tabelle 36: Mittlere Aufnahmen an MA und Beifutter (in kg Trockenmasse) sowie Energie (MJ ME) und Rohprotein (g XP) je Kalb und Tag von der 04. bis 10. LW der Variante TTMR (n=19) mit Trockener Totaler Mischration als Beifuttermittel und 12 l Tränkeanrecht bis zum 49. Lebenstag (Betrieb B2)

LW	Variante TTMR				
	MA kg	Beifutter kg	gesamt kg	ME MJ	XP g
4	0,95	0,17	1,12	18,3	255
5	1,03	0,74	1,77	25,3	354
6	1,08	0,47	1,55	23,4	327
7	1,11	0,47	1,58	23,9	334
8	1,03	0,54	1,57	23,4	328
9	0,55	1,11	1,66	21,4	309
10	0,14	1,73	1,87	20,9	311

TTMR = Trockene Totale Mischration, MA = Milchaustauscherpulver, ME = umsetzbare Energie, MJ = Megajoule, XP = Rohprotein, LW = Lebenswoche

Tabelle 37: Mittlere tägliche Aufnahmen an Lysin (g) je Kalb aus Milchaustauschertränke von der 04. bis zur 10. LW bei unterschiedlichen Beifuttervarianten (Betrieb B3: Variante TMR, n=23; Variante AWS, n=46; Betrieb B2: Variante TTMR, n=19) und 12 l Tränkeanrecht bis zum 49. LT

LW	Variante TMR		Variante AWS		Variante TTMR	
	kg MA	g Lysin	kg MA	g Lysin	kg MA	g Lysin
4	0,94	16,0	0,96	16,3	1,01	18,2
5	1,05	17,9	1,12	19,0	1,10	19,8
6	1,27	21,6	1,18	20,1	1,15	20,7
7	1,38	23,5	1,23	20,9	1,18	21,2
8	1,37	23,3	1,20	20,4	1,10	19,8
9	0,69	11,7	0,69	11,7	0,58	10,4
10	0,18	3,1	0,17	2,9	0,15	2,7

LW = Lebenswoche, TMR = Totale Mischration, AWS = Anweilsilage, TTMR = Trocken-TMR, MA = Milchaustauscherpulver

4.5.2 Kalkulation der Deckung des Bedarfs an Energie und Nährstoffen in Abhängigkeit von der Beifütterung

Anhand der aufgenommenen Mengen an Energie und Eiweiß für die drei Fütterungsvarianten in den Betrieben B2 und B3 wurde deren Deckung des Bedarfs für mittlere tägliche Zunahmen von 850 g kalkuliert (Tabelle 38 und Tabelle 39).

In Betrieb B3 ist die Deckung des Energiebedarfs für die Kälber der Variante TMR (B3) ab der 06. bis zur 08. LW zu mindestens 98% gewährleistet. Die Eiweißversorgung liegt ab der 06. LW zum Teil deutlich oberhalb des Bedarfs, was auf die hohe Aufnahme an Kälberaufzuchtfutter zurückzuführen ist (Tabelle 38). Bei der Variante AWS wird der Energiebedarf der Kälber nur in der 06. und 07. LW annähernd gedeckt (98 bzw. 96%), die Eiweißaufnahme ist von der 05. bis einschließlich 07. LW ausreichend. In der 10. LW deckt die Energie- und Nährstoffaufnahme weniger als 50% des Energiebedarfs und lediglich 60% des Bedarfs an Rohprotein. Für die Kälber der Variante TTMR (B2) zeigt sich eine Bedarfsdeckung für Energie und Eiweiß von der 05. bis zur 07. LW (Tabelle 39). Davor und während des Abtränkens ab der 08. LW liegen die aufgenommenen Mengen an Energie und Protein zum Teil deutlich unterhalb der angestrebten Werte.

Wie unter Punkt 4.5.1 beschrieben, konnte für die Versorgung mit Mineralstoffen, Vitaminen und Lysin aufgrund fehlender Daten keine weitere Auswertung vorgenommen werden.

Tabelle 38: Mittlere Deckung des Bedarfs (%) an Energie (MJ ME) und Rohprotein (g XP) je Kalb und Tag von der 04. bis 10. LW bei Totaler Mischraktion (Variante TMR, n=23) oder Anwelksilage (Variante AWS, n=46) als Beifuttermittel und 12 l Tränkeanrecht bis zum 49. Lebenstag (Betrieb B3).

LW	Tägliche Zunahme*	Bedarf*		Deckung des Bedarfs an MJ ME und XP in %			
				Variante TMR		Variante AWS	
	g	ME MJ	XP g	ME MJ	XP g	ME MJ	XP g
4	810	24	300	69	75	74	81
5	810	24	300	80	88	92	103
6	810	24	300	103	114	98	109
7	810	24	300	114	127	96	106
8	890	30	360	108	128	79	93
9	890	30	360	98	124	66	82
10	890	30	360	99	133	46	60

*Mittlere tägliche Zunahme Abschnitt 01. – 17. LW: 850 g (LFL, 2020);

MJ = Megajoule, ME = umsetzbare Energie, TMR = Totale Mischraktion, AWS = Anwelksilage, LW = Lebenswoche, XP = Rohprotein

Tabelle 39: Mittlere Deckung des Bedarfs (%) an Energie (MJ ME) und Rohprotein (g XP) je Kalb und Tag von der 04. bis 10. LW bei Trockener Totaler Mischraktion als Beifuttermittel (Variante TTMR, n = 19) und 12 l Tränkeanrecht bis zum 49. Lebenstag (Betrieb B2)

LW	Tägliche Zunahme*	Bedarf*		Deckung des Bedarfs an MJ ME und XP in %	
				Variante TTMR	
	g	ME MJ	XP g	ME MJ	XP g
4	810	24	300	76	85
5	810	24	300	106	118
6	810	24	300	98	109
7	810	24	300	100	111
8	890	30	360	78	91
9	890	30	360	71	86
10	890	30	360	70	86

*Mittlere tägliche Zunahme Abschnitt 01. – 17. LW: 850 g (LFL, 2020);

MJ = Megajoule, ME = umsetzbare Energie, XP = Rohprotein, TTMR = Trockene Totale Mischraktion, LW = Lebenswoche

4.6 Management in der Kälberaufzucht

4.6.1 Parameter des Tränkeverhaltens

Für 51 DH-Kälber mit einem Tränkeanrecht von 14 l MAT bis zum 49. Lebens- tag wurden an 622 Tagen Daten zum Tränkeverhalten erfasst (Tabelle 40). Im Mittel nahmen die Kälber in dieser Zeit 7,9 l MAT bzw. 1,2 kg MA-Pulver auf.

Die Kälber suchten die Tränkestation täglich durchschnittlich 1,5-mal ohne Anrecht auf (Spanne: 0 bis 20). Mit Anrecht, aber ohne MAT-Aufnahme wurden im Mittel 10,1 Besuche registriert (Spanne: 0 bis 83). Durchschnittlich 6,1-mal am Tag nahmen die Tiere MAT auf (Spanne: 1 bis 20). Die Differenzen zwischen den Mittelwerten dieser drei Arten von Besuchen an der Tränkestation sind signifikant ($p < 0,001$). Für die Saug- bzw. Trinkgeschwindigkeit wurden Werte in einer Spanne von 0,17 bis 4,64 l/min bei einem Mittelwert von 0,56 l/min ermittelt.

Vom 20. bis 49. LT wurde von den 51 untersuchten Kälbern an 0,3% der Tage das maximale Tränkeanrecht von 14 l MAT abgerufen (Abbildung 58). An der Hälfte der Tage nahmen die Tiere weniger als 8 l MAT auf (50,6%), zwischen 12,0 und 13,9 l MAT waren es an 6,4% der Tage.

Tabelle 40: Parameter des Tränkeverhaltens bei 14 l Tränkeanrecht, 20. bis 49. Lebenstag, n = 622 Tränketage, 51 Kälber

Parameter	MW	min	max	s
Tränkeaufnahme je Tier / Tag				
in l MA-Tränke	7,9	1,8	14,6	2,4
in kg MA-Pulver	1,2	0,26	2,41	0,35
Anzahl Besuche an der Tränkestation / Tag				
gesamt	14,7	7	93	4,6
ohne Aufnahme, ohne Anrecht (BBo)	1,5	0	20	2,7
ohne Aufnahme, mit Anrecht (BBm)	10,1	0	83	10,8
mit MAT-Aufnahme (MAT)	6,1	1	20	3,2
Sauggeschwindigkeit in l/min	0,56	0,17	4,64	0,39

MW = Mittelwert, min = Minimum, max = Maximum, MA = Milchaustauscher,

BBo = Blindbesuch (ohne MAT-Aufnahme) ohne Anrecht,

BBm = Blindbesuch mit Anrecht;

Signifikanz: 20. bis 49. Lebenstag: BBo vs. BBm vs. MAT, $p < 0,001$

Im Durchschnitt der Phase des maximalen Tränkeanrechts rief kein Kalb mehr als 12 l MAT ab, 5,9% der Kälber nahmen im Mittel 10,0 bis 11,9 l MAT auf und 41,2% zwischen 8,0 und 9,9 l (Abbildung 59). Für die Hälfte der 51 Kälber wurde eine mittlere MAT-Aufnahme von < 8 l pro Tag registriert (52,9%).

Bis zum 35. LT sind häufige Blindbesuche mit Anrecht zu verzeichnen. Es konnte jedoch nicht festgestellt werden, ob diese Besuche evtl. nur spielerisch stattfanden (Abbildung 60, Tabelle 41 und Tabelle 42). Danach wurden bis zum 54. LT täglich nur bis zu zwei Besuche ohne Anrecht registriert. Bis zum Ende der 08. LW suchen im Durchschnitt mehr als die Hälfte der Kälber die Tränkestation niemals ohne Anrecht auf. Mit dem weiteren Absenken des MAT-Anrechts steigen die Blindbesuche ab dem 55. LT an, kurz vor dem Absetzen sind es im Mittel 30 bis 35 pro Tag. In der 11. und 12. LW wurden für 94 bzw. 92 % der Tiere mehr als acht Blindbesuche registriert.

Die Anzahl Besuche mit Tränkeaufnahme steigt bis zum 40. LT von 3,0 auf 6,7 im Durchschnitt eines Tages und bleibt bis zum 60. LT auf diesem Niveau. Von der 04. bis 09. LW nahmen etwa die Hälfte der Kälber vier bis acht Mal MAT an der Tränkestation auf. In der Abtränkphase geht die Anzahl mit der Reduzierung der Anrechte auf bis zu einmal täglich zurück.

Besuche mit Anrecht aber ohne MAT-Aufnahme bzw. Abbrüche der Tränkeaufnahme finden bis zum 49. LT im Durchschnitt 8,2-mal statt, in der Abtränkphase geht die Anzahl dieser Besuche zurück. Aus der Summe aller Kategorien ergibt sich die Gesamtzahl der Besuche an der Tränkestation. Sie steigt bis zum 55. LT allmählich und während des Abtränkens stark an, was vorrangig auf die Zahl der Besuche ohne Anrecht zurückzuführen ist.

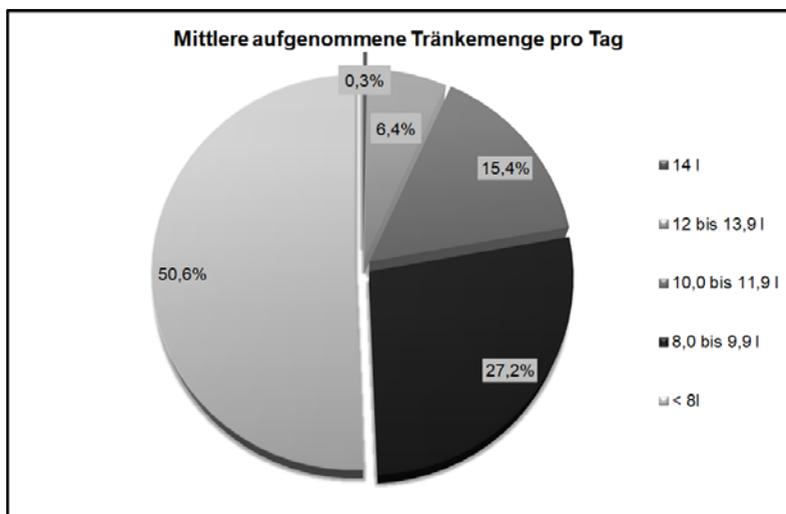


Abbildung 58: Mittlere aufgenommene Tränkemenge in l MAT pro Tag vom 20. –49. Lebenstag bei 14 l Tränkeanrecht, n = 622 Tränketage, 51 Kälber

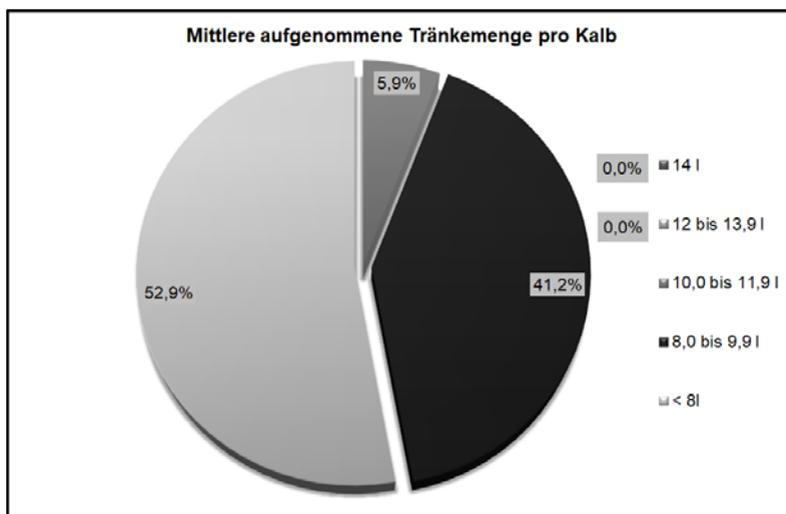


Abbildung 59: Mittlere aufgenommene Tränkemenge in l MAT pro Kalb und Tag vom 20. –49. Lebenstag bei 14 l Tränkeanrecht, n = 622 Tränketage, 51 Kälber

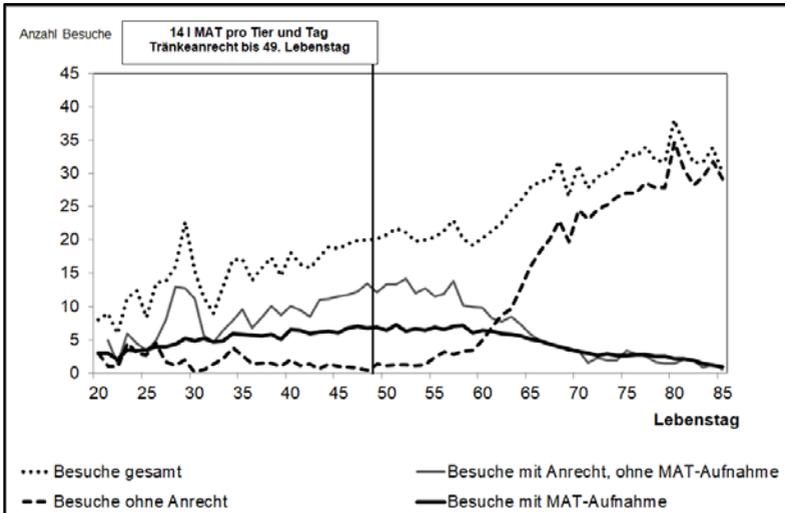


Abbildung 60: Besuche an der Tränkestation mit/ohne Tränkeanrecht und mit/ohne Tränkeaufnahme bei 14 l Tränkeanrecht bis zum 49. Lebenstag und Absetzen am 86. Lebenstag, $n = 2.177$ Tränketage, 51 Kälber

Tabelle 41: Anteil Besuche ohne Anrecht an der Tränkestation (Blindbesuche) nach Anzahl pro Tag und Lebenswoche bei 14 l Tränkeanrecht bis zum 49. Lebenstag

Anzahl Blindbesuche pro Tag Lebenswoche	0	1 – 3	4 – 8	≥ 8
4	54%	16 %	10 %	20 %
5	54 %	30 %	11 %	6 %
6	53 %	33 %	12 %	3 %
7	60 %	30 %	6 %	5 %
8	53 %	33 %	9 %	5 %
9	25 %	37 %	13 %	25 %
10	4 %	7 %	10 %	79 %
11	0 %	1 %	4 %	94 %
12	1 %	2 %	4 %	92 %

Tabelle 42: Anteil Besuche mit MAT-Aufnahme an der Tränkestation nach Anzahl pro Tag und Lebenswoche bei 14 l Tränkeanrecht bis zum 49. Lebenstag

Anzahl MAT-Aufnahmen pro Tag Lebenswoche	1 – 3	4 – 8	≥ 8
4	44 %	56 %	0 %
5	27 %	52 %	21 %
6	23 %	49 %	28 %
7	16 %	50 %	34 %
8	16 %	51 %	33 %
9	16 %	56 %	28 %
10	49 %	42 %	10 %
11	79 %	20 %	0 %
12	97 %	3 %	0 %

MAT = Milchaustauschertränke

In Abbildung 61 sind die Parameter der Tränkeaufnahme im Verlauf dargestellt. Vom 25. bis ca. 60. LT bleiben die aufgenommene Tränkemenge in l MAT und kg T MA-Pulver sowie die Sauggeschwindigkeit auf gleichem Niveau von 7,9 l und 1,2 kg T MAT (1,8–14,6 l, $s=2,4$ und 0,3–2,4 kg, $s=0,4$, Tabelle 40) pro Tag und 0,6 l/min (0,17–4,64, $s=0,4$, Tabelle 40). Zum Ende der Phase des maximalen Tränkeanrechts nahmen die Kälber im Mittel 8,3 l MAT auf, was einer Menge von 1,21 kg T MA-Pulver entspricht. Ein allmählicher Anstieg ist bei der Anzahl der MAT-Aufnahmen pro Tag zu verzeichnen. In der Abtränkphase fallen fast alle Mittelwerte nach dem 60. LT ab, die der Sauggeschwindigkeit erst nach dem 75. LT.

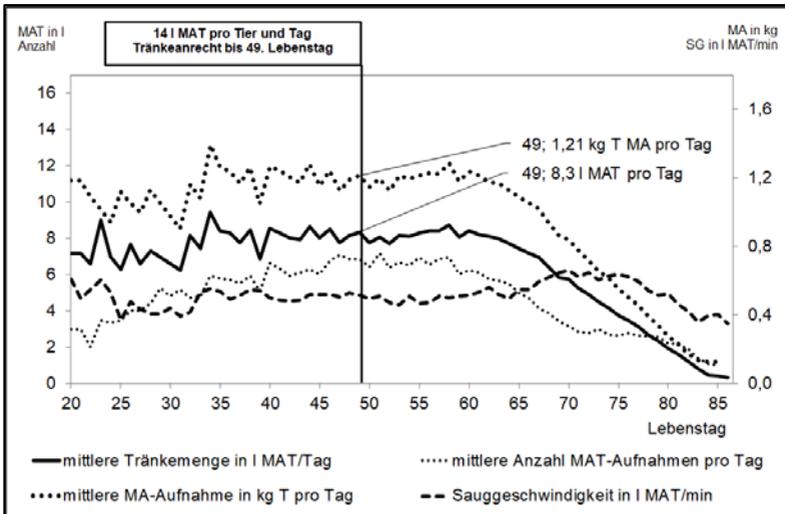


Abbildung 61: Mittlere Aufnahme in l MAT und kg T Milchaustauscherpulver (MA) pro Tag, Anzahl Tränkeaufnahmen und Sauggeschwindigkeit (SG) in l/min bei 14 l Tränkeanrecht bis zum 49. Lebenstag und Absetzen am 86. Lebenstag, $n = 2.177$ Tränketage, 51 Kälber

4.6.2 Index Tränkeverhalten (ITV)

4.6.2.1 Index Tränkeverhalten, 14 l Tränkeanrecht bis zum 49. Lebenstag

Aus der mittleren Tränkeaufnahme in l MAT je Tier und Tag (TM) vom 20. bis 49. LT und der Anzahl MAT-Aufnahmen wurde der dimensionslose Index Tränkeverhalten (ITV) für 51 Kälber des Betriebes B2 berechnet (Abbildung 62, Tabelle 43 und Tabelle 44).

Die aufgenommenen Mengen in l MAT und kg MA-Pulver und die Besuche an der Tränkestation mit Tränkeaufnahme steigen signifikant mit zunehmendem ITV. Die Sauggeschwindigkeit ist bei einem $ITV \geq 12$ signifikant höher als bei einem niedrigeren ITV.

Kälber mit dem höchsten ITV nahmen im Durchschnitt vom 20. bis 49. LT 9,2 l MAT auf, was 1,4 kg MA-Pulver entspricht. Durchschnittlich nahmen sie neun Mal am Tag Tränke mit einer Sauggeschwindigkeit von 0,74 l/min auf.

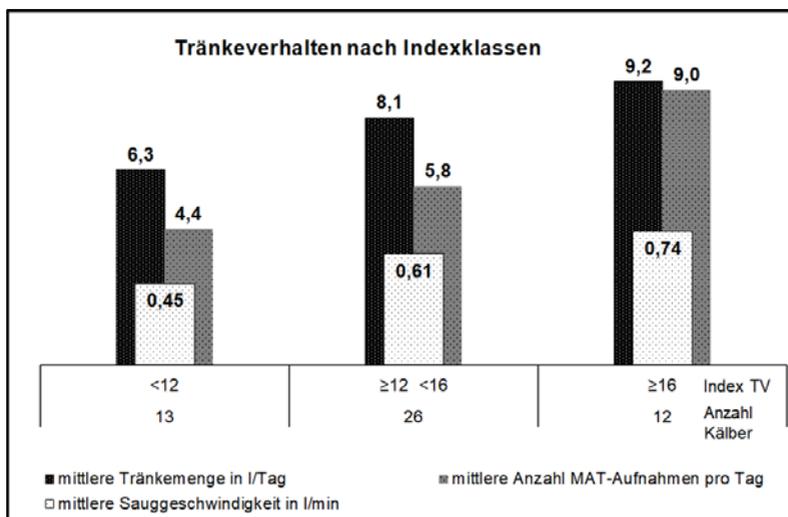


Abbildung 62: Mittlere Tränkeaufnahme in l MAT pro Tier und Tag, Anzahl MAT-Aufnahmen und Sauggeschwindigkeit in l/min nach Indexklassen Tränkeverhalten (ITV) bei 14 l Tränkeanrecht bis zum 49. Lebenstag, n = 51 Kälber

Tabelle 43: Signifikanz der Mittelwertdifferenzen von Parametern der Tränkeaufnahme nach ITV-Klassen, 14 l Tränkeanrecht bis 49. LT, n = 51 Kälber

Parameter	Signifikanz	
	p < 0,01	p < 0,001
Tränkeaufnahme je Tier und Tag		
in l MA-Tränke in kg MA-Pulver	≥ 12 < 16 vs. ≥ 16	< 12 vs. ≥ 12 < 16 < 12 vs. ≥ 16
Anzahl Besuche		< 12 vs. ≥ 12 < 16 ≥ 12 < 16 vs. ≥ 16
Sauggeschwindigkeit	< 12 vs. ≥ 12 < 16	

MA = Milchaustauscher

Tabelle 44: Parameter der Tränkeaufnahme nach ITV-Klassen, 14 l Tränkeanrecht bis 49. LT, n = 51 Kälber

Parameter	MW	min	max	s
ITV: <12,0, n = 13	10,6	8,4	11,8	0,9
Tränkeaufnahme je Tier und Tag				
Anzahl Besuche MAT-Aufnahme	4,4	3,0	6,0	0,9
in l MA-Tränke	6,3	4,2	7,9	1,0
in kg MA-Pulver	0,9	0,6	1,2	0,2
Sauggeschwindigkeit in l/min	0,45	0,17	0,72	0,13
ITV: ≥12,0 <16,0, n = 26	13,9	12,2	15,9	1,1
Tränkeaufnahme je Tier und Tag				
Anzahl Besuche MAT-Aufnahme	5,8	2,8	8,7	1,3
in l MA-Tränke	8,1	6,0	9,8	0,5
in kg MA-Pulver	1,2	0,9	1,4	0,1
Sauggeschwindigkeit in l/min	0,61	0,33	0,99	0,20
ITV: ≥16,0, n = 12	18,2	16,0	22,5	2,3
Tränkeaufnahme je Tier und Tag				
Anzahl Besuche MAT-Aufnahme	9,0	5,8	13,9	2,2
in l MA-Tränke	9,2	6,7	10,7	1,1
in kg MA-Pulver	1,4	1,0	1,7	0,2
Sauggeschwindigkeit in l/min	0,74	0,38	2,41	0,55

MW = Mittelwert, min = Minimum, max = Maximum, MA = Milchaustauscher

4.6.2.2 Index Tränkeverhalten, Gesundheit und Fruchtbarkeit

Um die Beziehungen zwischen Tränkeverhalten, Gesundheit und Fruchtbarkeit bis zum Beginn der 1. Laktation darzustellen, wurde der Index Tränkeverhalten (ITV) von 1.149 Kälbern des Betriebes B3 bei einem TA von 8, 10 und 12 l MAT bis zum 49. Lebensstag berechnet und in Klassen unterteilt.

ITV-Klassen	Anzahl Tiere
< 12,0	n = 437
≥ 12,0 bis < 16,0	n = 606
≥ 16,0	n = 106

Die Mittelwerte der ITV-Klassen der Parameter des Tränkeverhaltens TM (aufgenommene Tränkemenge) und BA (Besuche an der Tränkestation) unterscheiden sich zwischen allen ITV-Klassen signifikant ($p < 0,001$, Abbildung 63).

Mit steigendem ITV nehmen die aufgenommene Menge an MAT und die Häufigkeit der Besuche an der Tränkestation zu.

In der Sauggeschwindigkeit sind zwischen den ITV-Klassen keine Unterschiede festzustellen (Abbildung 64).

Sowohl die Anzahl Erkrankungen als auch die Anzahl der Krankentage pro Kalb bis zur Geschlechtsreife gehen mit steigendem ITV signifikant zurück (Abbildung 65).

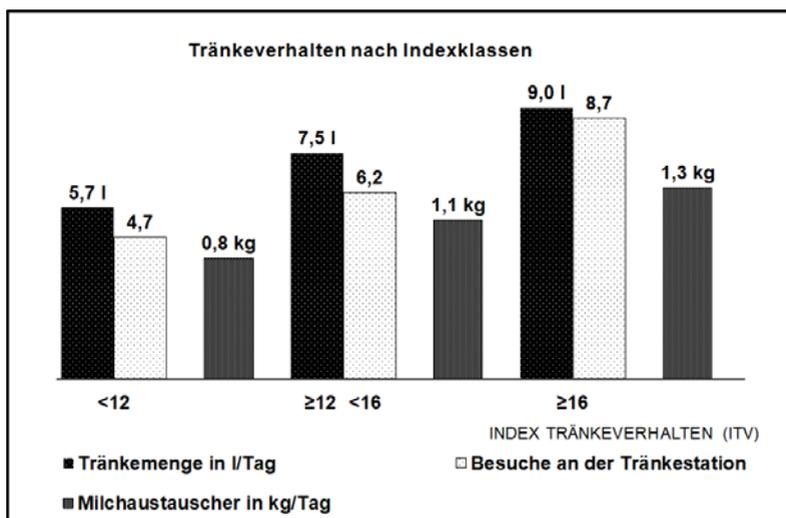


Abbildung 63: Mittlere Tränkeaufnahme in l MAT und kg MA sowie Besuche an der Tränkestation pro Tag nach Indexklassen Tränkeverhalten, $n = 1.149$ Kälber, alle Differenzen signifikant mit $p < 0,001$

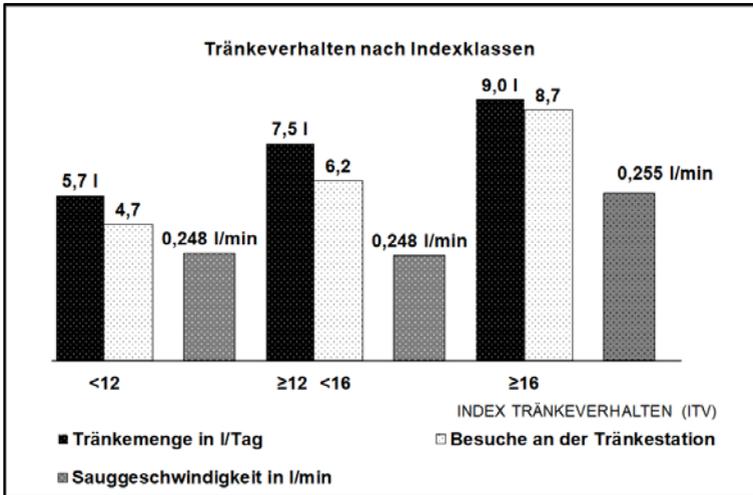


Abbildung 64: Mittlere Tränkeaufnahme in l und Besuche an der Tränkestation pro Tag sowie mittlere Sauggeschwindigkeit in l/min nach Indexklassen Tränkeverhalten, n = 1.149 Kälber

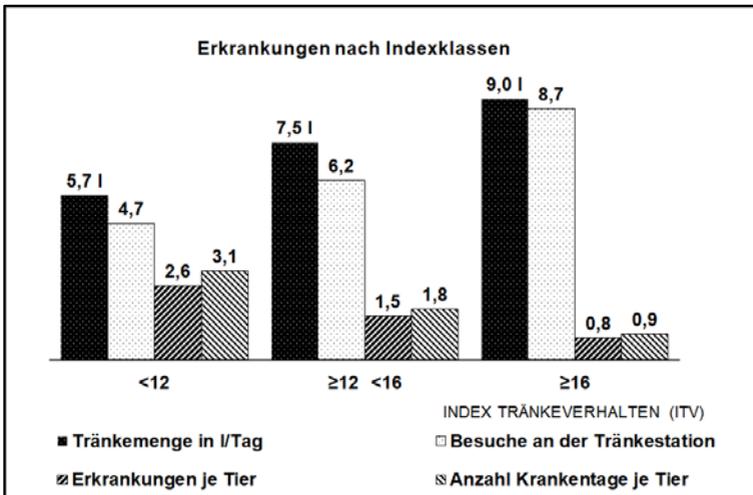


Abbildung 65: Mittlere Tränkeaufnahme in l und Besuche an der Tränkestation pro Tag sowie mittlere Anzahl Erkrankungen und Krankentage pro Tier bis zur Geschlechtsreife nach Indexklassen Tränkeverhalten, n = 1.149 Kälber, alle Differenzen signifikant mit $p < 0,001$

Das Tränkeverhalten beeinflusst signifikant die Fruchtbarkeit der Färsen (Abbildung 66). Mit steigendem ITV sinkt das Erstbesamungsalter (EBA) von 16,3 Monaten (ITV < 12,0) auf 15,9 (ITV ≥ 12,0 bis < 16,0) bzw. 15,6 (ITV ≥ 16,0) Monate. Da die Trächtigkeitsrate aus Erstbesamung (EB) von 45 auf 52 % ansteigt, sinkt auch das Erstkalbealter (EKA). Der Anteil leichter Geburten liegt für Färsen mit einem ITV ≥ 16,0 mit 64 % um 5 bis 6 Prozentpunkte über den Klassen mit geringerem ITV. Die Differenzen zwischen der ITV-Klasse < 12,0 und den beiden anderen sind in EBA und EKA signifikant.

Bis zur Geschlechtsreife sind 13,5 % der Kälber mit einem ITV < 12,0 abgegangen (Abbildung 67). Von den höheren ITV-Klassen waren es mit 5,8 bzw. 5,7 % deutlich weniger. Die frühen Abgänge der Kälber wirken sich hoch signifikant auf das Abgangsalter aus. Totgeburtenraten bei der ersten Kalbung von 7,8 % (ITV < 12,0) und 8,0 % (ITV ≥ 12,0 bis < 16,0) stehen 3,9 % der Klasse ITV ≥ 16,0 gegenüber.

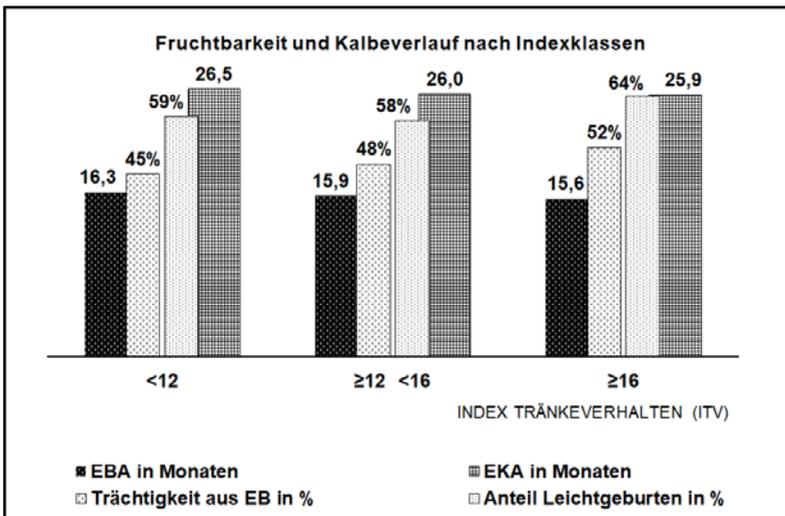


Abbildung 66: Mittleres Erstbesamungsalter (EBA) und Erstkalbealter (EKA) sowie Trächtigkeitsraten aus Erstbesamung (EB) und Anteil Leichtgeburten nach Indexklassen Tränkeverhalten, n = 1.149 Tiere, Signifikanz: EBA ITV < 12,0 vs. ITV ≥ 12,0 bis < 16,0 und ITV ≥ 16,0 mit p < 0,02, EKA ITV < 12,0 vs. ITV < 16,0 mit p < 0,02

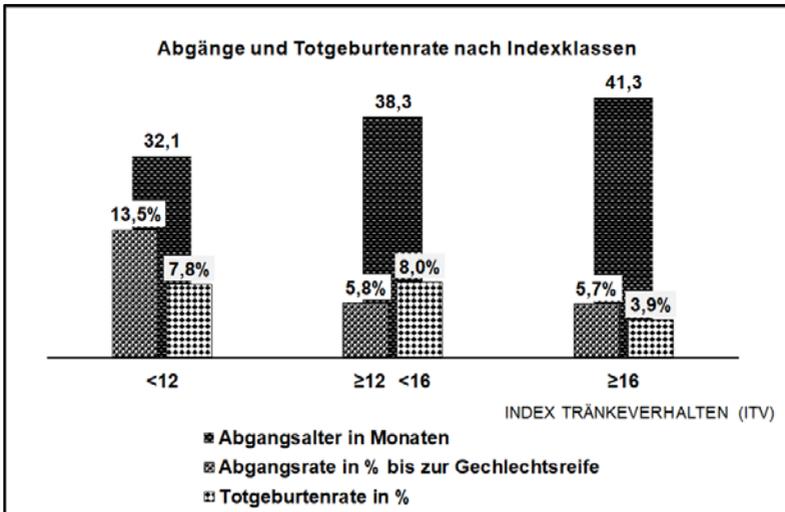


Abbildung 67: Abgangsalter, Abgänge bis zur Geschlechtsreife sowie Totgeburtenrate nach Indexklassen Tränkeverhalten, $n = 1.149$ Tiere, Signifikanz: Abgangsalter $ITV < 12,0$ vs. $ITV \geq 12,0$ bis $< 16,0$ und $ITV \geq 16,0$ mit $p < 0,001$

5 Diskussion

Langjährige Praxisuntersuchungen zeigen die Auswirkungen einer optimalen Kälberaufzucht auf die spätere Produktivität der Milchkühe. Die Kälberaufzucht muss deshalb in den Milchviehbetrieben Priorität haben. Kälber in den ersten sechs Lebensmonaten intensiv aufzuziehen, bedeutet, das mögliche Wachstum zu gewährleisten und nicht durch begrenzte Tränke, ungesunde Haltungsbedingungen und ungenügende Betreuung zu behindern. (JOHANNSEN UND RÖMER, 2018; HARMS UND LOSAND, 2019)

5.1 *Eingewöhnung in die Gruppenhaltung mit Tränkeautomaten*

Der Aufbau einer körpereigenen Immunität benötigt einige Wochen und setzt ein entsprechendes hygienisch unbedenkliches Umfeld und eine angepasste Energie-, Nährstoff- und Flüssigkeitsversorgung voraus.

Im Alter von sieben bis max. 21 Tagen sollten Kälber in altershomogene Gruppen umgestallt werden (JÜLICH et al., 2011; PELZER, 2014).

Bei den Untersuchungen zur Eingewöhnung in die Gruppenhaltung und an die selbstständige MAT-Aufnahme über die Tränkestation wurden in den hier durchgeführten Untersuchungen die ersten 15 Tage nach der Umstallung aus der Einzelhaltung betrachtet. Dabei wurde das Alter der Kälber außer Acht gelassen. Den Kälbern wurde ein Tränkeanrecht (TA) von 12 l MAT bis zum 49. Lebenstag (LT) angeboten.

Am 01. Tag erkunden die Kälber die neue Umgebung, was sich in kurzen Ruhezeiten widerspiegelt. Bereits am 02. Tag ruhen die Kälber 18 Stunden (Std.). Ab dem 03. Tag stellt sich die gesamte Dauer auf 16 bis 17 Std. Ruhe ein. Hauptruhezeiten sind nachts von 00:00 bis 06:00 Uhr. In dieser Zeit wird innerhalb jeder Zeitspanne von 120 Minuten im Mittel 83 bis 88 Minuten geruht. Am Tage wurden Ruhephasen von jeweils 31 Minuten in den Morgenstunden und bis 56 Minuten in der Zeit von 20:00 bis 22:00 Uhr notiert.

Die Steigerung der lokomotorischen Aktivität war auch bei FRÖHNER (2011) nach der Umstallung von der Einzel- in die Gruppenhaltung am höchsten und vom 20. bis zum 35. Lebenstag etwa gleichbleibend. Bei automatisch getränkten Kälbern verteilte sich die lokomotorische Aktivität insgesamt relativ konstant mit leicht steigender Tendenz über den Zeitraum in der Gruppenhaltung (10. bis 85. LT).

Kälber lernen schnell, die Zitzen am Euter der Mutter zu finden, wo sie Milch aufnehmen können und brauchen bei der nächsten Suche wesentlich weniger Zeit (KILEY-WORTHINGTON UND PLAIN, 1983).

In der Regel werden die Kälber in den an der Untersuchung teilnehmenden Unternehmen nach der Umstallung in die Gruppenhaltung zunächst manuell an die Tränkeaufnahme an der Abrufstation gewöhnt. Nach Aussage des Kälberpflegepersonals dauert das Anlernen zwei bis drei Tage, in denen die Tiere intensiv beobachtet werden. Einige Kälber benötigen keine Hilfe und finden die Tränkestation selbstständig. Hinweise auf die Tränkeaufnahme geben die Besuche an der Tränkestation und die aufgenommene Tränkemenge. Die Zahl der Besuche steigt von 3,7 im Durchschnitt am Tag der Einstallung auf fünf bis sechs pro Tag an den Tagen 02 bis 07. Die Lernphase wird auch in der Zahl der Besuche ohne TA deutlich. Sie steigt in der ersten Woche in der Gruppenhaltung auf 15 an und sinkt dann kontinuierlich bis auf acht in 24 Std. am Ende der zweiten Woche. Diese Fehlversuche sind mit jeweils ca. 2 min deutlich kürzer als die Besuche mit MAT-Aufnahme, die im Durchschnitt jeweils 5,8 bis 8,3 Minuten dauern. Ein Rhythmus der Tränkeaufnahme stellt sich nach fünf bis sechs Tagen ein. Auch BRUMMER (2004) nennt fünf Tage als Eingewöhnungszeit an einen Tränkestand. In einer Untersuchung von PIRKELMANN (1994) nahmen Kälber bereits 36 Std. nach der Geburt den Tränkeautomaten problemlos an. Beim Anlernen genügte ein einmaliges Ansetzen, da die Tiere das Bedienen voneinander lernen.

MARVEL UND LARTZ (2019) empfehlen, die Kälber am Tag nach der Umstallung morgens und nachmittags oder abends beim Anlernen an den Tränkeautomaten zu unterstützen. Um die Selbstständigkeit zu fördern, sollte am zweiten Tag diese Unterstützung nur dann erfolgen, wenn ein Kalb keine Tränke aufgenommen hat.

Dass die Kälber schnell lernen, am Automaten zu trinken, stellte schon SCHEURMANN (1974) fest, als diese Tränkeverfahren eingeführt wurden. Kälber können schon in den ersten drei vollständigen Tränketagen mit sechs bis sieben Abrufen mehr als 10 l Tränke pro Tag aufnehmen, wenn diese ad libitum angeboten wird, je Mahlzeit notierten STEINHÖFEL, I. UND DIENER (2015) Tränkemengen von 0,5–2,0 l.

Lediglich Mastkälber, die vor der Umstallung in die Gruppenhaltung an der Kuh saugten, bereiteten in den ersten Tagen mehr Arbeit bei der Angewöhnung an den Tränkeautomaten (FURTNER, 1970). Schwere Kälber gewöhnten sich

schneller an den Automaten als leichtere, weshalb der Autor rät, Gewichtsunterschiede in Kälbergruppen zu vermeiden.

In den eigenen Untersuchungen betrug die Altersdifferenz innerhalb einer Gruppe je nach Betrieb maximal 2 bis 2,5 Wochen.

Auch erste Ergebnisse von SCHLICHTING (1993) an prozessorgesteuerten Tränkeautomaten machen deutlich, dass sich die Kälber relativ schnell an das Tränkesystem mit vorgegebenen Saugzeiten gewöhnen und ihren Tagesrhythmus danach ausrichten. In Untersuchungen von KOTENBEUTEL UND KROCKER (1992) mussten nur 41 % der Kälber ein zweites und 25 % ein drittes Mal an die Tränkestation geführt werden. Alle Kälber nahmen den Tränkeautomaten an.

BÜSCHER et al. (1993) untersuchten das Verhalten von ein bis drei Tage alten Kälbern beim Anlernen an Tränkeautomaten. Schwarzbunte Kälber ließen sich sehr schnell und bereits am 02. bzw. 03. LT an die Tränketeknik gewöhnen. Es waren maximal zwei zusätzliche Anlernhilfen erforderlich.

Studien von SCHRAMA et al. (1995) und SCHLEYER (1998) zeigten dagegen, dass junge Kälber mindestens 10 bis 12 Tage benötigen, um sich an neue Umweltbedingungen anzupassen und selbstständig an den Tränkeautomaten zu gehen.

FUJIMARA et al. (2014) stellten große Unterschiede zwischen den Kälbern hinsichtlich ihrer Lernfähigkeit fest, Tränke von Automaten abzurufen. Es wird von einer Spanne zwischen 10 und 240 Std. berichtet. Verzögerungen beim Erlernen des Gebrauchs des Tränkeautomaten waren mit einer geringeren Milchaufnahme über ein bis zwei Wochen verbunden. Jüngere Kälber brauchten länger als ältere Kälber, vitale Kälber lernten ebenfalls schneller. 70% der Kälber nahmen während des ersten freiwilligen Besuchs an der Tränkestation Milch auf.

Männliche und weibliche HF-Kälber, die im Alter von fünf Tagen an einen Tränkeautomaten gewöhnt wurden, brauchten 5,9 assistierte Besuche über durchschnittlich 31,4 Std., um das erste Mal selbstständig MAT aufzunehmen. Eines von 30 untersuchten Kälbern benötigte keine Hilfe beim Anlernen. (MEDRANO-GALARZA et al., 2018)

Vom 02. bis 07. Tag nach der Einstellung dauert eine Tränkeaufnahme in den hier durchgeführten Untersuchungen durchschnittlich 6,8 bis 8,3 Minuten, in der 02. LW sechs bis sieben Minuten. Es werden bei einem TA von 10 l MAT vier bis sechs bzw. vier bis sieben Mahlzeiten täglich aufgenommen.

Am 09. Tag nach der Einstallung verweilten die Kälber bei SPRENG (2011) im Mittel 3,1 min in der Station je Besuch mit Tränkeabruf bei maximal 8 l MAT bis zum 42. LT.

In einem Kälbersversuch im Hofgut Neumühle erwies es sich als vorteilhaft, dass die Kälber nach der Umstallung zuerst in eine „Babygruppe“ kamen, in der sich nur junge Kälber befanden, die über ca. ein bis zwei Wochen möglichst stressfrei an einer eigenen Tränkestation an den Tränkeautomaten angelernt wurden (KOCH, C., 2019).

5.2 Tränke- und Beifutteraufnahme bei Tränkeanrechten von 8, 10 und 12 l MAT bis zum 49. Lebenstag

Wachstumsstörungen im frühen Lebensalter der Kälber bewirken schwerwiegende Beeinträchtigungen der Entwicklung von Körpergröße und -masse sowie Disproportionen innerhalb des Organismus des betroffenen Tieres, insbesondere der Skelettmuskulatur, von Milz und Thymus sowie Darm, Leber und Pankreas. Es muss mit irreparablen Schäden, verringerter Futteraufnahme und Verdauungskapazität sowie eingeschränkter Abwehrleistung gerechnet werden. Eine verlängerte Aufzucht frühzeitig wachstumsgestörter Kälber ermöglicht keine Rehabilitation bzw. Kompensation. (FIEBIG, 1987)

5.2.1 Tränkeaufnahme

Anhand der Daten, die das Kälbermanagementprogramm DairyPlan in Betrieb B3 aufzeichnete, wurde die Tränkeaufnahme von 1.166 Kälbern ausgewertet. Bis zum 49. LT wurden TA von 8, 10 und 12 l MAT angeboten. Beginnend mit dem 50. LT wurde bis zum 60. (8 und 10 l TA) sowie 65. (12 l TA) Tag abgetränkt.

Die Größe einer Tränkemahlzeit unterscheidet sich zwischen den Kälbern zum Teil erheblich (KUNZ, 2012A). In der muttergebundenen Aufzucht variiert sie zwischen 1 und 2 l Milch, insgesamt sind es pro Tag in Abhängigkeit vom Gewicht und Alter zwischen 8 und 16 l. Wenn es keine Beschränkung in der Menge und der Frequenz des Tränkeangebots gibt, nehmen die Kälber die Milch langsam in kleinen Portionen von ca. 1,5 l pro Mahlzeit auf, was den Verdauungstrakt nicht belastet, weshalb sie keinen ernährungsbedingten Durchfall bekommen. Wichtig ist, dass Kälber, die ad libitum versorgt werden sollen, von Geburt an Milch zur freien Aufnahme angeboten bekommen und niemals die Erfahrung machen, dass die Tränkemenge begrenzt ist. (KUNZ, 2012B, 2013, 2017B)

Die Umstellung auf ein höheres TA bis zum 41. LT stellte in den eigenen Untersuchungen kein Problem dar, alle 14 Kälber, die von 8 auf 10 l MAT-TA umgestellt wurden, passten sich problemlos an das neue TA an. Die o. g. Empfehlung sowie die von KUNZ (2014B) oder ZUBER (2012), einmal restriktiv getränkte Kälber nicht auf ein höheres Tränkanrecht umzustellen, kann somit nicht bestätigt werden.

Die Tränkekurven verlaufen bei den drei untersuchten TA analog: bis zum 30. LT steigt die Tränkeaufnahme stark an, danach nimmt sie nur noch wenig zu und bleibt bis zum Abtränken annähernd auf dem gleichen hohen Niveau von ca. 8 l MAT im Durchschnitt. In der Anzahl an Besuchen an der Tränkestation zeigen sich jedoch Unterschiede bei 10 und 12 l MAT-TA bis zum 49. LT. Die Kälber mit dem 10-l-TA suchten die Tränkestation ab etwa dem 25. LT signifikant häufiger auf als die 12-l-Kälber. Da in Betrieb B3 nicht zwischen Besuchen mit und ohne Anrecht unterschieden wurde, ist zu vermuten, dass für die 10-l-Kälber häufigere Besuche ohne Anrecht registriert wurden als für die 12-l-Tiere.

In der 03. LW nehmen Kälber 11 l Tränke pro Tag auf (KUNZ, 2013). FREUDENBERGER (2014) notierte in diesem Alter bei Fleckviehkälbern in steirischen Arbeitskreisbetrieben Spitzenmengen von 16 l Tränke pro Tier und Tag. Diese Mengen stellen kein Problem dar, solange die Kälber die Milch langsam aufnehmen und eine ausreichende Fermentation der Milch sichergestellt wird (KUNZ, 2012B).

Im Verlauf der eigenen Untersuchungen wurde das TA von 8 auf 10 und später auf 12 l MAT bis zum 49. LT angehoben, um die maximale Höhe der Tränkeaufnahme zu erfassen. Dabei wurde jedoch nur die Tränkeaufnahme betrachtet, nicht die gesamte Energie- und Nährstoffversorgung. Es zeigte sich, dass die maximale Tränkeaufnahme bei dem höchsten TA nahezu erreicht wurde, denn nur hier wurde das maximale Anrecht an 3% der Tränketage, aber im Mittel von keinem Kalb abgerufen. Ein TA von 12 l MAT bis zum 49. LT ist somit ausreichend, um Kälber an 97% der Tränketage ausreichend mit Tränke zu versorgen und so ihren Tränkebedarf weitestgehend zu decken.

Bei maximalen TA von 10 l MAT bis zum 42. LT reicht nach LOSAND UND FLOR (2019) die Konzentration von 180 g MA/l Wasser nicht aus, um das Wachstumspotenzial von HF-Kälbern auszuschöpfen (Verzehr bis zum 70. LT: 1,23 kg MA/Tier und Tag). Vergleichsgruppen, die mit geringer konzentrierten MAT (150 bzw. 170 g MA/l Wasser) getränkt wurden, nahmen höhere Mengen

Trocken-TMR auf. Dadurch änderte sich jedoch die Differenzierung in der Gesamtversorgung mit Energie zwischen den MAT-Konzentrationen nicht wesentlich. Bei einem begrenzten Tränkeangebot sollte deshalb die höchstmögliche Konzentration angewendet oder aber das Tränkeangebot erhöht werden, um ein höheres Energieangebot zu ermöglichen.

Milchkälber können große Mengen Milch verdauen und metabolisieren, wenn die Tränke frei verfügbar ist. Kälber, denen ad libitum Vollmilch oder MAT (125 g MA/l Wasser) angeboten wurde, unterschieden sich jedoch stark in ihrem Tränkeverhalten und ihrer individuellen Tränkeaufnahme, wobei „hoch“ einer Aufnahme von $2,2 \pm 0,11$ l MAT pro Besuch an der Tränkestation entspricht und „niedrig“ $1,8 \pm 0,07$ l MAT pro Besuch. (GHAFFARI et al., 2020)

Eine Ad-libitum-Tränke, die über mehr als acht Wochen erfolgt, verursacht keine nachteilige Entwicklung der Pansenzotten. Bei restriktiver Tränke entwickeln sie sich früher und schneller, was aber bis zur 11. LW von den hoch versorgten Kälbern aufgeholt wird. (HAMMON UND KOCH, 2019)

Eine intensive Milchfütterung kann sogar die spätere Entwicklung des Vormagensystems verbessern. Kälber, die in den ersten vier bis fünf LW intensiv getränkt wurden, erreichten teilweise höhere Festfutteraufnahmen und eine bessere Pansenentwicklung als restriktiv gefütterte Kälber (KHAN et al., 2007; KHAN et al., 2011; SCHÄFF et al., 2017; HAMMON UND KOCH, 2019).

5.2.2 Dauer und Häufigkeit der Tränkeaufnahme

Das Saugverhalten von Kälbern, die im Alter von zwei bis neun Wochen an der eigenen Mutter saugen konnten, änderte sich weder in der Häufigkeit noch in der Dauer. Die Saughäufigkeit wurde weder durch die Milchverfügbarkeit noch durch ein Hungergefühl beeinflusst. Die Ergebnisse zeigen, dass das Saugverhalten der Kälber ein schlechter Indikator für die Verfügbarkeit der Tränke ist, da die Kälber in der Lage sind, die Milchaufnahme zu regulieren. (DE PASSILLÉ UND RUSHEN, 2006)

Melkbarkeit und Milchleistung der Mutter wirkten sich dagegen bei SCHEURMANN (1974) ebenso auf die Dauer der Saugperioden aus wie die Häufigkeit, mit der ein Kalb zur Mutter gelassen wird.

Im Mittel saugten Kälber 10,4 Minuten an ihrer Mutter, die Säugezeit variierte von einer bis 27 Minuten, insgesamt wurden täglich 16 bis 115 Minuten bzw. 49 Minuten im Tagesmittel registriert (WAGNON, 1963). Mit zunehmendem Alter nimmt die tägliche Anzahl und Gesamtdauer des Saugens ab, nicht jedoch die

Dauer der einzelnen Saugakte (SCHRADER, 2007). Allerdings gibt die Dauer der Milchaufnahme keine Auskunft über die aufgenommene Milchmenge, wie CAMERON (1998) in ihrer Studie feststellte.

Eine Mahlzeit dauerte in einer Studie von SCHEIBE (1987) neun bis 15 Minuten und verringerte sich mit zunehmendem Alter der Kälber erst ab dem 06. bis 08. Lebensmonat. In 24 Std. wurden 60 bis 140 Minuten Saugdauer beobachtet.

HAFEZ UND BOUISSOU (1975) stellten fest, dass der Hunger eines Kalbes bei einem Saugvorgang an der Mutter innerhalb von 10 bis 15 Minuten gestillt ist.

Kälber im Alter von einem Monat saugen an der Kuh acht bis zehn Minuten, in Einzelfällen bis zu 30 Minuten, über den Tag verteilt insgesamt 60 bis 70 Minuten (SCHEURMANN, 1974; PORZIG et al., 1991; SAMBRAUS, 1992). AHMED (1987) berichtet von insgesamt 22 Minuten am Tag mit 154 Sekunden pro Saugvorgang im Durchschnitt verschiedener Kälber an ihren Müttern.

HUTCHISON et al. (1962) beobachteten bei Zebu-Kälbern in den ersten zwei Monaten im Durchschnitt 9,5-mal pro Tag neun bis zwei Minuten dauernde Saugzeiten, gleichmäßig über 24 Stunden am Tag verteilt.

Der Eingangsbereich zur Saugstelle muss an die Körpermaße der Kälber angepasst sein, um die Anzahl abgebrochener Saugversuche gering halten zu können (BÜSCHER et al., 1993). Wenn der Saugnuckel in der richtigen Höhe von 40 bis 90 cm angebracht ist, nehmen die Kälber auch die natürliche Saugstellung ein, so wie am Euter der Kuh (KITZNER UND KURZ, 1966; HAFEZ UND LINEWEAVER, 1968). Bei modernen Tränkeautomaten befindet sich der Saugnuckel etwa in 60–70 cm Höhe (SPRENG, 2011), dies war auch in den eigenen Untersuchungen der Fall.

KITZNER UND KURZ (1966) registrierten Saugzeiten von sieben bis acht Minuten im Mittel, maximal waren es bis zu 17 Minuten, bei RITTER UND WALSER (1965) waren es fünf bis sieben Minuten je Saugvorgang.

In der Einzelhaltung dauerte die Aufnahme von 11,9 kg Tränke bei Eimerfütterung über Saugnuckel bei zwei bis fünf Wochen alten HF-Kälbern 44,2 Minuten (HAMMELL et al., 1988), eine Milchaufnahme ohne Saugnuckel 2,5 bis 7,5 Minuten (GRAF et al., 1989).

Die durchschnittlichen MAT-Mahlzeiten dauerten bei allen hier ausgewerteten TA nach der Gewöhnung an die selbstständige Tränkeaufnahme bis zum Absetzen vier bis acht Minuten mit abnehmender Tendenz und sind damit etwas kürzer als die beschriebenen Saugperioden von Kälbern an ihrer Mutter. Ver-

mutlich ist dies auf die deutlich zu hohe Durchflussgeschwindigkeit der Tränkeautomaten zurückzuführen. Die Gesamtdauer unterscheidet sich bis zum Ende der 06. LW zwischen den TA und variiert zwischen 33,0 bis 38,0 min (8 l MAT-TA bis 28. LT), 19,4 bis 42,6 min (10 l MAT-TA bis 28. LT) und 21,5–26,3 min (12 l MAT-TA bis 49. LT). Diese Ergebnisse finden sich annähernd bei vielen Autoren wieder.

Die mittlere Dauer aller Besuche mit TA von Saugkälbern mit freiem Zugang zum Tränkeautomaten mit rationierter Tränkezuteilung (6 l in 12 Portionen pro Tag) betrug 291 Sekunden bzw. 4,85 min pro Besuch (AHMED, 1987). Männliche HF-Kälber im Alter von zwei Monaten saugten im Mittel 57 ± 13 Minuten bei der Aufzucht mit Tränkeautomaten, eine Periode dauerte $7,1 \pm 1,6$ Minuten (WEBSTER, A. J. F. UND SAVILLE, 1982). Bei PIRKELMANN (1986) verweilten die Kälber insgesamt 41,5 Minuten im Tränkestand, wenn ihnen vier Tränkzeiten am Tag zur Verfügung standen. Eine Begrenzung der Gesamtsaugzeit auf fünf bis zehn Minuten je Besuch erscheint dem Autor als angemessen.

Bei Erhöhung des Saugwiderstandes durch eine Verringerung des Durchmessers des Milchzuleitungsschlauches erreichten AURICH UND WEBER (1994) eine signifikant längere Trinkdauer von 2,3 vs. 0,6 Minuten für 0,5 l Tränke.

In Untersuchungen von DE PASSILLÉ UND RUSHEN (2006) stieg die Saugdauer sowohl bei einem geringeren Milchangebot (19,2 min vs. 10,7 min) als auch bei einem stärkeren Hungergefühl (17,4 min vs. 11,2 min).

Am 28. LT betrug die mittlere Saugdauer 14,3 Minuten am Tag (4,8–37,9 min/Tag) bei 3,5 min/Besuch mit Tränkeabruf (SPRENG, 2011). Im Laufe der Aufzucht erhöhte sich die Anzahl an Besuchen am Tränkeautomaten sowohl mit als auch ohne Tränkeabruf, ebenso stieg die Geschwindigkeit der Tränkeaufnahme. In Konsequenz dieser Untersuchungen und einem Abgleich mit der Literatur stellt die Autorin fest, dass die Portionsgröße und die Besuchszahl die Dauer bei einer Tränkeaufnahme entscheidend beeinflussen.

Über den ganzen Tränkezeitraum betrachtet und unabhängig von der angebotenen Milchmenge, hielt sich bei SPRENG (2011) ein Kalb mit Tränkeabruf im Mittel 2,9 min je Besuch im Tränkestand auf und besuchte diesen 5,6-mal am Tag erfolgreich bzw. 9,8-mal ohne Tränkeaufnahme. Insgesamt belegte ein Tier den Stand zur Tränkeaufnahme im Schnitt 12,3 min/Tag. Die aufsummierte tägliche Besuchsdauer am Tränkestand nahm während der Untersuchung tendenziell ab ($r = -0,346$), was aus Sicht der Autorin neben der altersabhängigen

Anzahl an Besuchen hauptsächlich durch die Besuchsdauer ($r = -0,418$) bedingt ist.

Das Anbieten der gleichen Milchmenge in vier statt acht Milchportionen verringerte die Belegungszeit der Tränkestation in einer Studie von JENSEN (2004). Die Anzahl der Kälber pro Tränkeautomat hatte keinen Einfluss auf die aufgenommene Milchmenge und die Dauer der Milchaufnahme. Jedoch war die Dauer der Besetzung der Tränkestation unmittelbar nach der Milchaufnahme bei vier Milchportionen pro Tag geringer als bei acht Anrechten. Bei einer Erhöhung der Anzahl Kälber von 12 auf 24 warteten die Kälber länger auf den Zugang und während sie die Tränkestation besetzten, wurden sie häufiger von anderen Kälbern gestört, die versuchten, auf die Tränkestation zuzugreifen.

Eine erhöhte Dauer der Milchaufnahme am Tränkeautomaten und eine verringerte Saugmotivation wurden nach Anheben der Portionsgrößen von 1,0 auf 2,0 l beobachtet. (NIELSEN, 2008)

Häufigkeit, Dauer und Menge der aufgenommenen Milch einer Saugperiode hängen von Alter, Größe und Rasse der Kälber (Mast- oder Milchrasse), dem Tränkeverfahren (natürlich, Saugnuckel oder Eimer), der Milchflussgeschwindigkeit der Mutter und der Ausdauer des Kalbes während des Saugvorganges ab. Generell saugen ältere Kälber kürzere Zeit als jüngere. (HAFEZ UND LINEWEAVER, 1968; HAFEZ UND BOUISSOU, 1975)

WAGNON (1963) schlussfolgerte, dass Kälber längere Zeit saugen, wenn sie von der Mutter zu wenig Milch bekommen. Er notierte 44 Minuten Säugezeit auf Weiden mit und 55 Minuten ohne Zufütterung. Im ersten Lebensmonat saugt das Kalb etwa acht- bis neunmal pro Tag an der Mutter, mit drei Monaten dreibis fünfmal täglich (SCHEURMANN, 1974; KUNZ, 2017B).

Im Alter von zwei bis sechs Monaten suchen Kälber drei- bis fünfmal täglich das Euter ihrer Mutter auf, danach sind nur noch zwei Saugvorgänge pro Tag zu beobachten (KOCH, G., 1968; SAMBRAUS UND BRUMMER, 1978; SCHEIBE, 1987). ERNST UND KALM (1994) notierten über die gesamte Säugeperiode im Mittel vier Mahlzeiten am Tag mit einer Spanne von zwei- bis sechsmal. Nach PORZIG et al. (1991) saugen Kälber maximal 9-mal in 24 Std. an der Mutter.

In der Mutterkuhhaltung stellte GROTH (1978) drei bis sechs Saugvorgänge über 10 Minuten pro Saugvorgang im Durchschnitt fest, pro Tag waren es im Alter von ein bis vier Monaten insgesamt 30 bis 60 Minuten. Nach KIRCHGESSNER et

al. (2014) saugen Kälber acht- bis zehnmal täglich und nehmen jeweils nur geringe Teilmengen auf. In einer Mutterkuhherde auf der Weide saugten Kälber in der Tageslichtperiode drei- bis viermal (AHMED, 1987).

SCHRADER (2007) notierte 6–10 natürliche Milchaufnahmen von Kälbern an Kühen über insgesamt 60 min, bei Ad-libitum-Tränke waren es sieben bis acht Milchaufnahmen über 50–60 min.

Bei dem in den eigenen Untersuchungen gewährten 12-l-MAT-TA, bei dem das Abtränken am 50. LT begann, nahmen die Kälber bis zur 10. LW vier bis sechs Mahlzeiten am Tag auf, bei früherem Abtränken ab dem 29. LT ging die Anzahl wegen der geringeren Anrechte (8 und 10 l) zurück. Damit liegt die Häufigkeit der Mahlzeiten in dem Bereich, der auch von anderen Autoren in der muttergebundenen und der mutterlosen Aufzucht beobachtet wurde.

Im Laufstall gehaltene Mastkälber saugten zu Beginn der Mast in Untersuchungen von FURTNER (1970) pro Tag zwei- bis 23-mal, im Mittel waren es 5,3 Tränkeaufnahmen.

Ergebnisse von PIRKELMANN (1986) zeigen, dass Kälber bei vier Tränkzeiten am Tag im Mittel 7,5-mal in 24 Std. die Tränkestation aufsuchen. Junge Kälber suchen zu Beginn der Tränkeperiode sechs bis zehn Mal den Tränkeautomaten auf, mit fortschreitendem Alter nehmen die Besuche ab (PIRKELMANN, 1994).

Kälber im Alter von bis zu zwei Wochen, für die die Menge pro Abruf auf zwei Liter begrenzt war, die Gesamtmenge pro Tag aber unbegrenzt, riefen acht bis zehn Mahlzeiten täglich ab. Verglichen mit zeitgleich gehaltenen Stallgefährten, deren Abrufmenge völlig unbegrenzt war, nahmen sie mit der gleichen Anzahl an Abrufen eine geringere Tränkmenge auf. Allerdings war die Anzahl Beobachtungen für eine gesicherte Aussage zu gering. (STEINHÖFEL, I. UND DIENER, 2015)

SPRENG (2011) notierte im Mittel acht Besuche an der Tränkestation, wobei nur bei der Hälfte der Besuche MAT aufgenommen wurde. Die Anzahl Besuche ohne Tränkeanrecht stieg bereits kurz vor dem Abtränken am 69. LT auf 19 ± 10 an, da die Tränkemenge rationiert war, die Kälber aber mehr abrufen wollten. Vor dem Abtränken (08.–42. LT) suchten die Kälber im Mittel 4,3-mal (0–54) täglich mit Milchabruf und 7,9-mal (0–51) ohne Abruf die Tränkestation auf. Im Zeitraum vom 22.–49. LT ergeben sich daraus in der Summe Werte von täglich 5,5 bzw. 8,2.

Die Anzahl der Besuche am Automaten nimmt mit zunehmendem Alter ab (PIRKELMANN, 1994; SPRENG, 2011). Dies wurde bei den vorliegenden Auswertungen nur bei dem früheren Beginn des Abtränkens registriert.

Bei einem 4-maligen Milchanrecht und einer Gesamtaufenthaltszeit im Tränkestand von 50 min/Tag, davon zumeist saugend, dokumentierten DE PASSILLÉ et al. (2004) 17 Besuche am Tag. Diese hohe Zahl hängt wohl mit der Restriktion der Anrechte zusammen.

Bei ad libitum getränkten Fleckviehkälbern beobachteten KÜRN UND BERNHART (2016) häufigere, über den Tag verteilte kleinere Mahlzeiten als bei restriktiv aufgezogenen Vergleichstieren.

In einer Studie von KMICIKIEWYCZ et al. (2013) wirkte sich die Häufigkeit der Tränke bei vier vs. zwei Mahlzeiten MAT pro Tag (je 6 l MAT bis zum 42. LT) nicht auf Wachstum, Beifutteraufnahme und Futterverwertung der Kälber aus. Auch in diesen Untersuchungen verhindert vermutlich die Restriktion im TA ein aussagekräftiges Ergebnis.

5.2.3 Besuche der Tränkestation ohne -anrecht

Für ROSENBERGER et al. (2016) ist eine hohe Anzahl Besuche ohne Tränkeanrecht ein Hinweis auf anhaltenden Hunger der Kälber. Außerdem liegt den Blindbesuchen die gleiche Motivation zugrunde wie der Tränkeaufnahme, nämlich, durch Saugen Milch aufzunehmen (SCHULDT UND DINSE, 2020A), weshalb sie ebenfalls unter der Überschrift 5.2 diskutiert werden.

Bei rationierter Tränke von 6 l über 12 Portionen am Tag beobachtete AHMED (1987) Besuche ohne Tränke von 94 Sekunden im Mittel, pro Std. waren es 127 Sekunden mit signifikanten Unterschieden zwischen einzelnen Kälbern.

LINDEMANN et al. (1993) und SCHLICHTING (1985) berichten, dass die Anzahl von Besuchen ohne Tränkeanspruch bei rationierter und restriktiver Tränke überwogen. HILL, M. et al. (2013) notierten bei ihren Untersuchungen zum Einfluss der Tränkeintensität auf Leistungsparameter von Kälbern nur vier bis fünf tägliche Besuche ohne Tränkeaufnahme bei höherem TA, aber 17 bei restriktiv versorgten Kälbern.

Bei einer restriktiven Milchfütterung rufen die Kälber ca. sechsmal pro Tag Tränke ab, laufen jedoch täglich 15- bis 20-mal in die Tränkestation, ohne Milch zu erhalten, weil sie kein Anrecht auf weitere Milchportionen haben. Dadurch wird die Tränkestation blockiert, was bei allen betroffenen Kälbern, den blockierenden und den verdrängten, Stress erzeugt. Stress kann das Immunsystem

und die Entwicklung der Tiere negativ beeinflussen und erhöht darüber hinaus die Krankheitsanfälligkeit u. a. für Durchfall- und Atemwegserkrankungen. (FRIETEN et al., 2018)

Bei den Kälbern mit dem höchsten TA wurden in den eigenen Untersuchungen bis zum 49. LT Besuche ohne Anrecht über insgesamt 2,0 bis 4,6 Minuten am Tag beobachtet, einzelne Besuche dauerten im Durchschnitt 0,7 bis 1,0 Minuten. Auch bei den geringeren Anrechten wurde die Tränkestation nur kurzzeitig (1,2–3,5 Minuten/Besuch) ohne Anrecht aufgesucht. Die Kälber lernen schnell, ob sie ein Anrecht haben und verlassen die Tränkestation, wenn dies nicht der Fall ist. Der Unterschied zeigt sich zwischen den TA in der Häufigkeit der Blindbesuche. Während bei dem höchsten Anrecht im Mittel bis zum Abtränken 2,1 bis 3,5 pro Tag registriert wurden, waren es bei dem 8-I-TA bis zum 28. LT nach der Eingewöhnungswoche mehr als 11 am Tag und bei dem 10-I-TA bis zum 28. LT 8,0 bis 11,6. In der Abtränkphase ab dem 50. LT stieg die Zahl bei dem 12-I-TA bis zum 49. LT auf 5,7–16,9 und damit auf ein ähnlich hohes Niveau wie bei den niedrigeren TA.

Restriktiv gefütterte Kälber besuchten in Untersuchungen von KORST (2017) den Tränkeautomaten viel häufiger als eine Vergleichsgruppe mit Ad-libitum-Tränke, wobei 70% der Besuche ohne Anspruch auf Tränke stattfanden. Ab dem Beginn der Fütterungsumstellung am Tag 28 von ad libitum auf 6 I MAT bis zum 55. LT und dem anschließenden Abtränken verdoppelte sich die Anzahl der Besuche auch in den ehemals ad libitum gefütterten Gruppen auf einen Anteil von über 70% erfolglosen Besuchen.

Die eigenen Untersuchungen bestätigen diese Beobachtungen. Bei einem TA von 12 I MAT bis zum 49. LT wurden von den Tränkeautomaten im Mittel 5,8 Besuche registriert. Bei einem geringeren Anrecht von 10 I MAT pro Tag stieg die Zahl der Besuche ab dem 35. LT auf 8,3 bis 9,1 am 48. LT. Da hier keine Unterscheidung zwischen Besuchen mit oder ohne Anrecht erfolgte, kann angenommen werden, dass die höhere Zahl der Besuche aus dem geringeren Anrecht und damit verbundenen Blindbesuchen resultiert.

5.2.4 Beziehungen zwischen dem Tränkeanrecht, Gesundheit und Leistungen

Fütterungs-, Unterbringungs- und Managementfaktoren, die die Gesundheit und das Wachstum von Kälbern beeinflussen, haben langfristige Auswirkungen auf das Tier, zumindest bis zur ersten Kalbung. Nur gesunde Kälber können ihr volles Potenzial entwickeln. (HEINRICHS, A. J. et al., 2005; BURI, 2020)

In vielen Betrieben bestehen nach wie vor erhebliche Probleme mit hohen Kälberverlusten. Im Durchschnitt wird die Verlustrate in Deutschland seit Jahren auf 10–15 % geschätzt (GIESE, 1988; REIB, 2015; VAN ACKEREN, 2016). Die postnatalen Verluste bis zum dritten Lebensmonat betragen im Jahr 1986 in 216 von STREIT UND ERNST (1992) untersuchten landwirtschaftlichen Betrieben 2,1 % und machten einen Anteil von ca. 27 % an den gesamten Kälberverlusten vor und während der Geburt (peri- und postnatale Verluste) aus, welche bei 7,8 % lagen. Die Ursachen für Kälberverluste sind nur in seltenen Fällen in genetischen, sondern überwiegend in umweltabhängigen Einflüssen zu finden (PIRKELMANN UND FRIEDAG, 1993).

Für Mecklenburg-Vorpommern gab der LMS-Arbeitskreisbericht für 2007 Aufzuchtverluste von 6,4 % und 8,3 % Totgeburten an, diese sind nach einem Rückgang in den vergangenen vier Jahren wieder angestiegen und liegen aktuell bei 5,9 und 7,8 % (LMS, 2007, 2019).

EHRET (2016) berechnete mittlere Aufzuchtverluste bei weiblichen Kälbern von 7,2 % (2000 bis 2015) in Betrieben in Schleswig-Holstein. Im Jahr 2019 waren es 7,3 % (GRABMEIER, 2020).

Die Kälberverluste in den ersten Lebensmonaten lagen vor ca. 15 Jahren in Bayern bei über 12 %, 2019 wurden 3,7 % Aufzuchtverluste ausgewiesen. Werden die Totgeburten hinzugerechnet, verlieren die bayrischen Landwirte jährlich 6–7 % der Kälber. (FRÖHNER UND REITER, 2005; LKV BAYERN, 2019; GRABMEIER, 2020)

HEITING (2005) benennt Darm- und Atemwegserkrankungen als häufigste Ursachen für Kälberverluste nach der Geburt. In den ersten Lebensmonaten beeinflussen Durchfall- und Atemwegserkrankungen die Lebendmassezunahmen negativ und damit die spätere Leistungsfähigkeit und Nutzungsdauer als Kuh (VOLKMANN et al., 2014). Hohe Tränkeanrechte können das Auftreten solcher Erkrankungen deutlich reduzieren.

Milchkälber, die mit pasteurisierter, nicht verkaufsfähiger Vollmilch gefüttert wurden, erreichten signifikant höhere Wachstumsraten und signifikant niedrigere Morbiditäts- und Mortalitätsraten als Kälber, die mit maximal 5,6 l eines in den USA üblichen Milchaustauschers am Tag getränkt wurden (450 g MA pro 3,8 l Wasser, 20 % Rohproteingehalt und 20 % Rohfettgehalt, GODDEN et al., 2005). Auch CONNEELY et al. (2014) stellten keinen Einfluss des TA auf die Krankheitsanfälligkeit von Tränkekälbern fest, verabreichten jedoch maximal 15 % des Körpergewichtes, also im Alter von 5 LW maximal 7,5 l pro Tier und

Tag. Da Anrecht und/oder Konzentration der Tränke in beiden Untersuchungen nicht den Bedarf der Kälber decken konnten, ist die höhere bzw. gleiche Krankheitsanfälligkeit wohl auf die unzureichende Ernährung durch die MAT bei allen Versuchsvarianten zurückzuführen.

Um die eigene Immunabwehr zu entwickeln und zu fördern, sind dem Kalb zu jedem Zeitpunkt ausreichend Energie und Nährstoffe zur Verfügung zu stellen. Das funktioniert in den ersten Lebenswochen nur durch eine Ad-libitum-Versorgung der Kälber mit Milch. Stress wirkt sich in hohem Maße negativ auf das Immunsystem aus. (KUNZ, 2017B, A)

Auch GERBERT et al. (2017) wiesen in ihren Untersuchungen nach, dass ad libitum getränkte Kälber sich gesünder entwickeln und höhere Wachstumsraten erreichen als mit geringen Anrechten aufgezogene Tiere. Die intensivere Fütterung führte zwar zeitweise zu geringeren Kraffutteraufnahmen, jedoch ohne negative Effekte auf die Pansenentwicklung.

Tränkeverfahren beeinflussen die nachfolgende Leistung, wie Untersuchungen von AIKMAN et al. (2007) zeigen. Über sechs Wochen bis zum Absetzen ad libitum getränkte Kälber zeigten höhere Wachstumsraten und tendenziell leichtere Kalbeverläufe, hingegen wurden EBA, EKA und die Milchleistung in der 1. Laktation nicht beeinflusst.

Untersuchungen von PALCZYNSKI et al. (2020) in England belegen eine weite Verbreitung traditioneller restriktiver Fütterungspraktiken in der Kälberaufzucht mit 4–8 l Vollmilch oder MAT pro Tag. Diese reduzieren das Wachstum, verhindern das Wohlbefinden und führen zu Unterernährung und Immunsuppression. Trotz neuerer Empfehlungen zur Erhöhung der Milchmenge für Kälber bleibt in Großbritannien eine eingeschränkte Fütterung gängige Praxis.

Auch in Deutschland wird in vielen Betrieben noch mit niedrigen Tränkeangeboten gearbeitet, obwohl in Literatur und Beratung auf deren Nachteile für die Gesundheit der Kälber verwiesen wird (SCHULDT UND DINSE, 2017A; KASKE, 2018B; SCHULDT UND DINSE, 2018B; LOSAND UND FLOR, 2019; SCHULDT UND DINSE, 2019B; FUCHS, 2020; SCHULDT UND DINSE, 2020E).

Die verbesserte Versorgung über eine Erhöhung des Tränkeangebots führte in den eigenen Untersuchungen zu einer Verbesserung der Gesundheit der Kälber. Dies wird deutlich an dem signifikanten Anstieg der Kondition der Absetzer und der geschlechtsreifen Tiere. Gemäß WORLD ORGANISATION FOR ANIMAL HEALTH (OIE, 2019) ist die Körperkondition eine Messgröße, um das Wohlbefinden von Kälbern zu beurteilen. Auch die ermittelten Krankheitsdiagnosen

sind mit steigendem TA hinsichtlich Anzahl und Dauer signifikant rückläufig, wie die eigenen Untersuchungen belegen. Dies trifft insbesondere für Erkrankungen des Magen-Darm-Traktes zu. Der Mehraufwand an Milchaustauscher ist hoch gerechtfertigt, denn der Rückgang der Kosten, die durch Behandlungen der kranken Kälber entstehen, beträgt durch das höhere TA von 10 bzw. 12 l MAT gegenüber 8 l bis zum 49. LT etwa 81–96 € pro Kalb. Die stabilere Gesundheit lässt auch höhere Leistungen hinsichtlich Fruchtbarkeit und Milchertrag erwarten, wie andere Autoren bestätigen, was zu einer weiteren Kosteneinsparung führt.

Nach FREUDENBERGER (2014) ist ein Mehraufwand von durchschnittlich 160 kg Milch pro Kalb ökonomisch sinnvoll, da diese Kälber höhere Tageszunahmen erreichen, vital und robust sind, weniger an Durchfall erkranken und mehr Kraftfutter und Heu fressen.

Eine intensive Tränke rentiert sich trotz höherer Kosten, da die Entwicklung in den ersten 80 Tagen den größten Einfluss auf Leistung und Nutzungsdauer der späteren Milchkuh hat, während ein restriktives Tränkeangebot zu unzureichender Leistung und unzureichendem Gewinn aus der Milch führt (VAN AMBURGH et al., 2009; KORST et al., 2017; RÖMER, 2018).

Neben einer Verbesserung der Futtereffizienz kann das Auftreten von Krankheiten verringert, das Ausleben natürlicher Verhaltensweisen begünstigt und potenziell die zukünftige Laktationsleistung erhöht werden (KHAN et al., 2011).

FRIETEN et al. (2018) sehen in hohen Tränkemengen keine Gefahr hinsichtlich erhöhter Durchfallerkrankungen durch ein „Überlaufen des Labmagens“, was häufig befürchtet wird. Im Fazit ihrer Untersuchungen empfehlen die Autoren, Kälber in den ersten acht Lebenswochen intensiv zu tränken, was in diesem Fall 10 l MAT mit einer Konzentration von 125 g MA je l Wasser bedeutet.

Zu diesem Ergebnis kamen auch WOLF et al. (2016). In ihren Untersuchungen hatten restriktiv mit Nuckeleimer getränkte Kälber häufiger Durchfall, was auf die hohe Trinkgeschwindigkeit von 1,2 l Milch pro Minute zurückgeführt wird. Kälber am Tränkeautomaten tranken dagegen durchschnittlich 0,75 Liter pro Minute und erkrankten seltener.

Selbst bei Mahlzeiten von bis zu 6,8 l Milch wurden in Untersuchungen von ELLINGSEN et al. (2016) keine Verdauungsprobleme registriert. Wie Röntgenaufnahmen zeigten, kann sich das Abdomen stark ausdehnen, weshalb große Portionen angeboten werden können, wenn die Tränke über Saugnuckel aufge-

nommen wird. Bei der Milchaufnahme über Sauger wird der Schlundrinnenreflex ausgelöst, sodass auch hohe Milchmengen in den Labmagen und nicht in die Haube oder den Pansen gelangen (KOCHAN, 2017).

Dagegen traten bei Kälbern mit Kuhkontakt häufiger Symptome einer Durchfallerkrankung auf. In Untersuchungen von BARTH et al. (2009) zur muttergebundenen Aufzucht wurden die Kälber drei bis fünf Stunden von der Mutter getrennt, was dazu führte, dass Kälber von Kühen mit einer hohen Milchleistung große Mengen während eines Saugvorganges aufnahmen. Diese Studie verdeutlicht die Notwendigkeit, Restriktionen in der Frequenz der Milchaufnahme zu vermeiden.

Das Geburtsgewicht selbst hat einen hoch signifikanten Einfluss auf das Gewicht zum Absetzen und zur Besamung. Weitaus größer ist jedoch der Einfluss der Lebensstagszunahmen in der Aufzuchtperiode auf das Gewicht zum Absetzen. (BRAMMERT-SCHRÖDER, 2016; JOHANNSEN UND RÖMER, 2018)

Vor und bis ca. 40 Tage nach der Geburt basiert das Körperwachstum hauptsächlich auf Zellvermehrung durch Teilung. In der Folgezeit wachsen Masse und Volumen der Organe hauptsächlich durch Vergrößerung vorhandener Zellen. Die ersten Lebensstage sind entscheidend für die Gewebestruktur, was sich lebenslang auf die Organfunktionen auswirkt. Hohe Tränkeaufnahmen und damit hohe Zunahmen besonders im ersten Monat bedingen höhere Kosten für Milch bzw. Milchaustauscher und ggf. einen höheren Arbeitsaufwand. Aber es werden mehr Euter-, Herz- und Lungenzellen gebildet, eine Voraussetzung für höhere Leistung und weniger Abgänge in der 1. Laktation. Eine Unterversorgung in der Phase der Zellvermehrung ist später nicht zu kompensieren. (RÖMER, 2017, 2018)

Dass eine intensive Fütterung innerhalb der ersten acht Lebenswochen die Organmassen von Leber, Euter und Euterparenchym positiv beeinflussen kann, bestätigt auch eine Studie von SOBERON UND VAN AMBURGH (2017) mit Milchkälbern, die restriktiv (32,6 kg MA) oder intensiv (69,5 kg MA) bis zum 54. LT getränkt wurden. Allerdings werden lebensschwache oder kranke Kälber auch das teuerste Futter nicht in Wachstum umsetzen (STEINHÖFEL, I., 2011A).

Tägliche Tränkemengen von 8 Litern während der ersten 14 Lebensstage und 12 Litern während der weiteren Aufzucht sind kontinuierlich realisierbar. Die Milchtränke als fast ausschließliche Energie- und Nährstoffquelle muss neben dem schnell steigenden Erhaltungsbedarf auch das zunehmende Wachstum der Kälber abdecken. Eine Begrenzung des täglichen Tränkeangebots kann

daher das mögliche Wachstum, welches zu einer annähernden Verdopplung der Lebendmasse innerhalb der ersten zwei Lebensmonate führt, behindern. (HARMS UND LOSAND, 2019)

Die Ergebnisse einer Studie von SCHÄFF et al. (2017) zeigen, dass eine Ad-libitum-MAT-Fütterung bis zu einem Alter von fünf Wochen die Wachstumsleistung fördert, ohne das Magen-Darm-Wachstum und die Entwicklung von Milchkälbern negativ zu beeinflussen.

KÜRN UND BERNHART (2016) registrierten bei ad libitum getränkten Fleckviehkälbern höhere Zunahmen als bei restriktiv getränkten. Im Alter von vier Monaten hatten sie bei gleicher Krafftutteraufnahme höhere Gewichte, waren weniger häufig von Durchfall betroffen und zeigten eine signifikant niedrigere Behandlungsinzidenz aufgrund von klinischen Anzeichen einer Pneumonie.

Wie bereits beschrieben (Kapitel 5.2.4, S. 175), belegen die Ergebnisse der eigenen Untersuchungen eine bessere körperliche Entwicklung und höhere Konditionsnoten der Kälber zum Zeitpunkt des Absetzens bei 10 und 12 I im Vergleich zu 8 I Tränkeanrecht sowie weniger Durchfallerkrankungen.

Am Tränkeautomaten rufen ad libitum getränkte Tiere ca. sechsmal pro Tag Tränke ab. Bei restriktiver Tränke wurde diese Anzahl ebenfalls ermittelt, allerdings kamen dann 9–14 Besuche ohne Anrecht hinzu. Durch den Hunger bei der restriktiven Milchfütterung wird dieses unnatürliche Tränkeverhalten erzeugt. Neben einer mangelhaften Nährstoff- und Energieaufnahme führt dies zu Stress bei den Tieren. Zusätzlich wird die Tränkestation häufiger und länger von den restriktiv aufgezogenen Kälbern blockiert, was zu weiterem Stress bei allen Tieren mit Anrecht führt. Hierdurch werden Immunsystem und Entwicklung der Tiere negativ beeinflusst, wodurch die Krankheitsanfälligkeit u. a. für Durchfall- und Atemwegserkrankungen erhöht werden kann. (FRIETEN et al., 2018)

5.2.5 Beifutteraufnahme

5.2.5.1 Aufnahme von Beifutter (Heu, AWS, TMR, Trocken-TMR)

Die Umstellung des monogastrischen Kalbes von der Milch auf feste Futtermittel und damit einhergehend auf eine Wiederkäuerration benötigt Zeit. Da die körpereigenen Energiereserven in den ersten Lebenswochen gering sind und die negativen Folgen auf das Immunsystem zu einer erhöhten Anfälligkeit der Tiere während einer solchen Phase führen können, darf es nicht zu einer Unterversorgung der Kälber kommen. Auch dürfen Tiere keinen Hunger leiden.

Das ist in den ersten Lebenswochen bei restriktiv getränkten Kälbern der Fall, solange sie aus verdauungsphysiologischen Gründen noch nicht in der Lage sind, ihren Nährstoffbedarf über feste Futtermittel zu decken. (KUNZ, 2014B)

Die Festfutterraufnahme beginnt ab etwa dem 03. LT, indem Kälber das Gras der Mutter nachahmen. In der mutterlosen Aufzucht sollte bereits in der Einzelhaltung hoch verdauliches Kälberkraftfutter (> 11 MJ ME/kg, ca. 18% Rohprotein), wie gequetschtes Getreide, Maiskörner und Pellets, zusammen mit Wasser, das in den ersten Lebenstagen auch schon aufgenommen wird, ad libitum angeboten werden. (KOCH, A., 2010)

Das Anbieten von Kraftfutter zur freien Aufnahme empfiehlt sich spätestens ab der 02. LW. Ab der 05.–06. LW und einer Aufnahme ab ca. 0,4 kg/Tier und Tag leistet die ruminale Umsetzung der pflanzlich verfügbaren Energie und Nährstoffe einen maßgeblichen Versorgungsbeitrag (PLESSE, 2013).

Ein frühes Angebot von Beifutter war in den eigenen Untersuchungen gewährleistet. Heu sowie Kälbermüsli oder Trocken-TMR und Wasser wurden ab der 01. LW ad libitum angeboten.

Die Notwendigkeit einer frühen Gewöhnung an Kraftfutter betont auch FLOR (2014), da der Kraftfuttermittelfresser in engem Zusammenhang mit der Höhe der Lebendmassezunahme steht.

Kälber nehmen in der 03. LW etwa 0,2 kg Trockenmasse (T) über das Beifutter auf. Bis zum Ende der 07. LW steigt die Beifutterraufnahme bis auf 0,5–0,6 kg T pro Tag. Unabhängig von Tränkeanrecht (10 oder 12 l) und Beginn des Abtränkens (29. bzw. 50. LT) nimmt die Aufnahme an Beifutter erst mit Beginn der 08. LW hinsichtlich Häufigkeit, Höhe und Dauer stärker zu. Dabei ist erst beginnend in der 09. und deutlich in der 10. LW eine wesentliche Zunahme der T-Aufnahme zu verzeichnen. Von der 03. bis 07. LW fressen die Kälber im Durchschnitt nur wenige Minuten Beifutter je Mahlzeit, insgesamt sind es 0,8 bis 1,5 Stunden am Tag. Junge Kälber sind während der Tränkeperiode nicht in der Lage, ihren Energie- und Nährstoffbedarf aus dem Beifutter zu decken, weshalb dies bis zum Ende der 07. LW über die Tränke erfolgen muss. Diese Schlussfolgerung ergibt sich aus den vorliegenden Untersuchungen und wurde bereits mehrfach veröffentlicht (SCHULDT UND DINSE, 2015, 2017B,C, 2018C,B, 2019A,C, 2020E,A).

Mit Vollmilch oder MAT getränkte Kälber steigerten in Untersuchungen von MAUCHER et al. (2019) bei einem Anrecht von 14 l pro Tag bis zur 04. LW in den ersten drei LW die Tränkeaufnahme auf ca. 10 l pro Tag. Trotz Absenkung des

TA auf 6 l ab der 05. LW stieg die Kraffutteraufnahme erst nach dem 43. LT deutlich an.

Untersuchungen weiterer Autoren bestätigen den Beginn einer nennenswerten Beifutteraufnahme erst ab der 06. bis 07. LW. (JASPER UND WEARY, 2002; FISCHER, B. et al., 2010; FISCHER, B., 2011; KUNZ, 2012C; HILL, M. et al., 2013; VOGEL, 2013; KÜRN UND BERNHART, 2016; ROSENBERGER et al., 2016; GERBERT et al., 2017; FRIETEN, 2018; FRIETEN et al., 2018; RÖMER, 2018; MAUCHER et al., 2019; ZIPPRICH et al., 2019; PARSONS et al., 2020)

Im Gegensatz zur Milch kann Festfutter, wie z. B. Kraffutter, unabhängig von der angebotenen Menge in den ersten Lebenswochen nur unzureichend verdaut und für Wachstum genutzt werden. Selbst bei restriktiver Fütterung (6 l MAT/Tag) nahmen die Kälber bei FRIETEN et al. (2017) erstmalig in der 09. LW mehr Energie aus dem Kraffutter als über die Tränke auf.

Die Höhe des Tränkeanrechts beeinflusste in Untersuchungen von YAVUZ et al. (2015) die Aufnahme von Kälber-Starterfutter ab dem 35. LT. Da die Tiere jedoch mit Anrechten von nur 4, 6 oder 8 l Milch pro Tag getränkt wurden, konnte der Energiemangel bei keiner Versuchsgruppe ausgeglichen werden. Im Alter von 36 bis 56 Tagen unterschieden sich die Trockenmasse- und Energieaufnahme sowie die Lebendgewichtszunahme nur zwischen den Gruppen mit 4 und 8 l TA ($p < 0,05$), jedoch nicht zwischen den Gruppen mit TA von 6 und 8 l ($p > 0,05$). Das Wiederkäuen begann im Alter von 19 bis 25 Tagen und dauerte vom 53. bis 56. LT 121–152 Minuten und vom 67. bis 70. Tag 208–215 Minuten in 24 Std. mit starken individuellen Unterschieden zwischen den Kälbern. Diese Verdopplung weist auf einen Anstieg der Beifutteraufnahme ab der 08. LW hin. Dauer und Häufigkeit der Wiederkäuaktivitäten sanken mit zunehmendem Tränkeanrecht und damit verbundener verringerter Beifutteraufnahme und unterschieden sich zwischen den TA-Gruppen nur im Alter von 53 bis 56 Tagen signifikant.

In den ersten drei LW zeigten ad libitum getränkte Kälber zwischen der 04. und 10. LW eine größere Gesamtkraffutteraufnahme. Zusätzlich zu den wirtschaftlichen Vorteilen einer intensiveren Fütterung von Aufzucht-kälbern führte dieses Konzept der Ad-libitum-Tränke zu einer artgerechteren Fütterung der Kälber durch ein Angleichen der Tränkeintensität an das der Mutterkuhhaltung und ein dem natürlichen Saugbedürfnis eher entsprechenden Aufzuchtverfahren. (MACCARI, 2012)

Ad libitum getränkte HF-Kälber nahmen in einer Untersuchung von JASPER UND WEARY (2002) bis zum 36. LT im Mittel 8,79 kg Vollmilch und 0,09 kg Kälberstarterfutter sowie 0,01 kg Heu auf. Eine Vergleichsgruppe wurde restriktiv getränkt. Die mittlere tägliche Aufnahme lag bei 4,91 kg Vollmilch, 0,17 kg Kälberstarter und 0,03 kg Heu. Ab dem 37. LT wurden alle Kälber abgetränkt. Die Beifutteraufnahme stieg bei beiden Gruppen ab etwa dem 42. LT an. Nach dem Absetzen zeigten sie die gleiche Futteraufnahme, woraus abgeleitet wird, dass die Ad-libitum-Tränke erhöhte Milch- und Gewichtszunahmen ohne nachteilige Auswirkungen auf die Futteraufnahme nach dem Absetzen ermöglichen kann.

Wenn Kälber mit Ammenkühen aufgezogen werden, beginnt die freiwillige Aufnahme von Heu ab der 05. LW (HUBER, 2017). Deshalb empfiehlt VAN ACKEREN (2013A) Silagen erst ab der 05. LW anzubieten. Die eigenen Untersuchungen bestätigen dies. Die Akzeptanz und damit einhergehend die Aufnahme an AWS war bei der Variante AWS (in Kombination mit pelletiertem Kälberkrafffutter und Heu) insgesamt niedrig. Die T-Aufnahme aus AWS betrug bis zum Ende der 04. LW im Mittel täglich lediglich 0,022 kg pro Kalb und am Ende der Tränkeperiode 0,137 kg, wobei auch die Qualität der angebotenen AWS hier einen Einfluss ausgeübt haben dürfte.

Eine erhöhte Energie- und Proteinaufnahme intensiviert das Körperwachstum von Färsenkälbern und kann dadurch möglicherweise die Aufzuchtkosten senken. Durch den Anstieg der Energie- und Proteinaufnahme im Alter von zwei bis acht Wochen sowie von acht bis 14 Wochen wurden bei BROWN et al. (2005) das Lebendgewicht und die Widerristhöhe erhöht und der Futteraufwand gesenkt. Kälber, die mit einem hohen Energie- und Eiweißniveau (MA mit 30,3% Protein, 15,9% Fett, 2% der Körpermasse in kg T MA/Tag) im Alter von acht bis 14 Wochen gefüttert wurden, hatten mehr Körperfett als Kälber, die mit geringerer Intensität (MA mit 21,3% Protein, 21,3% Fett, 1,1% der Körpermasse in kg T MA/Tag) getränkt wurden.

Mit Vollmilch oder MAT getränkte Kälber steigerten in Untersuchungen von MAUCHER et al. (2019) bei einem Anrecht von 14 l pro Tag bis zur 04. LW in den ersten drei LW die Tränkeaufnahme auf ca. 10 l pro Tag. Trotz Absenkung des TA auf 6 l ab der 05. LW stieg die Kraffutteraufnahme erst nach dem 43. LT deutlich an.

Heu, Kälberaufzuchtfutter (Müsli, Pellets, Trocken-TMR) als Beifutter sollte Kälbern schon in der ersten LW angeboten werden, was so in den Untersuchungsbetrieben umgesetzt wurde.

Auch wenn zunächst nur kleine Mengen gefressen werden, fördert ein frühes Angebot von Heu nach dem Absetzen die Futteraufnahme und deren Verwertung. Krafffutter sollte sehr jungen Kälbern jedoch nur in begrenzter Menge vorgelegt werden. (NOCI, 2009; KHAN et al., 2012; KHAN et al., 2016)

Kälber bevorzugen strukturiertes Beifutter, also Pellets statt mehligem Krafffutter, grobes anstelle von fein gemahlenem Heu (MONTORO et al., 2013; PAZOKI et al., 2019). Dies setzt allerdings eine sehr gute Heuqualität voraus (BRÄNDLE, 2007; VAN ACKEREN, 2012).

In einer Feldstudie bevorzugten Kälber Pellets anstelle von Müsli, vermutlich wegen der Struktur. Da Pellets auch hygienischer gelagert werden können, wird ihr Einsatz in der Kälberfütterung empfohlen. (FREITAG et al., 2018)

Eine hohe Akzeptanz und damit Aufnahme von pelletiertem Kälberkrafffutter wurde auch in den eigenen Untersuchungen festgestellt.

Neben Heu kamen in den Untersuchungsbetrieben B1 und B3 bis zum Beginn des Abtränkens Müsli, Anwelksilage und Krafffutter als Beifutter zum Einsatz. Im Betrieb B2 wurden Heu und Trocken-TMR (10,7 MJ ME, 160 g Rohprotein/kg FM) bis zum Ende der 05. LW ad libitum angeboten. Mit dem Beginn des Abtränkens bekamen die Kälber weiterhin Heu, die anderen Beifuttermittel wurden in allen Betrieben allmählich durch die TMR ersetzt, die in der Jungrinderaufzucht nach dem Absetzen zum Einsatz kam.

Aus eigener Erfahrung ist der Einsatz von Trocken-TMR für die Kälberaufzucht besonders geeignet, da sie in gleichbleibender Zusammensetzung hygienisch einwandfrei trocken gelagert (in Big Bags oder Tonnen) und angeboten werden kann. Die Kälber nahmen die Trocken-TMR von der 03. bis 10. LW in täglichen Mengen von 0,1 bis 1,0 kg pro Tier auf. Die vergleichsweise höheren Kosten rechtfertigen den Einsatz, da sie hauptsächlich in der Phase der niedrigeren Beifutteraufnahme angeboten wird.

Trocken-TMR aus Krafffutter, sehr kurzem Heu oder Stroh kann den Kälbern ab der 02. LW als „Alleinfuttermittel“ vorgelegt werden. Sie wird direkt vom Handel bezogen oder im Betrieb für vier Wochen auf Vorrat angemischt. Bei trockener Lagerung und einem Trockenmassegehalt von >80 % ist Trocken-TMR wenig anfällig gegen Verderb. Das geringe Gewicht dieses Futtermittels erleichtert den Transport und die Verfütterung. (VERHÜLSDONK et al., 2012; KOCH, C. et al., 2013; KRAUS, 2015; MILLER, 2015)

Die Ausgeglichenheit einer Stroh-Trocken-TMR hinsichtlich Struktur- und Krafffutterkomponenten verhinderte in Untersuchungen von ZIPPRICH et al. (2019)

bei Aufzuchtkälbern einen übermäßigen Kraffutterverzehr und damit Verdauungsstörungen. Die Autoren empfehlen den Einsatz dieser Trocken-TMR ab der 02. LW bis zum Absetzen zur freien Verfügung. Vermehrtes Auftreten von dünnflüssigem Kot wurde in der eigenen Untersuchung seitens des Betreuungspersonals für Kälber bei einer hohen Aufnahme an pelletiertem Kälberkraffutter (Variante TMR) dokumentiert.

Der Einsatz von Trocken-TMR fördert eine hohe Trockenmasseaufnahme und unterstützt somit die Ausschöpfung des Wachstumspotenzials der Kälber. Zum Ende der Tränkephase nahmen Versuchstiere über 2 kg Trockenmasse davon pro Tier und Tag auf und konnten mit weniger Verlusten abgesetzt werden als Kontrolltiere, denen wirtschaftseigenes Futter angeboten wurde. (VERHÜLSDONK et al., 2012)

In den eigenen Untersuchungen betrug die Höhe der Aufnahme an Trocken-TMR zum Ende der Tränkephase im Mittel bis 0,99 kg Frischmasse (bzw. 0,87 kg T bei einer Beifutteraufnahme in Höhe von insgesamt 1,73 kg T pro Tier und Tag). Die Heuaufnahme bei der Variante Trocken-TMR war allerdings deutlich höher als bei den ebenfalls ad libitum angebotenen Beifutter-Varianten AWS und TMR.

5.2.5.2 *Verhalten bei der Beifutteraufnahme*

In der Mutterkuhhaltung stehen den Kälbern von Anfang an Weidegras, Heu und Kraffutter zur Verfügung (KIRCHGESSNER et al., 2014). Kälber bevorzugen grob gemahlene Getreide (Mais, Milo oder Hafer) und kleine, weichere Pellets (RAY UND DRAKE, 1959).

Die eigenen Untersuchungen zeigen, dass unabhängig vom Beginn des Abtränkens (29. oder 50. LT) und der Art des Beifutters (Müsli, Kälberaufzuchtfutter, Anwel- und Maissilage oder Trocken-TMR) die Dauer sowohl der einzelnen Beifuttermahlzeiten als auch der Gesamtfresszeit erst ab der 08. LW ansteigen. Der stärkste Anstieg ist bei allen TA in der 10. LW zu verzeichnen. Eine Fressperiode dauert dann 6,9 bis 9,2 min, insgesamt sind es je nach TA 2,8 bis 4,9 Std. am Tag. Auch die mittlere Anzahl der Fressperioden pro Tag entspricht diesem Verlauf. Dieses Verhalten geht konform mit der in Kapitel 5.2.5.1 beschriebenen Entwicklung der Beifutteraufnahme in kg T.

Im Alter von zwei bis drei Wochen nahmen Kälber, die mit Saugnuckeln aus Eimern getränkt wurden, 17,4-mal über insgesamt 72,1 Minuten Beifutter auf, das entspricht etwa vier Minuten pro Mahlzeit (HAMMELL et al., 1988). Bei den

vorliegenden Untersuchungen sind es in diesem Alter 1,6 bis 2,6 Minuten bei allen Tränkeanrechten.

Auch bei einem maximalen Tränkeangebot bis zum 57. LT stieg die Beifutterraufnahme ab dem 50. LT, wie KOTENBEUTEL UND KROCKER (1992) berichten.

Eine Fresszeit von insgesamt vier Stunden am Tag registrierte SCHEIBE (1987) im Stall bei vier Monate alten Kälbern und auf der Weide bei Kälbern im Alter von zwei Monaten.

OLSON UND WILLIAMS (1960) beobachteten vom 04. bis 65. LT drei bis 35 Beifutterraufnahmen pro Tag, wobei die Futterraufnahme mit dem Alter anstieg.

Wenn Beifutter in unmittelbarer Nähe der Tränkestation angeboten wird, nehmen die Kälber mehr Futter, Wasser und Tränke auf und erreichen höhere Zunahmen, als bei einer Platzierung von Trog oder Raufe an der gegenüberliegenden Seite (PARSONS et al., 2020). Diese Anordnung der Tröge in beiden Untersuchungsbetrieben und der Heuraufe in Betrieb B1 bestand auch bei den vorliegenden Untersuchungen. Die Heuraufe in Betrieb B2 war auf der gegenüberliegenden Seite bei der Liegefläche angebracht, wurde aber trotzdem häufig frequentiert.

Die Reduzierung der Größe der Milchportionen stimuliert nach JENSEN (2006) die Konzentrataufnahme. Eine Verlängerung der Entwöhnungszeit von sechs auf acht Wochen führte bei ECKERT et al. (2015) zu einer höheren Beifutterraufnahme sowie längeren Wiederkäu- und Liegephasen.

Die Dauer der Heuaufnahme wurde in Untersuchungen von ROSENBERGER et al. (2016) nicht durch die Höhe des Tränkeanrechts (6, 8, 10 oder 12 l Vollmilch pro Tier und Tag) beeinflusst und blieb während des Abtränkens vom 42. bis 55. LT auf gleichem Niveau von 29,1 Minuten pro Tag.

5.3 Abtränken und Absetzen

5.3.1 Abtränk- und Absetzverfahren

Die komplette Umstellung von der Tränke auf Festfutter, und damit die alleinige Energie- und Nährstoffbereitstellung aus dem Festfutter, muss einhergehen mit der Umstellung der Gesamtheit der Verdauungsenzyme auf die Verwertung pflanzlicher Nährstoffe. Damit dies gewährleistet wird, sollte das Abtränken nicht vor Abschluss der 07. LW, besser erst nach der 08. LW beginnen und mindestens drei Wochen dauern. (HARMS UND LOSAND, 2019)

Dies bestätigen auch die eigenen Untersuchungen.

Hingegen liegt der optimale Zeitpunkt des Absetzens nach FUCHS (2020) bereits bei einem Alter von nur sechs Wochen, in denen das Kalb idealerweise ein Körpergewicht von 70 kg erreicht hat.

Tränkepläne für Kälber und Untersuchungsdesigns gehen zumeist von einem Beginn des Abtränkens ab der 04. oder 05. LW aus, auch wenn dadurch das maximale Anrecht unter 12 l Tränke pro Tag liegt (KHAN et al., 2007; VAN ACKEREN, 2013C; FÖRSTER-TECHNIK GMBH, 2014; KIRCHGESSNER et al., 2014; KUNZ, 2014B; DLG, 2016; FRIETEN et al., 2018; HORN, 2018; GORNIK, 2019; LFL, 2019; SCHEIDEGGER UND KASKE, 2019; TROUW NUTRITION DEUTSCHLAND GMBH, 2019; HOLM & LAUE, 2020B; KUCK et al., 2020; PARSONS et al., 2020).

Einige Tränkepläne sehen zwar den Beginn des Abtränkens ab der 08. LW vor, bzw. wenn das Kalb 1,5 kg Kraffutter aufnimmt, begrenzen das Tränkeanrecht aber auf maximal 8 bzw. 10 l MAT pro Tag (KRAUS, 2015; KOCH, C., 2019). Kälber sind jedoch erst ab der 08. LW in der Lage, zunehmend Beifutter aufzunehmen, wie die hier vorgestellten Ergebnisse zeigen und damit Untersuchungen anderer Autoren bestätigen (DE PASSILLÉ et al., 2011; MACCARI, 2012; VAN ACKEREN, 2015; ROSENBERGER et al., 2016; FRIETEN et al., 2018; KUCK et al., 2020; PARSONS et al., 2020).

Wenn in Untersuchungen die Tränke ad libitum angeboten wird, erfolgt dies zumeist nur über drei, maximal vier Wochen und häufig wird das Tränkeanrecht „ad libitum“ bezeichnet, jedoch auf 10 bis 16 l Tränke je Kalb und Tag begrenzt (KUNZ, 2011A, 2012B; KRAUS, 2015; STOPPACHER UND MITTERHUBER, 2015; HORN, 2018; KOCH, C., 2020). Wenn danach abgetränkt wird, kann in der 07. LW kein ausreichendes Tränkeanrecht vorgehalten werden. Wenn die hohe Tränkemenge bis mindestens zur 07. LW angeboten wurde, zeigte sich dies in einer Stimulierung des Wachstums (FRIETEN, 2018).

Andere Ansätze geben vor, dass das Absetzen der Tränke (Vollmilch, Milchaustauscher) unbedingt unter Beachtung der Festfutteraufnahme (Kraft- und Strukturfutter) zu erfolgen hat, damit weiterhin eine gute körperliche Entwicklung gewährleistet ist (VAN ACKEREN, 2016). Während des Abtränkens soll die Kraffutteraufnahme auf 1 kg pro Kalb und Tag ansteigen, abgesetzt wird bei einer Menge von 1,5 kg pro Tag (KOCH, A., 2010). Nach FUCHS (2020) sollte der Zeitpunkt des endgültigen Absetzens von der tatsächlichen Futteraufnahme des Kalbes abhängig gemacht werden. Als Richtwerte können hier eine Kraffutteraufnahme von 0,7 kg täglich für den Beginn des Abtränkens sowie eine Kraffutteraufnahme von 1,5 kg täglich für das endgültige Absetzen gelten.

In den eigenen Untersuchungen wurden die geforderten Mengen an aufgenommenem Kraftfutter zu Beginn des Abtränkens ab der 08. LW nach einem maximalen Tränkeanrecht von 12 l nicht erreicht.

DEININGER UND KÄCK (1999) empfahlen, die Tränke in Abhängigkeit vom Kraftfuttermittelverzehr anzubieten, wobei das Abtränken bei einem Kraftfuttermittelverzehr von 700 g im 5-Tage-Mittel beginnen sollte. Die aufgenommene Menge an Kraftfutter sollte über Automaten erfasst werden, deren Kosten sich durch die Einsparung an Milchaustauscher rentieren würden. Durch die tierindividuelle Fütterung konnte der Verbrauch an MA erheblich verringert werden, die 20% schwächsten Kälber nahmen 43,4 kg MA auf, die 20% besten Tiere 23,6 kg, dies entspricht einer Einsparung an Milchpulver von 46%. Auch bei diesen Untersuchungen wurde ein maximales Tränkeanrecht von 8 l MAT am Tag angeboten.

Wenn damit begonnen wird, Kälber vor der 07. LW abzutränken und sie dadurch zu früh über das Kraftfutter den Energie- und Nährstoffbedarf decken müssen, können sich Entzündungen im Magen-Darm-Trakt entwickeln. Dies kann zu Problemen bei der Aufnahmefähigkeit von Nährstoffen durch die Darmschleimhaut führen, wodurch u. a. die Barrierefunktion des Darms reduziert wird und unerwünschte Stoffe in die Blutbahn gelangen können. (KOCH, C. UND SCHEU, 2016)

Nach HUBER (2017) führen intensive Fütterung und frühes Absetzen der Kälber zu verminderter Reife und Ausdifferenzierung der Gewebe und Organe, sodass der Stoffwechsel nicht voll belastbar ist und mit der ersten Laktation Körpergewebe entzündlich entarten können. Der frühe Entzug von Milch und das Verfüttern von großen Mengen an Getreide widersprechen der Physiologie des Kalbes und der Jungkuh. Die Autorin fordert deshalb eine lange und milchbasierte Aufzucht der Kälber von mindestens drei bis vier Monaten. Das durch Reduktion der Tränkemenge erzwungene Fressen von ein bis zwei Kilogramm Starter ist kein gutes Kriterium für Reife des Verdauungstraktes und sollte deshalb nicht zur Festlegung des Absetztermins herangezogen werden

Um die maximale MAT-Aufnahme von Kälbern zu ermitteln, wurden in den eigenen Untersuchungen Daten von 39 Kälbern der Rasse Deutsche Holsteins mit einem TA von 16 l pro Tier und Tag bis zum 49. LT ausgewertet. Nur ein Kalb rief das volle Anrecht an drei von 25 Tagen bis zum Ende der 07. LW ab. Da bei einem maximalen Anrecht von 16 l nur vier Kälber an insgesamt 2,5% der Tage $\geq 14,0$ l MAT aufnahmen, wird die Obergrenze von 14 l MAT als ausreichend angesehen. Bei einem Anrecht von 12 l MAT pro Tag wurde an 3%

der Tränketage die maximale MAT-Menge aufgenommen, auch dieses Anrecht ist somit für eine intensive Kälberaufzucht akzeptabel (SCHULDT UND DINSE, 2018B, 2020A).

Wenn bei einem TA von 14 l pro Tag bereits ab dem 29. LT abgetränkt wird, können die vitalsten Kälber, hier die 20% Tiere mit der höchsten täglichen Tränkeaufnahme („TOP 20“), nicht ausreichend versorgt werden. Ein Abtränken um 0,104 l pro Tag, was in der Kalkulation die MAT-Aufnahme der „TOP 20“ bis zum 49. LT abdecken würde, ist unrealistisch, weil sie zu einer Tränkephase bis zum 162. Tag führen würde. Wenn eine intensive Kälberaufzucht realisiert werden soll, um die Tiere mit ausreichend MAT zu versorgen, muss bis zum 49. LT das maximale Anrecht in einer Höhe von 12 bis 14 l MAT pro Tier und Tag angeboten werden.

Die Kalkulation der Intensität des Abtränkens geht von einer Reduktion des Tränkeanrechts um 0,55 bis 0,30 l Tränke (TA 12l MAT je Tier bis 49. LT) bzw. 0,65 bis 0,30 l Tränke (TA 14l MAT je Tier bis 49. LT) pro Tag aus. Betriebliche Belange werden den Ausschlag geben, mit welcher Intensität abgetränkt wird. In den eigenen Untersuchungen wird deutlich, dass bei einem 12-l-TA eine hohe Abtränkgeschwindigkeit von 0,55 l / Tag auch bei ad libitum angebotener Beifütterung zu einer Verschlechterung der Energie- und Eiweißversorgung während der Abtränkphase führt und daher nicht empfohlen werden kann. Daraus wird die Empfehlung einer Abtränkphase bis zum 90. bis 95. LT bzw. bis zur 13./14. LW abgeleitet. Dies entspricht einer Abtränkgeschwindigkeit von 0,3 l/Tag ab dem 50. LT. (SCHULDT UND DINSE, 2021B)

Ergebnisse von SCHWARZKOPF et al. (2019) legen nahe, dass sich das Absetzen reiferer Kälber (07. LW vs. 17. LW) positiv auf das Körperwachstum auswirkt. Es ermöglicht einen reibungslosen Übergang von flüssigem zu festem Futter, wodurch der damit verbundene Entwöhnungsstress verringert werden kann. Die Aufnahme aus Konzentraten der früh entwöhnten Kälber stieg erst nach dem 42. LT auf Mengen von mehr als 1 kg Trockenmasse an. Später entwöhnte Kälber begannen schon vor dem Absetzen mit einer höheren Futteraufnahme. Auch diese Ergebnisse bestätigen, dass die Futteraufnahme altersabhängig ist und unabhängig vom TA mit Beginn der 08. LW ansteigt.

Auch die Qualität des MA hat eine große Bedeutung für eine erfolgreiche Kälberaufzucht. KOCH, C. (2019) empfiehlt, Kälber in den ersten acht LW intensiv mit mindestens 10 bis 12 l Milch oder qualitativ hochwertigem MA (> 45% Magermilchpulver; mind. 12,5% TS in der Tränke) zu tränken und anschließend langsam über sechs bis acht Wochen abzutränken.

KUNZ (2017c) kommt zu dem Schluss, dass Milchaustauscher mit geringen oder keinen Magermilchpulveranteilen in der Kälbertränke nicht empfohlen werden können. Bis zur 06. LW sollte mindestens 50 % Magermilchpulver enthalten sein, danach kann auf einen geringeren Anteil umgestellt werden.

KOCH, C. (2020) empfiehlt ein Abtränken ab der 08. LW und das Absetzen in der 14. LW. Das Neumühler Kälberaufzucht- und Kälbergesundheitskonzept sieht zwar ein maximales TA von 12 l bis zum Ende der 07. LW vor, beschränkt aber die Konzentration der MAT auf 140 g MA/l Tränke bzw. 1,68 kg MA pro Tag und liegt damit deutlich unter den Empfehlungen der vorliegenden Schrift.

Eine verlängerte Tränkephase von 16 LW vs. 14 LW nach Ad-libitum-Tränke bis jeweils zur 06. LW führte zu einer erhöhten Trockenmasse-Aufnahme aus MAT und Kraftfutter (KF), einer höheren Energieaufnahme während des Abtränkens bei geringerer KF-Aufnahme, einer erhöhten KF-Aufnahme zwei Wochen vor dem Absetzen sowie erhöhten durchschnittlichen Tageszunahmen und einer gesteigerten Lebendmasse im Alter von vier Monaten (KUCK et al., 2020).

Eine Studie von DENNIS et al. (2018) zur Verdaulichkeit des Beifutters und der Wiederkäuaktivität männlicher Holsteinkälber zeigte, dass ein allmähliches Abtränken die Verdauung von festen Futterstoffen nach dem Absetzen verbessert. Ein allmähliches Absetzen regte bei NIELSEN (2008) die Kälber dazu an, während des Abtränkens mehr Konzentrat aufzunehmen als bei einem abrupten Absetzen oder Abtränken mit verdünnter Milch.

DE PASSILLÉ et al. (2011) untersuchten den Einfluss des Absetzalters bei hohen Milchanrechten (12 l/Tag bis 39. LT). Während und unmittelbar nach dem Absetzen fraßen später abgesetzte Kälber (89. LT) mehr Starter und Heu und hatten eine höhere ME-Aufnahme, höhere Gewichtszunahmen und weniger Besuche an der Tränkestation als früh abgesetzte (47. LT). Die Verlängerung des Abtränkens verringert somit die Reaktionen auf das Absetzen, wie ein Rückgang der Energieaufnahme, Verhaltensanzeichen von Hunger und Gewichtsverlust.

In Untersuchungen zum Einfluss der Dauer der Tränke in der Kälberaufzucht stellten KIENDLER et al. (2019) signifikante Unterschiede in der Entwicklung der Lebendmasse und der Körperkondition fest, jedoch nicht beim Erstkalbealter (EKA). Kälber, die acht Wochen getränkt wurden, holten einen Wachstumsrückstand gegenüber 12 Wochen getränkten Tieren auf und erreichten insgesamt gleiche tägliche Zunahmen. Allerdings waren die Tränkeanrechte auf ein

Maximum von 6 l (8 Wochen Tränke) bzw. 8 l (12 Wochen Tränke) begrenzt. Dennoch erreichten die Tiere der Variante 12 Wochen Tränke höhere Lebendmassen zur Zuchtreife und zum EKA.

Auch BACH et al. (2013) verglichen das Wachstum von Kälbern, die mit Anrechten von 6 oder 8 l MAT pro Tag getränkt wurden, und stellten keine Unterschiede in der Futtereffizienz fest. Zwar wuchsen die Kälber mit dem höheren Tränkeanrecht mehr, im Gewicht am 228. LT zeigten sich jedoch keine Unterschiede. Die Autoren schlussfolgern, dass Kälber beginnend mit dem 45. LT abgetränkt und am 73. Tag abgesetzt werden können. Allerdings sei noch einmal darauf hingewiesen, dass es sich bei KIENDLER et al. (2019) und BACH et al. (2013) um restriktive Tränkeverfahren handelt, die deutlichere Unterschiede in Wachstum und Entwicklung zwischen den untersuchten Varianten nicht unbedingt erwarten lassen.

Um den Einfluss des Tränkeniveaus auf die Leistung zu untersuchen, erhielten Holstein- und Jerseykälber täglich 0,45 kg MA mit 20 % Protein und 20 % Fett vs. 0,81 kg mit 28 % Protein und 20 % Fett in der 01. Woche und in der 02. bis 06. Woche 1,18 kg MA/Tag. Bei höherem Tränkeniveau nahmen Kälber mehr Energie und Protein auf und setzten diese effizienter in tägliche Zunahmen um. Bei geringerem Tränkeniveau waren Kälber dagegen nach dem Absetzen effizienter. Die Daten zeigen, dass sowohl Holstein- als auch Jersey-Kälber, die intensiver getränkt wurden, während der Vorentwöhnungsperiode effizienter waren. (BALLOU et al., 2013)

ROTH et al. (2006) sehen im Krafftutterverzehr und den Gewichtszunahmen wichtige Indikatoren für den Gesundheitszustand, weshalb eine individuelle Abtränkmethode, die bei einem verminderten Krafftutterverzehr ein Tier nicht noch zusätzlich mit einer Reduktion der Milchmenge belastet, eine Maßnahme darstellt. Die automatisierte Tränke und Fütterung von Krafftutter ermöglicht das Entwöhnen einzelner Kälber in Abhängigkeit von ihrer Festfutteraufnahme und kann dadurch das Absetzalter senken.

DE PASSILLÉ UND RUSHEN (2012) verglichen den Beginn des Abtränkens bei einer freiwilligen Kälberstarteraufnahme von 0,4 kg vs. 0,2 kg/Tier und Tag. Die insgesamt aufgenommene Tränke- und Krafftuttermenge war bei beiden Verfahren gleich. Absetzgewicht und tägliche Zunahme der Kälber mit dem früheren Beginn (0,2 kg/Tag) und damit einer längeren Abtränkphase waren höher als bei der Vergleichsvariante. Zunehmende Besuche an der Tränkestation deuteten darauf hin, dass die Motivation zur Tränkeaufnahme bis zum Absetzen anhielt.

Kälber, die aufgrund der Starteraufnahme entwöhnt wurden, können trotz des geringeren Milchkonsums ähnliche Gewichte wie Kälber erreichen, die nach Alter entwöhnt wurden. Es muss aber beachtet werden, dass einige Kälber die Ziele für die Aufnahme von Kälberkrafffutter nicht erreichen können, wenn ihnen nicht genügend Zeit dafür gegeben wird. (BENETTON et al., 2019)

Im Vergleich zu ad libitum getränkten Kälbern (01.–02. LW Milch ad libitum, 03.–04. LW max. 13 l Milch/Tag, 05.–12./13. LW Abtränken) suchten nach Krafffutteraufnahme abgesetzte Kälber vor der Milchreduktion den Tränkeautomaten insgesamt häufiger ohne Milchanrecht auf. Während der Milchreduktion reduzierte sich die Anzahl von Besuchen ohne Milchanrecht bei Krafffutter-abhängig abgesetzten Kälbern, während sie bei den Ad-libitum-Kälbern im Vergleich zur Phase vor der Milchreduktion anstieg. In beiden Absetzverfahren zeigten die Kälber jedoch vor und/oder während der Phase der Milchreduktion Anzeichen anhaltenden Hungers. (PATT et al., 2017)

Bei restriktiver Aufzucht mit Tränkeanrechten unter 8 Liter pro Tag wurde teilweise abrupt entwöhnt, weshalb untersucht wurde, wie das Abtränken bei hohen Tränkeangeboten erfolgen sollte. Bei abruptem Absetzen hoher Milchmengen verringerte sich die Gewichtszunahme der Kälber aufgrund der geringen Aufnahme von Beifutter während der Tränkephase, weshalb ein schrittweises Abtränken empfohlen wird. (KHAN et al., 2007; SWEENEY et al., 2010)

Für WELBOREN et al. (2019) stellt das Absetzen von Kälbern mit hohen Tränkemengen eine Herausforderung dar. Die Ergebnisse ihrer Untersuchungen unterstreichen die Vorteile der Absenkung des TA von ad libitum bis zum Absetzen am 63. Tag mit den Entwöhnungsmethoden „dynamisch“ über die Reduzierung auf einen durchschnittlichen freiwilligen Verbrauch der MAT (DYN: Tag 36 bis 45: 75 %, Tag 46 bis 58: 50 %, ab Tag 59 bis 62: 25 %, Absetzen am 63. Tag) und „linear“ (LIN: Tag 36 auf 6 l/Tag, bis Tag 63 linear reduziert bis 2 l/Tag) gegenüber einer abrupteren Step-Down-Strategie (STEP). Die DYN- und LIN-Kälber wuchsen schneller und erreichten höhere Lebendmassen als die Tiere der STEP-Variante. Die Beifutteraufnahme wurde durch die Entwöhnungsmethode nicht beeinflusst.

Aus den eigenen Untersuchungsergebnissen kann der Schluss gezogen werden, dass ein zügiges Abtränken und das Absetzen nach 70 Tagen im Anschluss an ein hohes Tränkeanrecht von 12 l bis zum 49. LT unter Praxisbedingungen nicht empfohlen werden kann, da über die Beifutteraufnahme das rasch absinkende Tränkeangebot nicht kompensiert wird.

PARSONS et al. (2020) verglichen Entwöhnungsprogramme hinsichtlich ihrer Auswirkung auf Wachstum und Verhalten von Kälbern. Eine allmähliche Entwöhnung (CG: insgesamt 102 l Milch) führte zu ähnlichen Zunahmen wie eine schrittweise (MG: insgesamt 92 l Milch), jedoch wurde mehr Milch verbraucht. Bei der Variante CG wurde das MAT-Anrecht von 12,5 l am 43. Tag um täglich 0,8 auf 2 l bis zum 56. Tag reduziert. Bei Variante MG erhielten die Kälber ebenfalls 12,5 l bis zum 43. Tag, danach wurde die Tränke schrittweise reduziert angeboten: vom 43. bis 45. Tag 10 l, 8 l von Tag 46 bis 49, 6 l von Tag 50 bis 52 und 3 l von Tag 53 bis 56. Den Ergebnissen der eigenen Untersuchungen folgend führte die Variante MG zu einer Unterversorgung bis zum 49. LT, was die geringeren Zunahmen gegenüber der Variante CG begründen würde.

5.3.2 Einfluss des Tränkeanrechts auf das Verhalten beim Abtränken und Absetzen

Bis zu einem Alter von einem Monat saugen Kälber auf der Weide beliebig oft, mit zunehmendem Alter schränken die Muttertiere das Saugen auf eine Säugezeit am Morgen und am Abend ein (HÜNERMUND, 1969A). Der Absetzvorgang durch die Muttertiere geschieht relativ abrupt, wobei sie ihre Kälber bei jedem Saugversuch energisch wegboxen und bedrohen, sodass diese binnen ein bis zwei Wochen schließlich jeden Saugversuch aufgeben und somit entwöhnt sind (RIST UND SCHRAGEL, 1992).

In der Mutterkuhhaltung beobachtete FORSTER (2018), dass der Saugtrieb von jungen Kälbern (etwa drei bis vier Monate alt) noch stark ausgeprägt ist, weshalb eine zu frühe Entwöhnung nicht möglich ist. Dem entspricht die Beobachtung der häufigen Fehlversuche an der Tränkestation, wenn das Anrecht beim Abtränken reduziert wird.

Das Entwöhnen durch die Mutter und das Abtränken am Automaten sind eine stressige Zeit für ein Kalb. Das Abtränken sollte deshalb schrittweise vorgenommen werden, wenn sich das Verdauungssystem ausreichend entwickelt hat, sodass Wachstum, Gesundheit und Wohlbefinden aufrechterhalten werden können. Beim Absetzen müssen Kälber häufiger beobachtet werden. Ihre Aktivitäten können Hinweise für das Wohlbefinden in dieser Phase geben. (OIE, 2019)

Die Verweildauer in der Tränkestation nimmt mit zunehmendem Alter ab, was Resultate von SPRENG (2011) zeigen ($r = -0,418$).

Bei früherem Beginn des Abtränkens, so wie es in der vorliegenden Untersuchung bei den Tränkeanrechten mit 8 und 10 l MAT bis zum 28. LT der Fall war, ist die Dauer der MAT-Aufnahmen rückläufig von 7,2 bzw. 8,4 in der 03. LW bis 5,8 bzw. 3,2 Minuten pro Mahlzeit im Wochenmittel zum Ende der Tränkeperiode. Bei dem höheren TA von 12 l MAT bis zum 49. Tag werden gleichbleibend von der 03. bis 10. LW vier bis fünf Minuten beobachtet. Die mittlere Anzahl der MAT-Mahlzeiten beträgt bei den TA von 8 und 10 l MAT bis zur 07. LW drei bis sieben pro Tag und sinkt dann wegen des weiter abnehmenden Anrechts auf 1,1 bzw. 2,5 pro Tag in der 10. LW. Beim 12-l-Anrecht bis zum Ende der 07. LW (49. LT) ist der Rückgang in der Anzahl erst in der 10. LW zu verzeichnen.

In der Abtränkphase stieg die Zahl der Besuche ohne Anrecht von zuvor ad libitum getränkten Tieren auf 6,9 im Tagesmittel (PATT et al., 2017). Eine Vergleichsgruppe, die Kraffutter-abhängig abgesetzt wurde, besuchte vor der Reduktion des Tränkeanrechts von 6 l Milch pro Tier und Tag im Mittel 10,3-mal die Tränkestation ohne Anrecht auf, während der Milchreduktion sanken diese Besuche auf durchschnittlich 8,4 pro Tag und damit verlaufen sie entgegengesetzt zu den eigenen Untersuchungen. Auch an dieser Stelle muss darauf verwiesen werden, dass die Kälber in der Untersuchung von PATT et al. (2017) zu keinem Zeitpunkt ein adäquates TA hatten.

Das Abtränken durch eine Reduzierung der Größe der Milchportionen führte bei JENSEN (2006) zu häufigeren und kürzeren Besuchen an der Tränkestation und verkürzte die Dauer der Tränkeaufnahme, somit erhöhte sich die Saugeschwindigkeit. Ein geringeres TA (4,8 l Vollmilch pro Tier und Tag) vor und während des Abtränkens vom 49. bis 63. LT hatte häufigere unbelohnte Besuche der Tränkestation zur Folge. Im Tagesmittel waren es bei hohem TA 21,9 Blindbesuche über insgesamt 17,4 Minuten pro Tier. Das hohe TA umfasste in diesen Untersuchungen allerdings maximal 8 l Milch pro Tier bis zum 49. LT.

Hohe Milchmengen und ein allmähliches Absetzen reduzieren die Anzahl Besuche ohne Anrecht in der Tränkestation im Vergleich zum abrupten Absetzen (LIDFORS UND ISBERG, 2003; DE PASSILLÉ et al., 2004). Dies kann durch die eigenen Untersuchungen bestätigt werden.

5.3.3 Einfluss der Intensität des Abtränkens auf das Verhalten der Kälber

Die Intensität des Abtränkens spiegelt sich im Verhalten der Kälber wider. Die Unterschiede zeigen sich bei den hier untersuchten Varianten des Abtränkens

– intensiv vom 50. bis 70. LT und moderat vom 50. bis 105. LT – im Ruheverhalten, im Nahrungsaufnahmeverhalten hinsichtlich der Besuche an der Tränkestation ohne MAT-Aufnahme und der Beifutteraufnahme sowie bei den sonstigen Aktivitäten.

In der Natur ist das Entwöhnen in der Regel ein schrittweiser Prozess, bei dem die Kuh ihre Säugefrequenz und Milchleistung über mehrere Monate hinweg verringert (KEYSERLINGK UND WEARY, 2007).

In den vorliegenden Untersuchungen erfolgt das Abtränken über 5 bzw. 3 Wochen durch eine kontinuierliche Absenkung des täglichen Tränkeanrechts. Unterschiede im Ruheverhalten zeigen sich in der Häufigkeit und Dauer der Ruheperioden pro Tag, jedoch nicht in der täglichen Gesamtruhezeit, die 14 bis 18 Stunden beträgt. Moderates Abtränken führt zu längeren Ruheperioden von durchschnittlich 50 bis 70 Minuten vs. 45 bis 55 Minuten bei der intensiven Variante. Dementsprechend liegt die Anzahl der Ruheperioden bei 14 bis 17 vs. 18 bis 22 je Tier und Tag.

Bei moderatem Abtränken folgt den Ruheperioden am häufigsten eine Beifutteraufnahme oder ein weitere Ruhephase. Intensiver abgetränkte Kälber suchten nach dem Ruhen wesentlich häufiger erfolglos die Tränkestation auf, was einen erhöhten Stress mit sich bringt.

Die erfolglosen Besuche an der Tränkestation unterscheiden sich deutlich zwischen den Abtränkvarianten. In der 09. und 10. LW wird bei intensivem Abtränken eine mittlere Anzahl von 13,3 und 16,8 pro Tier und Tag erreicht, der maximale Tagesmittelwert der moderaten Variante liegt bei 11,9 Fehlversuchen in der 13. LW, alle anderen Wochen-Mittelwerte liegen unter acht je Tier und Tag.

Ein drei Monate altes Kalb rief in einer Mutterkuhherde auf der Weide nach seiner Mutter, von der es 8,5 Std. getrennt wurde (WAGNON, 1963). Auch FORSTER (2018) beobachtete, dass der Saugtrieb von etwa drei bis vier Monate alten Kälbern noch stark ausgeprägt ist, weshalb eine zu frühe Entwöhnung nicht möglich und empfehlenswert ist. Dem entspricht die Beobachtung der häufigen Fehlversuche an der Tränkestation, wenn das Anrecht beim Abtränken von 2,5 bis 3,75 Monate alten Kälbern reduziert wird.

Ein allmähliches Abtränken vom 36. bis 57. LT (max. TA: 6 l MAT pro Tier und Tag) führte zu einer höheren Futteraufnahme als ein abruptes Absetzen am 50. LT. Die Abtränkmethode hatte keinen Einfluss auf die Liegedauer je -periode und gesamt sowie auf die Anzahl der Liegeperioden. Die Herzschlagfre-

quenz war jedoch im Ruhezustand ± 2 Tage um den Absetztermin bei allmählichem Entwöhnen signifikant niedriger als bei abruptem, was eine geringere Stressbelastung andeutet. Ein unsachgemäßes Abtränken, das als Hauptstressor im frühen Leben eines Kalbes angesehen werden kann, wirkt sich somit negativ auf das Wohlbefinden und die Leistung von Kälbern aus. (SCOLEY et al., 2019)

Mit intensiv oder moderat sinkendem Tränkeanrecht steigt die Beifutteraufnahme hinsichtlich Häufigkeit und Dauer in den eigenen Untersuchungen intensiv oder moderat. Wenn die Kälber am 71. LT abgesetzt werden, sind sie in der Lage, die für die Deckung des Energie- und Nährstoffbedarfes erforderliche Futtermenge aufzunehmen. Ein schonender Anstieg der Beifutteraufnahme ist aus der Sicht des Tierwohls jedoch eher zu empfehlen. (LÖSSNER et al., 2021; SCHULDT UND DINSE, 2021A)

Die Variabilität des Futteraufnahmeverhaltens wirkt sich auf das Wohlbefinden der Tiere aus. Tiere sind unterschiedlich in der Lage, auf Veränderungen im Futterangebot zu reagieren, was im Management berücksichtigt werden sollte, indem zum Beispiel Kälber individuell abgesetzt werden. (NEAVE et al., 2018)

RUFINO et al. (2019) untersuchten die Auswirkungen des Trockenmassegehaltes (T) in der Vollmilch durch Zugabe einer steigenden Menge Milchaustauscherpulver auf das Verhalten von Milchkälbern. Kälber, die mit einer Tränke mit 20,4% T gefüttert wurden, spielten häufiger, verbrachten weniger Zeit im Stehen und mehr Zeit mit Wiederkäuen als Vergleichstiere, die eine Tränke mit 13,5% T erhielten, was darauf hinweist, dass eine intensivere Tränke während des Abtränkens eine wirksame Strategie ist, um den Stress in dieser Zeit zu reduzieren.

Kontinuierlich entwöhnte Kälber zeigten das gleiche Verhalten wie eine Vergleichsgruppe, die nach einem mehrstufigen schrittweisen Entwöhnungsprogramm vom 43. bis 57. LT abgetränkt wurden. Dies äußerte sich im Ruheverhalten hinsichtlich der Anzahl in 24 Std. (19,4 bzw. 18,7) und durchschnittlicher Dauer einer Liegeperiode (58,2 bzw. 59,2 Minuten). (PARSONS et al., 2020)

Sonstige Aktivitäten – Lokomotion, Spielen, Soziale Kontakte – sind bei der intensiven Abtränkvariante stark rückläufig und liegen bei den eigenen Untersuchungen in der 10. LW bei 52% der aktiven Zeit. Bei moderatem Abtränken bleibt dieser Anteil bei 60% und darüber. Dieser Unterschied korrespondiert mit den häufigeren Blindbesuchen und den kürzeren Ruhezeiten der intensiven Variante und ist ein weiterer Hinweis auf verstärkten Stress. Im Hinblick auf das

Tierwohl ist deshalb ein moderates Abtränken zu empfehlen, das ein Absetzen im Alter von mindestens 90 Lebenstagen vorsieht.

5.4 Energie- und Nährstoffaufnahme bei gleichem Tränkeanrecht und unterschiedlichen Beifuttermitteln

Wie die eigenen Ergebnisse zeigen, konnte eine ausreichende Versorgung mit Energie und Eiweiß bei einem maximalen TA von 12 l bis zum 49. LT bis zur 06. und ab der 08. LW bis zum Abtränken nach der 10. LW nicht bei allen Beifuttervarianten sichergestellt werden. Die durch die Abtränkgeschwindigkeit von 0,55 l/Tag verminderte Energie- und Eiweißaufnahme wurde durch die allmählich ansteigende Beifuttermittelaufnahme nicht kompensiert. Während des Abtränkens erfüllte lediglich die Variante „TMR“ die Anforderungen an die Energieversorgung annähernd und überstieg den Bedarf an Rohprotein deutlich. Dies ist vor allem auf die hohe Aufnahme an pelletiertem Ergänzungsfuttermittel für Kälber zurückzuführen. Die geringste Aufnahme während der Abtränkphase wurde bei Verfütterung der Variante „AWS“ dokumentiert. Dabei sind auch Qualität und Akzeptanz einzelner Futtermittel von Bedeutung. Die angebotene AWS mit 28 % TS und 10,6 MJ ME/kg T war für die Kälberaufzucht nicht gut geeignet, was sich auch in den geringen aufgenommenen Mengen widerspiegelt. Die Energie- und Eiweißaufnahme reichte in der 04. LW bei keiner der Beifuttervarianten für tägliche Zunahmen von über 800 g, die von KASKE (2014) für eine intensive Kälberaufzucht in den ersten Lebenswochen gefordert werden. Wie die erhobenen Daten zeigten, war auch eine ausreichende Energie- und Eiweißversorgung für angestrebte mittlere tägliche Zunahmen während der Aufzucht von 850 g (vgl. LFL, 2020) nicht gewährleistet.

Da von den in die Auswertung einbezogenen Kälbern während der Aufzucht weder das Gewicht noch der BCS ermittelt wurde, können keine weiteren Aussagen zu Wachstum und Entwicklung dieser Tiere getroffen werden.

Eine gute Verwertung von Grund- und Kraftfutter ist nach MEALE et al. (2017) erst dann gegeben, wenn der Pansen hinsichtlich Funktion und mikrobieller Fermentation ausreichend entwickelt und adaptiert ist. Dies ist im Alter von ca. neun Wochen erreicht. Ein langsames Entwöhnen ermöglicht eine allmählichere, schonendere Veränderung der gastrointestinalen Mikrobiota im Vergleich zu früherem Absetzen und den damit verbundenen negativen Auswirkungen. Die Kombination von Milch- oder Milchaustauschertränke mit Beifuttermitteln während der Tränkephase sowie Interaktionen im Verdauungstrakt,

die mit dem Beginn der Pansenentwicklung einsetzen, erschweren die Schätzung des Futterwertes der einzelnen Rationskomponenten und ihres Beitrags zur Versorgung der Kälber (GERRITS, 2018). Dies unterstreicht die Notwendigkeit eines hohen Milchangebotes trotz freiem Zugang zu Wasser und Beifuttermitteln und einen Beginn des Abtränkens nicht vor dem 50. LT. Eine niedrigere Abtränkgeschwindigkeit hätte den Rückgang in der Energie- und Eiweißversorgung während der Abtränkphase in der vorliegenden Untersuchung möglicherweise verhindert.

Die Versorgung mit essentiellen Aminosäuren beschränkte sich in der eigenen Auswertung auf die aufgenommenen Mengen an Lysin. Lysin ist essentiell für das Wachstum von Jungtieren, allerdings ist der Bedarf nicht klar definiert und es fehlen eindeutige Versorgungsempfehlungen (SILVA et al., 2021). Aufgrund fehlender Analysen des Lysingehalts im Beifutter konnte in der eigenen Untersuchung nur die Versorgung über MAT erfasst werden. Die bei einem maximalen TA von 12 l bis zum 49. LT bis einschließlich der 05. LW täglich aufgenommenen mittleren Mengen betragen je nach Beifuttermittelveariante zwischen 16,0 und 19,8 g, von der 04. LW bis zum Ende des maximalen TA 19 bis 20 g und von der 04. LW bis zum Absetzen 15,9 bis 16,1 g. Sie liegen damit unter den von FRIETEN et al. (2017) und GHAFARI et al. (2020) dokumentierten mittleren Mengen von ca. 24 g pro Kalb und Tag bei Ad-libitum-Fütterung und täglichen Zunahmen von 970 bis 980 g pro Tag. Bei Ad-libitum-Vollmilchtränke in den ersten drei LW und Zunahmen von 1.000 g pro Tag werden im Mittel ca. 28,0 g aufgenommen (KUNZ, 2014B). KASKE UND SCHEIDEGGER (2019) betrachten Vollmilchgaben von mehr als 8 l/Tag und damit ca. 21,6 g Lysin als ausreichend für ein optimales Wachstum.

5.5 Management der Kälberaufzucht

5.5.1 Parameter des Tränkeverhaltens vom 20. bis 49. Lebenstag

Wie in Kapitel 5.2 erläutert, reicht ein Tränkeanrecht von 14 l MAT bis zum 49. LT aus, um eine maximale Tränkeaufnahme von Kälbern der Rasse Deutsche Holsteins zu realisieren. Um zu prüfen, welche Parameter des Tränkeverhaltens im Management der Kälber- und Jungrinderaufzucht effektiv genutzt werden können, wurden die Daten ausgewählter Parameter untersucht, die von dem Kälbermanagementprogramm in der Tränkephase aufgenommen und für eine Auswertung durch den Herdenmanager gespeichert werden.

Beim Abtränken nach einem maximalen Anrecht von 8 l MAT vom 21. bis 42. LT nahm die Anzahl erfolgloser Besuche an der Tränkestation in einer Studie von SPRENG (2011) stark zu (max. 75 Besuche am 72. LT). Bei ad libitum getränkten Tieren notierten PATT et al. (2017) am Tag im Mittel 2,2 Besuche ohne Anrecht, in der Abtränkphase stieg die Zahl auf 6,9 im Tagesmittel.

Da beim Abtränken die Anzahl der Besuche an der Tränkestation wegen der fortlaufenden Abnahme des Tränkeangebots ansteigt und die Tränkeaufnahme abnimmt, bietet sich in den eigenen Untersuchungen für die Bewertung des Tränkeverhaltens der Kälber nur die Zeit des maximalen Anrechts in der Gruppenhaltung, also vom 20. bis 49. LT an. Die Parameter des Tränkeverhaltens werden zunächst auf ihre Aussagekraft hinsichtlich der Vitalität und damit der Gesundheit der Kälber diskutiert. Anschließend wird untersucht, ob sich die in dieser Hinsicht relevanten Parameter in Gesundheit und Fruchtbarkeit von Kälbern und Jungrindern widerspiegeln und daher für das Management von besonderer Bedeutung sind.

5.5.1.1 *Tränkeaufnahme*

Das Tränkeanrecht wirkt sich auf die Gesundheit der Kälber nachhaltig aus (s. Kapitel 5.2.4). Daraus kann abgeleitet werden, dass ein Anrecht von 14 l MAT bis zum 49. LT eine hohe Tränkeaufnahme und damit die Aufzucht gesunder Kälber ermöglicht. Im Mittel nahmen die Kälber bei diesem Tränkeanrecht vom 20. bis 49. LT 7,9 l MAT bzw. pro 1,2 kg MA-Pulver pro Tränketag auf. Der Parameter „tägliche Tränkeaufnahme in Liter und/oder Kilogramm pro Tag“ ist unverzichtbar für die Kontrolle der Gesundheit der Kälber.

Bei einem Ad-libitum-Angebot nahmen DH-Kälber in Untersuchungen von HILL, M. et al. (2013) bis zur 04. LW in zwei Durchgängen durchschnittlich 7,9 bzw. 9,2 l Vollmilch auf und liegen damit auf dem Niveau der vorliegenden Untersuchungen.

Wenn Kälbern die Tränke ad libitum angeboten wird, liegt die mittlere tägliche Aufnahme bei 10 l Milch oder MAT und darüber (JASPER UND WEARY, 2002; MILLER-CUSHON et al., 2013; FRIETEN et al., 2017; FRIETEN et al., 2018). In der eigenen Studie wurde an 0,3% der Tage das maximale Tränkeanrecht von 14 l MAT (2,13 kg MA) abgerufen, zwischen 12,0 l MAT und 13,9 l MAT (1,82–2,11 kg MA) waren es an 6,4% der Tränketage. An der Hälfte der Tage (50,6%) nahmen die Tiere aber weniger als 8 l MAT (<1,20 kg MA) auf, 52,9% der Kälber tranken im Durchschnitt bis zu 8 l MAT pro Tier und Tag. Somit gibt es

Unterschiede in der Tränkeaufnahme, weshalb diskutiert wird, inwieweit sich deren Höhe auf die Gesundheit der Kälber auswirkt.

Ähnlich hohe mittlere tägliche Mengen an MA werden von LOSAND UND FLOR (2019) für Kälber vom 14. bis 70. LT ausgewiesen, die mit MAT unterschiedlicher Konzentration getränkt wurden (150 g/l Wasser: 0,98 kg MA/Tag; 170 g/l Wasser: 1,06 kg MA/Tag; 180 g/l Wasser: 1,23 kg MA/Tag). Die Autoren plädieren dafür, bei einem begrenzten Tränkeangebot die höchstmögliche Konzentration anzuwenden oder aber das Tränkeangebot zu erhöhen, um ein höheres Energieangebot zu ermöglichen, da im Verlauf der Tränkephase tendenziell eine geringere Lebendmasseentwicklung bei den Kälbern mit der niedrigsten MAT-Konzentration zu erkennen ist.

Kälber brauchen mindestens 20 % ihres Körpergewichts an Milch pro Tag, denn sie benötigen viel Energie zum Wachstum, zur Entwicklung des Immunsystems und zum Erhalt ihrer Körpertemperatur. Als Faustregel gilt, dass 17,1 MJ ME erforderlich sind, um ein 50 kg schweres Kalb 500 g am Tag zunehmen zu lassen, das sind etwa 1 kg Milchaustauscher mit mindestens 40–50 % Magermilchpulver am Tag. Diese Angaben beziehen sich auf eine Ad-libitum-Tränke in den ersten drei Lebenswochen. Eine optimale Versorgung des jungen Kalbes mit hochwertiger Tränke zur freien Aufnahme legt das Fundament für dessen Potenzial als Milchkuh mit einer hohen Lebensleistung. (BRAMMERT-SCHRÖDER, 2016)

5.5.1.2 *Besuche an der Tränkestation*

In den ersten Lebenswochen saugen Kälber durchschnittlich sechsmal an der Mutter, hauptsächlich in den Morgen- und Abendstunden, aber niemals alle Kälber einer Herde gleichzeitig (SCHLOETH, 1961; FINGER UND BRUMMER, 1969). Bei einem Anrecht von 14 l MAT/Tag suchten die Tiere nach eigenen Ergebnissen bis zum 49. LT die Tränkestation mit 6,1-mal im Durchschnitt ebenso häufig auf, um MAT aufzunehmen (Besuche mit Anrecht und MAT-Aufnahme). Bei einem Ad-libitum-Angebot nahmen Kälber in Untersuchungen von BORDERAS et al. (2009) am Tränkeautomaten 7- bis 12-mal pro Tag Milch auf.

Das in den eigenen Untersuchungen genutzte Managementprogramm CalfGuide weist im Tagesmittel 1,5 Besuche ohne Anrecht sowie 10,1 Besuche der Tränkestation mit TA aber ohne Tränkeaufnahme aus, die Spanne zwischen den Kälbern und Tränketagen liegt dabei zwischen 0 und 83. Die Differenzen zwischen den drei Kategorien der Besuche an der Tränkestation (mit MAT-Aufnahme, ohne MAT-Aufnahme mit Anrecht sowie ohne Anrecht) sind

signifikant. Bis zum 49. LT verlaufen die Kurven jedoch analog, wenn auch auf unterschiedlichem Niveau. Da von dem Managementprogramm nicht ausgewiesen werden kann, ob die Besuche mit Anrecht aber ohne Tränkeaufnahme nur spielerisch erfolgen, also ohne Saugmotivation, ist die Aussagekraft dieses Parameters zumindest in Frage zu stellen.

Bis zum 49. LT wurden nach dem Anlernen an die Tränkestation im Mittel pro Kalb und Tag ein bis zwei Besuche ohne Anrecht beobachtet. 53–60 % der Kälber traten nur in die Station, wenn sie Tränke aufnehmen wollten.

5.5.1.3 Sauggeschwindigkeit

Die natürliche Sauggeschwindigkeit (SG) in der muttergebundenen Aufzucht beträgt ca. 0,25 l/min (STEINHÖFEL, O. UND LIPPMANN, 2000; KASKE, 2018B).

In der mutterlosen Aufzucht wird die SG maßgeblich von der Öffnung des Saugers bestimmt (AHMED, 1987; GRAF et al., 1989; REIS, 2005; FISCHER, A., 2006). Allerdings unterscheidet sich die SG stark zwischen den Kälbern und weist eine große individuelle Schwankungsbreite auf (PIRKELMANN, 1981; EBERHARDT, 2002).

Durch die Verringerung der Saugeröffnung von 3 – 4 auf 1 – 2 mm verringerte sich bei ZERBE UND FISCHER (2006) die SG von 0,75 ($\pm 0,28$) l/min auf 0,48 ($\pm 0,20$) l/min.

Die Aufnahme von Milch bzw. MAT muss für die Kälber so erschwert werden, dass der Saugdrang dadurch gestillt wird (BOGNER UND GRAUVOGL, 1985; SAMBRAUS, 1985). Ein langsames Saugen fördert die Speichelbildung, dessen Enzyme für die Gerinnung der Milch erforderlich sind (KIRCHGESSNER et al., 2014). Nuckel mit einem hohen Saugwiderstand begünstigen die Speichelproduktion, aber auch den Schlundrinnenreflex, durch den die Milch unter Umgehung des Pansens in den Labmagen geleitet wird (FREIBERGER et al., 2014).

Eine geringere SG bei der Tränkeaufnahme (0,238 vs. 0,476 l/min) führte in einer Untersuchung von MCINNES et al. (2015) zu einer besseren Labgerinnung, einer höheren Lactose- und Proteinverwertung im Labmagen bzw. Dünndarm sowie zu tendenziell höheren täglichen Zunahmen während der Tränkeperiode. Darüber hinaus wurden weniger Verdauungsstörungen registriert.

Grundsätzlich ist langsames Trinken also vorteilhaft für die Verdauungsvorgänge. Entscheidend ist dafür, dass die Kälber nie den Eindruck haben, dass

das Tränkeangebot knapp ist, weil sie dann schnell trinken, was Verdauungsstörungen wie Pansentrinken, Aufblähen oder Durchfall begünstigt (SCHEIDEGGER UND KASKE, 2019).

Dem steht entgegen, dass ein namhafter Hersteller von Tränkeautomaten Trinkgeschwindigkeiten von $< 0,4$ l/min als „niedrig“ und damit „negativ“, $0,4$ bis $0,6$ l/min als „mittel“ und $> 0,6$ l/min als hoch, d. h. „positiv“ einstuft (HOLM UND LAUE, 2018). Eine andere Firma betont in ihren Empfehlungen zum Kälbermanagement die Notwendigkeit der Überwachung der SG, wobei nur eine zu langsame SG als möglicher Hinweis auf Probleme bewertet wird, ohne jedoch zu erwähnen, welche SG anzustreben ist (DELAVAL GMBH, o. J.).

Kälber saugen bei Tränkezuteilung über einen Schlauch mit geringem Durchmesser lange und müssen für ihre Ration mehr „arbeiten“ (GRIMM UND AHMED, 1987). Bei einem Durchmesser der Zuleitung zur Tränkestation von 5 mm wurde eine SG von $0,75$ l/min ermittelt, bei einer Vergrößerung auf 8 mm dagegen $2,0$ l/min (PIRKELMANN, 1981).

Den Einfluss der Milchflussgeschwindigkeit bzw. des Angebotes der Milch auf die SG beschreiben auch PORZIG et al. (1991); DE PASSILLÉ (2001) sowie JUNG UND LIDFORS (2001). Die optimale Durchflussrate liegt nach DE PASSILLÉ (2001) demnach bei ca. 1 l Milch pro Minute. IBEN (2007) gibt beim maschinellen Melken eine normale Milchflussgeschwindigkeit mit 1 – 2 kg Milch pro Minute an.

KOTENBEUTEL UND KROCKER (1992) stellten eine starke Schwankungsbreite in der SG zwischen einzelnen Tieren fest. Ab dem $50.$ LT wurde mit dem Ansteigen der Beifutteraufnahme ein Abfall der SG registriert. Die Kälber erhielten ein Tränkeanrecht von 8 l bis zum $57.$ LT und wurden am $91.$ Tag abgesetzt. Auch in den eigenen Untersuchungen wurde eine große Spanne ($0,17$ – $4,64$ l/min) ermittelt.

Restriktiv getränkte Kälber tranken bereits am $04.$ LT pro Minute $1,2$ l Milch, am Tränkeautomaten waren es $0,75$ l pro Minute (WOLF et al., 2016).

In Untersuchungen von KLAHSEN et al. (2013) war die SG von Kälbern mit einem TA von 10 l MAT bis zum $35.$ Tränketag geringer als bei einer Kontrollgruppe mit einem TA von 6 l pro Tag. Die Autoren vermuten, dass die restriktiver getränkten Kälber die Tränke hastiger aufnahmen. Bei beiden Gruppen lag die SG im Mittel zwischen $0,7$ und $0,9$ l/min.

Dagegen beobachtete SCHLICHTING (1993) eine langsamere Milchaufnahme je Zeiteinheit, wenn die Portionen in der Abtränkphase zeit- und mengenrationiert angeboten werden, was durch die eigenen Untersuchungen bestätigt wird.

In der Gruppenhaltung ermittelte OSTENDORF (2019) in zwei Durchgängen an einer Kälbertränke vom Typ Milkbar bei Saugnuckeln mit Kreuzschlitz eine SG von 0,9 bzw. 1,11 min/l. Bei Verwendung von Saugnuckeln mit innenliegenden Lamellen zur Erhöhung des Saugwiderstandes waren es in zwei Durchgängen 1,8 min/l bzw. 0,56 l/min.

Der Mittelwert von 0,6 l/min der in den eigenen Auswertungen notierten SGen liegt im Bereich der zitierten Literatur. Mit abnehmendem Tränkeanrecht während des Abtränkens ging auch die SG zurück.

Die Bedeutung niedriger Sauggeschwindigkeiten für eine tiergerechte Tränkeaufnahme wurde herausgestellt und belegt. Da dieser Aspekt in den zitierten Untersuchungen zu wenig betont wird, muss dieser Parameter im Interesse der Tiergerechtheit zukünftig sowohl bei Herstellern von Tränkeautomaten, in wissenschaftlichen Untersuchungen als auch in der Praxis stärker berücksichtigt werden.

5.5.2 Nutzung von Parametern des Tränkeverhaltens im Management

Ein gutes und zuverlässiges Kälbermanagement zu etablieren, ist der Schlüsselfaktor für eine erfolgreiche Kälberaufzucht. Die Kälbersterblichkeit während der Aufzucht ist ein grundlegendes Tierwohl- und Wirtschaftsproblem für die Landwirte, da Tiere aufgezogen werden, die nie ein produktives Stadium erreichen. (FRIETEN, 2018)

Tränkeautomaten haben den Zweck, Tiere individuell in der Aufzuchtphase mit Milch zu versorgen und gleichzeitig entsprechende Informationen über das Tier zu sammeln, soweit sie technisch zu erfassen sind (SCHLICHTING, 1993).

Prozessrechnergesteuerte Tränkeautomaten, die in der landwirtschaftlichen Praxis mittlerweile fest etabliert sind, ermöglichen eine Kälberhaltung in tiergerechten Gruppenhaltungssystemen. Die Tiere werden unabhängig vom Arbeitsrhythmus des Betreuers versorgt und das Management des Kälberbestandes wird unterstützt, indem zahlreiche tierphysiologische und Verhaltens-Parameter ausgewertet werden können. (DEININGER, 2002)

Krankheiten werden durch die Messung der Aktivität der Kälber frühzeitig erkannt, da ein Aktivitätsrückgang auf weniger als 50% im Abgleich mit einem Mittelwert über drei Tage auf gesundheitliche Probleme schließen lässt (BREER UND BÜSCHER, 2006). Im Umkehrschluss bedeutet dies, dass Kälber mit hoher Aktivität, also häufiger und hoher täglicher Tränkeaufnahme, gesund sind.

Kälber mit leichter oder mittelgradiger Pneumonie stehen länger als gewöhnlich (SCHEIBE, 1987), suchen dementsprechend nicht mehr die Tränkestation auf oder liegen und ruhen weniger. STEINHÖFEL, I. (2013) beobachtete einen Rückgang der aufgenommenen Tränkemenge ein bis zwei Tage vor sichtbaren Durchfallanzeichen, was in engem Zusammenhang mit rückläufigen Aktivitäten steht.

Auch für KNAUER et al. (2017) kann das Verhalten bei der Tränkeaufnahme (Trinkgeschwindigkeit, täglich aufgenommene Tränkemenge, Besuche an der Tränkestation mit und ohne Anrecht) ein nützliches Instrument zur Erkennung des Ausbruchs einer Krankheit sein, da kranke Kälber dieses bis zu vier Tage vor und während eines Krankheitsereignisses ändern. So geht die Zahl der Besuche an der Tränkestation zurück und bleibt bis zu zehn Tage nach einer Behandlung auf niedrigem Niveau.

Die Erfassung verschiedener Parameter bei der Tränkeaufnahme kann für die Überwachung einer Kälbergruppe im Hinblick auf den Gesundheitszustand der Tiere, aber auch für die frühzeitige Erkennung von Erkrankungen genutzt werden (EBERHARDT, 2002).

Unter Nutzung des biologischen Aktivitäts- und Futteraufnahme-Rhythmus konnte FRÖHNER (2011) mit hoher Genauigkeit eine Beeinträchtigung der Tiere durch Erkrankungen zeigen. Die Autorin empfiehlt, Messwerte dieser Parameter bei der Gesundheitsüberwachung von Kälbern einzusetzen.

Für die Früherkennung von Erkrankungen eignet sich nach PESCHKE (2017) die Tränkeaufnahme in Kombination mit der Tierschrittzahl, die mittels Pedometer erfasst wurde. Die Datenaufnahme über zwei Tage liefert dabei die besten Ergebnisse. Dagegen kann die Krafftutteraufnahme nicht für die Früherkennung verwendet werden.

Eine Erhöhung des Saugwiderstandes über die Verringerung des Durchmessers des Milchschauches am Automaten führte bei AURICH UND WEBER (1994) zu einem signifikanten Rückgang der Besuche an der Tränkestation, gleichzeitig stieg deren Dauer an.

Die SG hängt von Alter, TA und Milchflussgeschwindigkeit (Querschnitt der Saugleitung, Saugeröffnung) ab (PIRKELMANN et al., 1985; AHMED, 1987; PORZIG et al., 1991; AURICH UND WEBER, 1994; MEISINGER, 1998; DE PASSILLÉ, 2001; JUNG UND LIDFORS, 2001; UDE, 2007) und gibt kaum zusätzliche Hinweise zur Kälbergesundheit, die nicht schon mit der Tränkemenge und -häufigkeit pro Tag erfasst werden. Die Ermittlung erfolgt über die angemischte Menge MAT während

der Dauer eines Besuchs an der Tränkestation. Dieser umfasst jedoch neben den Saugzeiten auch Standzeiten ohne Trinken (PIRKELMANN, 1981). Die verworfene Restmenge im Anmischbecher ist eine weitere Fehlerquelle.

Eine schnelle Tränkeaufnahme bedeutet bei JUNG UND LIDFORS (2001) die SG von 1 l Milch pro Minute, eine langsame bis 0,5 l/min.

In Tabelle 45 sind Angaben zu Größenordnungen der SG verschiedener Autoren zusammengefasst. Diese finden sich auch in den vorliegenden Untersuchungen wieder. Während das Programm DairyPlan SG in Höhe von 0,25 l/min ($\pm 0,03-0,71$) aufzeichnete, wurden mit dem Programm CalfGuide SG in Höhe von 0,50 l/min ($\pm 0,12-2,79$) ermittelt.

Tabelle 45: Angaben zu Größenordnungen der Sauggeschwindigkeit (verschiedene Autoren)

Sauggeschwindigkeit	Autoren
< 0,5 l/min	AURICH UND WEBER, 1994; REITER et al., 2016; KASKE, 2018B
> 0,5 l/min	PIRKELMANN, 1981; KOTENBEUTEL UND KROCKER, 1992; AURICH UND WEBER, 1994; ZERBE, 1998; ZERBE UND FISCHER, 2006; UDE, 2007; KLAHSEN et al., 2013; VAN ACKEREN, 2015; WOLF et al., 2016

Die Parameter des Tränkeverhaltens werden aufgrund des in diesem Kapitel diskutierten Informationsgehaltes hinsichtlich ihrer Aussagekraft für das praktische Management in der Kälberaufzucht bewertet (Tabelle 46). Die Gesundheit der Kälber sollte über einen Abgleich mit dem gleitenden Mittel der letzten drei Tage von Menge und Häufigkeit der Tränkeaufnahme kontrolliert werden. Abweichungen werden dann über den Tränkeautomaten und deren Software ausgewiesen, wie z. B. über die üblichen Alarmlisten.

Alle anderen Parameter des Tränkeverhaltens dienen der Kontrolle der Tränkeautomaten hinsichtlich Funktion und Einstellungen.

Darauf verweist auch EBERHARDT (2002) im Ergebnis ihrer Untersuchungen zum Trinkverhalten gesunder und kranker Kälber.

Tabelle 46: Bewertung der Parameter des Tränkeverhaltens hinsichtlich ihrer Aussagekraft für die praktische Kälberaufzucht bei hohem Tränkeanrecht: - gering + mittel ++ hoch

Parameter	Aussagekraft zur	
	Gesundheit der Kälber	Funktion und Einstellung des Tränkeautomaten
Aufnahme an Milchaustauscher pro Tag		
in l Tränke	++	++
in kg Pulver	++	++
Anzahl Besuche an der Tränkestation		
gesamt	-	-
mit Tränkeaufnahme	++	+
ohne Anrecht	-	+
mit Anrecht und ohne Tränkeaufnahme	-	++
Sauggeschwindigkeit in l/min	-	++

Besuche mit Anrecht aber ohne Tränkeaufnahme sind wegen der großen Schwankungsbreite zwischen den Kälbern nur wenig aussagekräftig. Auch stellt sich die Frage, warum die Kälber keine Tränke aufgenommen, bzw. nach kurzer Zeit die Aufnahme abgebrochen haben, denn auch die Abbrüche werden unter dieser Kategorie erfasst. Verhaltensbeobachtungen der Autorinnen lassen die Schlussfolgerung zu, dass hier nicht der Saugtrieb und damit die Motivation zur Milchaufnahme ausschlaggebend ist, sondern eher Spiel, Erkundung oder Bewegungsdrang der Jungtiere (SCHULDT UND DINSE, 2018D, 2019B, 2020D). Diese Kategorie der Besuche an der Tränkestation liefert zur Gesundheit der Kälber somit keine zusätzlichen Informationen und wird in die Betrachtung der Beziehungen zwischen dem Tränkeverhalten, Gesundheit und Fruchtbarkeit nicht einbezogen. Häufige Besuche ohne Tränkeaufnahme mit oder ohne Anrecht sind jedoch Hinweise auf Funktionsstörungen der Tränkeautomaten, zum Beispiel darauf, dass die Responder der Kälber nicht erkannt werden.

Hohe SG von mehr als 1,5 l Tränke/min, die an 4% der Tränketage ausgewiesen wurden, sowie die Streuung von $s = 0,59$ l/min zwischen den Kälbern belegen die geringe Aussagekraft dieses Parameters hinsichtlich des Tränkeverhaltens der Kälber. Die SG kann jedoch Hinweise zur Funktion des Kälbertränkeautomaten liefern, wenn der Mittelwert aller Kälber einen Schwellenwert übersteigt. Als Orientierung könnte die SG von 0,2 l/min herangezogen werden, die als Optimum angegeben bzw. in der muttergebundenen Aufzucht ermittelt wurde (5–7 min/l Milch, STEINHÖFEL, O. UND LIPPMANN, 2000; KASKE, 2018B). Wird dieses Optimum überschritten, sollte der Querschnitt der Zuleitung angepasst oder der Saugnuckel ersetzt werden.

5.5.3 Index Tränkeverhalten, Gesundheit und Fruchtbarkeit

Zu den kurzfristigen Auswirkungen der konventionellen Aufzucht mit begrenzten Milchmengen (4 bis 6 l/Tag) zählen CANTOR et al. (2019) Beeinträchtigungen im Sozialverhalten, eine geringe Futtermittelaufnahme nach dem Absetzen, erhöhte Aktivitäten in einer neuen Umgebung und Anzeichen von Hunger, die mit einer begrenzten Milchaufnahme und einem schlechten Wachstum während der Entwöhnungsphase verbunden sind. Die Autoren sehen eine positive Entwicklung in der Gruppenhaltung und der Anhebung der Tränkeintensität und ermutigen dazu, mögliche langfristige Auswirkungen der sozialen Umwelt von Jungtieren auf Gesundheit und Verhalten zu untersuchen.

In diesem Sinne wurden die Auswirkungen des Tränkeverhaltens auf Gesundheit und Fruchtbarkeit in der vorliegenden Arbeit betrachtet. In die Berechnung des dimensionslosen Indexes Tränkeverhalten (ITV) von 51 Kälbern mit einem Tränkeanrecht von 14 l MAT bis zum 49. LT gingen die für Vitalität und Gesundheit relevanten Parameter aufgenommene Tränkemenge in l (TM) sowie Besuche an der Tränkestation mit MAT-Aufnahme (Bmm) je Kalb und Tag ein. In dieser Stichprobe zeigen sich signifikante Differenzen zwischen den Klassen $< 12,0$ ($n = 13$), $\geq 12,0$ bis $< 16,0$ ($n = 26$) sowie $\geq 16,0$ ($n = 12$) zwischen allen Parametern des Tränkeverhaltens, bei der SG jedoch nur zwischen der niedrigsten Klasse ITV $< 12,0$ (SG = 0,45 l/min) und der mittleren Klasse ITV ≥ 12 $< 16,0$ (SG = 0,61 l/min). Die SG nimmt mit steigendem ITV zu, ist insgesamt jedoch als zu hoch einzuschätzen. Zunehmende TM und Bmm führen zu einem steigenden ITV, es wurden Mittelwerte von 6,3 l MAT, 4,4 Bmm (ITV $< 12,0$), 8,1 l MAT, 5,8 Bmm (ITV $\geq 12,0$ bis $< 16,0$) und 9,2 l MAT, 9,0 Bmm (ITV $\geq 16,0$) ermittelt.

Zum Zeitpunkt der Auswertung der Daten zur Kälberaufzucht für diese Schrift lagen noch keine Ergebnisse zu späteren Leistungen der 51 Kälber mit dem TA von 14 l MAT bis zum 49. LT vor. Deshalb wurde nur der ITV der Kälber aus dem Betrieb B3 mit den vom Programm DairyPlan erfassten Daten in Beziehung zu Leistungsdaten gesetzt. Dieses Kälbermanagementprogramm wies die Besuche an der Tränkestation nur gesamt aus, ohne Unterscheidung in die o. g. Kategorien mit/ohne Anrecht und/oder mit/ohne Aufnahme der Tränke. Da die Daten aber nur bis zum 49. LT ausgewertet werden, kann von einem Anteil Besuche ohne Tränkeaufnahme ausgegangen werden, der das Ergebnis nicht verfälscht.

Der ITV wurde für 1.149 Kälber mit einem TA von 8, 10 und 12 I MAT bis zum 49. LT berechnet (ITV < 12,0, n = 437, ITV ≥ 12,0 bis < 16,0, n = 606; ITV ≥ 16,0, n = 106). Zwischen den Klassen dieser Stichprobe bestehen ebenfalls signifikante Differenzen der Parameter TM in Liter und Kilogramm/Tier und Tag sowie Besuche an der Tränkestation. Die SG der Klasse ITV ≥ 16,0 ist leicht erhöht, in dieser größeren Stichprobe wurden jedoch keine signifikanten Differenzen in der SG ermittelt.

Mit Hilfe der ITV-Klassen wird ein signifikanter Einfluss des Tränkeverhaltens auf Gesundheit und Fruchtbarkeit der Kälber und Jungrinder nachgewiesen.

Mit steigendem ITV sinken Anzahl und Dauer der Erkrankungen bis zur Geschlechtsreife sowie die Abgänge bis zur Zuchtreife. Vitale Kälber mit hoher und häufiger Tränkeaufnahme sind somit deutlich gesünder als Kälber mit geringerer Zahl Besuche an der Tränkestation und niedriger Tränkeaufnahme. Dieses Ergebnis korrespondiert mit dem in Kapitel 5.2.4 diskutierten Einfluss des Tränkeanrechts auf die Gesundheit der Kälber. Die Verlustrate bis zur Geschlechtsreife liegt bei den Kälbern mit einem ITV ≥ 12 bis < 16 und ≥ 16 mit 5,8 bzw. 5,7% unter dem Zielwert von 7% nach STEINHÖFEL, I. (2011B).

Die Parameter der Fruchtbarkeit, Erstbesamungsalter (EBA) und Erstkalbealter (EKA), zeigen einen signifikanten Rückgang, d.h. eine Verbesserung mit steigendem ITV. Nur die Färsen der Klasse ITV < 12,0 liegen leicht über den EBA und EKA, die von verschiedenen Autoren mit 14 bis 15 bzw. 24 bis 25 Monaten als optimal angegeben werden (ROSSOW, 2002B; SUTTER, 2006; WANGLER et al., 2006; ANACKER, 2009; ROFFEIS, 2010; RÖMER, 2011; SCHULDT UND DINSE, 2020c).

KORST et al. (2017) fanden keinen Einfluss einer Ad-libitum-Tränke auf das EKA, allerdings wurde nur bis zum 27. LT die hohe Tränkemenge angeboten, ab dem 28. LT wurden die Kälber restriktiv getränkt und am 69. Tag abgesetzt. Dagegen betont STEINHÖFEL, I. (2014) die Bedeutung einer erfolgreichen Kälberaufzucht für ein frühestmögliches EKA.

Gesundheit und Fruchtbarkeit spiegeln sich in der vorliegenden Untersuchung im Anteil Tot- und Leichtgeburten der Erstkalbinnen wider. Auch hier zeigt sich ein deutlicher Einfluss des Tränkeverhaltens. Färsen mit den höchsten ITV brachten ihr erstes Kalb häufiger ohne Hilfe zur Welt und die Totgeburtenrate sank auf einen von STEINHÖFEL, I. (2011A) für Färsen als akzeptabel bezeichneten Wert von 3,9% im Durchschnitt. Auch das Abgangsalter der Tiere war signifikant höher bei steigendem ITV.

Zwischen nicht erkrankten Kälbern und Tieren mit mehrmaliger Erkrankung bestehen nachweisliche Unterschiede in der Abgangsrate bis zum Abschluss der 1. Laktation. Wachstumsrückstände häufiger erkrankter Tiere können während der Aufzucht nicht mehr kompensiert werden, sodass sich das Erstkalbealter um mehr als einen Monat verzögert. (TRILK UND MÜNCH, 2010)

Der ITV kann für das Herdenmanagement wertvolle Hinweise zur Vitalität der Kälber und der daraus zu erwartenden Gesundheit und Fruchtbarkeit der Jungrinder und Färsen geben und könnte mit der Software des Kälbermanagements berechnet und ausgewiesen werden. Jungrinder mit einem niedrigen ITV verbunden mit häufigen Erkrankungen sollten von der Zucht ausgeschlossen werden.

5.6 Wohlbefinden von Kälbern

Verhaltensbeobachtungen bei Kälbern werden in den meisten Untersuchungen wegen des hohen Zeitaufwandes nur über ausgewählte Tage oder wenige Stunden am Tag durchgeführt (WEBSTER, A. J. F. UND SAVILLE, 1982; KEIL et al., 2002; BRUMMER, 2004; EGGLE, 2005; FISCHER, A., 2006; UDE UND GEORG, 2006; KÜRN, 2017).

Aus stichprobenartigen Beobachtungen können jedoch kaum Schlussfolgerungen hinsichtlich des Verhaltens im Verlauf der Aufzucht oder im Tag-Nacht-Rhythmus abgeleitet werden. Um qualitative und quantitative Veränderungen innerhalb eines Tages feststellen zu können, ist eine ununterbrochene 24-stündige Beobachtung erforderlich (PORZIG, 1964). Auch ist es nicht möglich, von wenigen Stunden Beobachtung auf das Verhalten der Tiere über den gesamten Tag zu schließen (WEBSTER, A. J. F. UND SAVILLE, 1982). Für die eigenen Untersuchungen zum Verhalten der Kälber in der mutterlosen, intensiven Aufzucht wurden deshalb Daten von mindestens vier Kälbern pro Woche bei täglichen Tränkeanrechten von 8 und 10 l MAT bis zum 28. Tag über 24 Std. in der gesamten Phase der Gruppenhaltung, d. h. von der 03. bis zum Ende der 10. LW, ausgewertet. Bei einem Anrecht von 12 l Tränke bis zum 49. Tag waren es bis zu 8 Kälber über 24 Std. an jeweils zwei bis vier Tagen von der 03. bis zum Ende der 10. LW. Auch wenn das Verhalten eines Tieres nur bedingt Aussagen zum Herdenverhalten zulässt (PORZIG, 1964), müssen auch diese Untersuchungen wegen des enormen Zeitaufwandes auf die Beobachtung einzelner Kälber beschränkt bleiben.

5.6.1 Ruhe- und Aktivitätsverhalten

Merkmale des Funktionskreises „Ruheverhalten“ haben sich als tierbezogene und haltungsrelevante Indikatoren bewährt, weil ein großer Teil des Tages ruhend verbracht wird, was von besonderer Bedeutung für das Tier ist. Außerdem kann man dieses Verhalten relativ eindeutig definieren und beobachten. Als auswertbare Messgrößen werden Liegedauer und -häufigkeit genutzt. (SCHLICHTING UND SMIDT, 1986)

Der Anteil nicht liegend verbrachter Zeit hängt von verschiedenen Faktoren ab und wird mit zunehmendem Alter größer (SAMBRAUS, 1985). Der Anteil der nächtlichen Stehzeit entwickelt sich bei jungen Kälbern rückläufig zugunsten der Tageszeit, im Alter von 40 Tagen liegen Kälber 14 Std. am Tag, später nur noch 12 Std. (SCHEIBE, 1987).

Die Aktivitäts- und Ruhezeiten hängen stark von der Art des Fußbodens ab, auf wärmegeprägten Holzspaltenböden wurden mit 960 Minuten am Tag längere Liegezeiten notiert als auf Kunststoff- und Betonspalten (LEMME UND MÖRCHEN, 1972). Auf Tiefstreu wurden tägliche Liegedauern von 15 bis 16 Std. registriert (LEMME UND MÖRCHEN, 1972; GRAF et al., 1976). Im Mittel waren es 9,7 Liegeperioden über jeweils 98,9 Minuten bei LEMME UND MÖRCHEN (1972) und bei Mastkälbern 23 Perioden über jeweils 43 Minuten (GRAF et al., 1976).

RIESE et al. (1977) ermittelten bei Kälbern im ersten Lebensmonat eine Laufstrecke von 550 m am Tag, im zweiten Monat waren es etwas mehr als 400 m und im dritten unter 400 m.

In der ersten Lebenswoche verbrachten Kälber täglich ca. 20 Std. liegend. Von den 4 Std. Aktivitäts- und Bewegungszeit wurden ca. 25 bis 30 Minuten für die Tränkeaufnahme genutzt. Zwischen Kälbern einer Ad-libitum-Gruppe und rationiert getränkten Kälbern waren keine Unterschiede in der Gesamtdauer der Ruhe- bzw. Aktivitätszeiten festzustellen. (STEINHÖFEL, I. UND DIENER, 2015)

Die mutterlos aufgezogenen Kälber ruhten auch in den vorliegenden Untersuchungen bis zum Ende der 07. LW bei allen Tränkeanrechten 13 bis 17 Std. am Tag. Beginnend mit der 08. LW ruhten die Kälber mit dem 12-I-MAT-Anrecht täglich durchgehend ca. 16 Std., bei Tieren mit den geringeren TA und dem Beginn des Abtränkens in der 05. LW sanken die täglichen Ruhezeiten mit zunehmendem Alter und abnehmendem TA.

Einen Rückgang der Ruhezeit bei einem TA von max. 8 I MAT bis zum 54. LT und anschließendem Abtränken notierten auch KOTENBEUTEL UND KROCKER (1992). Von einem Anteil von 59% Ruhezeit in 24 Std. in den ersten 21 LT sank

der Anteil auf 39 % in der 08. LW zugunsten der Futteraufnahme und des Wiederkäuens. Ein Vergleich mit den vorliegenden Untersuchungen hinsichtlich der Dauer der Ruhezeit zeigt eine Übereinstimmung von 11,5 Std. am Tag, wenn man Ruhe- und Wiederkäuzeiten summiert.

Kälber verbrachten bis zur 08. LW ungefähr 70 % ihrer Zeit im Liegen (CHUA et al., 2002). Das entspricht der Ruhezeit der in der vorliegenden Untersuchung erfassten Kälber mit dem 12-I-TA bis zum 49. LT.

Wenn Kälber längere Zeit für die Aufnahme einer Tränkeportion benötigen, z. B. durch einen höheren Saugwiderstand, liegen sie eine Stunde am Tag länger. GRIMM UND AHMED (1987) fanden eine signifikante Differenz der Ruhezeiten bei Untersuchungen mit Durchmessern der Tränkeleitungen von 6 mm vs. 2 mm.

Dass auch das Tränkeangebot einen Einfluss auf die Dauer der Ruhephasen ausübt, zeigt die Untersuchung von AHMED (1987). Bei rationierter Tränke (6 l in 12 Portionen pro Tag) ruhten Kälber im Durchschnitt 2.004 s (33,4 min) pro Ruheperiode mit signifikanten Unterschieden zwischen einzelnen Kälbern.

Bei automatisch getränkten Tieren, die den Zeitpunkt der Milchaufnahme am Tränkeautomaten selbst wählen konnten, stellte FRÖHNER (2011) ein etwas geringeres Aktivitätsniveau als bei Eimertränke fest. Im Alter von 15 bis 84 Tagen wurde eine mittlere Tagesaktivität weiblicher Tiere von 337 ±22 Minuten (5,61 Std., Automatentränke) vs. 402 ±28 Minuten (6,7 Std., Eimertränke) ermittelt. Die Ruhezeit machte einen Anteil von 71,9 % des Tages (Automatentränke) vs. 76,6 % (Eimertränke) aus und veränderte sich vom 20. bis 84. LT nicht. Die mittlere Dauer einer Ruheperiode verringerte sich an der Automatentränke (67,8–63,8 Minuten) und erhöhte sich bei der Eimertränke (67,0–72,1 Minuten) mit dem Alter der Tiere.

Diese durchschnittliche Dauer einer Ruheperiode wurde am Tage mit 40 bis 55 min auch annähernd bei den eigenen Untersuchungen beobachtet. In der Nacht ruhten die Kälber allerdings wesentlich länger. Von 00:00 bis etwa 06:00 Uhr wurden lange durchgehende Ruhephasen von zwei Stunden und mehr registriert.

5.6.2 Sonstige Aktivitäten

Durch Spielen und aggressive Verhaltensweisen, wie Stoßen mit dem Kopf, werden Kreislauf und Muskulatur gestärkt. Kälber sind neugierig und entwickeln

funktionelle Beziehungen zu beweglichen und unbeweglichen Objekten der abiotischen Umwelt und den Artgenossen, ihren Sozialpartnern. (SCHEIBE, 1987)

Bei jungen Tieren nehmen auf der Weide spielerische Betätigungen einen beträchtlichen Raum ein, da sie noch nicht so viel Zeit mit Fressen und Wiederkäuen verbringen (SCHLOETH, 1961). In Abhängigkeit von der zur Verfügung stehenden Fläche beobachtete GROTH (1978), dass Kälber in 12 Std. durchschnittlich drei bis 12 Minuten mit Spielen verbrachten.

WEBSTER, A. J. F. UND SAVILLE (1982) notierten über vier Stunden am Tag bei 10–14 Wochen alten Kälbern in einer Mutterkuhherde auf der Weide 0,1 % Lokomotionsverhalten mit Laufen, Spiel oder Kampf.

Kälber mit einem restriktiven Tränkeanrecht (zwei Milchmahlzeiten in Höhe von 10 % des Körpergewichtes) verbrachten eine Stunde länger pro Tag im Stehen ($p = 0,05$), verdrängten häufiger andere Kälber aus der Tränkestation und hatten 12-mal mehr Besuche ohne Tränkeaufnahme als Kälber, die ad libitum mit Milch gefüttert wurden (DE PAULA VIEIRA et al., 2008).

Alle Verhaltensweisen, die nicht das Ruheverhalten oder die Tränke- und Beifutteraufnahme betreffen, werden in der vorliegenden Schrift als „sonstige Aktivitäten“ bezeichnet. Darunter werden das Spielen, Erkundung oder Laufen und Springen durch die Kälberbox, aber auch Eliminations- und Komfortverhalten erfasst. Das ist also die aktive Zeit, in der die Tiere nicht fressen oder MAT aufnehmen. Soziale Kontakte zwischen den Kälbern gehören ebenfalls zu diesen Aktivitäten, sodass sie insgesamt als positives, das Wohlbefinden ausdrückendes Verhalten betrachtet werden können. Die Besuche ohne Tränkeanrecht werden in dieser Kategorie nicht erfasst, da sie zu den Abweichungen vom Normalverhalten gehören.

Wie die eigenen Untersuchungen belegen, zeigt sich ein beachtlicher Unterschied zwischen den Tränkeanrechten mit 8 und 10 I MAT bis zum 28. LT und dem 12-I-TA bis zum 49. LT. Die Kälber mit den höchsten Anrechten ruhen länger und sind dementsprechend kürzere Zeit am Tag aktiv, aber der Anteil der positiven „sonstigen Aktivitäten“ liegt bis zum 49. LT bei 83 % der aktiven Zeit und darüber.

5.6.3 Aktivitäten im Tagesverlauf

Einen Tagesrhythmus, der von Sonnenauf- und -untergang geprägt wird, beobachteten SAMBRAUS UND BRUMMER (1978). Eine feste Säugezeit bei Tagesanbruch stellten auch PORZIG et al. (1969) bei Kälbern, die an der Mutter saugen, fest.

Kälber werden zu allen Stunden am Tag und in der Nacht von der Mutterkuh gesäugt, am häufigsten zwischen 5:00 und 6:00 Uhr, aber auch oft nach Mittag, gegen Abend und gegen Mitternacht (WAGNON, 1963; RITTER UND WALSER, 1965; ODDE et al., 1985).

In den langen Tagen der Monate Mai und Juni beobachtete KOCH, G. (1968) auf der Weide eine Unterbrechung der Fresszeiten am Tage durch vier Liegeperioden. Alle Tiere ruhten ununterbrochen von Einbruch der Dunkelheit bis zum Morgengrauen. Mit abnehmender Tageslänge fiel bei den adulten Tieren allmählich eine Liegeperiode weg. Die Kälber behielten die vier Liegeperioden jedoch noch lange Zeit bei. Im Stall registrierte der Autor auch Fressperioden in der Nacht.

Ein Tagesrhythmus stellt sich auch bei den Kälbern, die für die vorliegende Schrift beobachtet wurden, schnell ein. Dies wird unabhängig vom Tränkeanrecht und auch vom Beginn der Arbeiten in den Ställen der Untersuchungsbetriebe festgestellt. Die Aktivitäten beginnen morgens gegen 06:00 Uhr mit Tränke- und Beifutteraufnahme. Über den Tag verteilt ruhen die Kälber kürzere Perioden, nachts wird längere Zeit durchgehend geruht. Ein jahreszeitlicher Einfluss auf den Beginn der Aktivitäten konnte nicht festgestellt werden.

JENSEN et al. (1997) beobachteten und beschrieben Spiele von Kälbern im Stall, u. a. wurde Galoppieren und Springen, Bocken, Kreisen, Kopfstöße zwischen Kälbern und an Stalleinrichtungen registriert. In Gruppen gehaltene Kälber spielten täglich 0,2 bis 0,4% der aktiven Zeit. Zwischen 07:00 und 09:00 Uhr, während Milch getränkt und Stroh eingestreut wurde, spielten sie am intensivsten. Weitere Peaks notierten die Autoren bei der Tränke um 14:30 Uhr und in den Abendstunden gegen 21:00 Uhr.

Auch die „sonstigen Aktivitäten“ wurden in den eigenen Untersuchungen bei den niedrigeren TA verstärkt morgens beobachtet. Bei den 12-I-Kälbern war deren Anteil morgens und zwischen 14:00 und 16:00 Uhr wegen der verstärkten Tränkeaufnahme am geringsten. In der restlichen Zeit des Tages beschäftigten sich diese Kälber zu fast einem Drittel mit sonstigen Aktivitäten. Ab der

08. LW verringerten sich die sonstigen Aktivitäten zugunsten der Beifutteraufnahme.

FURTNER (1970) ermittelte auch bei automatisch getränkten Kälbern einen Tagesrhythmus mit Spitzenzeiten in den Morgen- und späten Nachmittags- bis Abendstunden, was von ZEEB UND MACK (1970) bestätigt wurde. Diesem ausgeprägten Tagesrhythmus unterliegen auch die Besuche an der Tränkestation, das Minimum der Belegdauer notierten GRIMM UND AHMED (1987) zwischen 01:00 und 02:00 Uhr mit etwa 140 Sekunden, das Maximum zwischen 05:00 und 06:00 Uhr mit 640 Sekunden.

AHMED (1987) beobachtete bei rationiert getränkten Kälbern (6 l in 12 Portionen pro Tag) jedoch keine Abhängigkeit der Tränkeaufnahme von der Tageszeit. Das stellten auch KOTENBEUTEL UND KROCKER (1992) fest, allerdings wurde die voreingestellte Tränkezeit zwischen 02:00 und 04:00 Uhr nur wenig genutzt.

Durch eine Erhöhung des Saugwiderstandes notierten AURICH UND WEBER (1994) einen Rückgang der Anzahl Besuche ohne Tränkeaufnahme an der Tränkestation signifikant von 25 auf acht. Der tageszeitliche Rhythmus der Besuche mit und ohne Anrecht wurde jedoch nicht beeinflusst.

Das lokomotorische Verhalten wurde in einem Vergleich zweier Haltungssysteme im Tagesverlauf in stärkerem Maße durch Fütterungszeiten als durch die beginnende Lichtperiode beeinflusst. In den Abendstunden wurde eine etwa dreistündige lokomotorische Aktivität mit Tagesmaxima festgestellt, die angepasst an den Sonnenuntergang verlief. Die Zeitmuster der Aktivität waren bei Eimertränke von einer 24-Std.-Rhythmik charakterisiert, die sich mit zunehmendem Alter verminderte. Fütterungsabhängige Rhythmen waren bei der Automatentränke durch signifikant geringere Störungen der biologischen Rhythmik geprägt. Untersuchungen zur Verteilung der Liegezeiten im Tagesverlauf ergaben bevorzugte Liegeperioden in der Nacht, kurz vor Sonnenaufgang war die Nachtruhe beendet. Im Tagesverlauf wurden Ruheperioden nach der ersten Mahlzeit und am frühen Nachmittag festgestellt. (FRÖHNER, 2011)

5.6.4 Besaugen

Man kann davon ausgehen, dass sich Kälber auch in der muttergebundenen Aufzucht besaugen, es wurde zwar nur selten beobachtet, aber von einzelnen Autoren beschrieben (SCHLOETH, 1961; SAMBRAUS UND STEINEL, 1978; KILEY-WORTHINGTON UND PLAIN, 1983).

Kälber werden durch die limitierte Milchaufnahme nicht satt, die gleichzeitig sich erhöhende Festfutteraufnahme kann den Verhaltensanomalien wie Leer-saugen oder Besaugen nicht entgegenwirken (HAMMON UND KOCH, 2019).

BÜSCHER et al. (1993) beobachteten kein gegenseitiges Besaugen bei sehr jungen Kälbern, die schon ab dem 02. LT an Tränkeautomaten gewöhnt wurden. Sie schlossen daraus, dass die Tiere ihr Saugbedürfnis am Nuckel der ständig zugänglichen Saugstelle ausreichend befriedigten.

Das Saugen an Gegenständen und anderen Kälbern verringerte die Trockenfutteraufnahme erheblich (HAFEZ UND LINEWEAVER, 1968).

Große Portionsgrößen von 2,0 l vs. 1,0 l, ein langsamer Milchfluss (300 vs. 600 ml/min) und ein allmähliches Abtränken über 10 bis 14 Tage verringerten den Prozentsatz der Kälber, die unmittelbar nach einem Besuch an der Tränkestation andere Kälber besaugten oder nach dem Absetzen das Besaugen entwickelten (NIELSEN, 2008). Bei Verabreichung von MAT in Höhe von 10% des Körpergewichts begannen Kälber in Untersuchungen von MAHMOUD et al. (2016) mit dem Besaugen in der zweiten Lebenswoche.

In den hier durchgeführten Untersuchungen stieg die mittlere Dauer der einzelnen Saugvorgänge in der Abtränkphase von 2,1 bis auf 4,7 min an, was sich mit Beobachtungen bei Schwarzbunten- und Fleckviehkälbern deckt (KITTLNER UND KURZ, 1966; KEIL et al., 2002; EGGLE, 2005; ZERBE UND FISCHER, 2006; SCHULDT UND DINSE, 2020A).

Unterschiede sind auch bei diesem Verhalten zwischen den Tränkeanrechten festzustellen. In der Zeit des maximalen TA wurde das Besaugen bei dem TA von 12 l MAT bis zum 49. LT nur sporadisch bei einzelnen Kälbern beobachtet; bei den geringeren Anrechten dagegen häufiger, bei einem Anrecht von 8 l MAT bis zum 28. LT bei jedem Kalb mehr oder weniger ausgiebig. Im Maximum haben diese Kälber in der Abtränkphase bis zu 11-mal am Tag ein anderes Kalb besaugt. Die maximale Dauer einer Saugaktivität betrug 32,3 Minuten. Die anderen Maxima zeigen keine Unterschiede zwischen den TA. Auch steigt die Dauer des Besaugens bei allen TA mit dem Alter.

ECKERT et al. (2015) berichten, dass auch das Alter bei Beginn der Entwöhnung einen Einfluss auf das Besaugen ausübt. Bei gleichem Tränkeangebot von 8 l/Tier und Tag bis zum Abtränken, das eine Woche vor dem Absetzen begann, zeigten mit sechs Wochen abgesetzte Kälber in der Woche vor dem Absetzen dieses Verhalten deutlich häufiger als die im Alter von acht Wochen abgesetzten Tiere.

Kälber, die mit Eimern gefüttert wurden, saugten durchschnittlich 13 Minuten pro Tag an Saugattrappen. Diese Attrappen wurden von Kälbern, die über Sauger die Tränke aufnahmen, täglich nur über eine Minute signifikant weniger besaugt ($p < 0,05$). Daraus wird der Schluss gezogen, dass bei jungen Kälbern unabhängig von der Milchsättigung ein Saugbedarf besteht. (HAMMELL et al., 1988)

DE PASSILLÉ et al. (2004) schränkten das Besaugen weitestgehend ein, indem sie die Milch doppelt so stark verdünnten, was die Menge pro Mahlzeit auf 1,5 l erhöhte. Der Milchfluss wurde zusätzlich während der Mahlzeit gestoppt und die Abgabe über die Tränke verlangsamt (200 ml/min), sodass die Kälber pro Tag 45 Minuten und mehr am Saugnuckel saugten. Nach der Milchaufnahme wurden die Kälber mit einem Gitter abgesperrt. Alle diese Maßnahmen führten zu einer Verringerung des Besaugens.

Die eigenen Beobachtungen belegen, dass einzelne Kälber verstärkt besaugen und auch höchste Tränkeanrechte dies nicht verhindern können. Wie von den Autorinnen in einer weiteren Schrift dargestellt wird, ist eine hohe Saugmotivation ein Grund für das Besaugen, ein weiterer das Vorhandensein von dulden den Tieren, die häufig auch selbst besaugen. Eine genetische Disposition scheint vorzuziehen. (SCHULDT UND DINSE, 2020A)

5.6.5 Wohlbefinden und Verhalten von Kälbern

Wohlbefinden von Tieren ist sicherlich mehr als das Fehlen von negativen Empfindungen. Positive Gefühle bei Tieren zu erfassen, wird insbesondere dadurch erschwert, dass deren vorübergehende Ausprägung und ihre zum Teil unsicheren ethologischen und physiologischen Anzeichen zumeist zeitlich begrenzt auftreten. Etho-physiologische Parameter erlauben es, Empfindungen von Tieren besser zu untersuchen. Zu erfassen sind dabei individuelle und arteigene Möglichkeiten, positive Emotionen auszudrücken. Bestimmte Verhaltensweisen und Betätigungsmöglichkeiten sollten dabei kritisch evaluiert werden. (MANTEUFFEL, 2006)

Wohlbefinden beschreibt den Zustand physischer und psychischer Gesundheit, der sich – vor dem Hintergrund individueller, auch kognitiver Ansprüche und Fähigkeiten – aus dem Prozess der ethologischen und physiologischen Adaptation bei der Bewältigung von Herausforderungen durch die Umwelt und den dabei gemachten subjektiven Erfahrungen und emotionalen Bewertungen ergibt (PUPPE et al., 2012).

Aufgrund des multidimensionalen Charakters des Tierwohls ist eine pauschale Bewertung von Milchviehbetrieben anhand einzelner Handlungs- und Managementfaktoren wie z. B. Bestandsgröße und Bestandsdichte problematisch, vielmehr ist eine Betrachtung des Tierwohlniveaus auf Betriebsebene erforderlich, da sich nur so die komplexen Interaktionen von Haltungsumwelt und Managementpraxis annähernd abbilden lassen (GIESEKE, 2018).

Ergebnisse der Arbeit von TAUTENHAHN (2017) unterstreichen die Bedeutung von Fütterung und Haltung auf die Tiergesundheit und das Wohlbefinden von Kälbern, die die Produktivität und Langlebigkeit der späteren Milchkühe nachhaltig beeinflussen. Kälber sollten so gehalten und behandelt werden, dass Stress minimiert und Schmerzen und Verletzungen vermieden werden (OIE, 2019). Die Tierhaltung hat einen Einfluss auf das Tierwohl, ist aber nur bedingt als Indikator geeignet (ZIPP, 2015).

Eine Beeinträchtigung der Lebensbedürfnisse wird sich je nach Intensität als gestörtes Wohlbefinden äußern und kann in extremer Form zu organischen Erkrankungen führen (ZEEB UND MACK, 1970).

Diesem Ansatz folgend können sich Kälber in der mutterlosen Aufzucht nicht vollständig „wohl befinden“, denn das Lebensbedürfnis der Mutter-Kind-Kontakte ist nicht nur beeinträchtigt, es kann von den Tieren gar nicht ausgelebt werden, zumal Mutter und Kalb auch unabhängig vom Säugen die Nähe zueinander suchen (JOHNSEN et al., 2015).

Kälber erleiden auch beim Absetzen einen erhöhten Stress (BARTH et al., 2009). Den Stress der fehlenden sozialen Kontakte zur Mutter kann die moderne Milchviehhaltung den Jungtieren ebenso wenig ersparen wie den Stress beim Absetzen. Es stellt sich deshalb nicht die Frage, ob den Jungtieren maximales Wohlbefinden garantiert werden kann, sondern wie die Lebensumwelt zu gestalten ist, damit Stress und Aufwand minimiert werden.

Zum Wohlbefinden gehört nach ZEEB UND MACK (1970) die Möglichkeit, sich artgemäß ausruhen und im freien Lauf bewegen zu können, so wie es in der Gruppenhaltung mit Stroheinstreu und Tränkeautomaten angeboten wird. Nach Auffassung der Autorinnen der vorliegenden Schrift gehört dazu aber ebenso, dass die Tiere bedarfsgerecht getränkt und gefüttert werden, also mit 14 l MAT-Anrecht bis zum 49. LT bei einer Konzentration der Tränke von 150 bis 165 g MA je l Tränke.

ZEEB (1985) bewertete Haltungseinrichtungen für Milchrinder anhand von Verhaltensmerkmalen und stufte sie in die Kategorien „gut“, „problematisch“ und „nicht zumutbar“ ein.

Wenn man sich an diesen Stufen orientiert, könnte das hier betrachtete Tränkeanrecht von 12 l MAT bis zum 49. LT mit „gut“ bewertet werden. Wegen des zu kurzen Angebots des maximalen Tränkeanrechts ist die Variante 10 l MAT bis zum 28. LT hingegen „problematisch“. Durch die hohe Anzahl beobachteter Besuche ohne Anrecht an der Tränkestation und die Besaugaktivitäten ist das Tränkeanrecht von 8 l MAT pro Tag „nicht zumutbar“. Das gilt somit auch für Anrechte mit weniger als 8 l Tränke pro Tier und Tag.

In Anbetracht der Tatsache, dass ein zu schnelles Abtränken ebenfalls zu häufigeren Besuchen ohne Anrecht und einer verminderten Energie- und Nährstoffaufnahme führt, trägt ein moderates Abtränken in Höhe von 0,3 bis 0,4 l pro Tag zu einer Minderung von Stress und einer Förderung des Wohlbefindens der Kälber bei.

Drei Konzepte dienen als Instrumente zur Analyse des Tierschutzes: die Fünf Freiheiten der Welttierschutzgesellschaft (FF, s. Kapitel 2.8), Fünf Bereiche (FD) und Lebensqualität (QoL). Die FD versuchen, die Auswirkungen des physischen und sozialen Umfelds auf den mentalen (affektiven) Zustand eines empfindungsfähigen Tieres zu bewerten. Sie bieten eine Grundlage für die Forschung und evidenzbasierte Schlussfolgerungen hinsichtlich der Auswirkungen von Aktivitäten des Menschen auf den psychischen Zustand der Nutztiere. Das Konzept QoL wird hauptsächlich als Motivationsrahmen dargestellt. Die FF sind ein ergebnisorientierter Ansatz zur Identifizierung und Bewertung der Wirksamkeit spezifischer Maßnahmen, die zur Förderung des Wohlbefindens erforderlich sind. Sie haben eine allgemeine Wirkung, sind einfach und können als Wegweiser für den richtigen Umgang mit Tieren dienen. Vereinfacht gesagt, kommt es für Tiere nicht darauf an, was die Menschen denken, sondern darauf, was sie tun. (WEBSTER, J., 2016)

Das Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e. V. (KTBL) gab 2016 einen Leitfaden mit Tierschutzindikatoren heraus. Rinderhalter können damit die Tiergerechtigkeit in ihrem Betrieb nach aktuellem wissenschaftlichem Stand praktikabel und fachgerecht prüfen. Für Aufzucht-kälber, d. h. Tränkekälber und abgesetzte Kälber bis zum 06. Lebensmonat, werden Indikatoren benannt, die jährlich, halbjährlich oder fortlaufend im Gesamtbestand oder stichprobenartig erhoben und ausgewertet werden sollten (Tabelle 47).

Tabelle 47: Ablaufschema zur Überprüfung von Aufzucht-kälbern

zeitlicher Rhythmus	Stichprobe	Indikatoren
fortlaufend erheben, jährlich auswerten	Gesamtbestand	Behandlungsinzidenz: Atemwegs- und Durchfall- erkrankungen, Tierverluste
halbjährlich, zur Mitte Sommer- und Winterhalbjahr erheben und auswerten	bestandsgrößen- abhängige Stichprobe an allen Aufzucht-kälbern	Verschmutzung der Tiere
	Gesamtbestand	Einstreumanagement (in allen eingestreuten Ställen) unterentwickelte Kälber gegenseitiges Besaugen
2 Wochen nach Enthornen erheben, halbjährlich auswerten	Gesamtbestand frisch enthornter Kälber	Komplikationen nach Enthornung

Quelle: BRINKMANN et al. (2016)

ANDREASEN et al. (2013) erarbeiteten eine Methode, mit deren Hilfe vom Verhalten von Tieren auf deren Wohlbefinden geschlossen werden kann, und prüften sie in dänischen Milchviehbetrieben. Die Methode ist ein „Ganztier“-Ansatz, bei dem menschliche Beobachter aufgefordert werden, das Ausdrucksverhalten der Tiere in seinem Kontext in Deskriptoren zusammenzufassen, die aufgrund ihrer emotionalen Konnotation eine direkte Relevanz für den Tierschutz zu haben scheinen. So sind Begriffe wie „ruhig, entspannt, lebhaft und zufrieden“ positiv besetzte Beschreibungen und „gestresst, ängstlich oder reizbar“ negativ besetzte. Für die Beurteilung des Wohlbefindens von landwirtschaftlichen Nutztieren sollten Gutachter in der qualitativen Verhaltensbewertung (QBA) ausgebildet werden. Zwischen zwei Gutachtern, die in 43 Betrieben die Methode validierten, wurde eine hoch signifikante Übereinstimmung festgestellt. Diese Methode ist nicht kompatibel mit dem europäischen Projekt Welfare Quality® (WQ), das auf den „Fünf Freiheiten“ beruht.

Die Betrachtung in den vorliegenden Untersuchungen, in denen das Wohlbefinden durch die Beobachtung des Verhaltens im Vordergrund steht, entspricht diesem ganzheitlichen Ansatz. Für Kälber könnte es bedeuten, die Abweichungen vom Normalverhalten, also die Blindbesuche an der Tränkestation lt. Kälbermanagementprogramm auszuwerten und das gegenseitige Besaugen zu beobachten. Treten beide Aktivitäten vermehrt auf, können sich die Kälber nicht wohlfühlen, weil ihnen ein zu niedriges Tränkeangebot angeboten wird.

Das Ruheverhalten wird als geeigneter Indikator zur Bewertung von Haltungsverfahren angesehen, da mit steigender Variabilität der täglichen mittleren Ru-

hephasendauer und -wechsel Rückschlüsse auf altersgerechtes Verhalten gezogen werden konnten (GRAF et al., 1976; FRÖHNER, 2011). Da bei einem Anrecht von 12 I MAT bis zum 49. LT bis zum Absetzen gleichbleibend hohe Ruhezeiten beobachtet wurden, kann auf ein gutes Wohlbefinden geschlossen werden. Bei den niedrigeren TA und verkürztem Angebot des maximalen Anrechts ist dies nicht der Fall.

Generell sind Kälber in den ersten Lebenswochen intensiv zu beobachten und zu betreuen, um entstehende Probleme frühzeitig zu erkennen und zeitnah reagieren zu können, betont VAN ACKEREN (2016).

Um kranke Kälber frühzeitig zu erkennen, messen auch ROTH et al. (2011) der Tierbeobachtung eine große Bedeutung bei. Besonderes Augenmerk soll dabei auf die Körperhaltung und die Aktivitäten gerichtet werden. Kleinste Änderungen im Verhalten können auf eine beginnende Erkrankung hindeuten. Da Erkrankungen das Wohlbefinden erheblich beeinträchtigen, bestätigen auch diese Autoren die Bedeutung der Aktivitäten der Kälber als Indikatoren für die Beurteilung des Befindens.

Zeichen einer beginnenden Erkrankung, die sich schon Tage vor Eintreten eigentlichen Durchfalls einstellen, benennt GIESE (1988) und hebt besonders die auffällige Unruhe der Tiere mit Hin-und-her-Trippeln, hochgezogenem Bauch, Absondern von der Gruppe oder Stehen in der Stallruhephase hervor. Hinzu kommt eine eingeschränkte, zögernde Tränke- und Futteraufnahme.

Kranke Kälber verzehren nach SCHEIBE (1987) bei einer Pneumonie um 17 % und bei Durchfall um 42 % weniger Futter. Diese verminderte Futteraufnahme hält noch längere Zeit nach der Erkrankung an.

Spiel ist eine Tätigkeit, die keinem unmittelbaren Zweck dient, aber auf unvorhergesehene Situationen vorbereitet (ŠPINKA et al., 2001).

Spielverhalten ist mit positiven Emotionen verbunden und wirkt längerfristig fitness-steigernd. Dieses Verhalten erscheint, wenn alle anderen Primärbedürfnisse erfüllt sind. Spielen ist somit ein Luxusverhalten mit niedriger Priorität in der Verhaltenshierarchie. Gerade deswegen weist es auch auf gute Haltungsbedingungen hin. (MANTEUFFEL, 2006)

Das Spielverhalten sollte bei Jungtieren als Indikator für das Wohlbefinden beobachtet werden (JENSEN et al., 1997; MANTEUFFEL, 2006). Dieser Indikator zeigt, dass das Wohlbefinden bei jungen Kälbern durch eine energiearme Tränke und während der Entwöhnung von der Milch verringert wird (RUSHEN et al., 2016). Der geringere Anteil „sonstiger Aktivitäten“ bei Kälbern, die in der

vorliegenden Studie ab dem 29. LT abgetränkt wurden, bestätigt diese Schlussfolgerung.

Restriktiv getränkte Kälber verbrachten eine Stunde pro Tag länger im Stehen als Kälber, die ad libitum mit Milch gefüttert wurden ($p = 0,05$), und verdrängten mit größerer Wahrscheinlichkeit andere Kälber bei der Milchaufnahme. Während eines Besuches mit Anrecht nahmen diese Kälber die Milch schneller auf und blieben längere Zeit in der Tränkestation. Diese Verhaltensweisen können als Hinweise bewertet werden, dass die Kälber nicht ausreichend versorgt werden und sind Indikatoren für Hunger. (DE PAULA VIEIRA et al., 2008)

Eine erfolgreiche Kälberaufzucht kann nur unter Berücksichtigung der ernährungsphysiologischen Erfordernisse und regelmäßiger Tierkontrolle funktionieren. Wichtig ist hierbei eine individuelle Fütterung, orientiert an den biologischen Vorgaben, insbesondere an Verhaltensparametern und ernährungsphysiologischen Aspekten. (REIß, 2015)

Für KORST (2017) ist ein intensives Tränkeverfahren mit einem Ad-libitum-Vollmilch-Angebot bis zum 28. LT im Hinblick auf das Wohlbefinden der Kälber besser an deren Bedürfnisse angepasst als hinsichtlich Menge oder Konzentration restriktivere Tränkeangebote.

Auch für HARMS UND LOSAND (2019) ist die Betreuung der Kälber und ihre Versorgung von hoher Priorität. Ungünstige Haltungsbedingungen und ungenügende Betreuung führen oft zu gesundheitlich beeinträchtigtem Wachstum, was vor allem die Entwicklung leistungsfähiger Organe behindert. Vor dem Hintergrund der in dieser Zeit stattfindenden Organentwicklung wird deutlich, dass fehlendes Wachstum später nicht nachgeholt werden kann.

5.7 Tränke- und Beifutterplan für die intensive Kälberaufzucht

Die Kenntnisse langfristiger Auswirkungen mütterlicher, sozialer, körperlicher und ernährungsbedingter Einschränkungen bei Kälbern in der konventionellen Aufzucht sind derzeit noch begrenzt (CANTOR et al., 2019). Die Autoren sehen Forschungsbedarf, um die langfristigen Auswirkungen aktueller Aufzuchtssysteme auf das zukünftige Verhalten, die Wahrnehmung, die Leistung und die Gesundheitsparameter von Milchkälbern zu bestimmen.

Eine intensive Aufzucht mit hohen Tränkeanrechten und ein schrittweises Abtränken stimulieren Wachstum und Entwicklung der Kälber, haben kurz- und langfristige Vorteile (FRIETEN et al., 2017; CANTOR et al., 2019) und beeinflussen die spätere Milchleistung (FOLDAGER et al., 1997; SHAMAY et al., 2005; DRACKLEY

et al., 2008; MOALLEM et al., 2010; KESSER et al., 2017), was WIEDEMANN et al. (2015) mit einer besseren Persistenz begründen. Aber allein ein hohes Tränkeanrecht reicht nicht aus, es muss auch über den gesamten Zeitraum angeboten werden, in dem die Kälber physiologisch noch nicht in der Lage sind, ausreichend Beifutter aufzunehmen und ihren Energie- und Nährstoffbedarf darüber zu decken.

Kälber bauen ihre eigene Immunabwehr ab dem 07. LT auf, bis dahin werden sie vollständig durch die Antikörper aus dem Kolostrum geschützt. Zwischen dem 14. und 21. LT entsteht eine immunologische Lücke, in der der Antikörperstatus aus dem passiven Transfer bereits niedrig ist und das Kalb gerade erst beginnt, seine eigenen Antikörperreaktionen auf die Umweltmikrobiota zu bilden. (HULBERT UND MOISÁ, 2016)

Die Einzelhaltung der Kälber sollte deshalb über die in der Praxis derzeit noch weit verbreiteten zwei Wochen hinaus verlängert werden, um eine Umstellung während des noch niedrigen Immunschutzes und einer geringen Stressresistenz zu vermeiden (ZIPPRICH et al., 2019).

Eine intensive Kälberaufzucht beinhaltet niedrige Totgeburtenraten von <5%, geringe Kälberverluste von <3%, niedrige Morbiditätsraten von <30% und hohe Tageszunahmen von >800 g (KASKE, 2014) sowie eine hohe Kondition der Absetzer und geschlechtsreifen Jungrinder. Dies wird durch Untersuchungen bestätigt und zeigt sich auch in den Fruchtbarkeitsdaten der späteren Färsen (SCHULDT UND DINSE, 2020c).

Die mutterlose Kälberaufzucht hat sich an Bedarf und Bedürfnis der Kälber zu orientieren. Deshalb müssen sowohl die Futteraufnahme als auch das natürliche Futteraufnahmeverhalten in einem Tränke- und Beifutterplan berücksichtigt werden. Schlussfolgernd aus den Untersuchungen zur intensiven Kälberaufzucht wird folgende Strategie empfohlen (Abbildung 68):

Einzelhaltung

Die Einzelhaltung erfolgt bis zum 21. Lebenstag. Nach der Aufnahme des Erstkolostrums wird den Kälbern bis zum 07. Lebenstag mindestens 10 l Mischkolostrum/Vollmilch/Transitmilch pro Tag angeboten, ab der zweiten Lebenswoche möglichst dreimal am Tag Vollmilch, Transitmilch oder MAT, insgesamt mindestens 12 l je Tier und Tag. Wasser und Beifutter stehen ab dem 02. Lebenstag ad libitum zur Verfügung.

Gruppenhaltung

Die Gruppenhaltung beginnt mit dem Anlernen an die freie MAT-Aufnahme in der Tränkestation über etwa fünf Tage, in der jedes Kalb intensiv überwacht und ggf. beim Anlernen an die freie Tränkeaufnahme unterstützt wird. Bis zum 49. Lebenstag wird ein Anrecht von mindestens 12, besser 14 l MAT bzw. 1,8 bis 2,0, besser 2,1 bis 2,3 kg Milchaustauscher pro Tier und Tag angeboten. Dies setzt eine MAT mit in einer Konzentration von 150 bis 165 g MA/l Tränke eines Milchaustauschers mit ca. 50% Magermilchanteil voraus. Die Tränkeaufnahme wird weder in der Portionsgröße noch in der Häufigkeit beschränkt.

Das Abtränken oder Entwöhnen beginnt frühestens am 50. Lebenstag. Bei einem maximalen Tränkeanrecht von 12 l MAT kann ab dem 90. Lebenstag abgesetzt werden, bei einem maximalen Tränkeanrecht von 14 l MAT ab dem 95. Lebenstag, was einer Abtränkgeschwindigkeit von 0,3 l/Tag entspricht.

Neben Wasser stehen als Beifutter Heu sowie Anwelksilage (AWS) und Kraftfutter (KF) oder eine Trockene Totale Mischration (Trocken-TMR) für Kälber von Beginn an ad libitum zur Verfügung. Bis zum Ende der 07. Lebenswoche ist mit einer täglichen Aufnahme von 0,5 kg Beifutter pro Kalb zu kalkulieren.

Das Beifutter wird ab der 08. Lebenswoche allmählich durch eine TMR ersetzt, die in der intensiven Kälberaufzucht nach dem Absetzen zum Einsatz kommt (10,5–11,0 MJ ME und 145–160 g XP je kg T, SCHULDT UND DINSE, 2020c). Ab der 10. Lebenswoche nehmen die Kälber etwa 1 kg Heu zzgl. 2,0 bis 2,5 kg AWS, Maissilage und KF oder 2,0 kg TMR auf.

Um das Wohlbefinden der Kälber zu garantieren und Erkrankungen frühzeitig zu erkennen, wird das Verhalten der Tiere intensiv beobachtet, unterstützend werden die Daten der Kälbermanagementprogramme hinzugezogen. Eine optimale Kälberaufzucht bedeutet somit nicht nur eine hohe Energie- und Nährstoffversorgung, auch die intensive Beobachtung und Betreuung der Kälber sind Voraussetzung für einen gesunden Start in das Leben einer Milchkuh.

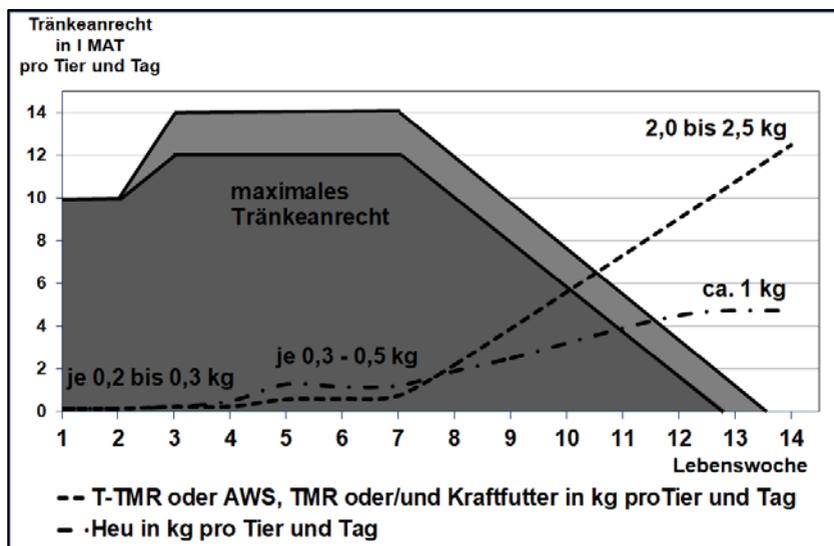


Abbildung 68: Tränke- und Beifutterplan für die intensive Kälberaufzucht

6 Zusammenfassung

Von 2014 bis 2020 wurden in Zusammenarbeit mit drei landwirtschaftlichen Unternehmen aus Mecklenburg-Vorpommern Empfehlungen für eine intensive Aufzucht von weiblichen Kälbern der Rasse Deutsche Holsteins hinsichtlich Haltung und Fütterung erarbeitet.

In den Untersuchungsbetrieben wurden Tränkeanrechte (TA) von 8 und 10 l Milchaustauschertränke (MAT) bis zum 28. Lebenstag (LT), Absetzen am 71. LT (Betrieb 1, B1), 12, 14, 16 l bis zum 49. LT, Absetzen am 71. 91. und 106. LT (Betrieb 2, B2) sowie 8, 10, 12 l bis zum 49. LT, Absetzen am 61., 66. und 71. LT (Betrieb 3, B3) angeboten. Die MAT wurde mit handelsüblichen Milchaustauschfuttermitteln (MA) mit mindestens 50 % Magermilchanteil in einer Konzentration von 155 g (B1) bzw. 160 g (B2) MA je l Wasser und 165 g MA je l Tränke (B3) angeboten. Die Daten zur Tränkeaufnahme wurden über die Software der jeweiligen Tränkeautomaten erfasst und nach verschiedenen Gesichtspunkten ausgewertet. Die Eingewöhnungsphase in die Gruppenhaltung mit Tränkeautomaten, die altersunabhängig die ersten 15 Tage nach der Ein-stallung in die Gruppenbox umfasst, wurde gesondert betrachtet. Um den Einfluss des TA auf die Entwicklung der Kälber und Jungrinder zu untersuchen, wurden Parameter des Tränkeverhaltens in Beziehung zu Gesundheit und Leistungen gesetzt. Intensität und Dauer des Abtränkens wurden anhand der Daten von Kälbern mit der höchsten MAT-Aufnahme bei einem TA von 16 l, 12 l und 14 l MAT je Tier bis jeweils zum 49. LT erfasst oder kalkuliert. Die aufgenommene Beifuttermenge je Tier (B1: Heu und Trogfutter–Kälbermüsli, pelletiertes Kälberaufzuchtfutter, Anwelksilage (AWS), Totale Mischration (TMR); B2: Heu, Trocken-TMR (TTMR)) wurde täglich durch Ein- und Rückwaage erfasst und je Tier und Tag im wöchentlichen Mittel berechnet.

Bei einem maximalen Tränkeangebot von 16 l MAT bis zum 49. LT nahm kein Kalb im Mittel mehr als 14 l auf, die maximale Tränkeaufnahme von 16 l wurde nur durch ein Kalb an drei Tagen realisiert.

Das Verhalten weiblicher Aufzuchtkälber in der Gruppenhaltung wurde bei TA von 8 und 10 l MAT bis zum 28. LT (B1) sowie 12 l MAT bis zum 49. LT (B2) mit Videokameras aufgezeichnet, mit dem Programm Interact der Firma Mangold codiert und anschließend, so wie alle anderen Daten, mit dem Programm Excel 2016 von Microsoft statistisch ausgewertet.

Kälber benötigen einen Zeitraum von fünf bis sechs Tagen, um einen Rhythmus hinsichtlich des Ruhe- und Nahrungsaufnahmeverhaltens zu entwickeln. Bis

etwa zum 30. LT steigt die MAT-Aufnahme und bleibt anschließend bis zum Beginn des Abtränkens auf gleichem Niveau. Eine Erhöhung des TA auf 12 l MAT führte zu einem signifikanten Anstieg der Kondition der Absetzer und geschlechtsreifen Kälber. Eine Umstellung auf ein höheres TA war bei den in die entsprechende Auswertung einbezogenen Tränkekälbern jederzeit problemlos möglich.

Bis zum Ende der 07. Lebenswoche steigt die Beifutteraufnahme unabhängig von TA und Beginn des Abtränkens auf maximal 0,5–0,6 kg Trockenmasse (T) je Tag über 1,6 bis 2,2 Minuten Fresszeit je Mahlzeit. Erst ab der 09. Lebenswoche ist eine wesentliche Erhöhung der T-Aufnahme auf 1,9–2,4 kg und der Dauer der Beifutteraufnahme auf 7–10 Minuten pro Mahlzeit zu verzeichnen.

Nach einem TA von 12–14 l MAT pro Tier und Tag sollten die Kälber ab dem 50. LT mit 0,3 l Tränke pro Tag abgetränkt und am 91.–96. LT bzw. in der 13.–14. LW abgesetzt werden. Bei einer Abtränkgeschwindigkeit von 0,55 l/Tag nach 12 l TA trat bei zwei von drei Beifuttervarianten eine zum Teil erhebliche Unterversorgung mit Energie und Eiweiß auf, da das sinkende Tränkeangebot durch eine Steigerung der Beifutteraufnahme nicht kompensiert werden konnte. Ein moderates Abtränken wirkt sich darüber hinaus positiv auf Verhalten und Wohlbefinden der Kälber aus.

Von den Daten, die über die Software der Tränkeautomaten erfasst werden, wird die Auswertung der Parameter „Anzahl der Besuche an der Tränkestation“ und „aufgenommene Tränkemenge pro Tier und Tag“ für die Überwachung der Gesundheit der Kälber empfohlen. Der mit diesen Parametern berechnete dimensionslose „Index Tränkeverhalten“ (ITV) zeigt einen signifikanten Einfluss des Tränkeverhaltens auf Gesundheit und Fruchtbarkeit der Kälber und Jungrinder. Jungrinder mit einem niedrigen ITV – verbunden mit häufigen Erkrankungen – sollten von der Zucht ausgeschlossen werden.

Durchschnittliche MAT-Mahlzeiten dauern bei allen ausgewerteten TA nach der Gewöhnung an die selbständige Tränkeaufnahme vier bis acht Minuten mit abnehmender Tendenz. Die Gesamtdauer unterscheidet sich bis zum Ende der 06. LW zwischen den TA und variiert in 24 Stunden zwischen 33,0 bis 38,0 min (8 l MAT-TA bis 28. LT), 19,4 bis 42,6 min (10 l MAT-TA bis 28. LT) und 21,5 bis 26,3 min (12 l MAT-TA bis 49. LT). Bei dem 12-l-MAT-TA bis zum 49. LT nahmen die Kälber bis zur 10. LW gleichbleibend vier bis fünf Mahlzeiten am Tag auf, bei früherem Abtränken und geringeren Anrechten (8 und 10 l bis zum 28. LT) ging die Anzahl zurück.

Alle Verhaltensweisen, die nicht das Ruheverhalten oder die Tränke- und Beifutteraufnahme betreffen, wie Spielen, Erkundung und Lokomotion, Eliminations-, Komfort- oder Sozialverhalten, werden als „sonstige Aktivitäten“ bezeichnet; diese können als Indikator für das Wohlbefinden von Kälbern betrachtet werden. Bei dem höchsten TA ruhten die Kälber auch in der Abtränkphase 16 Stunden am Tag und beschäftigten sich bis zum 49. LT zu mindestens 83% der aktiven Zeit mit „sonstigen Aktivitäten“. Bei geringeren TA sanken die täglichen Ruhezeiten mit zunehmendem Alter und der Anteil sonstiger Aktivitäten ging stark zurück, was auf ein geringeres Wohlbefinden schließen lässt.

Bei den Kälbern mit dem höchsten TA wurden nach der Eingewöhnung an die freie Tränkeaufnahme bis zum 49. LT Besuche der Tränkestation ohne Anrecht über 2,0 bis 2,9 Minuten pro Tag beobachtet, einzelne Besuche dauerten im Durchschnitt 0,7 bis 1,1 Minuten. Auch bei den geringeren Anrechten wurde die Tränkestation nur kurzzeitig (1,0–2,3 Minuten/Besuch) ohne Anrecht aufgesucht. Die Kälber lernen folglich, ob ihnen ein Tränkeanrecht zusteht. Ist dies nicht der Fall, verlassen sie die Tränkestation relativ schnell wieder. Während bei dem höchsten Anrecht im Mittel nach der Eingewöhnung bis zum Abtränken ab dem 50. LT 2,1 bis 3,2 Fehlversuche pro Tag registriert wurden, waren es im Durchschnitt bis zum Ende des maximalen TA am 28. LT bei dem 8-I-TA mehr als 11 am Tag und bei dem 10-I-TA 9,7 bis 10,5. In der Abtränkphase ab dem 50. LT steigt die Zahl bei dem 12-I-TA an und erreicht das Niveau der niedrigeren Anrechte (5,6 bis 17,6 vs. 9,7 bis 12,5 im Tagesmittel).

In der Zeit des maximalen TA wurde gegenseitiges Besaugen bei dem TA von 12 I MAT bis zum 49. LT nur sporadisch bei einzelnen Kälbern beobachtet. Bei einem Anrecht von 8 I MAT bis zum 28. LT besaugte jedes Kalb in unterschiedlichem Ausmaß. In der Abtränkphase haben diese Kälber bis zu 11-mal am Tag ein anderes Kalb besaugt. Bei allen TA stieg die Dauer des Besaugens mit dem Alter, im Maximum wurde eine Saugaktivität von 32,3 Minuten beobachtet. Einzelne Kälber besaugten verstärkt und auch das Tränkeanrecht von 12 I MAT bis zum 49. LT konnte dies nicht vollständig verhindern.

Aus den im Rahmen dieser Studie durchgeführten Untersuchungen zur intensiven Kälberaufzucht wird schlussfolgernd unter Berücksichtigung von Bedarf und Bedürfnis der Kälber folgende Strategie der mutterlosen Aufzucht empfohlen:

Einzelhaltung

Nach der Aufnahme des Erstkolostrums wird den Kälbern bis zum 07. Lebens- tag mindestens 10 l Mischkolostrum/Vollmilch/Transitmilch pro Tag angeboten. Wasser und Beifuttermittel (Heu sowie Kälbermüsli, pelletiertes Kälberauf- zuchtfutter oder TTMR) stehen von Beginn an ad libitum zur Verfügung. Die Einzelhaltung sollte bis zum 21. Lebens- tag erfolgen, wenn ab dem 08. Lebens- tag mindestens 12 l Vollmilch oder MAT je Tier und Tag angeboten werden können.

Gruppenhaltung

Die Gruppenhaltung beginnt mit dem Anlernen an die freie MAT-Aufnahme in der Tränkestation über etwa fünf Tage, in der jedes Kalb intensiv überwacht und ggf. beim Anlernen unterstützt wird. Bis zum 49. Lebens- tag wird ein An- recht von mindestens 12, besser 14 l MAT bzw. 1,8 bis 2,0, besser 2,1 bis 2,3 kg Milchaustauscher pro Tier und Tag angeboten. Die MAT sollte in einer Konzentration von 150 bis 165 g/l Tränke eines Milchaustauschers mit ca. 50 % Magermilchanteil angemischt werden. Die Tränkeaufnahme wird weder in der Portionsgröße noch in der Häufigkeit beschränkt, um das natürliche Tränkeauf- nahmeverhalten weitestgehend zu ermöglichen. Das Abtränken beginnt frühes- tens am 50. Lebens- tag. Bei einem maximalen Tränkeanrecht von 12 l MAT kann ab dem 90. Lebens- tag abgesetzt werden, bei einem maximalen Tränke- anrecht von 14 l MAT ab dem 95. Lebens- tag, was einer Abtränkgeschwindig- keit von 0,3 l/Tag entspricht.

Wasser und Beifutter in Form von Heu sowie AWS und Kraftfutter (KF) oder eine TTMR stehen für die Kälber von Beginn an ad libitum zur Verfügung. Bis zum Ende der 07. Lebens- woche ist mit einer täglichen Aufnahme von 0,5 kg Beifutter pro Kalb zu kalkulieren. Das Beifutter wird ab der 08. Lebens- woche allmählich durch eine TMR ersetzt, die in der intensiven Kälberaufzucht nach dem Absetzen zum Einsatz kommt (10,5–11,0 MJ ME und 145–160 g XP je kg T). Ab der 10. Lebens- woche nehmen die Kälber etwa 1 kg Heu zzgl. 2,0 bis 2,5 kg AWS und KF oder 2,0 kg TTMR pro Tier und Tag auf.

Um das Wohlbefinden der Kälber zu garantieren und Erkrankungen frühzeitig zu erkennen, wird das Verhalten der Tiere intensiv beobachtet, unterstützend werden die Daten der Kälbermanagementprogramme hinzugezogen. Eine in- tensiv Kälberaufzucht bedeutet somit nicht nur ein hohes Tränke- und Beifut- terangebot, auch die intensive Beobachtung und Betreuung der Kälber sind Vo- raussetzung für einen gesunden Start in das Leben einer Milchkuh.

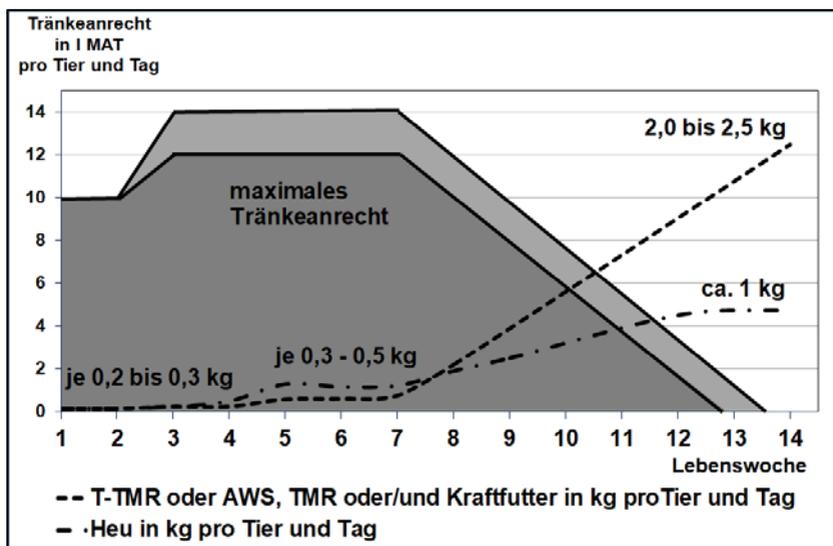


Abbildung: Tränke- und Beifutterplan für die intensive Kälberaufzucht

7 Summary

Between 2014 and 2020 recommendations regarding rearing and feeding as part of intensive rearing of female German Holstein calves were developed in a collaboration with three agricultural enterprises from Mecklenburg-Vorpommern.

The farms studied provided milk replacer allowances (MRA) of 8 L and 10 L milk replacer (MR) up to day 28, weaning on day 71 (farm 1, B1), 12, 14, 16 L up to day 49, weaning on days 71, 91 and 106 (farm 2, B2), and 8, 10, 12 L up to day 49, weaning on days 61, 66 and 71 (farm 3, B3). The MR was provided as a commercial milk replacer powder (MRP) with a skim milk fraction of at least 50% at a concentration of 155 g (B1) or 160 g (B2) MRP per L water and 165 g MRP per L of MR (B3). The data on MR intake were collected using the software from the automatic calf feeders and analysed from several aspects. The acclimatisation phase in group rearing with automatic feeders, which included the first 15 days of being placed in the group housing regardless of age, was considered separately. To examine the influence of the milk replacer allowance on the development of the calves and heifers, drinking behaviour parameters were related to health and performance. The intensity and duration of weaning were recorded or calculated using the data from calves with the highest MR intake with an MRA of 16 L, 12 L and 14 L MR per animal up to day 49 in each case. The quantity of supplementary feed intake per animal (B1: hay and trough feed – calf muesli, calf starter pellets, wilted silage (WS), total mixed ration (TMR); B2: hay, dry TMR (dTMR)) was recorded daily using initial and back weighing and calculated per animal and day with a weekly mean.

With a maximum volume of 16 L MR supplied up to day 49, no calf ingested more than 14 L on average with the maximum drink intake of 16 L only realised by one calf on three days.

The behaviour of the female rearing calves in group housing was recorded with an MRA of 8 and 10 L MR up to day 28 (B1) and 12 L MR up to day 49 (B2) using cameras of the Viso Tech surveillance system, coded with the program Interact from Mangold and then, like all other data, statistically analysed with Excel 2016 from Microsoft.

Calves need a period of five to six days to develop a rhythm with their resting and food intake behaviour. MR intake increases up to day 30 and then plateaus until the start of weaning. Raising the MRA to 12 L MR leads to a significant

increase in the body condition of the weanlings and the sexually mature animals. Moving to a higher MRA could be easily done at any time in the pre-weaned calves that were included in the corresponding analysis.

Up to the end of week 7, the supplementary feed intake increases independently of MRA and the start of weaning to a maximum of 0.5–0.6 kg dry matter (DM) per day over 1.6 to 2.2 minutes' eating time per meal. Only from week 9 a substantial increase in the DM intake to 1.9–2.4 kg and of the duration of the supplementary feed intake to 7–10 minutes per meal is recorded.

After an MRA of 12–14 L MR per animal and day, the volume of milk replacement should be decreased from day 50 by 0.3 L MR per day and the calves should be weaned by day 91–96 or week 13–14. With a weaning rate of 0.55 L/day after 12 L MRA, a considerable energy and protein deficit developed in some cases for two of three supplementary feed variants because the declining milk replacement supply could not be compensated by an increase in the supplementary feed intake. Moderate weaning also has a positive effect on calf behaviour and well-being.

From the data that are recorded by the automatic feeder software, analysing the parameters “Number of visits to the feed station” and “Ingested MR volume per animal and day” is recommended to monitor the health of the calves. The dimensionless “Index Tränkeverhalten” (ITV = “Index Drinking Behaviour”) calculated with these parameters reveals that the drinking behaviour has a significant influence on the health and fertility of the calves and heifers. Heifers with a low ITV – combined with frequent diseases – should be excluded from breeding.

Mean MR meals last four to eight minutes with a decreasing trend for all MRAs that were analysed after acclimatisation to the autonomous MR intake. The total duration differs up to the end of week 6 between the MRA and varies over 24 hours between 33.0 to 38.0 min (8 L MRA up to day 28), 19.4 to 42.6 min (10 L MRA up to day 28) and 21.5 to 26.3 min (12 L MRA up to day 49). With 12 L MRA up to day 49, the calves consistently had four to five meals a day up to week 10, while with earlier weaning and smaller allowances (8 and 10 L to day 28) the number decreased.

All behaviours that did not relate to resting behaviour or ingestion of milk replacement or supplementary feed, such as playing, exploration and locomotion, elimination, comfort or social behaviours, are designated “other activities”; these may be considered to be an indicator of the well-being of the calves. With

the highest MRA, the calves also rested in the weaning phase for 16 hours a day and spent at least 83% of the active time on “other activities” up to day 49. With a lower MRA the daily resting time decreased with increasing age and the proportion of other activities declined sharply, indicating reduced well-being.

For the calves with the highest MRA, following acclimatisation to the free MR intake up to day 49, visits to the feed station with no allowance were observed over 2.0 to 2.9 minutes per day with individual visits lasting on average 0.7 to 1.1 minutes. Even for the lower allowances the feed station was only visited briefly (1.0–2.3 minutes/visit) with no allowance. The calves thus learn whether they have a drinking allowance. If they do not have an allowance, they leave the feed station again relatively quickly. While for the highest allowance 2.1 to 3.2 failed attempts were recorded per day on average after acclimatisation until weaning from day 50, the average number of attempts until the end of the maximum MRA on day 28 was more than 11 attempts per day for the 8-L MRA and 9.7 to 10.5 for the 10-L MRA. In the weaning phase from day 50, the number increased for the 12-L MRA and reached the same level as the lower allowances (5.6 to 17.6 vs. 9.7 to 12.5 daily average).

In the period with the maximum MRA, cross-sucking was only sporadically observed in isolated calves with an MRA of 12 L MR up to day 49. With an allowance of 8 L MR up to day 28, every calf cross-sucked to a varying degree. In the weaning phase these calves cross-sucked up to 11 times a day. For all MRAs the duration of cross-sucking increased with age; sucking activity of 32.3 minutes was observed as a maximum. Particular calves exhibited strong cross-sucking tendencies and even a drinking allowance of 12 L MR up to day 49 could not completely prevent this.

In conclusion, based on the investigations conducted as part of this study on intensive calf rearing, we recommend the following strategy for rearing calves separately from their dams, taking into account the needs and wants of the calves:

Individual housing

After ingestion of the initial colostrum, the calves are offered at least 10 L mixed colostrum/whole milk/transition milk per day up to day 7. Water and hay are available *ad libitum* from the start while calf muesli or calf starter pellets or dTMR is provided from week 1 onward. Individual housing should start from day 21 if from day 8 at least 12 L whole milk or MR per animal and day can be offered.

Group housing

Group housing starts with teaching free MR intake at the feed station over about five days during which period every calf is intensively monitored and, if necessary, helped with its learning. Up to day 49 an allowance of at least 12 L MR, preferably 14 L, or 1.8 to 2.0 kg milk replacement per animal and day, preferably 2.1 to 2.3, is offered. The MR should be mixed up to a concentration of 150 to 165 g/L of MRP with a skim milk fraction of approx. 50%. The milk replacer allowance (MRA) is not restricted either in the size of the portions nor in its frequency to encourage natural drinking behaviour as much as possible. Weaning starts at the earliest on day 50. With a maximum drinking allowance of 12 L MR, weaning can be completed by day 90 while with a maximum drinking allowance of 14 L MR weaning can be completed by day 95, which corresponds to a weaning rate of 0.3 L/day.

Water and supplementary feed in the form of hay as well as WS and concentrate or dTMR are available ad libitum for the calves from the start. Up to the end of week 7 calculate for a daily intake of 0.5 kg supplementary feed per calf. The supplementary feed is gradually replaced from week 8 with TMR, which in intensive calf rearing is used after weaning (10.5–11.0 MJ ME and 145–160 g XP per kg DM). From week 10 onward feed intake is about 1 kg hay plus 2.0 to 2.5 kg WS and concentrate or 2.0 kg dTMR per animal and day.

To safeguard the well-being of the calves and to detect any diseases early, the behaviour of the animals is intensively monitored, supported by the data from the calf management program. Intensive calf rearing thus means not only providing high volumes of milk replacement and supplementary feed but also close monitoring and care of the calves as a prerequisite for a healthy start in life for a dairy cow.

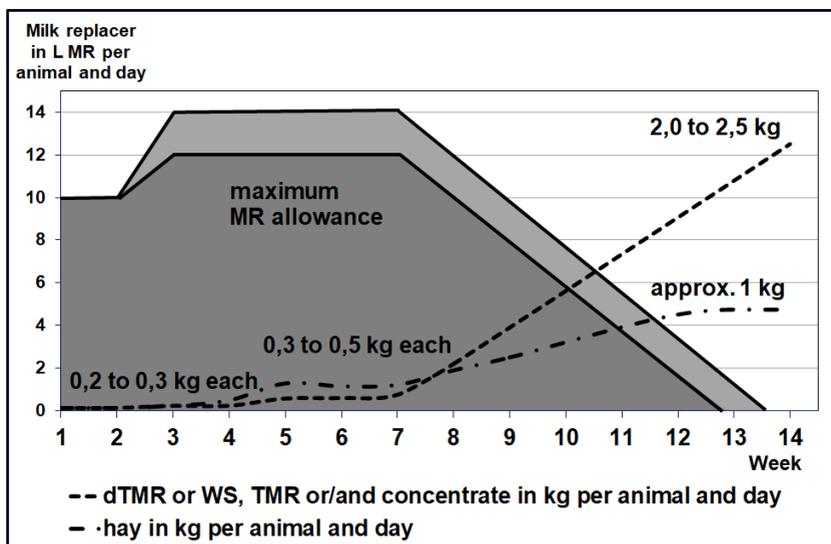


Figure: Milk replacement and supplementary feed plan for intensive calf rearing

Danksagung

Die Untersuchungen zur Kälberaufzucht wurden in drei landwirtschaftlichen Betrieben in Mecklenburg-Vorpommern durchgeführt.

Wir danken den Geschäftsleitungen und Kolleginnen der Verwaltung der Betriebe für die Überlassung und Zusendung der erfassten Daten. Die Auswertung betriebsinterner Daten aus den Managementprogrammen machte es möglich, das Tränkeverhalten der Kälber in Beziehung zu Gesundheit und Leistungen der Jungrinder zu setzen. Diese Datenaufnahme und -verarbeitung erfolgte über einen Zeitraum von sechs Jahren, bis zur Erstellung dieser Schrift. Die Mitarbeiterinnen und Studierenden der Hochschule hatten jederzeit Zugang zu den Kälberdörfern und wurden bei der Datenerhebung vor Ort umfangreich unterstützt. Während und auch außerhalb der regulären Arbeitszeiten standen uns die Stalltüre offen, hatten wir Zugang zu den Tieren und der Technik. Für das uns hiermit entgegengebrachte Vertrauen sagen wir unseren Partnern in der Praxis unseren aufrichtigen Dank.

Kameras zeichneten über Monate das Verhalten der Kälber auf. Den Kälberpflegerinnen und -pflegern danken wir für ihr Einverständnis, sich bei der Arbeit mit den Kälbern filmen zu lassen. Ebenso danken wir für die zuverlässige Erfassung der Beifuttermengen; ohne diese Zuarbeit hätte ein wesentlicher Aspekt dieser Untersuchungen nicht bearbeitet werden können.

Sechs Studierende der Agrarwirtschaft waren an der Datenaufnahme in den Betrieben beteiligt. Sie bonitierten im Rahmen von Seminaren Kälber und werteten Teilprojekte aus. Darüber hinaus wurden zwei Bachelor-Abschlussarbeiten und eine Masterthesis erstellt. Wir danken hiermit herzlich für die Unterstützung des Projektes.

Als studentische und wissenschaftliche Hilfskraft betreute Kajetan Baltrock zuverlässig die Datenaufnahme in einem der beteiligten Betriebe und trug damit wesentlich zum Gelingen dieses Projektes bei. Dafür gilt ihm ein besonderer Dank.

Patricia Hartmann legte den Grundstein für die Erstellung des Literaturteils. Als wissenschaftliche Hilfskraft hat sie eine bedeutende Zuarbeit geleistet, was hier ausdrücklich erwähnt werden soll.

In bewährter Weise lektorierte und formatierte Birgit Pfeiffenberger, Mitarbeiterin im Fachgebiet Tierernährung und Futtermittelkunde, die vorliegende Schrift.

Wir danken sehr für die sachkundige und zuverlässige Arbeit und die vielen kritischen, stets konstruktiven Hinweise.

Das Projekt wurde über das Professorinnenprogramm II des Bundes und der Länder und durch weitere Geldgeber finanziell unterstützt. Wir danken für die Förderung durch:

Deutscher Verband Tiernahrung e.V. (DVT)

Hauptgenossenschaft Nord AG, Kiel

Holm & Laue, Westerröfeld

Professorin Dr. Anke Schuldt und Dr. Regina Dinse

Neubrandenburg, Dezember 2021

Literaturverzeichnis

- AHMED, A. K. (1987): Zum Verhalten von Saugkälbern an Kühen und am Tränkeautomaten. Diss., Universität Hohenheim, Fakultät IV - Agrarwissenschaften II.
- AIKMAN, P., GOULD, M., BLEACH, E. (2007): First lactation milk yield and fertility of Holstein heifers reared using three milk replacer feeding regimes during the first six weeks of life, 8.-12.07.2007. Joint Annual Meeting of the American-Dairy-Science-Association, San Antonio, TX.
- ANACKER, G. (2009): Ist schneller immer besser? Neue Landwirtschaft: 58-60.
- ANDREASEN, S. N., WEMELSFELDER, F., SANDØE, P., FORKMAN, B. (2013): The correlation of Qualitative Behavior Assessments with Welfare Quality (R) protocol outcomes in on-farm welfare assessment of dairy cattle. *Applied Animal Behaviour Science*, 143: 9-17, DOI: 10.1016/j.applanim.2012.11.013.
- ARIELI, A., SCHRAMA, J. W., VAN DER HEL, W., VERSTEGEN, M. W. (1995): Development of metabolic partitioning of energy in young calves. *J Dairy Sci*, 78 (5): 1154-1162, DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(95)76732-7.
- AURICH, K. UND WEBER, R. (1994): Einfluss eines erhöhten Saugwiderstandes auf das Saugverhalten einer Kälbergruppe. Aktuelle Arbeiten zur artgemässen Tierhaltung, KTBL-Schrift 361. KTBL. Darmstadt: 154-166.
- BACH, A., TERRÉ, M., PINTO, A. (2013): Performance and health responses of dairy calves offered different milk replacer allowances. *Journal of Dairy Science*, 96 (12): 7790-7797, DOI: <https://doi.org/10.3168/jds.2013-6909>.
- BADEMIRAN, S., CELIK, R., YESILMEN, S., KANAY, B. E., KILINC, M. (2007): The Effects of Self-Sucking on Daily Milk Product, Udder Health and the Form of the Teats of Dairy Cows. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 6 (11): 1250-1254.
- BALLOU, M., COBB, C. J., EARLEYWINE, T. J., OBEIDAT, B. (2013): Interaction of breed and plane of milk replacer nutrition on the performance of pre- and postweaned dairy calves. *Prof. Anim. Sci.*, 29: 116-123, DOI: 10.15232/S1080-7446(15)30209-6.
- BALTROCK, K. (2019): Verhalten von Kälbern in der intensiven, mutterlosen Aufzucht bei Tränkeanrechten von 8, 10 und 12 l pro Tag. Master of Science, Hochschule Neubrandenburg, Fachbereich Agrarwirtschaft und Lebensmittelwissenschaften, DOI: urn:nbn:de:101:1-200910131091.
- BARTH, K., ROTH, B. A., HILLMANN, E. (2009): Muttergebundene Kälberaufzucht - eine Alternative im Ökologischen Landbau? *Ressortforschung für den Ökologischen Landbau 2008, Sonderheft 326*: 11-20.
- BENDULL, K. UND MARX, H.-J. (1973): Ergebnisse aus Untersuchungen an Fütterungsautomaten für Kälber. *agrartechnik*, 23 (11): 497-502.

- BENETTON, J. B., NEAVE, H., COSTA, J. H., KEYSERLINGK, M., WEARY, D. (2019): Automatic weaning based on individual solid feed intake: Effects on behavior and performance of dairy calves. *Journal of Dairy Science*, 102, DOI: 10.3168/jds.2018-15830.
- BOGNER, H. UND GRAUVOGL, A. (1985): Die Beurteilung von Rinderstallungen aus ethologischer Sicht. Aktuelle Arbeiten zur artgemässen Tierhaltung, 21.-24.11.1984 in Freiburg. KTBL, KTBL-Schrift 307. Darmstadt, Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e. V. (KTBL): 62-78.
- BORDERAS, T. F., DE PASSILLÉ, A. M., RUSHEN, J. (2009): Feeding behavior of calves fed small or large amounts of milk. *Journal of Dairy Science*, 92 (6): 2843-2852, DOI: 10.3168/jds.2008-1886.
- BRADE, W. UND BRADE, E. (2013): Zuchtgeschichte der Deutschen Holsteinrinder. *Berichte über Landwirtschaft*, 91 (8), DOI: <http://dx.doi.org/10.12767/buel.v91i2.25.g71>.
- BRAMMERT-SCHRÖDER, I. (2016): Die Milch macht die Kälber. *Tiergesundheit aktuell*, 1: 2-5.
- BRÄNDLE, S. (2006): Knuspriges für die Kleinen - Auf was ist beim Kauf von Kälberaufzuchtfutter zu achten, *Landwirtschaftliches Zentrum für Rinderhaltung, Grünlandwirtschaft, Milchwirtschaft, Wild und Fischerei Baden-Württemberg (LAZBW), Rinderhaltung Aulendorf*.
- BRÄNDLE, S. (2007): Grundfutter - Starthilfe für den Pansen. *Infodienst Landwirtschaft - Ernährung - Ländlicher Raum, Landwirtschaftliches Zentrum für Rinderhaltung, Grünlandwirtschaft, Milchwirtschaft, Wild und Fischerei Baden-Württemberg (LAZBW), Rinderhaltung Aulendorf*, Abruf: 18.11.2020.
- BREER, D. (2011): Intensive Kälberaufzucht mit Milchaustauschern. *Erfolg im Stall*, 50 (3): 6-7.
- BREER, D. (2017): Kälber winterhart aufziehen mit angepasster Nährstoffversorgung. *Erfolg im Stall*, 58 (31).
- BREER, D. UND BÜSCHER, W. (2006): Aktivitätsmessung bei Kälbern. *Landtechnik*, 61 (5): 274-275.
- BRINKMANN, J., IVEMEYER, S., PELZER, A., WINCKLER, C., ZAPF, R. (2016): Tierschutzindikatoren: Leitfaden für die Praxis - Rind. *Vorschläge für die Produktionsrichtungen Milchkuh, Aufzuchtkalb, Mastrind*, Darmstadt, Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e. V. (KTBL).
- BROOM, D. M. (1991): Needs and welfare of housed calves. *International Symposium on Veal Calf Production: New trends in veal calf production*, 14.-16.03.1990. J. H. M. G. Metz, C. M., EAAP Publication No. 52. Wageningen, Centre for Agricultural Publishing and Documentation (Pudoc), Wageningen: 23-31.

- BROWN, E. G., VANDEHAAR, M. J., DANIELS, K. M., LIESMAN, J. S., CHAPIN, L. T., KEISLER, D. H., NIELSEN, M. S. (2005): Effect of increasing energy and protein intake on body growth and carcass composition of heifer calves. *J Dairy Sci*, 88 (2): 585-594, DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(05)72722-3.
- BROWNEE, A. (1950): Studies in the behaviour of domestic cattle in Britain. *Bull. Animal Behaviour*, 8: 11-20.
- BRUMMER, S. (2004): Untersuchungen zur Reduzierung des gegenseitigen Besaugens bei Kälbern in Gruppenhaltung mit Tränkeabrufautomaten. Diss., Technische Universität München, Wissenschaftszentrum Weihenstephan für Ernährung, Landnutzung und Umwelt.
- BURI, S. (2020, 24.12.2019): Mit Vollgas zur Besamung. TORO Beratungsartikel, Swissgenetics.
- BÜSCHER, W., JUNGLUTH, T., KERN, M. (1993): Untersuchungen zum Anlernverhalten von Jungkälbern an prozeßrechnergesteuerten Tränkeautomaten. Bau und Technik in der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung. Beiträge zur 1. Internationalen Tagung [...] vom 16. und 17. März 1993 in Gießen. F.-J. Bockisch und B. Friebe (Hrsg.). *Niederkleen, Wiss. Fachverl. Fleck*: 45-54.
- BÜSCHER, W. UND KÄCK, M. (1995): Prozessrechnergesteuerte Tränkeautomaten zur Kälberfütterung - Arbeits- und Managementhilfe. *Zeitschrift für Agrarinformatik*, 5 (3): 113-116.
- CAMERON, E. Z. (1998): Is suckling behaviour a useful predictor of milk intake? A review. *Animal Behaviour*, 56: 521-532.
- CANTOR, M. C., NEAVE, H. W., COSTA, J. H. C. (2019): Current perspectives on the short- and long-term effects of conventional dairy calf raising systems: a comparison with the natural environment. *Translational Animal Science*, 3 (1): 549-563, DOI: 10.1093/tas/txy144.
- CHUA, B., COENEN, E., VAN, D., WEARY, D. M. (2002): Effects of Pair Versus Individual Housing on the Behavior and Performance of Dairy Calves. *Journal of Dairy Science*, 85: 360-364, DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(02)74082-4.
- COLLIER, R., BAUMGARD, L., ZIMBELMAN, R., XIAO, Y. (2018): Heat stress: Physiology of acclimation and adaptation. *Animal Frontiers*, 9, DOI: 10.1093/af/vfy031.
- CONNELLY, M., BERRY, D. P., MURPHY, J. P., LORENZ, I., DOHERTY, M. L., KENNEDY, E. (2014): Effects of milk feeding volume and frequency on body weight and health of dairy heifer calves. *Livestock Science*, 161: 90-94, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2013.12.022>.

DAIRYTOP BV (2021, 15.07.2021): Milkbar. URL: www.milkbareurope.com

DE PASSILLÉ, A. M. (2001): Sucking motivation and related problems in calves. *Applied Animal Behaviour Science*, 72 (3): 175-187, DOI: 10.1016/s0168-1591(01)00108-3.

DE PASSILLÉ, A. M., BORDERAS, T. F., RUSHEN, J. (2011): Weaning age of calves fed a high milk allowance by automated feeders: Effects on feed, water, and energy intake, behavioral signs of hunger, and weight gains. *Journal of Dairy Science*, 94: 1401-1408, DOI: 10.3168/jds.2010-3441.

DE PASSILLÉ, A. M. UND RUSHEN, J. (2006): Calves' behaviour during nursing is affected by feeding motivation and milk availability. *Applied Animal Behaviour Science*, 101 (3): 264-275, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2006.02.007>.

DE PASSILLÉ, A. M. UND RUSHEN, J. (2012): Adjusting the weaning age of calves fed by automated feeders according to individual intakes of solid feed. *Journal of Dairy Science*, 95 (9): 5292-5298, DOI: 10.3168/jds.2012-5521.

DE PASSILLÉ, A. M., RUSHEN, J., WEARY, D. (2004): Designing Good Environments and Management for Calves. *Advances in Dairy Technology*, 16.

DE PAULA VIEIRA, A., GUESDON, V., DE PASSILLÉ, A. M., GRÄFIN VON KEYSERLINGK, M. A., WEARY, D. M. (2008): Behavioural indicators of hunger in dairy calves. *Applied Animal Behaviour Science*, 109 (2): 180-189, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2007.03.006>.

DEININGER, A., Ed. (2002): Prozesssteuerung und Informationsmanagement in der Kälberhaltung. Stand des Wissens und Entwicklungsmöglichkeiten. Forschungsbericht Agrartechnik des Arbeitskreises Forschung und Lehre der Max-Eyth-Gesellschaft Agrartechnik im VDI. 408, Universität Kassel-Witzenhausen, Institut für Agrartechnik.

DEININGER, A. UND KÄCK, M. (1999): Untersuchungen zum kraftfuttergesteuerten Abtränken bei Saugkälbern. *Agrartechnische Forschung*, 5: 125-134.

DELAVAL GMBH (o. J.): Kälbermanagement: Die Lebensleistung beginnt mit der Geburt des Kalbes, <https://www.delaval.com/globalassets/canada/brochures/de/dl955---kalbermanagement---die-lebensleistung-beginnt-mit-der-geburt-des-kalbes-.pdf>, Abruf: 08.09.2021.

DENNIS, T. S., SUAREZ-MENA, F. X., HILL, T. M., QUIGLEY, J. D., SCHLOTTERBECK, R. L., HULBERT, L. (2018): Effect of milk replacer feeding rate, age at weaning, and method of reducing milk replacer to weaning on digestion, performance, rumination, and activity in dairy calves to 4 months of age. *Journal of Dairy Science*, 101 (1): 268-278, DOI: <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13692>.

- DERENBACH, J., LANGHOLZ, H. J., SCHMIDT, F. W., KIM, J. W. (1983): Kolostralmilchaufnahme neugeborener Kälber in der Mutterkuhhaltung, I. Verhaltensstudien zum Zeitpunkt und zum Umfang der ersten Milchaufnahme. Zeitschrift für Tierzucht und Züchtungsbiologie, 100: 175-186, DOI: 10.1111/j.1439-0388.1983.tb00723.x.
- DIERS, J. (2021, 15.07.2021): 20er Milk Bar. Jümn Diers Kälbertränken, URL: www.milk-bar.de
- DIESTELOW, S. (2018): Die Jungtierentwicklung in der Aufzucht überwachen. Bauernblatt Schleswig - Holstein (08.09.2018): 57-58.
- DLG (1997): DLG-Futterwerttabellen - Wiederkäuer, 7. erweiterte und überarbeitete Auflage, Frankfurt/Main, DLG-Verlag.
- DLG, Ed. (2016): Kälber- und Jungrinderaufzucht. Arbeiten der DLG, Band 203. 2. überarb. Auflage, DLG e. V.
- DRACKLEY, J. K. (2019): Feeding Pre-Weaned Calves for Future Production, University of Illinois at Urbana-Champaign, Department of Animal Sciences.
- DRACKLEY, J. K., POLLARD, B., DANN, H., STAMEY, J. (2008, 25.07.2008): First-lactation milk production for cows fed control or intensified milk replacer programs as calves. Illinois Livestock Trail. Dairy Cattle, University of Illinois, 32-34, Abruf: 18.11.2020.
- EBERHARDT, T. (2002): Untersuchungen zum Trinkverhalten gesunder und kranker Kälber an Tränkeautomaten, München, Hieronymus.
- EBSCHKE, S. UND VON BORELL, E. H. K. F. (2014): Tierbezogene Indikatoren zur Bewertung der Tiergerechtheit von Rinderhaltungsverfahren. DGfZ-Jahrestagung und DGfZ-/GfT-Gemeinschaftstagung, Leibniz-Institut für Nutztierbiologie (FBN) in Dummerstorf, Deutsche Gesellschaft für Züchtungskunde e. V. (DGfZ).
- ECKERT, E., BROWN, H. E., LESLIE, K. E., DEVRIES, T. J., STEELE, M. A. (2015): Weaning age affects growth, feed intake, gastrointestinal development, and behavior in Holstein calves fed an elevated plane of nutrition during the preweaning stage. Journal of Dairy Sciences, 98 (9): 6315-6326, DOI: 10.3168/jds.2014-9062.
- EDMONSON, A. J., LEAN, I. J., WEAVER, L. D., FARVER, T., WEBSTER, G. (1989): A body condition scoring chart for holstein dairy cows. Journal of Dairy Science, 72 (1): 68-78.
- EGLER, B. (2005): Verhaltensbeobachtungen zum gegenseitigen Besaugen von Fleckviehkälbern. Diss., Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, Institut für Tierzucht und Tierhaltung mit Tierklinik der Landwirtschaftlichen Fakultät.
- EHRET, A. (2016): Wie hoch sind die Kälberverluste wirklich? Rind im Bild (3).
- EIBLMEIER, H. (2014): Kälber gesund aufziehen, Boehringer Ingelheim Vetmedica GmbH.

EILERS, U. (2008, 27.10.2008): Aktuelle Anforderungen und Systeme für die Kälberhaltung. LandInfo, Landwirtschaftliches Zentrum für Rinderhaltung, Grünlandwirtschaft, Milchwirtschaft, Wild und Fischerei Baden-Württemberg (LAZBW), Rinderhaltung Aulendorf.

EILERS, U. (2015): Vergleich von Haltungssystemen für Kälber: Einflüsse auf Gesundheit und Leistung. Fortbildungsveranstaltung gesunde Kälber - leistungsfähige Kühe, 17.02.2015, Aulendorf. Landestierärztekammer Baden-Württemberg, Landwirtschaftliches Zentrum für Rinderhaltung, Grünlandwirtschaft, Milchwirtschaft, Wild und Fischerei Baden-Württemberg (LAZBW), Rinderhaltung Aulendorf.

ELLINGSEN, K., MEJDELL, C. M., OTTESEN, N., LARSEN, S., GRØNDAHL, A. M. (2016): The effect of large milk meals on digestive physiology and behaviour in dairy calves. *Physiology & Behavior*, 154: 169-174, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2015.11.025>.

ENGELHARDT, W., BREVES, G., DIENER, M., GÄBEL, G., ARNOLD, W., (Hrsg.) (2015): *Physiologie der Haustiere*, Stuttgart, Enke Verlag.

ENGELS, H. (2016): Automatische Tränkesysteme: Verbesserte Arbeitswirtschaftlichkeit in der Kälberfütterung. *Tiergesundheit aktuell* (1): 11-12.

ERNST, E. UND KALM, E. (1994): *Grundlagen der Tierhaltung und Tierzucht*, Hamburg, Berlin, Paul Parey.

EVANS, A., HIGGIN, M., MIELE, M., MORGAN, S., ARA, A., PINDUCCI, D., KULO, M. (2010): Provision of educational materials about farmed animal welfare: a comparative report. *Welfare Quality Reports*. 19, Cardiff University, Geography and Planning (GEOPL) DOI: 9781908442031.

FAWC (1993): *Second Report on Priorities for Research and Development in Farm Animal Welfare*, Farm Animal Welfare Council (FAWC), Nobel House 17, Smith Square, London.

FIEBIG, U. (1987): Untersuchungen zum Einfluss von waschtumsstörungen im frühen Lebensalter auf zelluläre Wachstumsprozesse beim Kalb. *Fachtierarzt*, Humboldt Universität Berlin, Sektion Tierproduktion und Veterinärmedizin, Bereich Innere Medizin.

FINGER, K. H. UND BRUMMER, H. (1969): Beobachtungen über das Saugverhalten mutterlos aufgezogener Kälber. *Deutsche tierärztliche Wochenschrift*, 76: 665-667.

FISCHER, A. (2006): Untersuchungen zur Vermeidung des gegenseitigen Besaugens unter Kälbern durch den Einsatz eines Saugnuckels mit erhöhtem Saugwiderstand. Diss., Georg-August-Universität Göttingen, Fakultät für Agrarwissenschaften.

- FISCHER, B. (2010): Einfluss der Tränkeperiode von Kälbern auf ihr Leistungsvermögen. 11. Dummerstorfer Seminar Futter und Fütterung, 01.12.2010, Dummerstorf, Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei Mecklenburg-Vorpommern (LfA), Institut für Tierproduktion Dummerstorf.
- FISCHER, B. (2011): Kälber besser wachsen lassen! Qualitative und quantitative Anforderungen an die Versorgung mit Milchaustauschern. 33. Tag des Milchviehhalters in Sachsen-Anhalt, 22./23. 11. 2011, Bernburg/Iden. Zentrum für Tierhaltung und Technik Iden, Sachsen-Anhalt, Landesanstalt für Landwirtschaft, Forsten und Gartenbau.
- FISCHER, B., RODENBECK, D., BÄTHGE, T. (2010): Einfluss von unterschiedlich zusammengesetzten Milchaustauschern (MAT) auf die Aufzuchtleistungen von weiblichen und männlichen Kälbern der Rasse Deutsche Holstein von der 2. bis zur 10. Lebenswoche - Bundesländerübergreifender Versuch -. Fachinformationen, Landesanstalt für Landwirtschaft, Forsten und Gartenbau Sachsen- Anhalt; Zentrum für Tierhaltung und Technik.
- FLOR, J. (2014): Was passt besser? Stufenweise oder harmonische Entwöhnung – Untersuchungen bei weiblichen Saugkälbern zu Absetzvarianten der Milchaustauschertränke. Bauernzeitung: 22-23.
- FOLDAGER, J., KROHN, C. C., MOGENSEN, L. (1997): Level of milk for female dairy calves affect their milk production in first lactation. Book of Abstracts of the 48th Annual Meeting of the European Association for Animal Production, 25-28 August 1997. J. A. van Arendonk, 3. Vienna, Wageningen Pers.
- FÖRSTER-TECHNIK GMBH (2014): Nur aus starken Kälbern werden starke Kühe, 40Fit Technology. URL: <https://www.foerster-technik.de/>
- FÖRSTER-TECHNIK GMBH (2020): Nur aus starken Kälbern werden starke Kühe, 40Fit Technology, <https://www.foerster-technik.de/>
- FORSTER, J. (2018, 19.09.2018): Richtiges Absetzen – Stressfrei für Mutterkuh, Kalb und Bauer. Ikonline, Landwirtschaftskammern Oberösterreich, Abruf: 02.06.2020.
- FREIBERGER, F., BÜSCHER, W., HENDRIKSEN, K., HERRMANN, H.-J., KÄCK, M., PELZER, A., STEINHÖFEL, I. (2014): Geburt des Kalbes - Empfehlungen zur Haltung und Fütterung in den ersten Lebenswochen. DLG-Merkblatt 404. <http://www.dlg.org>, DLG-Ausschuss für Technik in der tierischen Produktion. 2.
- FREITAG, M., KOCH, E., HÜNNIES, C. (2018): Was fressen Kälber lieber. Top agrar (3): R14.
- FREUDENBERGER, G. (2014): Der praktische Umgang mit der ad libitum-Tränke am Betrieb. 41. Viehwirtschaftliche Fachtagung 2014, Raumberg-Gumpenstein, Lehr- und Forschungszentrum für Landwirtschaft Raumberg-Gumpenstein.

- FREUEN, S. (2018): Sommer- oder Winterkälber? Milchpraxis, 52: 33-36.
- FRIETEN, D. (2018): Effects of intensive milk replacer feeding and butyrate on growth performance and intermediary metabolism in calves. Diss., Justus-Liebig-Universität Gießen, Fachbereich Veterinärmedizin, <http://gso.gbv.de/DB=2.2/PPNSET?PPN=1032280123>.
- FRIETEN, D., GERBERT, C., KOCH, C., DUSEL, G., EDER, K., KANITZ, E., WEITZEL, J. M., HAMMON, H. M. (2017): Ad libitum milk replacer feeding, but not butyrate supplementation, affects growth performance as well as metabolic and endocrine traits in Holstein calves. *Journal of Dairy Science*, 100 (8): 6648-6661, DOI: 10.3168/jds.2017-12722.
- FRIETEN, D., GERBERT, C., KOCH, C., HAMMON, H. (2018): Kälberfütterung - Es geht um die Milch! *Milchpraxis*, 52 (2): 30-33.
- FRÖHNER, A. (2011): Verhalten und Gesundheitsstatus von Kälbern in einem Außenklimastall in den Haltungssystemen Rein-Raus und kontinuierliche Belegung. Diss., Technische Universität München, Fakultät Wissenschaftszentrum Weihenstephan für Ernährung, Landnutzung und Umwelt.
- FRÖHNER, A. UND REITER, K. (2005): Ursachen von Kälberverlusten bei Milchvieh und Möglichkeiten zur Reduzierung. Schriftenreihe der Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL) (11).
- FÜBBEKER, A. (2019): Gesunde Tiere von Geburt an. *Bauernblatt Schleswig-Holstein*: 40-41.
- FUCHS, M. (2020): Kälberaufzucht & Kälberfütterung. E-book Ratgeber, agrarnetz.com.
- FUJIWARA, M., RUSHEN, J., DE PASSILLÉ, A. M. (2014): Dairy calves' adaptation to group housing with automated feeders. *Applied Animal Behaviour Science*, 158 (09): 1-7, DOI: 10.1016/j.applanim.2014.06.011.
- FURTNER, K. (1970): Die Mast von Kälbern mit Milchaustauscher an stationären Automaten in Laufstallungen im Vergleich zur Einzelfütterung aus dem Eimer. Diss., Hochschule für Bodenkunde Wien, Institut für Tierproduktion und Züchtungsbiologie.
- GAUDE, I. (2014): Besaugen bei Kälbern der Rasse Deutsches Fleckvieh: Risikofaktoren und Bedeutung der individuellen Stressreaktion. Diss., Tierärztliche Hochschule Hannover.
- GEIGER, A. J., PARSONS, C. L. M., JAMES, R. E., AKERS, R. M. (2016): Growth, intake, and health of Holstein heifer calves fed an enhanced preweaning diet with or without postweaning exogenous estrogen. *Journal of Dairy Science*, 99 (5): 3995-4004, DOI: 10.3168/jds.2015-10405.

- GELSINGER, S. L., HEINRICHS, A. J., JONES, C. M. (2016): A meta-analysis of the effects of preweaned calf nutrition and growth on first-lactation performance. *Journal of Dairy Science*, 99 (8): 6206-6214, DOI: 10.3168/jds.2015-10744.
- GERBERT, C., FRIETEN, D., KOCH, C., DUSEL, G., EDER, K., ZITNAN, R., HAMMON, H. M. (2017): Organwachstum und Entwicklung des Gastrointestinaltraktes von Kälbern der Rasse Deutsche Holstein bei ad libitum Fütterung und Buttersäuresupplementation. Tagungsband Forum angewandte Forschung in der Rinder- und Schweinefütterung, 21.-22.03.2017. Fulda, Verband der Landwirtschaftskammern, DLG e. V.
- GERRITS, W. J. J. (2018): Symposium review: Macronutrient metabolism in the growing calf. *Journal of Dairy Science*, 102: 3684-3691, DOI: 10.3168/jds.2018-15261.
- GfE (1997): Empfehlungen zur Energieversorgung von Aufzuchtkälbern und Aufzuchtrinder. *Proc. Soc. Nutr. Physiol.*, 6: 201-215.
- GHAFFARI, M. H., HAMMON, H., FRIETEN, D., GERBERT, C., DUSEL, G., KOCH, C. (2020): Clustering of ad libitum milk-fed dairy calves according to milk feeding behaviour and its impact on feed intake, growth performance and metabolic and endocrine traits in blood. 74. Tagung der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie, 03.-05.03.2020, Georg-August-Universität Göttingen, Gesellschaft für Ernährungsphysiologie e. V. (GfE).
- GHAFFARI, M. H., HAMMON, H. M., FRIETEN, D., GERBERT, C., DUSEL, G., KOCH, C. (2021): Effects of milk replacer meal size on feed intake, growth performance, and blood metabolites and hormones of calves fed milk replacer with or without butyrate ad libitum: A cluster-analytic approach. *Journal of Dairy Science*, 104 (4): 4650-4664, DOI: 10.3168/jds.2020-18626.
- GIESE, J. (1988): Wie sind Kälberverluste zu vermeiden? *Der Tierzüchter*, 40 (11): 484-485.
- GIESEKE, D. (2018): Einfluss von Haltung und Management auf das Tierwohl in der Milchviehhaltung. Diss., Georg-August-Universität Göttingen, Fakultät für Agrarwissenschaften.
- GIESEKE, D., GAULY, M., LAMBERTZ, C. (2014): Untersuchungen zum Zusammenhang von Leistung und Tierwohl bei Milchkühen. DGfZ-Jahrestagung und DGfZ-/GfT-Gemeinschaftstagung, Leibniz-Institut für Nutztierbiologie (FBN) in Dummerstorf, Deutsche Gesellschaft für Züchtungskunde e. V. (DGfZ).
- GLATZ, J. (2016): Kälber haben andere Ansprüche als Jungrinder. Forschungsbericht, 08.11.2016, Institut für Tierzucht.

- GODDEN, S. M., FETROW, J. P., FEIRTAG, J., M., GREEN, L. R., WELLS, S. J. (2005): Economic analysis of feeding pasteurized nonsaleable milk versus conventional milk replacer to dairy calves. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 226 (9): 1547-1554, DOI: 10.2460/javma.2005.226.1547.
- GORNIAK, M. (2019): Tränkeplan – Für jeden Betrieb die richtige Strategie. Erfolg im Stall.
- GRABMEIER, A. (2020, 07.02.2020): So hoch sind die Kälberverluste wirklich. *Agrarheute*, Deutscher Landwirtschaftsverlag GmbH.
- GRAF, B., VERHAGEN, N., SAMBRAUS, H.-H. (1989): Reduzierung des Ersatzsaugens bei künstlich aufgezogenen Kälbern nach dem Tränken oder Verlängerung der Saugzeit. *Züchtungskunde*, 61 (5): 384-400.
- GRAF, B., WEGMANN, R., RIST, M. (1976): Das Verhalten von Mastkälbern bei verschiedenen Haltungsformen. *Schweizerische Landwirtschaftliche Monatshefte*, 54: 333-355.
- GRIMM, H. UND AHMED, A. K. (1987): Zum Verhalten von Saugkälbern am Tränkeautomaten. *Landtechnik*, 42 (4): 151-152.
- GROTH, W. (1978): Tierschutz- und verhaltensbezogene Gesichtspunkte der Kälbermast. *Der Tierzüchter: Zeitschrift für Veredlungswirtschaft*, 30 (10): 419-422.
- HAFEZ, E. S. E. UND BOUISSOU, M. F. (1975): *The Behaviour of Cattle. The behaviour of domestic animals*. E. S. E. Hafez. London, Baillière Tindall: 203-245.
- HAFEZ, E. S. E. UND LINEWEAVER, J. A. (1968): Suckling Behaviour in Natural and Artificially Fed Neonate Calves. *Zeitschrift für Tierpsychologie*, 25: 187-198, DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1439-0310.1968.tb00012.x>.
- HAMMELL, K. L., METZ, J. H. M., MEKKING, P. (1988): Sucking Behaviour of Dairy Calves Fed Milk Ad Libitum by Bucket or Teat. *Applied Animal Behaviour Science*, 20: 275-285, DOI: [https://doi.org/10.1016/0168-1591\(88\)90052-4](https://doi.org/10.1016/0168-1591(88)90052-4).
- HAMMON, H. M. UND KOCH, C. (2019): Eine intensive Milchfütterung in der Kälberaufzucht ist eine Investition in die Zukunft. *Nutztierhaltung Im Fokus: Kälberaufzucht – Aspekte verschiedener Nutzungsformen*, Internationale Gesellschaft für Nutztierhaltung (IGN): 6-8.
- HANSEN, C. (2018): Ein schattiges Plätzchen für Kälber. *Milchpraxis*, 52: 18-21.
- HARMS, J. (2021): Was kostet Tierwohl in der Milchviehhaltung? Tierwohl in der Milchviehhaltung verbessern - welche Möglichkeiten haben wir im Alltag?, Online-Veranstaltung, 20.04.2021, Institution: Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei Mecklenburg-Vorpommern (LfA).

HARMS, J. UND LOSAND, B. (2019, 22.05.2019): Wieviel, wie schnell und wo aufziehen? – Die betriebsindividuelle Strategie. Fachinformationen, Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei Mecklenburg-Vorpommern (LfA), Abruf: 27.10.2020.

HEBER, I. (2013): Arbeitswirtschaft in der Nachzucht für die Milchproduktion. Baubriefe Landwirtschaft ; 52 Kälber- und Jungviehhaltung. Aufzucht und Mast; aktuelle Empfehlungen der Officialberatung: 36-39.

HEIDRICH, H.-J. UND RENK, W. (1963): Krankheiten der Milchdrüse bei Haustieren, Berlin [u. a.], Parey.

HEINRICHS, A. J., HEINRICHS, B. S., HAREL, O., ROGERS, G. W., PLACE, N. T. (2005): A Prospective Study of Calf Factors Affecting Age, Body Size, and Body Condition Score at First Calving of Holstein Dairy Heifers. *Journal of Dairy Science*, 88: 2828-2835, DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(05)72963-5.

HEINRICHS, J. UND JONES, C. (2011, 11.05.2016): Review of the effects of increased milk or milk replacer feeding on milk production. Penn State Extension Publications, DAS. The Pennsylvania State Univ., University Park, Chester-Jones, Hugh; Erickson, Peter; Hill, T. Mark; Quigley, Jim; Tyler, Howard, Abruf: 14.07.2021.

HEITING, N. (2005): Erfolgreiche Kälberaufzucht. *Nutztierpraxis aktuell*: 54-60.

HILL, M., KOCH, C., ROMBERG, F.-J., EDER, K., SAUERWEIN, H. (2013): Einfluss unterschiedlicher Fütterungsintensitäten auf Leistungsparameter von Kälbern der Rasse Deutsche Holstein. 13. Forum angewandte Forschung, 09.-10.04.2013, Fulda, Verband der Landwirtschaftskammern, DLG e. V.

HILL, T., BATEMAN, H., ALDRICH, J., SCHLOTTERBECK, R. L. (2012): CASE STUDY: Effect of feeding rate and weaning age of dairy calves fed a conventional milk replacer during warm summer months. *The Professional Animal Scientist*, 28: 125-130, DOI: 10.15232/S1080-7446(15)30324-7.

HILL, T. M., BATEMAN, H. G., ALDRICH, J., SCHLOTTERBECK, R. L., TANAN, K. G. (2008): Optimal Concentrations of Lysine, Methionine, and Threonine in Milk Replacers for Calves Less than Five Weeks of Age. *Journal of Dairy Science*, 91 (6): 2433-2442, DOI: 10.3168/jds.2007-0610.

HNATIUC, M. UND CARACOSTEA, M. (2017): Automatic Calf Feeder System. *International Journal of Modeling and Optimization*, 7: 218-223, DOI: 10.7763/IJMO.2017.V7.587.

HOEDEMAKER, M., GUNDLING, N., MÜLLER, K. E., CAMPE, A., KREIENBROCK, L., MERLE, R., DOHERR, M., KNUBBEN, G., MANSFELD, R., METZNER, M., FEIST, M. (2020): Abschlussbericht Tiergesundheit, Hygiene und Biosicherheit in deutschen Milchkuhbetrieben – eine Prävalenzstudie (PraeRi) Abschlussbericht PraeRi.

- HOFFMANN, M. UND STEINHÖFEL, O. (2018): Futtermittelspezifische Restriktionen. agrarheute SPEZIAL, Neuauflage November 2018.
- HOLM & LAUE (2020a): Handbuch Kalb, 6.1, Holm & Laue GmbH & Co. KG.
- HOLM & LAUE (2020b): Neue Empfehlungen bei Kälberfütterung am Tränkeautomaten. URL: <https://www.holm-laue.de/>
- HOLM, H.-J. UND LAUE, H.-J. (2018, 06.09.2021): Checkliste: Erfolgreiche Kälberaufzucht, Stand Januar 2018, Abruf: 08.09.2021.
- HORN, M. (2018, 16.03.2018): Kälberaufzucht mit ad libitum-Tränke. Ikonline, LK Niederösterreich, <http://noe.lko.at/kälberaufzucht-mit-ad-libitum-tränke+2500+2714527>
- HOY, S. (2009): Nutztierethologie, Stuttgart, Ulmer.
- HOY, S., GAULY, M., KRIETER, J., (Hrsg.) (2016): Nutztierhaltung und -hygiene. UTB; 2801: Agrarwissenschaften, Veterinärmedizin, Stuttgart, Verlag Eugen Ulmer.
- HUBER, K. (2017): Nur gesunde Kälber werden gesunde Milchkühe. Der kritische Agrarbericht 2017, AgrarBündnis e. V.: 148-152.
- HULBERT, L. E. UND MOISÁ, S. J. (2016): Stress, immunity, and the management of calves. *Journal of Dairy Science*, 99 (4): 3199-3216, DOI: 10.3168/jds.2015-10198.
- HÜNERMUND, G. (1969a): Das individuelle und soziale Verhalten von Rindern bei Kamphaltung in Südwestafrika - Eine ethologische Studie. Diss., Justus von Liebig-Universität Gießen, Veterinärmedizinische Fakultät.
- HÜNERMUND, G. (1969b): Das individuelle und soziale Verhalten von Rindern bei Kamphaltung in Südwestafrika, eine etholog. Studie. Diss., Universität Gießen, Veterinärmedizinische Fakultät.
- HUTCHISON, H. G., WOOF, R., MABON, R. M., SALEHE, I., ROBB, J. M. (1962): A study of the habits of zebu cattle in Tanganyika. *The Journal of Agricultural Science*, 59 (3): 301-317, DOI: 10.1017/S0021859600015379.
- IBEN, B. (2007): Mastitiden des Rindes (Teil 4): Faktorenkrankheit Mastitis. *Großtierpraxis* (4): 165-175.
- JASPER, J. UND WEARY, D. M. (2002): Effects of ad libitum milk intake on dairy calves. *Journal of Dairy Science*, 85: 3054-3058.
- JENSEN, M. B. (2004): Computer-Controlled Milk Feeding of Dairy Calves: The Effects of Number of Calves per Feeder and Number of Milk Portions on Use of Feeder and Social Behavior. *Journal of Dairy Science*, 87: 3428-3438, DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(04)73478-5.
- JENSEN, M. B. (2006): Computer-Controlled Milk Feeding of Group-Housed Calves: The Effect of Milk Allowance and Weaning Type. *Journal of dairy science*, 89: 201-206, DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(06)72084-7.

- JENSEN, M. B., VESTERGAARD, K. S., KROHN, C. C., MUNKSGAARD, L. (1997): Effect of single versus group housing and space allowance on responses of calves during open-field tests. *Applied Animal Behaviour Science*, 54 (2): 109-121, DOI: [https://doi.org/10.1016/S0168-1591\(96\)01183-5](https://doi.org/10.1016/S0168-1591(96)01183-5).
- JEROCH, H., DROCHNER, W., RODEHUTSCORD, M., SIMON, A., SIMON, O., ZENTEK, J. (2020): Ernährung landwirtschaftlicher Nutztiere. Ernährungsphysiologie, Futtermittelkunde, Fütterung. UTB ; 8180. Stuttgart, Verlag Eugen Ulmer: 1 Online-Ressource (701 Seiten).
- JILG, T. (2007): Körperkonditionsbewertung (BCS) Ein Hilfsmittel zur leistungsgerechten Fütterung. Infodienst Landwirtschaft - Ernährung - Ländlicher Raum, 16.02.2007, Aulendorf, Landwirtschaftliches Zentrum für Rinderhaltung, Grünlandwirtschaft, Milchwirtschaft, Wild und Fischerei Baden-Württemberg (LAZBW), Rinderhaltung Aulendorf.
- JILG, T. UND BRÄNDLE, S. (2006, 22.05.2006): Milchaustauscher in der Kälberaufzucht - der Preis ist nicht entscheidend! Infodienst Landwirtschaft - Ernährung - Ländlicher Raum, Landwirtschaftliches Zentrum für Rinderhaltung, Grünlandwirtschaft, Milchwirtschaft, Wild und Fischerei Baden-Württemberg (LAZBW), Rinderhaltung Aulendorf, Abruf: 08.06.2020.
- JOHANNSEN, J. UND RÖMER, A. (2018): Auswirkungen einer optimalen Kälberaufzucht auf die spätere Milchleistung und Nutzungsdauer. Mitteilungen der Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei Mecklenburg-Vorpommern (LfA), Institut für Tierproduktion, 60: 55-58.
- JOHNSON, J. F., DE PASSILLE, A. M., MEJDELL, C. M., BØE, K. E., GRØNDAHL, A. M., BEAVER, A., RUSHEN, J., WEARY, D. M. (2015): The effect of nursing on the cow-calf bond. *Applied Animal Behaviour Science*, 163: 50-57, DOI: [10.1016/j.applanim.2014.12.003](https://doi.org/10.1016/j.applanim.2014.12.003).
- JONES, C. UND HEINRICHS, J. (2007, 22.01.2019): Calf Management Tips for Cold Weather, The Pennsylvania State University, Abruf: 19.07.2021.
- JONES, C. UND HEINRICHS, J. (2008): Manual for BODY CONDITION SCORING Excel Spreadsheet Series, The Pennsylvania State University.
- JONES, C. UND HEINRICHS, J. (2013): Heat Stress in Dairy Calves. Penn State Extension, DSE 2013-185.
- JÜLICH, S., EILERS, U., BÜSCHER, W. (2011): Verfahrenstechnischer Vergleich verschiedener Systeme für die Kälbergruppenhaltung. Versuchsbericht Nr. 1 - 2011, Landwirtschaftliches Zentrum für Rinderhaltung, Grünlandwirtschaft, Milchwirtschaft, Wild und Fischerei Baden-Württemberg (LAZBW), Rinderhaltung Aulendorf.

JUNG, J. UND 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: 201-213, DOI: 10.1016/s0168-1591(01)00110-1.

JUNGBLUTH, T., BÜSCHER, W., KRAUSE, M. (2005): *Technik Tierhaltung*, Stuttgart, Ulmer UTB.

KAMPHUES, J., COENEN, M., IBEN, C., KIENZLE, E., PALLAUF, J., SIMON, O., WANNER, M., ZENTEK, J., (Hrsg.) (2009): *Supplemente zu Vorlesungen und Übungen der Tierernährung*. 11. überarb. Aufl., Hannover, Schaper.

KAMPHUES, J., COENEN, M., KIENSLE, E., IBEN, C., PALLAUF, J., SIMON, O., ZENTEK, J., WANNER, M., (Hrsg.) (2014): *Supplemente zur Tierernährung. Für Studium und Praxis*, Hannover, Schaper.

KASKE, M. (2014): *Intensive Kälberaufzucht - wie geht das? Wissenschaftliche Sitzung der Sektion Klauentiere, 05.11.2014, Übelbach, Österreichische Buiatrische Gesellschaft (ÖBG)*.

KASKE, M. (2018a): *Besaugen in der Kälberaufzucht: was steckt dahinter? Informationen für Tierhalter, Schweizer Kälbergesundheitsdienst, Abruf: 19.03.2019*.

KASKE, M. (2018b): *Metabolische Programmierung und die Konsequenzen für die Kälberaufzucht. WDT News, Wirtschaftsgenossenschaft deutscher Tierärzte eG, 14-17, Abruf: 18.02.2019*.

KASKE, M. UND SCHEIDEGGER, R. (2019, 08.2019): *Lysin – wichtig für das Wachstum und das Immunsystem des Kalbes. Informationen für Tierhalter und Tierärzte, Schweizer Kälbergesundheitsdienst, Abruf: 15.06.2021*.

KEIL, N. M. (2000): *Development of intersucking in dairy heifers and cows. Diss., EHT Zürich, Swiss Federal Institute of Technology Zurich*.

KEIL, N. M., ZWICKY, U., SCHRÄDER, L. (2002): *Einfluss der Umweltkomplexität auf Verhalten und gegenseitiges Besaugen von Aufzuchtkalbern in Gruppenhaltung. Aktuelle Arbeiten zur artgerechten Tierhaltung 2001, 33. Internationale Arbeitstagung Angewandte Ethologie bei Nutztieren der Deutschen Veterinärmedizinischen Gesellschaft e.V., 15.-17.11.2001, KTBL-Schrift 407. Darmstadt, KTBL: 76-83*.

KELZ, L. R. (1977): *Saugen bei Rindern - nicht bloß eine dumme Gewohnheit. Allgäuer Bauernblatt: Mitteilungsorgan des Milchwirtschaftlichen Vereins Allgäu, 45: 1991-1992*.

- KESSER, J., KORST, M., KOCH, C., ROMBERG, F. J., REHAGE, J., MÜLLER, U., SCHMICKE, M., EDER, K., HAMMON, H. M., SADRI, H., SAUERWEIN, H. (2017): Different milk feeding intensities during the first 4 weeks of rearing dairy calves: Part 2: Effects on the metabolic and endocrine status during calthood and around the first lactation. *Journal of Dairy Science*, 100 (4): 3109-3125, DOI: <https://doi.org/10.3168/jds.2016-11595>.
- KEYSERLINGK, M. UND WEARY, D. (2007): Maternal behavior in cattle. *Hormones and behavior*, 52: 106-113, DOI: 10.1016/j.yhbeh.2007.03.015.
- KHAN, M. A., BACH, A., WEARY, D. M., VON KEYSERLINGK, M. A. G. (2016): Invited review: Transitioning from milk to solid feed in dairy heifers. *Journal of Dairy Science*, 99 (2): 885-902, DOI: 10.3168/jds.2015-9975.
- KHAN, M. A., LEE, H. J., LEE, W. S., KIM, H. S., KIM, S. B., KI, K. S., HA, J. K., LEE, H. G., CHOI, Y. J. (2007): Pre- and Postweaning Performance of Holstein Female Calves Fed Milk Through Step-Down and Conventional Methods. *Journal of Dairy Science*, 90 (2): 876-885, DOI: [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(07\)71571-0](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(07)71571-0).
- KHAN, M. A., WEARY, D. M., VEIRA, D. M., VON KEYSERLINGK, M. A. G. (2012): Postweaning performance of heifers fed starter with and without hay during the milk-feeding period. 95 (7): 3970-3976, DOI: 10.3168/jds.2011-5027.
- KHAN, M. A., WEARY, D. M., VON KEYSERLINGK, M. A. G. (2011): Invited review: Effects of milk ration on solid feed intake, weaning, and performance in dairy heifers. *Journal of Dairy Science*, 94 (3): 1071-1081, DOI: 10.3168/jds.2010-3733.
- KIENDLER, S., GRUBER, L., SCHAUER, A. (2019): Untersuchungen zur Intensität der Rinderaufzucht und deren Einfluss auf die spätere Milchleistung, 1. Einfluss von Tränke-Intensität, Futterniveau und Erstabkalbealter auf die Gewichtsentwicklung von Kälbern und Kalbinnen. 46. Viehwirtschaftliche Fachtagung, 10.-11.04.2019, HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Höhere Bundeslehr- und Forschungsanstalt für Landwirtschaft Raumberg-Gumpenstein (HBLFA), Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus.
- KILEY-WORTHINGTON, M. UND PLAIN, S. D. L. (1983): *The behaviour of beef suckler cattle (Bos Taurus)*, Basel u.a., Birkhäuser.
- KIRCHGESSNER, M., STANGL, G. I., SCHWARZ, F. J., ROTH, F. X., SÜDEKUM, K.-H., EDER, K. (2014): *Tierernährung*, 14. akt. Auflage, Frankfurt/Main, DLG-Verlag.
- KITTNER, M. UND KURZ, H. (1966): Ein Beitrag zur Frage des Verhaltens der Kälber unter besonderer Berücksichtigung des Scheinsaugens. *Archiv für Tierzucht, Dummerstorf*, 10: 41-59.
- KJAERNES, U. UND KEELING, L. (2010): *System zur Gesamtbeurteilung des Wohlergehens landwirtschaftlicher Nutztiere*, Animal Sciences Group of Wageningen UR, Projektbüro Welfare Quality, Lelystad, Niederlande

KLAHSEN, M., PRIES, M., VERHÜLSDONK, C., SIEBERS, H., WESTENDARP, H., GEHRMEYER, D., BAUMEISTER, J. (2013): Einfluss einer ad libitum Versorgung am Tränkeautomaten in der ersten Hälfte der Tränkeperiode auf das Tränkeverhalten, die Körperentwicklung und die Gesunderhaltung der Kälber. 13. Forum angewandte Forschung, 09.-10.04.2013, Fulda, Verband der Landwirtschaftskammern, DLG e. V.

KLEEN, J. L. (2018): Risikofaktoren für die Kolostrumversorgung. Der Start ins Leben muss kontrolliert erfolgen. Bauernblatt Schleswig - Holstein: 33-35.

KLEINER, B. (2006): Lüftungsklappe im Kälberiglu. top agrar (9): R24.

KMICIKIEWYCZ, A. D., DA SILVA, D. N. L., LINN, J. G., LITHERLAND, N. B. (2013): Effects of milk replacer program fed 2 or 4 times daily on nutrient intake and calf growth. Journal of Dairy Science, 96 (2): 1125-1134, DOI: <https://doi.org/10.3168/jds.2012-5738>.

KNAUER, W. A., GODDEN, S. M., DIETRICH, A., JAMES, R. E. (2017): The association between daily average feeding behaviors and morbidity in automatically fed group-housed preweaned dairy calves. Journal of Dairy Science, 100 (7): 5642-5652, DOI: 10.3168/jds.2016-12372.

KOCH, A. (2010): Die Absetzphase: Ein sensibler Zeitraum in der Färsenaufzucht. 11. Tagung der Tierseuchenkasse Sachsen-Anhalt, 26.10.2010, Magdeburg - Ebdorf, Tiergesundheitsdienst, Tierseuchenkasse Sachsen-Anhalt.

KOCH, A. UND KASKE, M. (2010): Maßnahmen zur Minimierung von Durchfall- und Atemwegserkrankungen beim Kalb. Schulung „Kälberaufzucht“, 09./10.03.2010, Bernburg, Bismark.

KOCH, C. (2019, 16.01.2019): Kälberfütterung Teil II: Von der Tränke bis zum Absetzen. Kuhgesundheit.de Fachportal Milchkuh, DLG AgroFood Medien GmbH, Abruf: 28.07.2020.

KOCH, C. (2020, 12.11.2020): Neue Impulse in der Kälber- und Jungrinderaufzucht. Wissenschaft und Praxis / Versuche / Fachinformationen, Hofgut Neumühle, Abruf: 24.04.2021.

KOCH, C. UND SCHEU, T. (2016, 08/2016): Stress und Management bei Kälbern! Neumühle aktuell, Dienstleistungszentrum Ländlicher Raum Westpfalz, Hofgut Neumühle Lehr- und Versuchsanstalt für Viehhaltung, Abruf: 13.11.2020.

KOCH, C., TRAUTWEIN, J., DUSEL, G. (2013): Neumühler Trocken-TMR. Neumühle aktuell, Dienstleistungszentrum Ländlicher Raum Westpfalz, Hofgut Neumühle Lehr- und Versuchsanstalt für Viehhaltung.

KOCH, G. (1968): Ethologische Studien an Rinderherden unter verschiedenen Haltungsbedingungen. Diss., Universität München, Vetrinärmedizinische Fakultät.

- KOCHAN, M. (2017): Ultraschalluntersuchungen zur Verabreichung verschiedener Milchmengen bei Kälbern. Diss., Universität Zürich, Departement für Nutztiere der Vetsuisse-Fakultät, DOI: 10.5167/uzh-144380.
- KORST, M. (2017): Einfluss verschiedener Fütterungsintensitäten auf Leistungsparameter und Tränkeaufnahmeverhalten sowie auf ausgewählte Stoffwechselformparameter von Kälbern der Rasse Deutsche Holstein. Diss., Justus-Liebig-Universität Gießen, Fachbereich Veterinärmedizin, Institut für Tierernährung und Ernährungsphysiologie.
- KORST, M., KOCH, C., KESSER, J., MÜLLER, U., ROMBERG, F. J., REHAGE, J., EDER, K., SAUERWEIN, H. (2017): Different milk feeding intensities during the first 4 weeks of rearing in dairy calves: Part 1: Effects on performance and production from birth over the first lactation. *Journal of Dairy Science*, 100 (4): 3096-3108, DOI: <https://doi.org/10.3168/jds.2016-11594>.
- KOTENBEUTEL, J. UND KROCKER, M. (1992): Kälberaufzucht an Tränkautomaten in einem großen Milchviehbetrieb. Tiergerechte Kälberhaltung mit rechnergesteuerten Tränkeverfahren. H. A. Pirkelmann, Hermann, KTBL-Schrift 352, Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft (KTBL): 100-108.
- KRAUS, J. (2015): Aktuelle Projekte der Triesdorfer Rinderhaltung. Triesdorfer Milchviehtag, 10.02.2015, Triesdorf, Landwirtschaftliche Lehranstalten Triesdorf.
- KTBL (2013): Nationaler Bewertungsrahmen - Tierhaltung, Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e. V. (KTBL).
- KUCK, C., WESTENDARP, H., KORDESE, J. (2020): Eine frühe bedarfsgerechte Fütterung ist entscheidend. *Bauernblatt Schleswig-Holstein* (11.07.2020): 38-40.
- KUNG, L., DEMARCO, S., SIEBENSON, L. N., JOYNER, E., HAENLEIN, G. F. W., MORRIS, R. M. (1997): An Evaluation of Two Management Systems for Rearing Calves Fed Milk Replacer. *Journal of Dairy Science*, 80 (10): 2529-2533, DOI: [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(97\)76206-4](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(97)76206-4).
- KUNZ, H.-J. (2011a): Die ersten Wochen sind entscheidend. *Bauernblatt Schleswig - Holstein*, 65/161 (07.05.2011): 35-36.
- KUNZ, H.-J. (2011b): Einfluss der Milchmenge auf Futteraufnahme und Gesundheit. *Landpost* (16.04.2011): 37-38.
- KUNZ, H.-J. (2012a): Tränke nach Ad-libitum-Phase nicht abrupt vermindern. *Bauernblatt Schleswig - Holstein*, 6/162 (30): 36-38.
- KUNZ, H.-J. (2012b): Tränkeplan – ad libitum in den ersten Wochen. *Bauernblatt Schleswig - Holstein*, 66/162 (6): 50-52.

- KUNZ, H.-J. (2012c): Vergleich der Aufzuchtergebnisse bei Vollmilch- und Milchaustauschertränke von weiblichen HF-Kälbern. Forum angewandte Forschung, 14.-15.03.2012, Fulda, Verband der Landwirtschaftskammern, DLG e. V.
- KUNZ, H.-J. (2013): Praktische Anleitung für die ad libitum-Tränke. Bauernblatt Schleswig - Holstein, 67/163 (23.03.2013): 47-48.
- KUNZ, H.-J. (2014a): Neue Ansätze in der Kälberfütterung. Fachtagung Milchgewinnung, 03.12.2014, Thüringer Melkergemeinschaft.
- KUNZ, H.-J. (2014b): Neue Empfehlungen in der Kälberfütterung. 41. Viehwirtschaftliche Fachtagung, Lehr- und Forschungszentrum für Landwirtschaft Raumberg-Gumpenstein.
- KUNZ, H.-J. (2015): Fütterungskonzepte vom Kalb zur Färs. Dummerstorfer Kälber- und Jungrinderseminar 18. November 2015, Güstrow, Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei Mecklenburg-Vorpommern (LfA).
- KUNZ, H.-J. (2016): Empfehlungen für die Zeit nach der Ad-libitum-Milchtränke. Bauernblatt Schleswig - Holstein, 70./166. (8, 27.02.2016): 40-42.
- KUNZ, H.-J. (2017a): Gesund oder krank – welche Einflussmöglichkeiten gibt es? Bauernblatt Schleswig - Holstein, 71./167. (10.06.2017): 39-41.
- KUNZ, H.-J. (2017b): Muttergebundene Kälberaufzucht: Definition und unterschiedliche Arten dieser Haltung. Bauernblatt Schleswig - Holstein, 71./167. (10.06.2017): 40-41.
- KUNZ, H.-J. (2017c): Vergleich der Aufzuchtergebnisse beim Einsatz von zwei Milchaustauschern mit 10 und 60 % Magermilchpulver während einer achtwöchigen Aufzuchtperiode im Anschluss an eine zweiwöchige ad libitum-Vollmilchtränke mit weiblichen HF-Kälbern. Tagungsband Forum angewandte Forschung in der Rinder- und Schweinefütterung, 21.-22.03.2017. Fulda, Verband der Landwirtschaftskammern, DLG e. V.
- KUNZ, H.-J. (2018): Kann Lüftungstechnik Atemwegserkrankungen verhindern? Bauernblatt Schleswig - Holstein: S.36-38.
- KUNZ, H.-J. (2021): Hungern Kälber, wenn sie restriktiv getränkt werden? Bauernblatt Schleswig - Holstein (22.05.2021): 29-30.
- KUNZ, H.-J. UND WIEDEMANN, S. (2016): Kälberernährung wirkt sich auf spätere Leistung aus. Landwirtschaftliches Wochenblatt (13): 31-33.
- KÜRN, T. (2017): Einfluss einer ad libitum Milchtränke auf die Gewichtsentwicklung und das Verhalten von Fleckviehkälbern. Diss., Ludwig-Maximilians-Universität, Tierärztlichen Fakultät, DOI: 10.5282/edoc.21222.

- KÜRN, T. UND BERNHART, C. (2016): Einfluss einer ad libitum Vollmilchtränke auf die Futteraufnahme, Gewichtsentwicklung, ausgewählte Blutparameter und das Verhalten von Fleckviehkälbern. Projektbericht, Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, <http://www.lfl.bayern.de/cms07/ilt/tierhaltung/rinder/144103/index.php>
- LAUE, H.-J. (1999): Kälberaufzucht: Lösungen zur optimalen Versorgung des Kalbes. Blickpunkt Triesdorf: 14-16.
- LAVES, Ed. (2015): Leitfaden für eine optimierte Kälberaufzucht, Niedersächsisches Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (LAVES), Facharbeitsgruppe Rinder des Tierschutzplans Niedersachsen.
- LE NEINDRE, P. (1989): Influence of Cattle Rearing Conditions and Breed on Social Relationships of Mother and Young. Applied Animal Behaviour Science,, 23: 117-127.
- LE NEINDRE, P. (1991): Effects of breed and early social environment on calf behaviour. International Symposium on Veal Calf Production: New trends in veal calf production, 14.-16.03.1990. J. H. M. Metz und C. M. Groenestein (Hrsg.), EAAP Publication No. 52. Wageningen, Centre for Agricultural Publishing and Documentation (Pudoc), Wageningen: 32-35.
- LE NEINDRE, P., MENARD, M. F., GAREL, J.-P. (1979): Suckling and drinking behaviour of newborn calves of beef or dairy cows. Annales de Recherches Vétérinaires, INRA Editions, 10 (2/3): 211-212, DOI: hal-00901129.
- LEFTING, S. (2012): Zwölf auf einen Streich. top agrar: R38-R40.
- LEMME, F. UND MÖRCHEN, F. M. (1972): Ergebnisse aus Untersuchungen zur einstreulosen Haltung von Kälbern. Archiv für Tierzucht, 15 (1/2): 69-81.
- LFL (2011): Futterberechnung für Schweine, 25. Aufl., Freising-Weihenstephan, LfL.
- LFL (2019): Gruber Tabellen zur Fütterung der Milchkühe, Zuchtrinder, Schafe, Ziegen, 43, Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft.
- LFL (2020): Gruber Tabellen zur Fütterung der Milchkühe, Zuchtrinder, Schafe, Ziegen, 45. veränderte Auflage, Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft.
- LFL, Ed. (2021): Futterberechnung für Schweine. LfL-Information. 25. Aufl., Poing, Bayerische Landesanstalt für Tierzucht.
- LIDFORS, L. (2007): Influence of milk feeding methods on the welfare of dairy calves. XIIIth International Congress in Animal Hygiene 17-21 June 2007, Tartu, Estonia Estonian University of Life Sciences, International Society For Animal Hygiene, ISAH.
- LIDFORS, L. UND ISBERG, L. (2003): Intersucking in dairy cattle - Review and questionnaire. Applied Animal Behaviour Science, 80 (3): 207-231.

LINDEMANN, E., KROCKER, M., KOTENBEUTEL, J. (1993): Tränkeautomaten in einem großen Milchviehbetrieb. Bau und Technik in der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung. Beiträge zur 1. Internationalen Tagung [...] vom 16. und 17. März 1993 in Gießen. F.-J. Bockisch und B. Friebe (Hrsg.). Niederkleen, Wiss. Fachverl. Fleck: 67-73.

LKV BAYERN, Ed. (2019): LKV Milchleistungsprüfung 2019. Jahresbericht, WIRMachenDRUCK GmbH, LKV Bayern.

LMS, Ed. (2007): Rinderhaltung in Mecklenburg-Vorpommern. LMS-Arbeitskreisbericht Rinderhaltung in Mecklenburg-Vorpommern, Bad Doberan, Landwirtschaftsberatung Mecklenburg-Vorpommern/Schleswig-Holstein GmbH (LMS).

LMS, Ed. (2019): Rinderhaltung in Mecklenburg-Vorpommern. LMS-Arbeitskreisbericht Rinderhaltung in Mecklenburg-Vorpommern, Bad Doberan, Landwirtschaftsberatung Mecklenburg-Vorpommern/Schleswig-Holstein GmbH (LMS).

LOSAND, B. (2012): Jungrinderhaltung. Richtig groß werden. Neue Landwirtschaft. Sonderheft: Lange Leistungsstark: 8-10.

LOSAND, B. UND FLOR, J. (2019): Einfluss einer differenzierten Milchaustauscherkonzentration auf den Erfolg der Tränkeaufzucht bei intensivem Angebot. Ergebnisbericht, Institut für Tierproduktion Dummerstorf.

LÖSSNER, P., LOSAND, B., HARMS, J. (2021): Neuerungen in der Gesetzgebung zur Kälberhaltung - Tierwohl, Tierschutz, Ökonomie, Arbeitsorganisation unter einen Hut bringen und abnehmende Hand fordern. Dummerstorfer Kälber- und Jungrinderseminar, 10.11.2021, Thürkow, OT Todendorf, Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei Mecklenburg-Vorpommern (LfA).

LÜHRMANN, B. (2009): Jede Kälberkrankheit kostet richtig Geld! Tiergesundheit und mehr, Boehringer Ingelheim Vetmedica GmbH, 3-6, Abruf: 15.12.2021.

MACCARI, P. (2012): Effekte unterschiedlicher Aufzuchtkonzepte auf Gewichtsentwicklung, Gesundheitsstatus und metabolische Leitparameter von Holstein-Kälbern. Diss., Tierärztliche Hochschule Hannover.

MAHMOUD, M. E., MAHMOUD, F. A., AHMED, A. E. (2016): Impacts of self- and cross-sucking on cattle health and performance. *Veterinary World*, 9 (9): 922-928, DOI: 10.14202/vetworld.2016.922-928.

MAIER, C. (2006): Fruchtbarkeit in Kennzahlen. *Neue Landwirtschaft*, 17: 10-11.

MAIER, N. UND KASKE, M. (2017): Die Zauberformel gegen Pansentrinken. *LANDfreund* (11).

MANSFELD, R., HEUWIESER, W., METZNER, M., SCHÄFERS, M. (2000): Die fortlaufende Konditionsbeurteilung. *Milchpraxis*, 38 (4): 180-184.

- MANTEUFFEL, G. (2006): Positive Emotionen bei Tieren: Probleme und Möglichkeiten einer wissenschaftlich fundierten Verbesserung des Wohlbefindens. 38. Internationalen Arbeitstagung Angewandte Ethologie bei Nutztieren der Deutschen Veterinärmedizinischen Gesellschaft e.V., Fachgruppe Verhaltensforschung, Freiburg/Breisgau, KTBL-Schrift 448. Darmstadt, Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. (KTBL): 9-22.
- MARVEL, E. UND LARTZ, T. (2019): Automatic Calf Feeder Handbook, Eden Prairie, Milk Specialties Global Animal Nutrition.
- MAUCHER, A., VAN ACKEREN, C., THEOBALD, P. (2019): Ad libitum Tränke für Aufzucht-kälber in den ersten drei Lebenswochen - Milchaustauscher versus aufgewertete Vollmilchtränke. 19. Forum Angewandte Forschung in der Rinder- und Schweinefütterung: Tagungsunterlage ; Beiträge der Veranstaltung vom 02.-03. April 2019 in Fulda, Verband der Landwirtschaftskammern, DLG e.V.
- MCINNES, R., MCINNES, D., PAPWORTH, R., MCINTYRE, A. (2015): Influence of teat flow rate in commercial milk feeding systems on calf digestion and performance. *Journal of Applied Animal Nutrition*, 3 (11): 1-5, DOI: 10.1017/jan.2015.9.
- MEALE, S. J., LI, S. C., AZEVEDO, P., DERAKHSHANI, H., DE VRIES, T. J., PLAIZIER, J. C., STEELE, M. A., KHAFIPOUR, E. (2017): Weaning age influences the severity of gastrointestinal microbiome shifts in dairy calves. *Scientific Reports*, 7 (198): 13, DOI: 10.1038/s41598-017-00223-7.
- MEDRANO-GALARZA, C., LE BLANC, S. J., DE VRIES, T. J., JONES-BITTON, A., RUSHEN, J., DE PASSILLÉ, A. M., ENDRES, M. I., HALEY, D. B. (2018): Effect of age of introduction to an automated milk feeder on calf learning and performance and labor requirements. *Journal of Dairy Science*, 101 (10): 9371-9384, DOI: 10.3168/jds.2018-14390.
- MEISINGER, I. (1998): Veränderungen im Saugverhalten von Kälbern am Tränkeautomaten bei Erkrankung. Dipl., Universität Hohenheim, Institut für Agrartechnik.
- MILK BAR, Ed. (2020): Die Lösung für Ihre Kälberaufzucht, Milk Bar Europe.
- 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): 551-564, DOI: <https://doi.org/10.3168/jds.2012-5937>.
- MILLER, A. M. (2015): Einsatz einer Trocken-TMR bei Kälbern. BVN, Besamungsverein Neustadt a.d Aisch e.V. 9, Abruf: 29.01.2019.
- MINDERMANN, H. (2013): Kälber bei Durchfall weiter tränken, Boehringer Ingelheim Vetmedica GmbH.

- 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: 2639-2650, DOI: 10.3168/jds.2009-3007.
- MÖCKLINGHOFF-WICKE, S. UND ZIEGER, P. (2018): Ziemlich beste Freunde - von Anfang an. Erfahrungen der paarweisen Kälberaufzucht. *Milchpraxis*, 52: S.48-53.
- MONTORO, C., MILLER-CUSHON, E. K., DEVRIES, T. J., BACH, A. (2013): Effect of physical form of forage on performance, feeding behavior, and digestibility of Holstein calves. *Journal of Dairy Science*, 96 (2): 1117-1124, DOI: 10.3168/jds.2012-5731.
- MOTSCH, T., JENTSCH, D., KAPHENGST, P. (1975): Untersuchungsergebnisse zum gegenseitigen Euterbesaugen bei Färsen unter industriemäßigen Haltungsbedingungen. *Tierzucht*, 29: 445-447.
- NEAVE, H. W., WEARY, D. M., VON KEYSERLINGK, M. A. G. (2018): Review: Individual variability in feeding behaviour of domesticated ruminants. *animal*, 12 (s2): s419-s430, DOI: 10.1017/S1751731118001325.
- NICOL, A. M. UND SHARAFELDIN, M. A. (1975): Observations on the behaviour of single suckled calves from birth to 120 days. *New Zealand Society of Animal Production*, 35 (221-230).
- NIELSEN, P. P. (2008): Behaviours Related to Milk Intake in Dairy Calves, The Effects of Milk Feeding and Weaning Methods Diss., Swedish University of Agricultural Sciences, Faculty of Veterinary Medicine and Animal Science, Department of Animal Environment and Health Skara.
- NIELSEN, P. P., JENSEN, M. B., LIDFORS, L. (2008): The Effects of Teat Bar Design and Weaning Method on Behavior, Intake, and Gain of Dairy Calves. *Journal of Dairy Science*, 91 (6): 2423-2432, DOI: 10.3168/jds.2007-0666.
- NOCI, B. (2009): Auswirkungen verschiedener Futterrationen auf das Wachstum und die Pansenentwicklung von Kälbern. Diss., Freie Universität Berlin, Fachbereichs Veterinärmedizin, DOI: 10.17169/refubium-12867.
- NRC (1981): *Effect of Environment on Nutrient Requirements of Domestic Animals*, Seventh Revised Edition, Washington, DC, The National Academies Press.
- NRC (2001): *Nutrient Requirements of Dairy Cattle*, Seventh Revised Edition, Washington, DC, The National Academies Press.
- ODDE, K. G., KIRACOFÉ, G. H., SCHALLERS, R. R. (1985): Suckling behaviour in range beef calves. *Journal of Animal Sciences*, 61: 307-309.

- OIE (2019, 06.10.2020): Section 7. Animal Welfare. Terrestrial Animal Health Code, World Organisation for Animal Health (OIE), https://www.oie.int/index.php?id=169&L=0&htmfile=titre_1.7.htm, Abruf: 06.10.2020.
- OLSON, W. A. UND WILLIAMS, J. B. J. (1960): Behavior patterns of calves when fed a milk replacer mechanically. *Journal of Animal Science*, 19 (4): 1282.
- ORELLANA RIVAS, R. M., KOMORI, G. H., BEIHLING, V. V., MARINS, T. N., BERNARD, J. K., TAO, S. (2020): Effects of milk replacer feeding levels on performance and metabolism of preweaned dairy calves during summer. *Journal of Dairy Science*, 103 (1): 313-324, DOI: 10.3168/jds.2019-17360.
- OSTENDORF, B. (2019): Einfluss zweier unterschiedlicher Kälbernuckel auf die Tränkeaufnahme bei Kälbern. MSc., Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, Agrar- und Ernährungswissenschaftliche Fakultät, Institut für Landwirtschaftliche Verfahrenstechnik.
- PALCZYNSKI, L. J., BLEACH, E. C. L., BRENNAN, M. L., ROBINSON, P. A. (2020): Appropriate Dairy Calf Feeding from Birth to Weaning: "It's an Investment for the Future". *Animals : an open access journal from Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI)*, 10 (1): 116, DOI: 10.3390/ani10010116.
- PARSONS, S. D., STEELE, M. A., LESLIE, K. E., RENAUD, D. L., DE VRIES, T. J. (2020): Investigation of weaning strategy and solid feed location for dairy calves individually fed with an automated milk feeding system. *Journal of Dairy Science*, 103 (7): 6533-6556, DOI: 10.3168/jds.2019-18023.
- PATT, A., GYGAX, L., HILLMANN, E., KEIL, N. M. (2017): Auswirkungen unterschiedlicher Absetzverfahren auf das Verhalten von Aufzuchtälbern. Aktuelle Arbeiten zur artgemäßen Tierhaltung, KTBL-Schrift ; 513. Darmstadt, Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft (KTBL): 226-235.
- PAZOKI, A., GHORBANI, G. R., KARGAR, S., SADEGHI-SEFIDMAZGI, A., DRACKLEY, J. K., GHAFFARI, M. H. (2019): Wachstum, Nährstoffverdaulichkeit, Pansenfermentation und Pansen-entwicklung bei Kälbern während des Übergangs von Flüssig- auf Festnahrung: Auswirkungen der Form des Kälberstarters und der Gabe von Raufutter. *Nutztierhaltung Im Fokus: Kälberaufzucht – Aspekte verschiedener Nutzungsformen*, Internationale Gesellschaft für Nutztierhaltung (IGN): 39-40.
- PELZER, A. (2014): Aktuelle Entwicklungen in der Kälberhaltung. Süddeutsche Naturland Milchviehtagung auf dem Irschenberg am 21.02.2014, Naturland - Verband für ökologischen Landbau e. V.
- PESCHKE, M. V. (2017): Untersuchungen zur Früherkennung von Kälberkrankheiten anhand des Nahrungsaufnahmeverhaltens und der Aktivität. Diss., Ludwig-Maximilians-Universität München, Veterinärwissenschaftliches Department der Tierärztlichen Fakultät, DOI: 10.5282/edoc.21076.

- PIRKELMANN, H. (1981): Tränkedosierautomaten für die Kälberhaltung. Landtechnik, 36: 368-372.
- PIRKELMANN, H. (1986): Prozeßsteuerung in der Milchviehhaltung (5. Teil). Tränkedosierautomaten für die Kälberhaltung. Der Tierzüchter, 38: 76-79.
- PIRKELMANN, H. (1994): Selbst trinkt das Kalb : Tränkeautomaten effektiv nutzen. DLZ : Die landwirtschaftliche Zeitschrift für Management, Produktion und Technik, 45 (9): 70-74.
- PIRKELMANN, H. UND FRIEDAG, E. (1993): Abkalben und Kälberaufzucht. Milchviehhaltung unter verstärktem Kostendruck. Neue Techniken und Bauweisen ; Tagungsband zur Landtechnischen Jahrestagung am 10.11.1993 in Oberschleissheim, Schrift 3. Freising, Landtechnik Weihenstephan: 69-86.
- PIRKELMANN, H., STANZEL, H., WENDLING, F. (1985): Automatisierte Versorgung und Kontrolle von Aufzucht- und Mastkälbern. Grundlagen der Landtechnik, 35 (3): 89-95.
- PIRKELMANN, H., WAGNER, M., WENDLING, F. (1992): Rechnergesteuerte Tränkeverfahren. Tiergerechte Kälberhaltung mit rechnergesteuerten Tränkeverfahren. KTBL, KTBL-Schrift 352. Darmstadt, KTBL.
- PLESSE, J. (2013): Starke Kälber – Starke Kühe, Teil 1 – Grundlagen – Wachstum, Entwicklung und Leistungs-Veranlagung, Förster-Technik GmbH, Abruf: 18.05.2020.
- PORZIG, E. (1964): Verhaltensforschung bei Rindern, Berlin, Deutsche Akademie der Landwirtschaftswissenschaften, Institut für Landwirtschaftliche Information und Dokumentation.
- PORZIG, E., SAMBRAUS, H.-H., ENGELMANN, C., (Hrsg.) (1991): Nahrungsaufnahmeverhalten landwirtschaftlicher Nutztiere. 1. Aufl., Berlin, Dt. Landwirtschaftsverl.
- PORZIG, E., TEMBROCK, G., ENGELMANN, C., SIGNORET, J. P., SCAKO, J. (1969): Das Verhalten landwirtschaftlicher Nutztiere, Berlin, VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag.
- PROKOP, L. (2021): Mehr Leistung durch intensive Kälberaufzucht. Bauernblatt Schleswig - Holstein (09.01.2021): 45-46.
- PUPPE, B. (2016): Was ist Tierwohl? ...aus Sicht der Nutztierethologie. DAF-Tagung Nutztierhaltung: Herausforderungen und Implikationen für die Forschung, 5.-26.10.2016, Berlin, Dachverband wissenschaftlicher Gesellschaften der Agrar-, Forst-, Ernährungs-, Veterinär- und Umweltforschung e. V. (DAF).
- PUPPE, B., ZEBUNKE, M., DÜPJAN, S., LANGBEIN, W. (2012): Kognitiv-emotionale Umweltbewältigung beim Hausschwein – Herausforderung für Tierhaltung und Tierschutz. Züchtungskunde, 84 (4): 307-319.

- RASCHKE, K. (2007): Erstellung eines Schemas zur Beurteilung der Körperkondition von Kälbern der Rassen „Deutsches Fleckvieh“ und „Holstein Friesian“. Diss., Ludwig-Maximilians-Universität München, Tierärztliche Fakultät, DOI: 10.5282/edoc.7393.
- RAY, M. L. UND DRAKE, C. L. (1959): Effects of Grain Preparation on Preferences Shown by Beef Cattle. *Journal of Animal Science*, 18 (4): 1333-1338, DOI: 10.2527/jas1959.1841333x.
- REIMINK, A. (2019): Kälbertränke an Schienen. top agrar online, 12-19, Abruf: 29.06.2020.
- REINHARDT, V. UND REINHARDT, A. (1981): Natural sucking performance and age of weaning in Zebu cattle (*Bos indicus*). *Journal of agricultural science*, 96 (2): 309-312.
- REINHECKEL, D. (1975): Chirurgische Behandlungen von milchsaugenden Kühen und Färsen. *Monatshefte für Veterinärmedizin*, 30: 97-99.
- REINHOLD, L., BRAATZ, M., HEID, M. (2017): Tierwohl in der Nutztierhaltung, Teil 1: Begriffsdefinitionen und wie sich das Wohlbefinden messen lässt. *Bauernblatt Schleswig - Holstein* (11.11.2017): 46-48.
- REIB, O. (2005, 16.11.2005): Gegenseitiges Besaugen bei Kälbern, Landwirtschaftliches Zentrum für Rinderhaltung, Grünlandwirtschaft, Milchwirtschaft, Wild und Fischerei Baden-Württemberg (LAZBW), Rinderhaltung Aulendorf.
- REIB, O. (2015, 03.06.2020): Kälber clever tränken. Aulendorf, Landwirtschaftliches Zentrum für Rinderhaltung, Grünlandwirtschaft, Milchwirtschaft, Wild und Fischerei Baden-Württemberg (LAZBW), Rinderhaltung Aulendorf, Abruf: 19.09.2005.
- REITER, K., ERHARD, M., RAUCH, E., KÜRN, T., BERNHARDT, K. (2016): Einfluss einer ad libitum Vollmilchtränke auf die Futteraufnahme, Gewichtsentwicklung, ausgewählte Parameter und das Verhalten von Fleckviehkälbern. Projektbericht, Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft. .
- RIESE, G., KLEE, G., SAMBRAUS, H.-H. (1977): Das Verhalten von Kälbern in verschiedenen Haltungsformen. *Deutsche Tierärztliche Wochenschrift*, 84: 373-412.
- RINNHOFER, B. (2008): Einflüsse der Haltungsumwelt und der Genetik auf das gegenseitige Besaugen beim Rind. Diplomarbeit, Universität für Bodenkultur Wien, Department für Nachhaltige Agrarsysteme Institut für Nutztierwissenschaften.
- RIST, M. UND SCHRAGEL, I. (1992): Artgemäße Rinderhaltung, 77, Karlsruhe, Verlag C.F. Müller.

RITTER, H.-C. UND WALSER, K. (1965): Über das Saugverhalten der Kälber in Mutterkuhherden unter der besonderen Berücksichtigung der Eutergesundheit der Mutterkühe. *Bayrisches Landwirtschaftliches Jahrbuch*, 42 (3): 324-328.

ROFFEIS, M. (2010): Fruchtbarkeit und Lebensleistung, portal rind, Abruf: 17.03.2020.

RÖMER, A. (2011): Untersuchungen zur Nutzungsdauer bei Deutschen Holstein Kühen. *Züchtungskunde*, 83: 8-20.

RÖMER, A. (2017): 4 Wege zur Erhöhung der Nutzungsdauer von Milchkühen. Kreisrinderzucht- und Kontrollgemeinschaft Altenburger Land, Greiz und Gera, Züchternachmittag am 24.10.2017 in Rüdersdorf.

RÖMER, A. (2018): Mehr Milch für ein langes Leben. *Top agrar*, 46 (4): R18-R20.

ROSENBERGER, K., COSTA, J. H., NEAVE, H., GRÄFIN VON KEYSERLINGK, M. A., WEARY, D. M. (2016): The effect of milk allowance on behavior and weight gains in dairy calves. *Journal of Dairy Science*, 100: 504-512, DOI: 10.3168/jds.2016-11195.

ROSSOW, N. (2002a): Körperkonditionsbewertung – wichtiger Bestandteil des Herdenmanagements, Teil 1 und 2, Data Service Paretz GmbH, Abruf: 06.12.2002; 23.12.2003.

ROSSOW, N. (2002b, 18.11.2002): Optimale Färsenaufzucht – Voraussetzung für hohe Einsatz- und Erstlaktationsleistung der Jungkuh, Data Service Paretz GmbH. 2002, Abruf: 11.02.2005.

ROTH, B. A., HILLMANN, E., KEIL, N. M. (2011): Kälberaufzucht optimieren. *ART-Bericht* 742 (2): 1-8.

ROTH, B. A., KEIL, N. M., HILLMANN, E. (2006): Sind individuell abgetränkte Kälber gesünder als konventionell abgetränkte? 38. Internationalen Arbeitstagung Angewandte Ethologie bei Nutztieren der Deutschen Veterinärmedizinischen Gesellschaft e. V., Fachgruppe Verhaltensforschung, Freiburg/Breisgau, KTBL-Schrift 448. Darmstadt, Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e. V. (KTBL): 51-60.

RUFINO, S., AZEVEDO, R., FURINI, P., CAMPOS, M., MACHADO, F., PIRES, M., LIMA, J., COELHO, S. (2019): Behavior of dairy heifers after increasing the amounts of milk replacer powder added to whole milk. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 54: 1, DOI: 10.1590/S1678-3921.pab2019.v54.00181.

RUSHEN, J., WRIGHT, R., JOHNSEN, J. F., MEJDELL, C. M., DE PASSILLÉ, A. M. (2016): Reduced locomotor play behaviour of dairy calves following separation from the mother reflects their response to reduced energy intake. *Applied Animal Behaviour Science*, 177: 6-11, DOI: 10.1016/j.applanim.2016.01.023.

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

- SAMBRAUS, H.-H. (1985): Zur Beurteilung von Haltungssystemen für Kälber. Tierärztliche Umschau, 40: 758-767.
- SAMBRAUS, H.-H. (1992): Saugverhalten und Auswirkungen auf die Tränkefrequenz. Tiergerechte Kälberhaltung mit rechnergesteuerten Tränkeverfahren, KTBL-Schrift 352. H. Pirkelmann. Darmstadt, KTBL: 10-15.
- SAMBRAUS, H.-H. UND BRUMMER, H., (Hrsg.) (1978): Nutztierethologie, Berlin, Parey.
- SAMBRAUS, H.-H., BRUMMER, H., PUTTEN, G., SCHÄFER, M., WENNRICH, G. (1978): Nutztierethologie. Das Verhalten landwirtschaftlicher Nutztiere; eine angewandte Verhaltenskunde für die Praxis, Berlin [u. a.], Parey.
- SAMBRAUS, H.-H. UND STEINEL, H. (1978): Das Sozialverhalten gruppengehaltener Kälber. Berliner und Münchener Tierärztliche Wochenschrift, 91 (17): 337-341.
- SCHÄFF, C., GRUSE, J., MACIEJ, J., PFUHL, R., ZITNAN, R., RAJSKY, M., HAMMON, H. (2017): Effects of feeding unlimited amounts of milk replacer for the first 5 weeks of age on rumen and small intestinal growth and development in dairy calves. Journal of Dairy Science, 101, DOI: 10.3168/jds.2017-13247.
- SCHEIBE, K. M., Ed. (1987): Nutztiervershalten Rind-Schwein-Schaf, Jena, VEB Gustav Fischer Verlag.
- SCHEIDEGGER, R. UND KASKE, M. (2019, 10.06.2020): Der Kälbergesundheitsdienst empfiehlt viel Milch für gesunde Kälber. die grüne. Bern, Schweizer Agrarmedien AG, 32-33, Abruf: 21.11.2019.
- SCHEURMANN, E. (1971): Untersuchungen über die Ruhelagen des Kalbes. Diss., Justus Liebig-Universität Gießen, Veterinärmedizinische Fakultät.
- SCHEURMANN, E. (1974): Ursachen und Verhütung des gegenseitigen Besaugens bei Kälbern. Tierärztliche Praxis, 2: 389-394.
- SCHLEYER, T. (1998): Untersuchungen zum Einfluß des Kälberaufzuchtverfahrens auf die Ontogenese des Sozialverhaltens heranwachsender Rinder. Diss., Humboldt-Universität zu Berlin, Landwirtschaftlich-Gärtnerische Fakultät, DOI: urn:nbn:de:kobv:11-1007933.
- SCHLICHTING, M. C. (1984): Tränkeautomaten in der Kälberhaltung. Der Tierzüchter, 36 (3): 528-531.
- SCHLICHTING, M. C. (1985): Der Einsatz des Milchaustauscherautomaten in der Gruppenhaltung von Kälbern unter ethologischen und produktionstechnischen Gesichtspunkten. Landbauforschung Völkenrode, SH 075: 20-35.

SCHLICHTING, M. C. (1993): Haltungsorientierte Beispiele zur Verhaltensanpassung beim Rind. Aktuelle Arbeiten zur artgemässen Tierhaltung 1992. Vorträge anlässlich der 24. Internationalen Arbeitstagung Angewandte Ethologie bei Nutztieren der Deutschen Veterinärmedizinischen Gesellschaft e.V., Fachgruppe Verhaltensforschung vom 19. bis 21. November 1992 in Freiburg/Breisgau, Schrift ; 356. Münster-Hiltrup (Westf.), KTBL-Schr.-Vertrieb im Landwirtschaftsverl.: 59-66.

SCHLICHTING, M. C. UND SMIDT, D. (1986): Merkmale des Ruheverhaltens als Indikator zur Beurteilung von Haltungssystemen bei Rind und Schwein. Aktuelle Arbeiten zur artgemässen Tierhaltung, KTBL-Schrift 319. KTBL. Münster-Hiltrup, Landwirtschaftsverlag: 56-68.

SCHLOETH, R. (1961): Die Lebensweise des Camargue-Rindes. Zeitschrift für Tierpsychologie, 18 (5): 574-627.

SCHLÜTER, H., TEUFFERT, J., BURMEISTER, F. (1981): Untersuchungen zum Saugverhalten, zur Häufigkeit und zu den Ursachen des Milchsaugens. Monatshefte für Veterinärmedizin, 36: 403-407.

SCHLÜTER, H., TEUFFERT, J., LENDER, S., FRIEDRICH, I., LEUNERT, G. (1975): Erhebungen zum Milchsaugerproblem bei Rindern. Tierzucht, 29: 447-451.

SCHRADER, L. (2007): Verhalten und Tierhaltung. Rinderzucht und Rindfleischherzeugung: Empfehlungen für die Praxis, Landbauforschung Völknerode: Sonderheft 313. W. F. Brade, Gerhard. Braunschweig, Bundesforschungsanst. für Landwirtschaft (FAL): VI, 299 S.

SCHRAMA, J. W., ROEFS, J. P. A., GORSSSEN, J., HEETKAMP, M. J. W., VERSTEGEN, M. W. A. (1995): Alteration of heat production in young calves in relation to posture. Journal of Animal Science, 73 (8): 2254-2262, DOI: 10.2527/1995.7382254x.

SCHULDT, A. UND DINSE, R. (2015): Konditionsbewertung als Maßstab für die Intensität der Jungrinderaufzucht. Tagungsband Forum angewandte Forschung in der Rinder- und Schweinefütterung, 14.-15.04.2015. Fulda, Verband der Landwirtschaftskammern, DLG e. V.

SCHULDT, A. UND DINSE, R. (2017a): Hohe Tränkemengen sichern die Gesundheit der Kälber. Bauernblatt Schleswig-Holstein (15.07.2017): 40-43.

SCHULDT, A. UND DINSE, R. (2017b): Nutzung der Konditionsbewertung als Kontrollinstrument. Bauernblatt Schleswig-Holstein, 71/167 (29, 22.07.2017): 41-44.

SCHULDT, A. UND DINSE, R. (2017c): Strategie der Jungrinderaufzucht nach intensiver Kälberaufzucht unter Nutzung der Konditionsbewertung als Kontrollinstrument. Tagungsband Forum angewandte Forschung in der Rinder- und Schweinefütterung, 21.-22.03.2017. Fulda, Verband der Landwirtschaftskammern, DLG e. V.

SCHULDT, A. UND DINSE, R. (2017d): Tränkemenge und Kälbergesundheit in der intensiven Aufzucht. Tagungsband Forum angewandte Forschung in der Rinder- und Schweinefütterung, 21.-22.03.2017. Fulda, Verband der Landwirtschaftskammern, DLG e. V.

SCHULDT, A. UND DINSE, R. (2018a): Beziehungen zwischen der Kondition in der Jungrinderaufzucht und Leistungen der Milchkühe. 18. Forum angewandte Forschung in der Rinder- und Schweinefütterung 10.-11.04.2018, Fulda, Verband der Landwirtschaftskammern, DLG e. V.

SCHULDT, A. UND DINSE, R. (2018b): Intensive Kälberaufzucht - und was wollen die Kälber? Top agrar, 46 (5): R1-R8.

SCHULDT, A. UND DINSE, R. (2018c): Jungrinder: Die goldene Mitte finden. top agrar, 46 (5): R2-R4.

SCHULDT, A. UND DINSE, R. (2018d): Tränke- und Beifutteraufnahme von Kälbern bei hohem Tränkeanrecht. 18. Forum angewandte Forschung in der Rinder- und Schweinefütterung, 10.-11.04.2018. Fulda, Verband der Landwirtschaftskammern, DLG e. V.

SCHULDT, A. UND DINSE, R. (2019a): Einfluss des Tränkeanrechts auf Futteraufnahme und Verhalten von weiblichen Kälbern. Deutscher Verband Tiernahrung e. V. (DVT) - Jahrestagung 2019, Berlin.

SCHULDT, A. UND DINSE, R. (2019b): Einfluss des Tränkeanrechts auf Tierwohlaspekte in der Kälberaufzucht. 19. Forum angewandte Forschung in der Rinder- und Schweinefütterung, 02.-03.04.2019, Fulda, Verband der Landwirtschaftskammern, DLG e. V.

SCHULDT, A. UND DINSE, R. (2019c): Intensive Kälberaufzucht und Tierwohl – passt das zusammen? Dummerstorfer Kälber- und Jungrinderseminar, 13.11.2019, Dummerstorf, Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei Mecklenburg-Vorpommern (LfA).

SCHULDT, A. UND DINSE, R. (2020a): Investigations into cross-sucking and possibilities of reducing this during calf rearing, Neubrandenburg, Hochschule Neubrandenburg.

SCHULDT, A. UND DINSE, R. (2020b): Kälberfütterung mehr Milch für mehr Tierwohl. Sano Magazin (01): 8-9.

SCHULDT, A. UND DINSE, R. (2020c): Konditionsbewertung als Kontrollinstrument für Wachstum und Entwicklung sowie Einfluss der Körperkondition auf Gesundheit und Leistungen, Schriftenreihe I der Hochschule Neubrandenburg, Band 9, Neubrandenburg, Hochschule Neubrandenburg.

SCHULDT, A. UND DINSE, R. (2020d): Nutzung digital erfasster Tränkedaten in der Kälberaufzucht. 20. Forum angewandte Forschung in der Rinder- und Schweinefütterung, 29./30.09.2020, Soest, Verband der Landwirtschaftskammern, DLG e. V.

SCHULDT, A. UND DINSE, R. (2020e): Wohlbefinden, Gesundheit und Fruchtbarkeit – welchen Einfluss hat das Tränkeanrecht in der Kälberaufzucht? European Calf Conference, 12./13.03.2020, Bremen, European Calf Conference GmbH.

SCHULDT, A. UND DINSE, R. (2021a): Verhalten von Kälbern in der mutterlosen, intensiven Aufzucht. Dummerstorfer Kälber- und Jungrinderseminar, 10.11.2021, Thürkow, OT Todendorf, Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei Mecklenburg-Vorpommern (LfA).

SCHULDT, A. UND DINSE, R. (2021b): Wenn Kälber spielen, stimmt der Tränkeplan. *top agrar* (9): R2-R4.

SCHULDT, A., DINSE, R., KARSTEN, W., HOFFMANN, M. (2013): Waage, Maßband oder Augenschein? *Agrarmanager*, 6 (12): 72-74.

SCHWARZKOPF, S., KINOSHITA, A., KLUSS, J., KERSTEN, S., MEYER, U., HUBER, K., DÄNICKE, S., FRAHM, J. (2019): Weaning Holstein Calves at 17 Weeks of Age Enables Smooth Transition from Liquid to Solid Feed. *Animals : an open access journal from MDPI*, 9, DOI: 10.3390/ani9121132.

SCOLEY, G., GORDON, A., MORRISON, S. (2019): Performance and Behavioural Responses of Group Housed Dairy Calves to Two Different Weaning Methods. *Animals*, 9 (11): 895, DOI: 10.3390/ani9110895.

SEJRSEN, K., PURUP, S., VESTERGAARD, M., FOLDAGER, J. (2000): High body weight gain and reduced bovine mammary growth: Physiological basis and implications for milk yield potential. *Domestic animal endocrinology*, 19: 93-104, DOI: 10.1016/S0739-7240(00)00070-9.

SHAMAY, A., WERNER, D., MOALLEM, U., BARASH, H., BRUCKENTAL, I. (2005): Effect of Nursing Management and Skeletal Size at Weaning on Puberty, Skeletal Growth Rate, and Milk Production During First Lactation of Dairy Heifers. *Journal of Dairy Science*, 88: 1460-1469, DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(05)72814-9.

SILVA, J. T., MIQUEO, E., TORREZAN, T. M., ROCHA, N. B., SLANZON, G. S., VIRGINIO JÚNIOR, G. F., BITTAR, C. M. M. (2021): Lysine and Methionine Supplementation for Dairy Calves Is More Accurate through the Liquid than the Solid Diet. *Animals*, 11 (2): 332, DOI: 10.3390/ani11020332.

SOBERON, F. UND VAN AMBURGH, M. E. (2013): Lactation biology symposium: The effect of nutrient intake from milk or milk replacer of preweaned dairy calves on lactation milk yield as adults: A meta-analysis of current data. *Journal of animal science*, 91: 706-712, DOI: 10.2527/jas.2012-5834.

SOBERON, F. UND VAN AMBURGH, M. E. (2017): Effects of preweaning nutrient intake in the developing mammary parenchymal tissue. *Journal of Dairy Science*, 100 (6): 4996-5004, DOI: <https://doi.org/10.3168/jds.2016-11826>.

- SPENGLER NEFF, A., SCHNEIDER, C., IVEMEYER, S., BIGLER, M., BINDEL, B., HAENI, R., HUMI, B., KNÖSEL, M., LÖFFLER, T., SCHIPHOLT, L. H., MAIER, A., MIKA, P., MÜLLER, C., MÜLLER, D., OSWALD, H., OTT, M., RIST, M., SCHMID, R., SPERLING, U., STREIFF, R., WÄLLE, A., MAESCHLI, A., LIPKA, M. (2017): Mutter- und Ammengebundene Kälberaufzucht in der Milchviehhaltung, 4., ergänzte Aufl., Rinderzuchtgruppe des Vereins für biologisch-dynamische Landwirtschaft Schweiz; Forschungsinstitut für biologischen Landbau (FiBL), Bio Suisse, Demeter e.V., Bioland e.V., Naturland e.V., Kompetenzzentrum Ökolandbau Niedersachsen, IBLA Luxemburg.
- SPIEKERS, H., NUßBAUM, H., POTTHAST, V. (2009): Erfolgreiche Milchviehfütterung, Frankfurt am Main, DLG-Verl.
- ŠPINKA, M. (1992): Intersucking in dairy heifers during the first two years of life. Behavioural processes, 28: 41-50.
- ŠPINKA, M., NEWBERRY, R. C., BEKOFF, M. (2001): Mammalian Play: Training for the Unexpected. The Quarterly Review of Biology, 76 (2): 141-168, DOI: 10.1086/393866.
- SPRENG, V. A. I. (2011): Analyse der Futteraufnahme und Vormagenentwicklung beim Kalb aus Prozessdaten einer multisensorischen Kälberaufzuchtanlage. Diss., Technische Universität München, Fakultät Wissenschaftszentrum Weihenstephan für Ernährung, Landnutzung und Umwelt.
- STAUFENBIEL, R. (2021): Eisen: Mangel bei Kälbern - Überversorgung bei Kühen. Milchpraxis, 55 (1): 28-32.
- STEELE, M. UND RUSHEN, J. (2015): Advancements in Automated Feeding for Calves: Where We Are Today and Where We'll Be Tomorrow. WCDS Advances in Dairy Technology, 2 7: 49-59.
- STEINHÖFEL, I. (2009a): Die Abkalbung im Blick. Vorbeugende und aktive Geburtshilfe, Anwenderseminar am 30. April 2009, Köllitsch, Freistaat Sachsen, Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie.
- STEINHÖFEL, I. (2009b): Optimales Wachstum unter Kontrolle. Masterrind (März): 58-60.
- STEINHÖFEL, I. (2011a): Kontrolle von Abkalbung und Aufzucht, Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie.
- STEINHÖFEL, I. (2011b): Schon der Start entscheidet. Bauzeitung (4. Woche): 35.
- STEINHÖFEL, I. (2013): Kontrolliert ad libitum über Automat im Einzelglu. Köllitscher Fachgespräch, 13.11.2013, Köllitsch, Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie.

- STEINHÖFEL, I. (2014): Herdenmanagement in der Kälber- und Junggründeraufzucht. Fachtag Bau und Technik „Bauen für die Nachzucht“, 26. März 2014, Köllitsch, Sächsisches Staatsministerium für Energie, Klimaschutz, Umwelt und Landwirtschaft.
- STEINHÖFEL, I. UND DIENER, K. (2015): Ad-libitum-Tränkverfahren für einzeln gehaltene Kälber, Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (LfULG).
- STEINHÖFEL, I. UND PACHE, S. (2013): Herdenmanagement in der Kälber- und Jungviehhaltung. Baubriefe Landwirtschaft ; 52 Kälber- und Jungviehhaltung. Aufzucht und Mast; aktuelle Empfehlungen der Officialberatung, 52: 30-35.
- STEINHÖFEL, O. UND LIPPMANN, I. (2000): Fütterungs- und Tränkregime für Kälber. DGfZ-Schriftenreihe: Kälber- und Jungründeraufzucht, 20: 16-28.
- STOPPACHER, M. UND MITTERHUBER, P. (2015): Vergleich verschiedener Tränkeverfahren (restriktiv bzw. ad libitum) in der Kälberaufzucht. Diplomarbeit, Lehr- und Forschungszentrum für Landwirtschaft Raumberg-Gumpenstein, Nutztierhaltung.
- STREIT, P. UND ERNST, E. (1992): Einflüsse auf peri- und postnatale Kälberverluste unter besonderer Berücksichtigung der Haltungsbedingungen - 2. Mitteilung: Einflüsse auf postnatale Kälberverluste. Züchtungskunde, 64: 45-56.
- SÜSS, M. UND SEBESTIK, K. (1982): Das gegenseitige Besaugen von Rindern – eine kostspielige Untugend. Der Tierzüchter, 34: 27-29.
- SUTHERLAND, M. A., LOWE, G. L., HUDDART, F. J., WAAS, J. R., STEWART, M. (2018): Measurement of dairy calf behavior prior to onset of clinical disease and in response to disbudding using automated calf feeders and accelerometers. *Journal of Dairy Science*, 101 (9): 8208-8216, DOI: 10.3168/jds.2017-14207.
- SUTTER, F. (2006): Optimales Erstkalbealter von Aufzuchtrindern aus ökonomischer und physiologischer Sicht. 33. Viehwirtschaftliche Fachtagung, Irdning, Höhere Bundeslehr- und Forschungsanstalt für Landwirtschaft Raumberg-Gumpenstein.
- SWEENEY, B. C., RUSHEN, J., WEARY, D. M., DE PASSILLÉ, A. M. (2010): Duration of weaning, starter intake, and weight gain of dairy calves fed large amounts of milk. *Journal of Dairy Science*, 93 (1): 148-152, DOI: <https://doi.org/10.3168/jds.2009-2427>.
- TAUTENHAHN, A. (2017): Risikofaktoren für eine erhöhte Kälbersterblichkeit und geringe Tageszunahmen von Aufzuchtälbern in nordostdeutschen Milchkuhhaltungen. Diss., Freie Universität Berlin, Klinik für Klauentiere des Fachbereichs Veterinärmedizin, DOI: 10.17169/refubium-7653.

- TERLER, G., HÄUSLER, J., EINGANG, D., VELIK, M., KITZER, R., GRUBER, L., KAUFMANN, J. (2018): Einfluss der Tränkemethode auf Futteraufnahme und Körperzusammensetzung von Fleckvieh- und Holstein-Kälbern. 45. Viehwirtschaftliche Fachtagung, Raumberg-Gumpenstein, Höhere Bundeslehr- und Forschungsanstalt für Landwirtschaft Raumberg-Gumpenstein.
- TRAULSEN, K. (2018): Biestmilch: Wann, wie viel und wie? Bauernblatt Schleswig - Holstein: S. 32-33.
- TRILK, J. UND MÜNCH, K. (2010): Untersuchungen zum Einfluss der Tiergesundheit und des Aufzuchtverhaltens von Kälbern auf die spätere Leistungsfähigkeit der Milchkuh. Schriftenreihe des Landesamtes für Ländliche Entwicklung, Landwirtschaft und Flurneuordnung, Abteilung Landwirtschaft und Gartenbau, Reihe Landwirtschaft, Band 11 (2010), Heft IX, Ministerium für Infrastruktur und Landwirtschaft des Landes Brandenburg (MIL), Referat Koordination, Kommunikation, Internationales.
- TROUW NUTRITION DEUTSCHLAND GMBH (2019): Das LifeStart Programm mit hochwertigsten Milchaustauschern. URL: <https://www.trouwnutrition.de/>
- UDE, G. (2007): Untersuchung zur Reduzierung des gegenseitigen Besaugens von Kälbern in Gruppenhaltung durch Änderungen im Fressbereich und der Tränkeverfahren, Inst. für Agrartechnologie und Biosystemtechnik.
- UDE, G. UND GEORG, H. (2006): Mehr Beschäftigung – weniger gegenseitiges Besaugen? Aktuelles zur Milcherzeugung, Vortragstagung im Forum der FAL am 15. November 2005, Braunschweig. F.-J. Bockisch und K.-D. Vorlop (Hrsg.), Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL).
- VAN ACKEREN, C. (2012): Kälberaufzucht mit Heu und Grascobs bei 12 Wochen Tränkezeit. Landinfo, Landwirtschaftliches Zentrum für Rinderhaltung, Grünlandwirtschaft, Milchwirtschaft, Wild und Fischerei Baden-Württemberg (LAZBW), 19.
- VAN ACKEREN, C. (2013a): Aspekte zur Fütterung von Aufzucht-kälbern. Baubriefe Landwirtschaft ; 52 Kälber- und Jungviehhaltung. Aufzucht und Mast; aktuelle Empfehlungen der Officialberatung: 48-51.
- VAN ACKEREN, C. (2013b): Die Spur halten. dlz primus rind (09): 26-29.
- VAN ACKEREN, C. (2013c): Mit dem richtigen Tränkeplan in der Kälberaufzucht erfolgreich durchstarten, Landwirtschaftliches Zentrum für Rinderhaltung, Grünlandwirtschaft, Milchwirtschaft, Wild und Fischerei Baden-Württemberg (LAZBW).

- VAN ACKEREN, C. (2015): Kälberfütterung: Wie geht's nach der Biestmilchphase weiter - Fahrplan für die ersten Lebenswochen. Fortbildungsveranstaltung gesunde Kälber - leistungsfähige Kühe, 17.02.2015, Aulendorf, Landwirtschaftliches Zentrum für Rinderhaltung, Grünlandwirtschaft, Milchwirtschaft, Wild und Fischerei Baden-Württemberg (LAZBW), Rinderhaltung Aulendorf.
- VAN ACKEREN, C. (2016): Aktuelles zu den Fütterungskonzepten für Aufzuchtkälber in den ersten Lebenswochen. 43. Viehwirtschaftliche Fachtagung, Raumberg-Gumpenstein, Höhere Bundeslehr- und Forschungsanstalt Raumberg-Gumpenstein.
- VAN AMBURGH, M. E. UND DRACKLEY, J. K. (2005): Current perspectives on the energy and protein requirements of the pre-weaned calf. Calf and Heifer Rearing: Principles of Rearing the Modern Dairy Heifer From Calf to Calving. P. Garnsworthy. Nottingham, UK, Nottingham Univ. Press, .
- VAN AMBURGH, M. E., RAFFRENATO, E., SOBERON, F., EVERETT, R. W. (2009): Early Life Management and Long-Term Productivity of Dairy Calves. IFAS Ruminant Nutrition 20th Symposium, University of Florida.
- VAN PUTTEN, G. UND ELSHOF, W. J. (1982): Inharmonious behaviour of veal calves. Disturbed behaviour of veal calves: seminar in the EEC Program of Coordination of Research on Animal Welfare at the Univ. of Hohenheim 1981: 61-71.
- VAUGHAN, A. A., MIGUEL-PACHECO, G. G., PASSILLÉ, A. M. D., 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: 5596-5603, DOI: 10.3168/jds.2015-9504.
- VENTORP, M. UND MICHANEK, O. (1991): Cow-calf behaviour in relation to first suckling. Research in Veterinary Science, 51 (1): 6-10, DOI: 10.1016/0034-5288(91)90022-G.
- VERHÜLSDONK, C., SIEBERS, H., PRIES, M., KNOOP, A., WESTENDARP, H. (2012): Trockenmischration für Kälber – eine Alternative? LZ Rheinland (30): 29-31.
- VOGEL, M. (2013): Ab 10. Tag ad libitum am Automat. Köllitscher Fachgespräch, 13.11.2013, Köllitsch, Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie.
- VOLKMANN, N., RÖMER, A., FLOR, J. (2014): Meta-Analyse zur Berechnung des Zusammenhangs von Aufzuchtintensität und Funktionalität sowie Lebenseffektivität von Milchkühen, Forschungsbericht, Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei Mecklenburg-Vorpommern (LfA), Institut für Tierproduktion,

- VON KEYSERLINGK, M. A. G., BRUSIUS, L., WEARY, D. M. (2004): Competition for Teats and Feeding Behavior by Group-Housed Dairy Calves. *Journal of Dairy Science*, 87 (12): 4190-4194, DOI: 10.3168/jds.s0022-0302(04)73563-8.
- WAGNON, K. (1963): Behavior of beef cows on a California range, Berkeley, Calif., Division of Agricultural Sciences, University of California, California Agricultural Experiment Station.
- WALKER, D. E. (1962): Suckling and grazing behaviour of beef heifers and calves. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, 5 (3-4): 331-338, DOI: 10.1080/00288233.1962.10419963.
- WANGLER, A., HARMS, J., RUDOLPHI, B., BLUM, E., BÖTTCHER, I., KAVEN, D. (2006): Verlängerung der Nutzungsdauer der Milchkühe durch eine gute Tiergesundheit bei gleichzeitig hoher Lebensleistung zur Erhöhung der Effizienz des Tiereinsatzes, Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei Mecklenburg-Vorpommern (LfA), Institut für Tierproduktion.
- WEBSTER, A. (1974): Heat Loss From Cattle With Particular Emphasis On The Effects Of Cold. *Heat Loss from Animals and Man : Assessment and Control*. J. L. Monteith und L. E. Mount. Burlington, Elsevier Science. Online-Ressource (488 p): 205.
- WEBSTER, A. J. F. UND SAVILLE, C. (1982): The effect of rearing systems on the development of behaviour in calves. *Welfare and husbandry of calves: a seminar*, Nijhoff. J. P. Signoret.
- WEBSTER, J. (2016): Animal Welfare: Freedoms, Dominions and "A Life Worth Living". *Animals*, 6 (6): 35, DOI: 10.3390/ani6060035.
- WELBORN, A. C., LEAL, L. N., STEELE, M. A., KHAN, M. A., MARTÍN-TERESO, J. (2019): Performance of ad libitum fed dairy calves weaned using fixed and individual methods. *Animal*, 13 (9): 1891-1898, DOI: 10.1017/s1751731119000181.
- WIEDEMANN, S., HOLZ, P., KUNZ, H.-J., STAMER, E., KASKE, M. (2015): Einfluss einer ad libitum Tränke von Holstein-Frisian Kälbern während der ersten vier Lebenswochen auf die Gewichtsentwicklung sowie Milchleistung und Futteraufnahme in der ersten Laktation. *Züchtungskunde*, 87 (6): 413-422.
- WIEDEMANN, S., KUNZ, H.-J., KASKE, M. (2012): Neue Ansätze in der Kälberaufzucht. Vorträge zur Hochschultagung 2012 der Agrar- und Ernährungswissenschaftlichen Fakultät der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, Schriftenreihe der Agrar- und Ernährungswissenschaftlichen Fakultät der Universität Kiel, 118: 91-97.
- WIEPKEMA, P. R. (1985): Abnormal Behaviours in Farm Animals: Ethological Implications. *Journal of Zoology*, 35 (2): 279-299.

- WILLEN, S. (2004): Tierbezogene Indikatoren zur Beurteilung der Tiergerechtigkeit in der Milchviehhaltung. Methodische Untersuchungen und Beziehungen zum Haltungssystem. Diss., Tierärztliche Hochschule Hannover, Physiologisches Institut, urn:nbn:de:gbv:95-90065.
- WIRTHS, F. (2011): Rinderhaltung und Milchproduktion heute und morgen-Forderungen des Tierschutzes. Seminar „Tierwohl in der Rinderhaltung“, 27.10.2011, Verden, Akademie für Tierschutz.
- WITTKOWSKI, G. (2013): Gesundheitsmanagement in der Kälber-, Färsenaufzucht und Rindermast. Baubriefe Landwirtschaft: Kälber- und Jungviehhaltung, Aufzucht und Mast; aktuelle Empfehlungen der Offizialberatung, 52: 40-47.
- WOLF, P., ZIRPINS, L., MIESORSKI, M., DEININGER, A. (2016): Aktuelles zur ad libitum-Tränke bei Kälbern in den ersten Lebensstagen. Vortragsveranstaltung Rind: Aktuelle Themen in der Rinderpraxis, 18.-19.11.2016, Hannover Bundesverband Praktizierender Tierärzte e. V. (bpt).
- WOLTERS, V. (1998): Functional aspects of animal diversity in soil Introduction and overview. *Applied Soil Ecology*, 10: 185-190.
- WOOD, P. D. P., SMITH, G. F., LISLE, M. F. (1967): A Survey of Intersucking Dairy in Herds in England and Wales. *The Veterinary Record*, 81: 396-398.
- WTG e. V. (1993): Five Freedoms, Farm Animal Welfare Committee (FAWC); Welttierschutzgesellschaft e. V. (WTG e. V.), Abruf: 28.09.2020.
- YAVUZ, E., TODOROV, N., GANCHEV, G., NEDELKOV, K. (2015): The effect of feeding different milk programs on dairy calf growth, health and development. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 21 (2): 384-393.
- ZEBELI, Q. UND RODEHUTSCORD, M. (2020): Ernährung landwirtschaftlicher Nutztiere. Ernährungsphysiologie, Futtermittelkunde, Fütterung. UTB ; 8180. H. Jeroch, W. Drochner, M. Rodehutsord, A. Simon, O. Simon und J. Zentek. Stuttgart, Verlag Eugen Ulmer. 3. vollständig überarbeitete und erweiterte Auflage.
- ZEEB, K. (1985): Zur Beurteilung von Haltungssystemen für Rinder aus ethologischer Sicht. *Tierärztliche Umschau*, 40: 752-758.
- ZEEB, K. UND MACK, M. (1970): Überlegungen und Beobachtungen zum Gruppenverhalten von Kälbern. *Mitteilungen der Staatlichen Versuchsanstalt für Viehhaltung Aulendorf, Tierhygienisches Institut Freiburg* (10): 9-13.
- ZENTEK, J. (2016): Ernährung des Hundes: Grundlagen - Fütterung - Diätetik, Stuttgart, Enke Verlag.
- ZERBE, F. (1998): Einsatz von Tränkeautomaten in der Gruppenhaltung von Aufzucht-kälbern unter besonderer Berücksichtigung des Saug- und Futteraufnahmeverhaltens. Diss., Hannover, Tierärztl. Hochsch.

ZERBE, F. UND FISCHER, A. (2006): Untersuchungen zur Reduzierung des gegenseitigen Besaugens bei Kälbern durch einen erhöhten Saugwiderstand im Tränkenuckel. 38. Internationalen Arbeitstagung Angewandte Ethologie bei Nutztieren der Deutschen Veterinärmedizinischen Gesellschaft e.V., Fachgruppe Verhaltensforschung, Freiburg/Breisgau, KTBL-Schrift 448. Darmstadt, Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. (KTBL): 249-255.

ZIPP, K. A. (2015): Tierwohl - eine Frage der Haltung? 16. Fachtag zum Ökolandbau, 01.12.2015, Bad Kreuznach, Dienstleistungszentren Ländlicher Raum Rheinland-Pfalz (DLR-RLP).

ZIPPRICH, M., VAN ACKEREN, C., THEOBALD, P. (2019): Auswirkungen einer Stroh-Trocken-TMR auf die Leistungsparameter von Aufzuchtälbern. 19. Forum Angewandte Forschung in der Rinder- und Schweinefütterung: Tagungsunterlage ; Beiträge der Veranstaltung vom 02.-03. April 2019 in Fulda, Verband der Landwirtschaftskammern, DLG e. V.

ZUBER, T. (2012): Fütterung von Kälbern mit ad libitum Tränke. Unterrichtsmaterial, Bildungszentrum Landwirtschaftliche Fachschule Pyhra, Abruf: 18.05.2020.

Anhang

Tabelle A 1: Inhaltsstoffe in den eingesetzten Milchaustauschfuttermitteln (Angaben in der Frischmasse).....	274
Tabelle A 2: Zusammensetzung der zugekauften, eingesetzten Beifuttermittel (Ergänzungsfuttermittel für Aufzuchtkälber: Pellets, Kälbermüsli, Trocken-TMR, Angaben in der Frischmasse)	275
Tabelle A 3: Betrieb, Geburtsdatum und Anzahl auswertbarer Tage je Kalb	276
Tabelle A 4: Dauer und Anzahl der MAT-Aufnahmen pro Kalb in der Eingewöhnungszeit, n = 11 Kälber	277
Tabelle A 5: Parameter der Dauer der Beifutteraufnahmen in Minuten in der Eingewöhnungszeit, n = 11 Kälber	278
Tabelle A 6: Parameter der Anzahl Beifutteraufnahmen pro Kalb in der Eingewöhnungszeit, n = 11 Kälber	279
Tabelle A 7: Signifikanz der Mittelwertdifferenzen (t-Test) der Dauer der MAT-Aufnahme in Minuten pro Tag nach Lebenswochen bei 8 und 10 l Tränkeanrecht bis zum 28. Lebenstag sowie 12 l Tränkeanrecht bis zum 49. Lebenstag.....	280
Tabelle A 8: Signifikanz der Mittelwertdifferenzen (t-Test) der Dauer der Beifutter-Aufnahme in Minuten pro Tag nach Lebenswochen bei 8 und 10 l Tränkeanrecht bis zum 28. Lebenstag sowie 12 l Tränkeanrecht bis zum 49. Lebenstag.....	281
Tabelle A 9: Mittlere Dauer der Ruheperioden im Tagesverlauf in Minuten bei Tränkeanrechten von 8 l MAT bis zum 49. Lebenstag nach Lebenswochen, n = 4 Kälber	282
Tabelle A 10: Mittlere Dauer der Ruheperioden in Minuten im Tagesverlauf bei Tränkeanrechten von 10 l MAT bis zum 28. Lebenstag nach Lebenswochen, n = 7 Kälber	282
Tabelle A 11: Mittlere Dauer der Ruheperioden in Minuten im Tagesverlauf bei Tränkeanrechten von 12 l MAT bis zum 49. Lebenstag nach Lebenswochen, n = 9 Kälber	283
Tabelle A 12: Mittelwerte, Minima, Maxima und Standardabweichung von Parametern des Nahrungsaufnahmeverhaltens in der Abtränkphase	284
Tabelle A 13: Mittelwerte, Minima, Maxima und Standardabweichung von Parametern des Beifutteraufnahmeverhaltens in der Abtränkphase	285

Tabelle A 14: Mittelwerte, Minima, Maxima und Standardabweichung von Parametern des Verhaltens bei Besuchen an der Tränkestation ohne MAT-Aufnahme (Blindbesuche) in der Abtränkphase	286
Tabelle A 15: Mittelwerte, Minima, Maxima und Standardabweichung von Parametern des Ruheverhaltens in der Abtränkphase	287
Tabelle A 16: Mittelwerte, Minima, Maxima und Standardabweichung von Parametern des Besaugens in der Abtränkphase	288

*Tabelle A 1: Inhaltsstoffe in den eingesetzten Milchaustauschfuttermitteln
(Angaben in der Frischmasse)*

Inhaltsstoffe (in g/kg)	Betriebe B1 und B2	Betrieb 3
Rohprotein	225	220
Rohfett	180	180
Rohasche	75	75
Rohfaser	0	1
Lysin	18	17
Calcium	8	10
Phosphor	8	8
Natrium	6	4
Zusatzstoffe (mg/kg)		
Eisen	90	100
Kupfer	10	8
Zink	84	120
Mangan	45	40
Jod	2	3
Selen	0,3	0,35
Vitamin E	200	200
Vitamin C	-	250
Zusatzstoffe (I. E./kg)		
Vitamin A	25.000	25.000
Vitamin D ₃	5.000	5.000
Einsatz zootechnischer Zusätze (Darmstabilisatoren)	ja	ja
MJ ME/kg	15,3	15,3

Tabelle A 2: Zusammensetzung der zugekauften, eingesetzten Beifuttermittel (Ergänzungsfuttermittel für Aufzuchtkälber: Pellets, Kälbermüsli, Trocken-TMR, Angaben in der Frischmasse)

	Pellets	Müsli	Trocken-TMR
in % der Frischmasse			
Rohprotein	18,0	18,5	16,0
Rohfaser	9,5	8,8	12,3
Rohfett	3,8	4,5	5,2
Rohasche	4,5	4,3	5,7
Calcium	0,75	0,7	0,7
Phosphor	0,5	0,65	0,52
Natrium	0,2	0,2	0,22
in mg / kg Frischmasse			
Zink	105	104	157
Mangan	60	65	79
Kupfer	12	13	16
Jod	0,85	0,8	1,31
Selen	0,4	0,5	0,66
Kobalt	-	-	0,13
Vitamin E	45	65	105
In I.E./ kg			
Vitamin A	12.000	13.000	13.200
Vitamin D ₃	1.200	1.300	1.320
MJ ME / kg	10,7	11,0	10,7

Tabelle A 3: Betrieb, Geburtsdatum und Anzahl auswertbarer Tage je Kalb

Kalb	Betrieb	Geburtsdatum	Anzahl auswertbarer Tage
8 Tränkeanrecht			
81	1	26.03.14	45
82		29.03.14	59
83		30.03.14	60
84		14.04.14	61
10 Tränkeanrecht			
105	1	22.08.15	48
106		01.09.15	55
107*		31.10.15	40
108*		31.10.15	57
109		03.11.15	29
1010		03.11.15	57
1011		03.11.15	11
12 Tränkeanrecht			
1212	2	02.10.17	24
1213	3	29.11.17	12
14		19.11.17	7
15		02.02.18	12
16		24.04.18	31
17		24.04.18	14
18		19.04.18	13
19		08.08.18	18
20		30.07.18	14
21		29.09.18	43
22		08.09.18	7
23		13.09.18	16
24		23.09.18	10

* Kreuzungen DH x FI

Tabelle A 4: Dauer und Anzahl der MAT-Aufnahmen pro Kalb in der Eingewöhnungszeit, n = 11 Kälber

Tag	n	MW	min	max	s
Mittlere Dauer der MAT-Aufnahmen in Minuten					
1	6	6,0	3,0	7,7	2,0
2	41	7,9	1,1	19,8	4,2
3	46	6,8	0,4	24,7	5,1
4	48	7,7	0,5	19,8	4,4
5	54	8,3	0,6	23,6	4,5
6	67	8,1	0,8	24,8	4,8
7	63	7,3	0,6	20,0	3,6
8	62	7,2	1,3	20,5	4,1
9	77	5,8	0,5	17,6	3,3
10	68	6,1	0,4	23,9	3,8
11	43	6,2	0,9	13,9	2,7
12	35	6,6	0,6	18,9	3,5
13	54	6,1	0,5	17,7	3,0
14	45	6,7	1,1	16,8	3,5
15	47	7,2	0,6	21,2	3,4
Mittlere Anzahl der MAT-Aufnahmen pro Kalb und Tag					
1	10	1,5	1	3	1,0
2	10	4,1	2	8	2,1
3	7	5,8	2	8	2,1
4	8	4,8	2	8	1,9
5	10	4,9	2	8	2,1
6	11	6,1	3	10	2,4
7	11	5,7	1	10	2,6
8	11	5,6	3	10	2,4
9	11	7,0	5	16	3,2
10	6	6,8	4	13	2,7
11	5	4,8	2	8	2,2
12	8	4,4	3	6	1,2
13	9	6,0	4	9	2,1
14	8	5,6	3	9	1,8
15	9	5,2	2	11	2,5

n = Anzahl, MW = Mittelwert, min = Minimum, max = Maximum

Tabelle A 5: Parameter der Dauer der Beifutteraufnahmen in Minuten in der Eingewöhnungszeit, n = 11 Kälber

Tag	n	MW	min	max	s
Mittlere Dauer einer Trogfutteraufnahme in Minuten					
1	10	1,5	0,4	7,0	2,0
2	40	1,8	0,1	17,0	2,8
3	60	1,9	0,001	9,8	1,8
4	63	2,9	0,3	8,1	1,9
5	92	2,4	0,3	10,4	2,0
6	89	2,5	0,025	20,5	2,7
7	58	2,7	0,1	8,1	2,0
8	91	2,2	0,2	8,8	1,7
9	115	2,6	0,1	23,8	2,8
10	100	2,4	0,001	14,3	2,1
11	59	3,3	0,001	55,7	7,2
12	73	3,3	0,3	18,8	3,1
13	101	2,5	0,001	14,2	2,3
14	67	2,9	0,2	21,0	3,4
15	68	2,6	0,1	11,6	2,3
Mittlere Dauer einer Heuaufnahme in Minuten					
1	35	1,7	0,1	8,3	1,7
2	40	2,3	0,1	7,9	2,2
3	47	2,4	0,2	12,8	3,2
4	49	1,5	0,2	6,3	1,2
5	63	1,8	0,001	10,6	1,9
6	66	2,0	0,1	19,8	2,6
7	103	2,2	0,2	14,3	2,2
8	99	2,4	0,1	11,4	2,2
9	118	2,2	0,1	15,1	2,4
10	75	2,8	0,4	9,1	2,1
11	61	2,2	0,001	14,3	2,4
12	60	2,1	0,03	7,0	1,8
13	87	2,2	0,05	11,3	2,1
14	74	2,1	0,1	12,5	2,1
15	97	3,2	0,1	12,1	2,6

n = Anzahl, MW = Mittelwert, min = Minimum, max = Maximum

Tabelle A 6: Parameter der Anzahl Beifutteraufnahmen pro Kalb in der Eingewöhnungszeit, n = 11 Kälber

Tag	n	MW	min	max	s
Mittlere Anzahl Trogfutteraufnahmen					
1	10	1,7	1	4	1,2
2	10	5,7	1	10	2,8
3	7	6,7	1	18	6,2
4	8	6,3	1	13	4,6
5	10	8,4	1	18	6,2
6	11	8,1	1	14	4,0
7	11	5,3	2	13	3,1
8	11	8,3	4	16	3,6
9	11	10,5	5	19	4,6
10	6	10,0	2	18	4,8
11	5	7,4	2	16	4,8
12	8	9,1	3	17	4,5
13	9	11,2	2	23	8,1
14	8	7,4	3	15	4,0
15	9	8,5	5	16	3,7
Mittlere Anzahl Heuaufnahmen					
1	10	4,4	1	12	3,9
2	10	5,0	1	10	3,2
3	7	5,2	1	12	3,8
4	8	6,1	3	13	3,2
5	10	6,3	1	11	3,3
6	11	6,0	1	12	3,5
7	11	9,4	5	13	2,7
8	11	9,0	2	15	3,8
9	11	10,7	3	19	4,8
10	6	8,3	1	21	5,7
11	5	6,8	2	12	3,2
12	8	8,6	3	13	3,8
13	9	9,7	4	16	3,5
14	8	8,2	2	16	4,4
15	9	10,8	5	19	5,4
Mittlere Anzahl Beifutteraufnahmen gesamt					
1	10	5,0	1	14	4,8
2	10	8,9	2	17	4,9
3	7	10,8	1	23	8,2
4	8	11,2	1	25	8,0
5	10	14,1	4	28	9,3
6	11	14,0	3	26	7,1
7	11	14,6	7	22	4,3
8	11	17,3	7	23	4,7
9	11	21,2	13	38	7,1
10	6	18,6	3	28	8,1
11	5	13,3	4	23	6,7
12	8	16,6	0	25	9,4
13	9	20,9	0	34	11,9
14	8	15,7	0	26	9,2
15	9	18,3	5	35	9,1

n = Anzahl Kälber, MW = Mittelwert, min = Minimum, max = Maximum

Tabelle A 9: Mittlere Dauer der Ruheperioden im Tagesverlauf in Minuten bei Tränkeanrechten von 8 l MAT bis zum 49. Lebenstag nach Lebenswochen, n = 4 Kälber

LW	Mittler Dauer einer Ruheperiode in Minuten, Beginn im Intervall (Uhrzeit)											
	00-02	02-04	04-06	06-08	08-10	10-12	12-14	14-16	16-18	18-20	20-22	22-24
3	91,9	77,6	45,1	34,7	44,1	44,3	47,4	38,5	41,0	26,6	51,3	40,2
4	94,0	76,4	46,8	30,8	45,1	55,8	46,3	46,5	38,5	27,3	49,7	52,1
5	105,1	85,5	35,7	27,5	38,1	50,8	50,4	34,3	38,0	40,4	47,5	49,7
6	127,8	86,9	35,3	34,6	36,6	40,4	45,5	43,7	47,4	41,5	47,4	40,3
7	84,9	103,5	56,8	37,7	33,3	37,7	36,7	48,8	47,3	36,5	44,7	49,7
8	106,4	79,2	35,9	31,8	49,9	44,4	37,9	37,0	50,2	34,6	31,6	49,5
9	131,1	75,9	51,8	39,1	56,5	43,4	31,1	51,3	58,3	42,2	38,6	43,6
10	128,9	71,7	55,2	60,6	53,8	50,3	37,2	50,7	56,2	46,1	46,0	46,5

LW = Lebenswoche

Tabelle A 10: Mittlere Dauer der Ruheperioden in Minuten im Tagesverlauf bei Tränkeanrechten von 10 l MAT bis zum 28. Lebenstag nach Lebenswochen, n = 7 Kälber

LW	Mittler Dauer einer Ruheperiode in Minuten, Beginn im Intervall (Uhrzeit)											
	00-02	02-04	04-06	06-08	08-10	10-12	12-14	14-16	16-18	18-20	20-22	22-24
3	66,9	79,6	43,5	31,8	40,7	48,4	41,8	39,5	43,0	49,0	55,6	30,8
4	88,7	99,1	55,3	28,6	30,4	42,1	38,3	46,8	46,3	58,4	72,4	44,5
5	78,0	108,8	61,8	37,4	41,3	47,4	33,6	37,3	54,1	66,9	63,0	40,7
6	96,6	82,6	71,0	37,2	32,3	39,0	42,1	43,4	53,2	63,1	66,1	44,3
7	98,9	105,0	54,9	34,4	43,9	40,6	49,1	36,7	79,6	81,7	80,6	43,4
8	98,0	106,4	54,2	39,8	56,4	62,7	41,7	44,9	62,3	84,7	78,5	51,5
9	88,9	106,6	71,2	48,0	56,9	48,8	46,4	32,0	99,4	79,3	86,6	54,3
10	98,7	129,4	58,2	44,8	45,3	49,2	43,6	43,9	101,2	99,7	87,8	46,8

LW = Lebenswoche

Tabelle A 11: Mittlere Dauer der Ruheperioden in Minuten im Tagesverlauf bei Tränkeanrechten von 12 l MAT bis zum 49. Lebenstag nach Lebenswochen, n = 9 Kälber

LW	Mittler Dauer einer Ruheperiode in Minuten, Beginn im Intervall (Uhrzeit)											
	00-02	02-04	04-06	06-08	08-10	10-12	12-14	14-16	16-18	18-20	20-22	22-24
3	50,1	80,5	121,2	39,0	25,3	63,7	48,2	28,8	43,9	23,6	19,9	28,5
4	86,6	83,8	65,2	26,8	31,0	29,1	44,3	39,8	43,5	31,6	43,8	30,3
5	62,4	84,1	49,4	26,4	32,8	33,6	44,2	28,6	38,2	35,8	39,2	38,0
6	81,2	96,5	60,8	22,1	39,7	48,4	48,8	33,9	37,0	38,0	47,1	30,3
7	86,6	74,0	53,2	29,8	41,2	45,8	38,4	47,2	40,8	60,4	51,2	31,5
8	69,3	87,4	54,4	31,4	33,4	50,3	51,3	31,5	40,2	55,6	45,9	39,2
9	97,2	107,5	45,3	26,9	45,1	47,4	40,3	35,1	39,6	47,2	53,4	38,4
10	92,3	110,3	60,5	29,7	49,9	41,4	44,9	44,2	51,4	54,3	64,8	42,5

LW = Lebenswoche

Tabelle A 12: Mittelwerte, Minima, Maxima und Standardabweichung von Parametern des Nahrungsaufnahmeverhaltens in der Abtränkphase

LW	Abtränken											
	08. bis 10. Lebenswoche						08. bis 15. Lebenswoche					
	K	n	MW	min	max	s	K	n	MW	min	max	s
Mittlere Dauer einer MAT-Aufnahme in Minuten												
8	8	200	4,8	0,4	11,2	2,3	3	50	4,6	1,6	12,8	2,1
9	9	183	4,7	0,3	14,6	2,7	5	63	6,3	1,3	12,5	2,7
10	8	123	4,9	0,4	13,6	2,9	5	53	6,3	1,4	11,5	2,4
11							4	43	4,8	1,3	11,2	2,9
12							3	35	4,0	0,1	26,7	4,3
13							2	36	4,2	1,7	8,1	1,5
14							4	37	3,5	1,5	6,6	1,4
15							2	25	4,8	1,9	8,4	1,6
Σ		506		0,3	14,6			342		0,1	26,7	
MW			4,8			2,6			5,0			2,7
Mittlere Dauer einer Beifutter-Aufnahme in Minuten												
8	8	639	3,2	0,02	25,4	3,2	3	160	1,1	0,07	31,4	2,8
9	9	781	4,0	0,02	29,4	3,7	5	367	1,4	0,05	36,4	3,4
10	8	879	6,9	0,18	37,0	6,3	5	363	1,3	0,16	39,7	3,1
11							4	251	1,4	0,25	24,2	2,9
12							3	222	1,5	0,11	59,7	4,0
13							2	248	2,2	0,23	37,7	5,0
14							4	338	2,0	0,27	41,2	5,2
15							2	113	0,8	0,12	15,4	1,8
Σ		2299		0,02	37,0			1062		0,05	59,7	
MW			4,9			5,0			5,0			5,5

K = Anzahl Kälber, n = Anzahl Datensätze, MW = Mittelwert, min = Minimum, max = Maximum, s = Standardabweichung

Tabelle A 13: Mittelwerte, Minima, Maxima und Standardabweichung von Parametern des Beifutteraufnahmeverhaltens in der Abtränkphase

LW	Abtränken											
	08. bis 10. Lebenswoche						08. bis 15. Lebenswoche					
	K	n	MW	min	max	s	K	n	MW	min	max	s
Mittlere Dauer der Beifutteraufnahme in Stunden pro Tier und Tag												
8	8	32	1,0	0,1	2,0	0,4	3	10	1,1	0,5	1,8	0,5
9	9	32	1,6	0,5	3,2	0,7	5	19	1,4	0,2	2,6	0,7
10	8	30	3,3	0,6	5,6	1,1	5	19	1,3	0,04	2,7	0,8
11							4	10	1,8	1,1	3,0	0,6
12							3	11	1,7	0,3	3,3	0,8
13							2	11	2,7	1,2	3,7	0,8
14							4	16	2,4	0,5	4,1	1,4
15							2	7	0,8	0,2	1,4	0,5
Mittlere Dauer der Heuaufnahme in Stunden pro Tier und Tag												
8	8	31	0,7	0,2	1,3	0,3	3	10	0,6	0,1	1,3	0,4
9	9	32	0,8	0,2	1,9	0,5	5	18	0,7	0,1	1,9	0,4
10	8	30	1,4	0,3	3,0	0,7	5	18	0,6	0,03	1,3	0,4
11							4	10	0,8	0,4	1,7	0,4
12							3	11	0,7	0,2	1,0	0,2
13							2	11	0,5	0,1	1,0	0,3
14							4	16	0,7	0,1	2,9	0,7
15							2	6	0,5	0,1	1,0	0,3
Mittlere Dauer der TMR-Aufnahme in Stunden pro Tier und Tag												
8	8	29	0,4	0,2	0,9	0,2	3	10	0,5	0,2	1,3	0,3
9	9	32	0,8	0,3	1,6	0,3	5	18	0,8	0,05	2,0	0,5
10	8	30	1,8	0,6	2,9	0,8	5	18	0,7	0,04	2,0	0,5
11							4	10	1,0	0,5	1,3	0,3
12							3	11	1,0	0,1	2,6	0,7
13							2	11	2,2	1,0	3,1	0,7
14							4	16	1,6	0,2	3,6	1,1
15							2	7	0,4	0,2	0,6	0,2

K = Anzahl Kälber, n = Anzahl Datensätze, MW = Mittelwert, min = Minimum, max = Maximum, s = Standardabweichung

Tabelle A 14: Mittelwerte, Minima, Maxima und Standardabweichung von Parametern des Verhaltens bei Besuchen an der Tränkestation ohne MAT-Aufnahme (Blindbesuche) in der Abtränkphase

LW	Abtränken											
	08. bis 10. Lebenswoche						08. bis 15. Lebenswoche					
	K	n	MW	min	max	s	K	n	MW	min	max	s
Mittlere Dauer der Blindbesuche in Minuten												
8	8	162	0,9	0,1	4,5	0,7	3	20	0,9	0,02	4,1	1,0
9	9	340	0,9	0,03	4,8	0,7	5	36	1,5	0,08	4,1	1,0
10	8	490	0,9	0,03	4,7	0,7	5	54	1,2	0,06	5,1	1,1
11							4	80	1,1	0,16	5,6	0,8
12							3	72	0,9	0,05	3,0	0,6
13							2	130	1,2	0,08	7,5	0,9
14							4	124	1,1	0,10	3,8	0,7
15							2	37	1,2	0,04	3,5	0,9
Mittlere Anzahl der Blindbesuche je Tier und Tag												
8	8	27	5,7	1,0	13,0	4,1	3	8	2,5	1,0	4,0	1,1
9	9	26	12,2	2,0	35,0	9,0	5	11	3,1	1,0	6,0	1,8
10	8	29	16,9	3,0	47,0	10,2	5	10	4,9	2,0	15,0	4,1
11							4	10	8,0	3,0	15,0	3,5
12							3	9	8,0	1,0	19,0	5,4
13							2	11	11,8	3,0	24,0	5,7
14							4	16	7,8	1,0	21,0	5,6
15							2	7	5,3	2,0	10,0	2,6

n = Anzahl Datensätze, MW = Mittelwert, min = Minimum, max = Maximum,
s = Standardabweichung

Tabelle A 15: Mittelwerte, Minima, Maxima und Standardabweichung von Parametern des Ruheverhaltens in der Abtränkphase

LW	Abtränken											
	08. bis 10. Lebenswoche						08. bis 15. Lebenswoche					
	K	n	MW	min	max	s	K	n	MW	min	max	s
Ruhensdauer in Stunden pro Tier und Tag												
8	8	28	16,5	11,0	20,0	1,9	3	10	16,3	10,1	18,2	2,4
9	9	27	16,2	10,7	20,0	2,0	4	11	14,5	4,8	18,3	4,0
10	8	26	16,1	14,7	19,7	1,2	4	7	14,3	11,1	16,5	2,5
11							3	9	16,1	8,9	19,1	2,8
12							3	9	17,6	16,0	19,6	1,1
13							2	11	16,1	13,9	17,7	1,2
14							4	10	14,9	9,0	17,5	2,5
15							2	7	14,6	14,0	16,8	1,1
Mittlere Dauer einer Ruheperiode in Minuten												
8	8	658	47,6	1,2	289,5	43,2	3	173	56,6	1,2	310,4	52,6
9	9	612	50,7	1,0	338,9	46,6	5	271	61,6	1,7	369,4	57,7
10	8	524	55,7	1,3	295,5	47,5	5	253	52,7	1,4	289,9	48,6
11							4	184	50,2	1,1	297,4	48,6
12							3	197	58,0	1,6	451,0	56,1
13							2	158	67,4	3,9	324,0	61,4
14							4	229	57,1	1,1	307,2	48,6
15							2	134	48,3	1,9	194,6	36,5
Σ		1794		1,0	338,9			1599		1,1	451,0	
MW			51,0			45,7			56,7			52,3
Mittlere Dauer einer Ruheperiode in Minuten, 00:00:00 bis 06:00:00												
8	8	140	70,5	1,4	289,5	56,2	3	42	77,9	3,9	203,2	61,3
9	9	114	84,9	1,45	249,3	66,9	5	63	92,6	2,4	369,4	85,3
10	8	113	87,4	2,1	295,5	65,9	5	66	84,2	3,1	289,9	65,3
11							4	39	84,3	1,1	297,4	71,3
12							3	43	93,9	2,0	451,0	87,7
13							2	29	128,1	16,1	324,0	91,3
14							4	52	90,0	3,3	307,2	69,2
15							2	34	66,0	1,9	136,2	36,8
Mittlere Dauer einer Ruheperiode in Minuten, 06:00:00 bis 24:00:00												
8	8	518	41,1	1,2	222,3	36,7	3	131	49,8	1,2	310,4	47,7
9	9	498	42,8	1,0	338,9	36,3	5	208	52,2	1,7	242,2	42,3
10	8	411	46,4	1,4	182,8	36,4	5	187	41,6	1,4	166,5	35,1
11							4	145	41,0	1,9	153,4	35,5
12							3	154	48,0	1,6	222,6	37,7
13							2	127	51,7	3,9	164,1	35,2
14							4	177	47,5	1,1	173,9	36,9
15							2	100	41,2	1,9	136,2	36,8

K = Anzahl Kälber, n = Anzahl Datensätze, MW = Mittelwert, min = Minimum, max = Maximum, s = Standardabweichung

Tabelle A 16: Mittelwerte, Minima, Maxima und Standardabweichung von Parametern des Besaugens in der Abtränkphase

LW	Abtränken											
	08. bis 10. Lebenswoche						08. bis 15. Lebenswoche					
	S/K	n	MW	min	max	s	S/K	n	MW	min	max	s
Mittlere Dauer der Besaugvorgänge in Minuten												
8	3/8	11	1,7	0,6	4,2	1,0	0/3	-	-	-	-	-
9	3/9	12	3,9	0,2	16,9	4,5	1/4	3	1,8	0,9	3,2	1,2
10	2/8	12	2,9	0,3	6,5	1,9	0/4	-	-	-	-	-
11							1/3	1	1,4	1,4	-	-
12							0/3	-	-	-	-	-
13							1/2	3	1,3	1,0	1,6	0,3
14							1/4	1	1,9	1,9	-	-
15							1/2	8	2,6	0,6	4,5	1,6

S/K = Sauger/Kälber, n = Anzahl Datensätze, MW = Mittelwert, min = Minimum, max = Maximum, s = Standardabweichung

Bisher sind in der
Schriftenreihe der Hochschule Neubrandenburg

Reihe I - Fachbereich Agrarwirtschaft und Lebensmittelwissenschaften

erschienen:

- Bd. 1 Pfeiffenberger, M., Fock, T., Kasten, J.: Ermittlung und Bewertung von Risiken landwirtschaftlicher Flächennutzung für den Naturschutz - an den Beispielregionen Peenetal Landschaft und Sternberger Endmoränengebiet in Mecklenburg-Vorpommern. Neubrandenburg 2013
114 Seiten
ISBN 978-3-941968-33-2 10,00 €
- Bd. 2 Harth, M., Meurer, P.: Was sind gesunde Lebensmittel? - eine interdisziplinäre Annäherung für Mecklenburg-Vorpommern. Neubrandenburg 2014
121 Seiten
ISBN 978-3-941968-39-4 7,50 €
- Bd. 3 Harth, M., Kasten, J.: Zur Wettbewerbsfähigkeit der Ernährungsindustrie in Mecklenburg-Vorpommern. Neubrandenburg 2014
85 Seiten
ISBN 978-3-941968-40-0 7,50 €
- Bd. 4 Witzel, S.: Was kommt nach dem Studium? Unsere Studentinnen der Agrarwirtschaft – jung, dynamisch, erfolgreich?
Entwicklung von Handlungsempfehlungen für den Studiengang Agrarwirtschaft der Hochschule Neubrandenburg. Neubrandenburg 2017
75 Seiten, 40 Abbildungen, 2 Tabellen
ISBN 978-3-941968-40-0 7,50 €
- Bd. 5 Fahning, I., Underwood, L., Fock, T., Witzel, S., Putzing, M., Jasper, G.: Die Erwerbssituation von Frauen in ländlichen Regionen unter dem Einfluss der Digitalisierung der Arbeitswelt. Neubrandenburg 2018
238 Seiten
ISBN 978-3-941968-73-8 10,00 €
- Bd. 6 Harth, M., Kasten, J.: Wolfsschutz versus Weidetierhaltung – eine sozialökonomische Analyse in Mecklenburg-Vorpommern. Neubrandenburg 2019
75 Seiten, 31 Abbildungen, 2 Tabellen
ISBN 978-3-941968-76-9 10,00 €
- Bd. 7 Harth, M., Essich, L.: Welche Landwirtschaft wollen wir? – eine gesellschaftspolitische Analyse der zukünftigen Ausgestaltung der Agrarpolitik. Neubrandenburg 2019
100 Seiten
ISBN 978-3-941968-77-6 10,00 €
- Bd. 8 Schuld, A., Dinse, R.: Investigations into cross-sucking and possibilities of reducing this during calf rearing. Neubrandenburg 2020
45 Seiten
ISBN 978-3-941968-78-3

- Bd. 9 Schuld, A., Dinse, R.: Aufzucht weiblicher Kälber und Jungrinder in landwirtschaftlichen Unternehmen; Teil I: Konditionsbewertung als Kontrollinstrument für Wachstum und Entwicklung sowie Einfluss der Körperkondition auf Gesundheit und Leistungen. Neubrandenburg 2020
188 Seiten
ISBN 978-3-941968-79-0
- Bd. 10 Schuld, A., Dinse, R.: Aufzucht weiblicher Kälber und Jungrinder in landwirtschaftlichen Unternehmen; Teil II: Einfluss des Tränkeangebots in der Kälberaufzucht auf Gesundheit, Leistungen und Wohlbefinden. Neubrandenburg 2021
293 Seiten
ISBN 978-3-941968-80-6

Bisher sind in der
Schriftenreihe der Hochschule Neubrandenburg

Reihe A - Fachbereich Agrarwirtschaft und Landschaftsarchitektur

erschienen:

- Bd. 1 Hamm, U., Müller, M., Flick, E.-M.: Einkaufsverhalten in Nordost-Deutschland. 1996
58 Seiten, 12 Grafiken, 18 Tabellen 12,00 €
ISBN 3-932227-00-X (vergriffen)
- Bd. 2 Hamm, U., Poehls, A., Schmidt, J.: Analyse der Beratung von ökologisch
wirtschaftenden Landwirten in Mecklenburg-Vorpommern. 1996
87 Seiten, 3 Grafiken, 50 Tabellen 14,00 €
ISBN 3-932227-01-8 (vergriffen)
- Bd. 3 Hamm, U., Treitel, U.: Rahmenbedingungen der Schweinefleischerzeugung in Mecklen-
burg-Vorpommern. 1997
187 Seiten, 33 Grafiken, 103 Tabellen 14,00 €
ISBN 3-932227-02-6
- Bd. 4 Kowatsch, A., Fock, T., Köhler, M., Walter, J.: Landnutzung, Naturschutz und
Küstenschutz im Biosphärenreservat Südost-Rügen. 1997
137 Seiten, 6 Karten, 34 Tabellen, 23 Abbildungen 10,00 €
ISBN 3-932227-03-4 (vergriffen)
- Bd. 5 Baudoux, P., Müller, M., Doluschitz, R., Fock, T.: Nebenerwerbslandwirtschaft in den
alten und neuen Bundesländern - ein empirischer Vergleich. 1997
72 Seiten, 44 Tabellen, 6 Abbildungen 12,00 €
ISBN 3-932227-04-2
- Bd. 6 Groth, T., Hamm, U.: Analyse der Getreide- und Rapsabrechnungen aus der Ernte
1997 in Mecklenburg-Vorpommern. 1998
92 Seiten, 43 Tabellen, 3 Grafiken 15,00 €
ISBN 3-932227-09-3 (vergriffen)
Nachdruck (veränd. Umschlag) Februar 1999 8,00 €
ISBN 3-932227-17-4 (vergriffen)
- Bd. 7 Hamm, U., Kunick, K.: Rahmenbedingungen der Ernährungsindustrie in Mecklenburg-
Vorpommern. 1998
70 Seiten, 16 Tabellen, 18 Abbildungen 10,00 €
ISBN 3-932227-10-7
- Bd. 8 Fock, T., Hamm, U., Poehls, A., Schuldt, A., Treitel, U.: Generationswechsel in
landwirtschaftlichen Unternehmen und Anforderungen an die Aus- und Weiterbildung von
Führungskräften. 1998
122 Seiten, 19 Tabellen, 35 Abbildungen 10,00 €
ISBN 3-932227-11-5
- Bd. 9 Kowatsch, A., Fock, T., Köhler, M., Vetter, L., Walter, J.: Potentielles Überschwem-
mungsgrünland an der Ostseeküste. Status Quo und Nutzungsoptionen. 1998
112 Seiten, 24 Tabellen, 7 Abbildungen, 5 Karten 8,00 €
ISBN 3-932227-12-3 (vergriffen)

- Bd. 10 Hamm, U., Biernat, K. Klämt, G., Müller, M.: Image der Landwirtschaft und des Agrarstudiums bei Gymnasiallehrern und Gymnasiasten. 1999
105 Seiten, 26 Tabellen, 19 Grafiken
ISBN 3-932227-18-2 9,00 €
- Bd. 11 Klämt, G., Hamm, U., Teuscher, M.: Anforderungen der gehobenen Gastronomie an eine Belieferung mit Lebensmitteln aus der Region. 1999
121 Seiten, 47 Tabellen, 15 Grafiken
ISBN 3-932227-19-0 9,00 €
- Bd. 12 Lührs, H., Troll, H., Voigtländer, H.: Katen auf dem Hof und Katen ohne Hof. 2000
82 Seiten, 50 Abbildungen
ISBN 3-932227-30-1 7,50 €
- Bd. 13 Behrens, H. (Hrsg.): Landschaftsentwicklung und Landschaftsplanung in der Region „Mecklenburgische Seenplatte“. 2000
274 Seiten, 22 Tabellen, 61 Abbildungen
ISBN 3-932227-31-X 10,00 €
- Bd. 14 Müller, M., Hamm, U.: Verbrauchereinstellungen beim Einkauf von Lebensmitteln in Mecklenburg-Vorpommern. 2001
73 Seiten, 11 Tabellen, 14 Abbildungen, 1 Grafik
ISBN 3-932227-37-9 10,00 €
- Bd. 15 Behrens, H., Dehne, P. Kaether, J. (Hrsg.): Regionalmanagement – Wege zu einer nachhaltigen Regionalentwicklung
Referate im Rahmen des gleichnamigen Fachsymposiums am 19. Oktober 2000 an der Fachhochschule Neubrandenburg. 2001
113 Seiten, 26 Abbildungen
ISBN 3-932227-41-7 6,00 €
- Bd. 16 Fock, T., Müller, M.: Nebenerwerbslandwirtschaft in Mecklenburg-Vorpommern. 2001
4 Seiten, 37 Übersichten, 8 Abbildungen, 5 Tabellen
ISBN 3-932227-47-6 9,00 €
- Bd. 17 Stöckmann, M.: Über die Möglichkeiten der Rekonstruktion historischer Kulturlandschaften mittels GIS am Beispiel des Neubrandenburger Umlandes. 2002
135 Seiten, 21 Abbildungen, 11 Karten, 30 Tabellen
ISBN 3-932227-50-6 9,00 €
- Bd. 18 Fock, T., Hergarden, K., Repasi, D.: Salt grasslands and coastal meadows in the Baltic region. 2002
336 Seiten, 91 Abbildungen, 74 Tafeln
ISBN 3-932227-53-0 12,50 €
- Bd. 19 Fechner, J., Fock, T.: Analyse des landwirtschaftlichen Fachkräfte- und Bildungsbedarfs im Land Brandenburg. 2002
115 Seiten, 24 Abbildungen, 71 Tabellen
ISBN 3-932227-54-9 8,00 €
- Bd. 20 Autorengruppe des durch die Deutsche Bundesstiftung Umwelt (DBU) geförderte Forschungsvorhabens: DEICHRÜCKBAU UND SALZGRASLAND AN DER SÜDLICHEN OSTSEEKÜSTE. 2003
219 Seiten, 17 Abbildungen, 54 Tabellen, 5 Karten
ISBN 3-932227-55-7 12,50 €

- Bd. 21 Lührs, H., Spitzner, P.: Freiraumplanung und Pflege des Denkmals Klosterberg Broda. Neubrandenburg, 2004
129 Seiten, 51 Abbildungen, 42 Fotos
ISBN 3-932227-64-6 8,00 €
- Bd. 22 Fock, T., Schwertassek, S.: Die Stellung der Landwirtschaft in der Region Mecklenburgische Seenplatte. 2005
98 Seiten, 9 Abbildungen, 43 Tabellen
ISBN 3-932227-66-2 7,50 €
- Bd. 23 Dehne, P. (Hrsg.): Gedanken zur Entwicklung ländlicher Räume in Mecklenburg-Vorpommern. 2006
156 Seiten, 22 Abbildungen, 7 Tabellen
ISBN 3-932227-73-5 8,00 €
- Bd. 24 Fock, T., Tillack, J.: Landwirtschaftliche Kleinerzeugung in der Region Mecklenburgische Seenplatte. 2006
108 Seiten, 3 Abbildungen, 44 Tabellen
ISBN 3-932227-75-1 8,00 €
- Bd. 25 Hirte, K., Walter, J.: Handlungsstrategien und Werte – zwischen Leitbildern und Leistungsvorstellungen im ökologischen Landbau in Ostdeutschland. 2006
120 Seiten, 28 Diagramme
ISBN 3-932227-76-X 7,50 €
- Bd. 26 Behrens, H., Kaether, J., Stöckmann, M.: Freiwillig Selbstkontrolle Nachhaltigkeit (FSK-N) in Region und Stadt. 2006
239 Seiten, 53 Abbildungen, 17 Tabellen
ISBN 3-932227-77-6 10,00 €

Innerhalb der Schriftenreihe erscheinen noch:

Reihe A – Fachbereich Agrarwirtschaft und Landschaftsarchitektur

Reihe B – Fachbereich Bauingenieur- und Vermessungswesen

Reihe C – Fachbereich Soziale Arbeit, Bildung und Erziehung

Reihe D – Fachbereich Technologie

Reihe E – Interdisziplinäre Schriften

Reihe F – Allgemeine Schriften

Reihe G – Fachbereich Gesundheit, Pflege, Management

Reihe H – Multimedia

Reihe J – Fachbereich Landschaftswissenschaften und Geomatik (neu seit Mai 2013)