

**Nicht-infektiöse Risikofaktoren für Kälberdurchfall in
bayerischen Milchviehbetrieben**

von Regina Huber

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

Nicht-infektiöse Risikofaktoren für Kälberdurchfall in bayerischen
Milchviehbetrieben

von Regina Huber
aus Mühldorf am Inn

München 2021

Aus dem Zentrum für Klinische Tiermedizin der Tierärztlichen Fakultät
der Ludwig-Maximilians-Universität München

Lehrstuhl für Innere Medizin und Chirurgie der Wiederkäuer

Arbeit angefertigt unter der Leitung von:

Univ.-Prof. Dr. Gabriela Knubben-Schweizer

Angefertigt beim:

Tiergesundheitsdienst Bayern e.V.

in Grub

Mentorin: Priv.-Doz. Dr. Ingrid Lorenz

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

Dekan: Univ.-Prof. Dr. Reinhard K. Straubinger, Ph.D.

Berichterstatter: Univ.-Prof. Dr. Gabriela Knubben-Schweizer

Korreferent: Priv.-Doz. Dr. Elke Rauch

Tag der Promotion: 6. Februar 2021

Meiner Familie

INHALTSVERZEICHNIS

I	EINLEITUNG.....	1
II	LITERATURÜBERSICHT	3
1	Abkalbemanagement.....	3
2	Geburtsgewicht, Zwilling, Geschlecht	4
3	Kolostrummanagement.....	4
3.1	Immunologische Qualität des Kolostrums	4
3.2	Mikrobiologische Qualität des Kolostrums.....	6
3.3	Einfluss der Trockenstehzeit auf die Kolostrumqualität	7
3.4	Mutterschutzimpfung	7
3.5	Art der Kolostrumfütterung	8
3.6	Zeitpunkt der Kolostrumfütterung.....	9
3.7	Menge des aufgenommenen Kolostrums	9
4	Fütterungsmanagement	12
5	Haltungsmanagement.....	14
6	Betreuungspersonal.....	16
7	Einfluss ausgewählter Vitamine und Spurenelemente auf das
	Durchfallrisiko	17
III	MATERIAL UND METHODEN.....	19
1	Betriebe.....	19
2	Probennahme	19
3	Laboranalysen.....	20
4	Statistische Auswertung.....	21
IV	ERGEBNISSE.....	23
1	Betriebspezifische Gegebenheiten	23
2	Abkalbemanagement.....	24
3	Kolostrummanagement.....	25
4	Fütterungsmanagement in den ersten Lebenswochen	28
5	Haltungsmanagement.....	31

6	Sonstige Kälberkrankheiten im Betrieb	32
7	Medizinische Prophylaxe-Maßnahmen	32
8	Risikofaktoren für Durchfall.....	33
V	DISKUSSION	35
1	Methodenkritik	35
2	Betriebsspezifische Gegebenheiten	35
3	Abkalbemanagement.....	35
4	Kolostrummanagement.....	36
5	Fütterungsmanagement	39
6	Haltungsmanagement.....	42
7	Sonstige Kälberkrankheiten im Betrieb	43
8	Medizinische Prophylaxe-Maßnahmen	45
9	Schlussfolgerungen und Ausblick	46
VI	ZUSAMMENFASSUNG.....	49
VII	SUMMARY	51
VIII	LITERATURVERZEICHNIS	53
IX	ANHANG	65
1	Fragebogen zur Datenerfassung	65
X	DANKSAGUNG	69

I EINLEITUNG

Als neonatale Diarrhoe des Kalbes bezeichnet man Durchfallerkrankungen, die bei jungen Kälbern in den ersten zwei bis drei Wochen ihres Lebens auftreten. Weltweit stellt dieser Neugeborenenendurchfall für viele landwirtschaftliche Betriebe ein großes wirtschaftliches Problem dar, da die Zahl der Kälber, die infolge des Durchfalls verenden, oft nicht unerheblich ist. Ganz abgesehen vom finanziellen Schaden bedeutet die intensive und deshalb sehr zeitaufwändige Versorgung vieler Durchfallkälber eine große psychische Belastung für das zuständige Betreuungspersonal auf den Höfen.

Die vier hauptverantwortlichen infektiösen Erreger, die den Neugeborenenendurchfall bei Kälbern verursachen, sind Rota- und Coronaviren, *Escherichia coli*, sowie Kryptosporidien. Jedoch tragen auch eine ganze Reihe äußerer Faktoren und Einflüsse ihren Teil dazu bei, dass die neonatale Diarrhoe auf einem landwirtschaftlichen Betrieb zu einem Bestandsproblem werden kann. Dazu gehören das Abkalbmanagement, das Geburtsgewicht und Geschlecht des Kalbes, das Kolostrum-, Fütterungs- und Haltungsmanagement sowie das betreuende Personal. Des Weiteren können die Vitamin- und Spurenelementversorgung einen Einfluss haben.

Das Ziel der vorliegenden Arbeit war es deshalb in einer retrospektiven Analyse zu ermitteln, welche nicht-infektiösen Risikofaktoren für den Ausbruch des Kälberdurchfalls auf einem landwirtschaftlichen Betrieb die größte Rolle spielen.

II LITERATURÜBERSICHT

1 Abkalbmanagement

Findet die Kalbung in einer sauber eingestreuten, und idealerweise nach jeder Kalbung gereinigten und desinfizierten Einzel-Abkalbebox statt, ist das Risiko, dass sich das Kalb mit Durchfallerregern unmittelbar nach der Geburt infiziert, am geringsten (GARBER et al., 1994; KLEIN-JÖBSTL et al., 2014), insbesondere wenn man es mit Kalbungen im Anbinde- oder Laufstall vergleicht (CURTIS et al., 1988). Dies trifft laut FRANK & KANEENE (1993) allerdings nur bis zu einer bestimmte Herdengröße zu. In den Untersuchungen von PITHUA et al. (2009) lässt sich jedoch im Hinblick auf das Durchfall-Erkrankungsrisiko kein Unterschied zwischen Kalbung in einer Einzel- oder Gruppenabkalbebox feststellen. Die Abkalbebox sollte nicht zugleich als Krankenbox fungieren oder sonst anderweitig genutzt werden (MEDRANO-GALARZA et al., 2018). Des Weiteren ist auch bei der Geburtshilfe auf Hygiene und Sauberkeit zu achten (STOPPACHER & MITTERHUBER, 2015). Nach einer Schweregeburt sind Kälber anfälliger gegenüber Pathogenen, welche Durchfall verursachen können, als nach einem ungestörten Geburtsverlauf, da das Kalb in der Folge eine Trinkschwäche haben kann und somit schlechter Kolostrum aufnimmt (CHO & YOON, 2014). Laut FRIEDL (2015), GIRNUS (2004) und RICHTER (2014) besteht jedoch kein Zusammenhang zwischen Geburtsverlauf und der Erkrankung an Durchfall. Eine kanadische Studie zeigt, dass in Fleischrinderherden, in denen nie Geburtshilfe geleistet wird, ein höheres Durchfallrisiko für Kälber besteht, als in solchen Herden, wo gelegentlich bei der Geburt eingegriffen wird (MURRAY et al., 2016).

Wird das Kalb unmittelbar oder innerhalb der ersten Stunde nach der Geburt von der Mutter getrennt und somit aus der Abkalbebox entfernt, so ist das Risiko an Neugeborenenendurchfall zu erkranken geringer, als wenn es erst später separiert wird (TROTZ-WILLIAMS et al., 2007). Dies würde auch mit der Studie von PETER et al. (2016) zusammenpassen, die ergibt, dass mangelhafte Geburtsüberwachung häufiger Erkrankungen an Durchfall zur Folge hat als gute Geburtsüberwachung. In den Studien von KLEIN-JÖBSTL et al. (2014) und RESKIWEIDE (2013) bestätigt sich allerdings eine längere Verweildauer des Kalbes bei seiner Mutter und spätere Einstallung in eine Kälberbox oder in ein Kälberglu nicht als Risikofaktor für Durchfall.

2 Geburtsgewicht, Zwilling, Geschlecht

Manche Studien können einen Zusammenhang zwischen Durchfallrisiko und Geburtsgewicht der Kälber feststellen: Laut RICHTER (2014) sind Kälber mit geringem Geburtsgewicht besonders gefährdet, an Durchfall zu erkranken. Auch GIRNUS (2004) kann eine entsprechende Tendenz feststellen. Diese ist jedoch statistisch nicht signifikant. PARÉ et al., (1993) stellen fest, dass Kälber sowohl mit einer sehr geringen, als auch mit einer sehr großen Geburtslebensmasse eher an Durchfall erkranken als durchschnittlich schwere Kälber. FRIEDL (2015) und RESKI-WEIDE (2013) können dies allerdings nicht bestätigen.

Zwillingskälber haben im Vergleich zu Einlingen ein höheres Risiko für eine Erkrankung an Neugeborenenenddurchfall (GIRNUS, 2004; RESKI-WEIDE, 2013; RICHTER, 2014).

Dass weibliche Kälber von Milchrassen seltener an Durchfall erkranken als männliche, hängt möglicherweise damit zusammen, dass weibliche wirtschaftlich gesehen wertvoller sind und somit besser versorgt werden (AL MAWLY et al., 2015). In den Studien von CHO et al. (2013), FRIEDL (2015), GIRNUS (2004), RESKI-WEIDE (2013), RICHTER (2014) und TROTZ-WILLIAMS et al. (2008) lässt sich kein Unterschied zwischen den beiden Geschlechtern im Hinblick auf ein Erkrankungsrisiko feststellen, jedoch stammen mit Ausnahme von TROTZ-WILLIAMS et al. (2008) von den meisten dieser genannten Studien die Daten nicht ausschließlich von Milchrassen. Ebenso gibt es laut DELAFOSSE et al. (2015) keinen Zusammenhang zwischen einem bestimmten Geschlecht und einem erhöhten Risiko für eine Infektion mit Kryptosporidien.

3 Kolostrummanagement

Viele verschiedene Studien aus der Vergangenheit zeigen, dass die Kolostrumversorgung ein sehr entscheidender Faktor für die Gesundheit des Kalbes ist, wenn nicht sogar der wichtigste (GODDEN et al., 2019; HAMMON et al., 2020). Aufgrund der syndesmochorialen Plazenta des Rindes kommt das Kalb nahezu agammaglobulinämisch zur Welt und ist auf eine schnelle und gute Kolostrumaufnahme angewiesen (WEAVER et al., 2000), um durch die verschiedenen Inhaltsstoffe des Kolostrums möglichst schnell eine belastbare Immunität gegen Pathogene, sowohl systemisch als auch lokal im Darm, auszubilden (HAMMON et al., 2020).

3.1 Immunologische Qualität des Kolostrums

Die Qualität des Kolostrums wird anhand der Immunglobulindichte definiert; von qualitativ

hochwertigem Kolostrum spricht man traditionell bei einer IgG-Konzentration von über 50 g/l oder entsprechend einem Wert von mindestens 22 % Brix (GODDEN et al., 2019). Auf Bestandesebene sollten mindestens 90 % aller Kolostrumproben diese Werte erreichen (GODDEN et al., 2019).

Ob die Kolostrummenge, die unmittelbar nach der Geburt gemolken werden kann, groß oder klein ist, hat nicht unbedingt einen Zusammenhang mit der Qualität des Kolostrums, wie GODDEN et al. (2019) mehrere Studien zusammenfassend beschreiben. Dennoch ist bei großen Erstgemelkmengen über 8,5 Liter die IgG-Konzentration tendenziell eher niedriger als bei kleineren Erstgemelkmengen (PRITCHETT et al., 1991).

LEVIEUX & OLLIER (1999) stellen fest, dass das Kolostrum von Färsen geringere IgG-Mengen und –Konzentrationen aufweist als das Erstgemelk von Kühen mit höherer Laktationsnummer. In den Untersuchungen von PRITCHETT et al. (1991) zeigt sich der Unterschied in der IgG-Konzentration nicht nur zwischen der ersten und höheren Laktationen, sondern auch noch deutlich zwischen der zweiten und den darauf folgenden Laktationen. Auch MULLER & ELLINGER (1981) beschreiben, dass die kolostrale Immunglobulin-Konzentration erst ab der dritten oder vierten Laktation deutlich höher ist als in der ersten Laktation. So ist übereinstimmend dazu das Risiko für das Kalb an Durchfall zu erkranken höher, wenn es das Kolostrum von einer Färse trinkt, als wenn das Kolostrum von einer Kuh mit höherer Laktationsnummer stammt (FRIEDL, 2015; PEREZ et al., 1990; SVENSSON et al., 2003). GIRNUS (2004), REINICKE (2006) und RESKI-WEIDE (2013) können diesen Zusammenhang allerdings nicht bestätigen.

Laut ANNEN et al. (2004), GUY et al. (1994) und MULLER & ELLINGER (1981) ist die kolostrale IgG-Konzentration rassebedingt verschieden. Tendenziell haben Fleischrassen, was die Immunglobulindichte betrifft, ein qualitativ hochwertigeres Kolostrum als Milchrassen (ANNEN et al., 2004). Insbesondere Holstein-Kühe haben im Kolostrum sogar niedrigere Immunglobulin-Konzentrationen als andere Milchrassen wie Guernsey, Braunvieh, Ayrshire und Jersey (MULLER & ELLINGER, 1981). GUY et al. (1994) bestätigen ebenso, dass im Kolostrum von Fleischrindern eine höhere IgG-Konzentration vorliegt, jedoch ist die absolut produzierte Menge an IgG im Kolostrum von Milchrassen größer.

ARSENOPOULOS et al. (2017) legen dar, dass Kolostrum von guter Qualität das Kalb nicht nur vor *E. coli*, Rota- und Coronaviren, sondern auch vor Durchfällen, die durch Kryptosporidien verursacht sind, besser schützt, als Kolostrum von schlechterer Qualität.

3.2 Mikrobiologische Qualität des Kolostrums

Generell sollte frisch gemolkenes Kolostrum immer gelagertem oder gemischtem Kolostrum (AL MAWLY et al., 2015) oder Kolostrumersatzprodukten vorgezogen werden (GODDEN et al., 2019).

Tiefgefrieren und anschließendes Auftauen im Wasserbad stellt eine gute Möglichkeit dar, um Kolostrum haltbar zu machen, ohne dass die damit gefütterten Kälber signifikant schlechter mit Immunglobulinen versorgt werden, als wenn sie mit frischem Kolostrum gefüttert worden wären (HOLLOWAY et al., 2001). Gefrorenes Kolostrum ist bis zu einem Jahr lang verwendbar (GODDEN et al., 2019).

Wird frisch gemolkenes Kolostrum ohne Konservierungsmittel im Kühlschrank gelagert, so wird die Vermehrung von Bakterien, mit denen es z. B. beim Melkvorgang kontaminiert wurde, deutlich verlangsamt im Vergleich zur Lagerung bei Umgebungstemperaturen; dennoch wird eine möglichst baldige Verfütterung innerhalb von zwei Tagen empfohlen (STEWART et al., 2005).

Grundsätzlich handelt es sich um Kolostrum von guter mikrobiologischer Qualität, wenn bei bakterieller Kontamination des Kolostrums die Gesamtkeimzahl einen Grenzwert von insgesamt über 100.000 koloniebildenden Einheiten pro Milliliter (KbE/ml) und die koliformen Keimen einen Grenzwert von über 10.000 KbE/ml nicht überschreiten, wie auch aus Tabelle 1 zu entnehmen ist (MCALOON et al., 2016; MCGUIRK & COLLINS, 2004).

Tabelle 1: Empfohlene Grenzwerte zur bakteriellen Kontamination des Kolostrums (MCGUIRK & COLLINS, 2004)

Kategorie	Grenzwert (KbE/ml)
Gesamtkeimzahl	100.000
Koliforme Keime	10.000
Andere gram-negative Keime	50.000
Streptokokken (ausgenommen <i>Streptococcus agalactiae</i>)	50.000
Koagulase negative Staphylokokken	50.000
Andere	5.000

Um eine Vermehrung der Bakterien im Kolostrum zu vermeiden, kann man Kaliumsorbat als Konservierungsmittel zugeben, sodass es bei einer Temperatur von 4°C normalerweise 96 Stunden gelagert werden kann (MEGANCK et al., 2014). Zum Schutz vor bakterieller Kontamination kann Kolostrum auch pasteurisiert werden, d. h. eine Stunde bei 60°C erhitzt werden; dies wirkt sich sogar positiv auf die Immunglobulin-Konzentration im Blut des

Kalbes aus (GODDEN et al., 2012; JOHNSON et al., 2007; KRYZER et al., 2015), da die IgG-Absorption über die Darmschranke nicht durch Bakterien im Kolostrum gestört wird (JAMES et al., 1981). Zudem hat die Fütterung mit erhitztem Kolostrum im Vergleich zur Fütterung mit rohem Kolostrum den Effekt, dass sich die natürliche Darmflora im Dünndarm stärker vermehrt als *E. coli* (MALMUTHUGE et al., 2015). Kälber, die pasteurisiertes Kolostrum erhalten haben, bekommen im Vergleich zu Kälbern, die rohes Kolostrum getrunken haben, seltener Durchfall (GODDEN et al., 2012).

3.3 Einfluss der Trockenstehzeit auf die Kolostrumqualität

Die Trockenstehzeit ist ein entscheidender Faktor für die Kolostrumqualität; wird eine Kuh nicht trockengestellt, sondern durchgemolken, so wird ihr Kolostrum folglich eine geringere Dichte an Immunglobulinen haben (ANNEN et al., 2004; RÉMOND et al., 1997).

Um nach der Kalbung eine hohe Immunglobulindichte im Kolostrum erreichen zu können, sollte die Kuh nicht zu kurz trocken stehen, wie verschiedene Studien belegen: Werden Kühe nur ein bis drei Wochen trockengestellt, so hat ihr Kolostrum eine geringere IgG-Konzentration und somit auch eine schlechtere Qualität als von Kühen, die vier bis acht Wochen trocken stehen (GAVIN et al., 2018; GODDEN et al., 2019; RÉMOND et al., 1997).

In den Untersuchungen von GIRNUS (2004) erkrankten die Kälber tendenziell eher an Durchfall, wenn im jeweiligen Betrieb die Kühe routinemäßig mit antibiotischen Trockenstellern trockengestellt werden.

Ein gesteigerter Energie- und Proteingehalt im Futter der trockenstehenden Kühe resultiert nicht in einer verbesserten immunologischen Kolostrumqualität (GODDEN et al., 2019; SHELL et al., 1995).

Euterentzündungen während der Spätphase der Trockenstehperiode reduzieren zwar die Kolostrummenge, jedoch nicht die IgG-Konzentration; dennoch sollte wegen der großen Menge darin enthaltener Bakterien keine solche Milch an neugeborene Kälber verfüttert werden (MAUNSELL et al., 1998).

3.4 Mutterschutzimpfung

Als Mutterschutzimpfung bezeichnet man eine Applikation von Antigenen beim Muttertier im letzten Trächtigkeitsdrittel, durch die die Bildung von spezifischen kolostralen Antikörpern gesteigert und eine Ausscheidung dieser über die Milch über einen längeren Zeitraum erreicht wird (BACHMANN et al., 1982; EICHHORN et al., 1982). Die Applikation der Vakzine

erfolgt in der Praxis in der Regel subkutan oder intramuskulär, wäre aber theoretisch auch intramammär möglich (BACHMANN et al., 1982).

Werden die Kühe gegen Rota- und Coronaviren, sowie gegen *E. coli* (K99+) geimpft, so reduziert sich für die Kälber das Risiko an Durchfall zu erkranken (AL MAWLY et al., 2015; FRIEDL, 2015; MEGANCK et al., 2015), da im Kolostrum dann mehr spezifische Antikörper gegen diese Erreger enthalten sind, wie in der Literatur vielfach beschrieben ist (GODDEN et al., 2019; JAYAPPA et al., 2008). Durch die Mutterschutzimpfung lassen sich nämlich die Antikörpertiter gegen die drei oben genannten Durchfall-Erreger sowohl im Serum der Kuh, als auch im Kolostrum und in der Milch, sowie im Kälberserum steigern, wodurch letztendlich das Kalb besser vor Durchfall geschützt ist (CROUCH et al., 2001; JAYAPPA et al., 2008). Zudem reduziert sich aber durch die Mutterschutzimpfung nicht nur die Anzahl der an Durchfall erkrankten Kälber, sondern auch die Ausscheidung der jeweiligen Durchfallerreger über den Kot der Kälber, was wiederum den Infektionsdruck senkt (EICHHORN et al., 1982).

Im Gegensatz zu anderen Studien stehen die Ergebnisse der Studie von GIRNUS (2004): Der Großteil der von geimpften Muttertieren geborenen Kälber erkrankte an Durchfall. Jedoch gibt GIRNUS (2004) an, dass alle Kälber der Studie, deren Mütter geimpft wurden, aus nur zwei Betrieben stammen, die bereits vor Beginn der Impfungen schon massive Probleme mit Kälberdurchfall hatten. Mit den Mutterschutzimpfungen wurden auf den beiden Betrieben ca. ein Jahr vor Beginn der Studie von GIRNUS (2004) begonnen.

In der Studie von KLEIN-JÖBSTL et al. (2014) kann mittels Umfrage kein Unterschied bezüglich des Durchfallgeschehens zwischen Mutterschutz impfenden und nicht impfenden Betrieben bestätigt werden.

In der Studie von FAYER et al. (1989) wurde eine Kuh zehn Wochen vor dem Abkalbetermin mit Kryptosporidien-Oozysten immunisiert, sodass sie folglich sog. hyperimmunes Kolostrum produzierte. Alle Kälber, die in dem Versuch mit diesem Kolostrum gefüttert wurden, erkrankten deutlich harmloser an Durchfall und schieden weniger lang Kryptosporidien-Oozysten aus als die Kontrollgruppe. Dennoch schützt das hyperimmune Kolostrum nicht vor einer Infektion mit Kryptosporidien.

3.5 Art der Kolostrumfütterung

Die Art der Fütterung ist ebenfalls entscheidend dafür, ob das Kalb adäquat mit Kolostrum versorgt und somit vor Kälberdurchfall geschützt ist. Bleibt das Kalb zunächst bei der Mutter

und trinkt ausschließlich am Euter, so ist eine adäquate Kolostrumversorgung in den ersten Lebensstunden nicht garantiert und es ist somit wahrscheinlicher, dass das Kalb an Durchfall erkrankt, als wenn es zeitnah nach der Geburt vom Landwirt mit dem Nuckel-Eimer oder mit der Flasche gefüttert wird oder gedrencht wird (GODDEN et al., 2019; SVENSSON et al., 2003; TROTZ-WILLIAMS et al., 2008).

GODDEN et al. (2009) stellen in ihren Untersuchungen fest, dass es bezüglich der Immunglobulinkonzentration im Blut bei einer verfütterten Kolostrummenge von drei Litern bei der ersten Mahlzeit keine Rolle spielt, ob das Kalb mit einer Nuckelflasche gefüttert wird oder das Kolostrum per Sonde gedrencht wird. Jedoch ist bei einer verfütterten Kolostrummenge von nur 1,5 Litern die Art der Fütterung sehr wohl entscheidend für die Versorgung mit Antikörpern; bei Fütterung mit der Nuckelflasche sind in diesem Fall die Werte der Immunglobulinkonzentration im Blut deutlich höher als beim Drenchen.

3.6 Zeitpunkt der Kolostrumfütterung

Da die Darmschranke für die großmolekularen kolostralen Antikörper innerhalb der ersten 24 Lebensstunden ab der Geburt zunehmend schlechter passierbar wird, ist es wichtig, dass das Kalb möglichst in den ersten zwei Lebensstunden die erste Portion Kolostrum trinkt (AL MAWLY et al., 2015; GODDEN et al., 2019; HAMMON et al., 2020), um das Risiko für eine Erkrankung an Durchfall zu minimieren (FRIEDL, 2015). REINICKE (2006) stellt sogar fest, dass pro Stunde Verzögerung um 0,8 mg/ml weniger IgG absorbiert werden. Im Gegensatz dazu können aber GIRNUS (2004) und RICHTER (2014) bezüglich des Zeitpunktes der ersten Kolostrumaufnahme innerhalb der ersten zwölf bzw. 24 Lebensstunden eines Kalbes keinen signifikanten Unterschied zwischen früherer und späterer Kolostrumaufnahme in Bezug auf eine Durchfallerkrankung feststellen. Des Weiteren ist zudem zu bedenken, dass nach der Kalbung die Immunglobulindichte im Kolostrum stetig abnimmt (ANNEN et al., 2004; GODDEN et al., 2019). Gemäß §11 Tierschutznutztierhaltungsverordnung muss jedem neugeborenen Kalb bis spätestens vier Stunden nach der Geburt Kolostrum angeboten werden.

3.7 Menge des aufgenommenen Kolostrums

Bei der ersten Kolostrummahlzeit darf das Kalb ohne Bedenken ad libitum Kolostrum trinken. Je mehr es nämlich trinkt, umso besser wird es mit Immunglobulinen versorgt (TROTZ-WILLIAMS et al., 2008). Mindestens zwei Liter bei der ersten Tränkung (FRIEDL, 2015) in den ersten zwei bis drei Lebensstunden und weitere zwei Liter des Erstgemelks spätestens bei der nächsten Melkzeit bzw. in den ersten drei bis neun Lebensstunden reduzieren das Risiko

für eine Erkrankung an Kälberdurchfall (CHO & YOON, 2014). Um eine optimale Versorgung mit Immunglobulinen sicher zu stellen, sollte ein Kalb laut GODDEN et al. (2019) möglichst zeitnah nach der Geburt mindestens 300 g IgG zu sich nehmen und nicht nur 150 bis 200 g IgG, wie es traditionell empfohlen wurde.

Dementsprechend ist ein Kalb, das zwischen 24 Stunden und zehn Tage alt ist, gut mit Kolostrum versorgt worden, wenn im Serum eine Gesamteiweißkonzentration von über 55 g/l gemessen werden kann (WIEDEMANN et al., 2013). TROTZ-WILLIAMS et al. (2008) verwenden für die Beurteilung der Totalproteinkonzentration einen Grenzwert von 5,2 g/dl. CHIGERWE et al. (2015) distanzieren sich von den traditionellen Cut-off-Werten für das Totalprotein; diese sind ihrer Ansicht nach nämlich zu niedrig angesetzt, da es in ihrer Studie einen Zusammenhang zwischen besonders niedriger Mortalität der Kälber und Gesamteiweißkonzentrationen im Serum im Bereich von 5,8-6,3 g/dl gibt.

Hat ein Kalb jedoch im Zeitraum 24 bis 48 Stunden nach der Geburt eine IgG-Konzentration im Blut, die niedriger als 10 mg/ml ist, so spricht man traditionell von „failure of passive transfer“, also von einem Scheitern der Immunglobulinversorgung (BUCZINSKI et al., 2018; GODDEN et al., 2019).

CHIGERWE et al. (2015) gehen davon aus, dass für eine adäquate Immunglobulinversorgung ein Cut-off-Wert von 1000 mg/dl für die IgG-Konzentration im Serum eines Kalbes zu niedrig angesetzt ist; stattdessen empfehlen sie eine Serum-IgG-Konzentration von 2001-2500 mg/dl, da dies in ihrer Studie mit besonders niedrigem Mortalitätsrisiko assoziiert war.

Inzwischen ist man der Meinung, dass die historischen Cut-off-Werte für Gesamteiweiß und IgG-Konzentration die Beurteilung der Kolostrumversorgung zu vereinfacht darstellen, sodass man sich für eine stufenweise Einteilung der Parameter in vier Kategorien entschieden hat, wie in Tabelle 2 dargestellt ist (GODDEN et al., 2019). Um die Gesamtsituation der Kolostrumversorgung auf Betriebsebene zu beurteilen, gibt Tabelle 2 Richtwerte an, wie viel Prozent der Kälber, welcher Kategorie zugeordnet werden sollten.

Tabelle 2: Kategorien zur Ermittlung der immunologischen Kolostrumqualität und Empfehlungen zum prozentualen Anteil von Kälbern eines Betriebes pro Kategorie (GODDEN et al., 2019)

Vorgeschlagene Kategorie	Vorgeschlagene IgG-Level (g/l)	Entsprechende Serum-Totalprotein-Level (g/dl)	Entsprechende Serum Brix-Level (%)	Vorgeschlagener Anteil an Kälber pro Kategorie (%)
Exzellent	≥25,0	≥6,2	≥9,4	>40
Gut	18,0-24,9	5,8-6,1	8,9-9,3	~30
Befriedigend	10,0-17,9	5,1-5,7	8,1-8,8	~20
Gering	<10,0	<5,1	<8,1	<10

Bei einer Kolostrumaufnahme von weniger als zwei Litern bei der ersten Tränkung steigt das Durchfallrisiko (FRIEDL, 2015) bzw. die Ausscheidung von Kryptosporidien-Oozysten (ARSENOPOULOS et al., 2017). Auch in der Studie von RICHTER (2014) haben die zum Zeitpunkt der Untersuchung gesunden Kälber im Durchschnitt vorberichtlich am meisten Kolostrum getrunken.

Sollten Kälber nach der Geburt nicht trinken wollen, kann durch einmaliges Drenchen von drei Litern Erstgemelk von guter Qualität die Immunglobulinversorgung sichergestellt werden (DESJARDINS-MORRISSETTE et al., 2018; GODDEN et al., 2009; LATEUR-ROWET & BREUKINK, 1983). Ansonsten ist Drenchen aufgrund §3 Absatz 9 des Tierschutzgesetzes in Deutschland nicht zulässig.

Durchfall-Problembetriebe kann man dazu ermutigen, jedem Kalb entweder entsprechend den Studien von BERGE et al. (2009) und CHAMORRO et al. (2017) Kolostrumpulver oder eine entsprechende kleine Menge Kolostrum (PARREÑO et al., 2010) einmal täglich bis zu 14 Tage nach der Geburt in die Tränke einzumischen. Obwohl die Passierbarkeit der Darmschranke für die Immunglobuline nach der Geburt stetig abnimmt, haben bestimmte Immunglobuline aus dem Kolostrum lokal im Darm auch bis 14 Tage nach der Geburt protektive Effekte vor Kälberdurchfall (BERGE et al., 2009; CHAMORRO et al., 2017). PYO et al. (2018) kommen zudem zu der Feststellung, dass bei Beimischung von Kolostrum zur Milch oder Vertränkung von purem Kolostrum in den ersten drei Lebenstagen eines Kalbes die Entwicklung der Darmzotten ausgeprägter ist als bei reiner MilCHFütterung.

In den Untersuchungen von KLEIN-JÖBSTL et al. (2014) kann weder Art und Zeitpunkt der ersten Kolostrumaufnahme, noch Qualität oder Menge des aufgenommenen Kolostrums als Risikofaktor für Kälberdurchfall bestätigt werden.

4 Fütterungsmanagement

Traditionell basieren die Empfehlungen für die Tränkemengen in den ersten zwei bis drei Lebenswochen eines Kalbes bei konventioneller Haltung auf einer restriktiven Art und Weise der Fütterung, was einer Milchmenge von ca. 10 % der Körpermasse pro Tag, aufgeteilt auf zwei Mahlzeiten, entspricht (JASPER & WEARY, 2002). Jedoch braucht ein Kalb pro Tag eine Milchmenge von mindestens 12 bis 13 % seiner momentanen Lebendmasse um seinen Energie- und Nährstoffbedarf für Erhaltung und Wachstum zu decken. Leidet ein Kalb an Unterernährung, so ist es gleichzeitig einem erhöhtem Durchfallrisiko ausgesetzt (MEDRANO-GALARZA et al., 2018). TREFZ et al. (2017) stellen in einer Studie fest, dass Unterernährung oder Abmagerung bei an Durchfall erkrankten Kälbern mit einer erhöhten Mortalität zusammenhängt. An dieser Stelle ist zu bedenken, dass bei kalten Umgebungstemperaturen der Erhaltungsbedarf an Energie steigt, welche das neugeborene Kalb ausschließlich über die Milch aufnimmt (SCIBILIA et al., 1987). Daraus kann logischerweise nur gefolgert werden, dass im Winter sowohl explizit das Durchfallrisiko (MEDRANO-GALARZA et al., 2018), aber auch allgemein Morbidität und Mortalität bei neugeborenen Kälbern steigen (GODDEN et al., 2005), wenn der in dieser Jahreszeit erhöhte Energiebedarf über die Milch nicht ausreichend gedeckt wird.

Laut der Studie von JORGENSEN et al. (2017) reduziert jeder Liter Milch, der einem Kalb pro Tag zur Verfügung steht, das Durchfallrisiko um zwölf Prozent; vorausgesetzt die Milch ist mikrobiologisch betrachtet nicht kontaminiert. Es besteht kein Zusammenhang zwischen Anzahl der Tage, an denen ein Kalb mit der Milch der eigenen Mutter gefüttert wird und einem erhöhten Risiko für Durchfall (GIRNUS, 2004). Ebenso kann in dieser Studie von GIRNUS (2004) kein signifikanter Zusammenhang zwischen Anzahl der Mahlzeiten, Tränketemperatur und Tränkemenge pro Tag in Bezug auf die Durchfallhäufigkeit festgestellt werden. Im Gegensatz dazu werden in der Studie von QUIGLEY et al. (2006) bei sich zunächst steigernder und dann wieder reduzierender Milchaustauscher-Menge zwar bessere Gewichtszunahmen festgestellt, jedoch treten auch häufiger Durchfälle auf als bei gleichbleibender Milchaustauschermenge über den Zeitraum von wenigen Tagen nach der Geburt bis zum Absetzen.

Auch laut JASPER & WEARY (2002), MACCARI et al. (2015) und WIEDEMANN et al. (2015) ist der Gesundheitszustand der Kälber, insbesondere auch die Durchfallinzidenz zunächst grundsätzlich davon unabhängig, ob Kälber in den ersten drei Lebenswochen ad libitum oder restriktiv mit Milch gefüttert werden, solange eine adäquate Energiezufuhr

gewährleistet wird. Dies ist laut HAMMON et al. (2020) nur dann der Fall, wenn die Kälber pro Tag eine Milchmenge trinken, die 20 % ihrer Körpermasse entspricht, was annähernd einer Ad-libitum-Tränke gleichkommt. Die Kälber in den Untersuchungen von JASPER & WEARY (2002) zeigen bei Ad-libitum-Tränke nämlich von Anfang an höhere Gewichtszunahmen. Diese Gewichtszunahmen können von der restriktiv gefütterten Kontrollgruppe auch trotz deutlich höherer Raufutteraufnahmen ab ca. 14 Tagen nach der Geburt nicht mehr aufgeholt werden. Andere Quellen bestätigen ebenso, dass sich bei Ad-libitum-Tränke die Kälber tendenziell besser entwickeln und somit auch weniger häufig an typischen Kälberkrankheiten wie Durchfall erkranken (HAMMON et al., 2020; MACCARI et al., 2015; WIEDEMANN et al., 2015).

Laut einer Studie von SVENSSON et al. (2003) erkranken Kälber in Gruppenhaltung mit Automatenfütterung seltener an Durchfall als manuell gefütterte Kälber in Einzelboxen.

In der Studie von AL MAWLY et al. (2015) tritt bei den Kälbern auf Betrieben wo auch Sperrmilch als Kälbernahrung verfüttert wurde, seltener flüssiger Kot auf, als auf Betrieben, wo keine Sperrmilch an Kälber verfüttert wird. Als Sperrmilch wurde dabei entweder Milch mit Medikamentenrückständen und/oder Mastitismilch bezeichnet. GODDEN et al. (2005) stellen fest, dass Kälber, die mit pasteurisierter Sperrmilch gefüttert werden, seltener an Durchfall erkranken als Kälber, die mit kommerziellem Milchaustauscher gefüttert werden. Im Hinblick auf Sperrmilch wird in der Studie von ZOU et al. (2017) zwischen unbehandelter, pasteurisierter und mit Ameisensäure angesäuerter Sperrmilch unterschieden; dabei stellt sich heraus, dass angesäuerte Sperrmilch im Vergleich zu den anderen beiden Typen von Sperrmilch weniger oft Kälberdurchfall in Zusammenhang steht. Histologisch und immunologisch betrachtet treten aber im Vergleich zur Fütterung mit einwandfreier Tankmilch bei Fütterung jeglicher Art von Sperrmilch Enteritiden verschiedener Grade auf ZOU et al. (2017).

DELAFOSSÉ et al. (2015) stellen fest, dass durch die Fütterung mit angesäuerter Milch die Ausscheidung von Kryptosporidien-Oozysten und somit auch das Risiko für Durchfall im Vergleich zur Fütterung mit nicht angesäuerter Milch reduziert wird.

Laut DELAFOSSÉ et al. (2015) scheiden Kälber, die mit Eimern ohne Saugnuckel gefüttert werden, häufiger Kryptosporidien-Oozysten aus und erkranken somit häufiger an Durchfall als Kälber, die aus Tränkeeimern mit Saugnuckel trinken. Plausible Gründe dafür könnten nach DELAFOSSÉ et al. (2015) sein, dass die inneren Wandflächen der Eimer ohne Nuckel nicht so sauber sind, da diese Eimer ineinander gestapelt werden können, oder dass die Kälber

beim Trinken aus Eimern ohne Saugnuckel ihr Saugbedürfnis nicht ausreichend stillen können und somit häufiger Gegenstände der Aufstallung oder andere Kälber besaugen, wodurch sie vermehrt oral Kryptosporidien-Oozysten aus der Umgebung aufnehmen.

Teilen sich zwei bis drei Kälber einen Tränkeeimer, so ist das Risiko an Durchfall zu erkranken deutlich höher, als wenn nur ein bis zwei Kälber mit demselben Eimer gefüttert werden (RICHTER, 2014).

Gute Hygiene bei der Fütterung ist laut CHO & YOON (2014) eine sehr wichtige Maßnahme zur Verhinderung von Kälberdurchfall. Dies gilt ganz besonders auch für die Kolostrumfütterung (GODDEN et al., 2019). MEDRANO-GALARZA et al. (2018) stellen in ihren Untersuchungen fest, dass im Sommer die Kälber seltener an Durchfall erkranken, wenn die bakterielle Kontamination der Milch unter 100.000 KbE/ml liegt; dementsprechend reduziert sich in dieser Studie auch das Durchfallrisiko, wenn die Milchautomaten dreimal täglich gereinigt werden im Vergleich zu zwei- oder einmal täglicher Reinigung. RICHTER (2014) kann allerdings keinen signifikanten Zusammenhang zwischen Reinigung der Tränkeeimer und einer Erkrankung an Durchfall feststellen.

WICKRAMASINGHE et al. (2019) kommen zu der Erkenntnis, dass es im Hinblick auf die Durchfalldauer und Schwere der Durchfallerkrankung keinen Unterschied macht, ob einem Kalb von Geburt an ad libitum Trinkwasser zur Verfügung steht oder erst ab dem 17. Lebenstag. Laut Tierschutznutztierhaltungsverordnung ist es in Deutschland für Kälber ab einem Alter von über 14 Tagen vorgeschrieben, dass sie jederzeit Zugang zu Trinkwasser haben.

5 Haltungsmanagement

Unabhängig davon, ob Kontakt zu Artgenossen besteht oder nicht, stellt sich in den Untersuchungen von GIRNUS (2004) heraus, dass Kälber in Einzel-Kälberboxen seltener Durchfall bekommen als Kälber, die im Iglu, in Anbindehaltung oder in Gruppenhaltung untergebracht sind. Berücksichtigt man jedoch nicht nur die Aufstallungsform, sondern auch den Kontakt zu Artgenossen, so zeigt sich bei GIRNUS (2004), dass eine Einzel-Unterbringung im Iglu im Vergleich zu allen anderen Unterbringungsformen (einzeln oder mehrere Kälber) am wenigsten mit dem Auftreten von Durchfall in Zusammenhang steht. CURTIS et al. (1988) stellen fest, dass einzeln in Boxen untergebrachte Kälber im Vergleich zu angebondenen Kälbern seltener an Durchfall erkranken.

RICHTER (2014) stellt in ihren Untersuchungen fest, dass Anbindehaltung das geringste Durchfallrisiko birgt, gefolgt von Einzelhaltung im Iglu. Auch laut MARCE et al. (2010), RESKI-WEIDE (2013) und SVENSSON et al. (2003) erkrankten einzeln gehaltene Kälber später und weniger an Durchfall als Kälber in Gruppenhaltung oder zu zweit in Einzelboxen oder Iglus untergebrachte Kälber. Insbesondere wird durch die Untersuchungen von MARCE et al. (2010) bestätigt, dass das Erkrankungsrisiko für Durchfall bei Gruppenhaltung umso höher ist, je jünger die Kälber zu dem Zeitpunkt sind, wenn sie in Gruppen zusammengeführt werden.

Sowohl Iglus als auch fahrbare Einzelboxen haben den großen Vorteil, dass sie gut mit einem Hochdruckreiniger gewaschen und anschließend desinfiziert werden können, was auch vor jeder Neubelegung durchgeführt werden sollte (MEGANCK et al., 2014). BARTELS et al. (2010) fanden in Kotproben von Kälbern seltener Coronaviren, wenn vor einer Neubelegung die jeweiligen Aufstallungseinrichtungen gründlich gereinigt wurden.

Es spielt keine Rolle im Hinblick auf eine Durchfallerkrankung, ob die Kälberiglus immer an denselben Plätzen stehen oder zwischen den Belegungen umgestellt werden (RESKI-WEIDE, 2013). Gleiches gilt dafür, ob der Auslauf im Iglu eingestreut ist oder nicht, ob die Iglus überdacht sind und ob ein Sonnenschutz vorhanden ist (RESKI-WEIDE, 2013).

Bezüglich der Gruppenhaltung macht es im Hinblick auf das Erkrankungsrisiko an Durchfall keinen Unterschied, in welchem Alter die Kälber in Gruppen aufgestellt werden, aus wie vielen Tieren eine Gruppe besteht (JORGENSEN et al., 2017) und wie groß der Altersunterschied der Kälber innerhalb einer Gruppe ist (KLEIN-JÖBSTL et al., 2014). Bei Automatenfütterung in Gruppen steigt laut MARCE et al. (2010) das Durchfallrisiko bei einem größeren Altersunterschied innerhalb einer Kälbergruppe aber sehr wohl.

Werden Kälber im Freien gehalten und sind somit unterschiedlichem Wetter ausgesetzt, so ist das Risiko für eine Erkrankung an Durchfall höher, als wenn sie in geschlossenen Gebäuden untergebracht sind (AL MAWLY et al., 2015; KLEIN-JÖBSTL et al., 2014).

Laut GULLIKSEN et al. (2009) birgt die Unterbringung von Kälbern in einem Laufstall ein höheres Durchfallrisiko als in einem Anbindestall und WEBER et al. (2015) stellen das Selbe für die Kälberhaltung in Offenställen fest.

Was die Einstreu betrifft, so stellt sich in der Studie von AL MAWLY et al. (2015) heraus, dass Stroheinstreu mit einem geringeren Risiko für Durchfall verbunden ist als Sägespäne. Wichtig ist aber in erster Linie, dass die Einstreu trocken ist (CHO & YOON, 2014).

Dementsprechend reduziert sich das Durchfallrisiko für die Kälber, je öfter frische Einstreu zugeführt wird (MEDRANO-GALARZA et al., 2018). Bei Gruppenhaltung auf Betonspaltenboden ist das Durchfallrisiko und die Ausscheidung von Kryptosporidien-Oozysten im Vergleich zur Haltung auf planbefestigtem Boden oder Tiefstreu erhöht (GULLIKSEN et al., 2009). In der Studie von RESKI-WEIDE (2013) ist kein Unterschied zwischen den Einstreuarten Stroh und getrocknetem Moorschnitz im Hinblick auf das Durchfallrisiko festzustellen; jedoch ist bei Kälberhaltung in Iglus das Risiko für eine Durchfallerkrankung geringer, wenn die Iglus auf der Wiese stehen und nicht auf einer betonierten Fläche.

Laut DELAFOSSE et al. (2015) spielt es keine Rolle, wie die Kälber nach der Geburt untergebracht werden.

6 Betreuungspersonal

Auf Betrieben, wo sich Frauen um die Kälber kümmern, kommt es seltener zu Kälberdurchfall als dort, wo ausschließlich Männer für die Versorgung der Kälber zuständig sind (AL MAWLY et al., 2015; GIRNUS, 2004). In der Studie von TROTZ-WILLIAMS et al. (2008) ist bei Kälbern, um die sich Frauen kümmern, die Gesamteiweißkonzentration im Serum höher als bei Kälbern, die von Männern versorgt werden. In den Untersuchungen von RESKI-WEIDE (2013) sind allerdings die Männer erfolgreicher, was eine niedrige Durchfallinzidenz bei den Kälbern betrifft; jedoch stellt sich insgesamt weniger das Geschlecht des Betreuungspersonals als Risikofaktor dar, sondern vielmehr wechselnde Betreuer. Auch wird von RESKI-WEIDE (2013) die Belastung des Betreuungspersonals für die Kälber eingeschätzt; bei mittlerer Belastung des Personals haben die Kälber am seltensten Durchfall.

Laut MARTIN et al. (1975) und UETAKE (2013) besteht ein höheres Mortalitätsrisiko für Kälber, wenn sich angestelltes Personal und nicht die Hofbesitzer*innen selbst um die Kälber kümmern. In der Studie von KLEIN-JÖBSTL et al. (2014) kann dies jedoch nicht bestätigt werden.

WEBER et al. (2015) empfehlen, dass pro Betrieb möglichst nur eine Person für die Kälber zuständig sein sollte, welche idealerweise wenig Kontakt zu Tieren anderer Altersgruppen hat.

7 Einfluss ausgewählter Vitamine und Spurenelemente auf das Durchfallrisiko

Kälber mit niedriger Eisenkonzentration im Blut haben im Vergleich zu Artgenossen mit normaler Eisenkonzentration im Blut ein höheres Risiko an Durchfall zu erkranken (GOLDHOFER, 2016; PRODANOVIĆ et al., 2019).

In der Studie von HEIDARPOUR BAMI et al. (2008) hat die parenterale Verabreichung von Eisen und Kupfer keinerlei Effekte auf das Durchfallgeschehen bei den Kälbern. Auch bei einer täglichen oralen Eisen-Supplementierung über 28 Tage, sind keine Einflüsse auf das Risiko typischer Kälberkrankheiten zu erkennen (MOHRI et al., 2006).

Das Spurenelement Selen spielt neben seiner Funktion als Cofaktor des Enzyms Gluthathionperoxidase eine wichtige Rolle im Metabolismus von Leukozyten und Aminosäuren. Selenmangel kann daher zur sogenannten Weißmuskelkrankheit, also einer Muskelschwäche führen, welche sich bei Kälbern nicht nur in Form von schlechtem Stehvermögen, sondern auch in Form von Trinkschwäche bemerkbar machen kann (BOSTEDT & SCHRAMEL, 1990; WITTMEIER, 2008).

SPEARS et al. (1986) stellen fest, dass regelmäßige, kombinierte Vitamin E- und Selen-Injektionen bei Kühen drei bis vier Monate vor dem Kalbetermin in Abständen von jeweils 60 Tagen die Mortalitätsrate bei Kälbern senken, welche oftmals aufgrund von Neugeborenendurchfall in den ersten Lebenswochen sehr hoch ist.

Alternativ ist über einen Zeitraum von ca. zwei Wochen ante partum eine tägliche orale Selensupplementierung von 13 mg/d für die trockenstehenden Kühe möglich. Dies ist einer Selen-Injektion für die Kälber in den ersten Tagen nach der Geburt vorzuziehen, da der Selentransfer von der Mutterkuh auf das Kalb nachweislich über die Plazenta effektiver stattfindet als über die Milch (WITTMEIER, 2008). Übereinstimmend dazu finden auch KAMADA et al. (2007) heraus, dass eine Selen-Supplementierung des Kolostrums bei Kälbern zu einer gesteigerten Immunglobulin-Aufnahme ins Blut führt. Laut MEDRANO-GALARZA et al. (2018) minimiert sich das Durchfallrisiko für Saugkälber aber auch nach einer direkt nach der Geburt verabreichten kombinierten Vitamin-E-Selen-Injektion.

Im Gegensatz dazu gibt es in der Studie von COHEN et al. (1991) im Hinblick auf das Erkrankungsrisiko an Neugeborenendurchfall keinen signifikanten Unterschied, je nachdem, ob die Kühe präpartum mehrmals parenterale Supplementierung mit Vitamin E und Selen erhalten haben oder nicht. Auch in der Studie von GUNTER et al. (2003) stellt sich heraus,

dass eine Selensupplementierung bei trächtigen Kühen keinen Einfluss auf die körperliche Entwicklung und die Mortalität von deren neugeborenen Kälbern nimmt.

Die Studie von TEIXEIRA et al. (2014) zeigt wiederum schon, dass eine kombinierte Spurenelement-Injektion bestehend aus Zink, Mangan, Selen und Kupfer am dritten Lebenstag der Kälber, das Risiko in den ersten zwei Lebenswochen an Durchfall zu erkranken, reduziert.

Laut GOLDHOFER (2016) spielen jedoch hohe oder niedrige Selen-, Kupfer- und Mangengehalte im Blut keine Rolle im Hinblick auf die Durchfallinzidenz der Kälber. Gleiches wird für Vitamin E und Vitamin B12 festgestellt. Auch in der Studie von TAJIK & NAZIFI (2013) kann kein signifikanter Zusammenhang zwischen den Konzentrationen von Kalzium, Magnesium, Kupfer, Zink, Mangan und Eisen im Serum der Kälber und deren Kotkonsistenz bzw. Schwere der Durchfallerkrankung bestätigt werden.

III MATERIAL UND METHODEN

1 Betriebe

Für die vorliegende Arbeit wurden retrospektiv Daten zu Kälbergesundheit und Kälbermanagement von 77 landwirtschaftlichen Betrieben mit Milchviehhaltung in Bayern ausgewertet. Die Datenerhebung erfolgte im Rahmen von durch den Freistaat Bayern und die Bayerische Tierseuchenkasse geförderten Projekten zur Gesundheitsvorsorge und Gesunderhaltung von landwirtschaftlichen Nutztieren. Im Rahmen dieser Projekte wandten sich Landwirte an den Tiergesundheitsdienst Bayern e.V. (TGD) um das Kälbermanagement und die Kälbergesundheit in ihren Beständen untersuchen zu lassen. Die Betriebsbesuche wurden von 14 Tierärztinnen und Tierärzten der Fachabteilung Rindergesundheitsdienst des Tiergesundheitsdienstes Bayern e.V. von Januar 2017 bis April 2019 durchgeführt.

In 59 Betrieben bestand nach Aussage der Betriebsleiter*innen ein Problem mit Neugeborenendurchfall (Problembetriebe). In 18 Betrieben musste mindestens im Verlauf des vorangegangenen Jahres keine tierärztliche Hilfe zur Behandlung von Neugeborenendurchfall in Anspruch genommen werden (Kontrollbetriebe).

Auf jedem Betrieb wurden vom jeweiligen Tierarzt/von der jeweiligen Tierärztin gemeinsam mit dem/der Betriebsleiter*in Daten zu sämtlichen Gegebenheiten und Abläufen auf dem jeweiligen Hof mit Hilfe eines Standardbetriebsprotokolls erhoben, welches als Anhang 1 angefügt ist.

2 Probennahme

Im Verlauf des Bestandsbesuches wurden pro Betrieb von jeweils 5 frischlaktierenden Kühen und bis zu 10 gesunden Kälbern im Alter von zwei bis 10 Tagen Serum-Blutproben entnommen. Diese wurden mittels Kurierdienst in das Labor des TGD in Poing geschickt. Zudem wurden die Landwirt*innen aufgefordert, Erstkolostrumproben von bis zu 10 Kühen zu sammeln. Hierfür wurden Probengefäße zur Verfügung gestellt. Die Landwirt*innen wurden angewiesen, die Proben so zu gewinnen, wie sie das Kalb aufnehmen würde, also aus dem Nuckel oder aus der Sonde. Die Proben wurden unmittelbar nach der Gewinnung auf dem Betrieb tiefgefroren. Sobald das Probenset vollständig war, wurde es vom/von der TGD-Tierarzt/Tierärztin abgeholt und in gefrorenem Zustand in das TGD-Labor geschickt.

3 Laboranalysen

Zur Bestimmung der Selenkonzentration wurden die von den Kühen gewonnenen Blutproben zunächst 10 Minuten bei 3000 rpm zentrifugiert und 1 ml des überstehenden Serums mit 4 ml 0,01 %iger Triton X-100 Messlösung versetzt. Zur Herstellung der Messlösung wurden 0,1 g Triton X und 1,25 ml Antimonstandard in einem 1-Liter-Kolben vorgelegt und in *Aqua bidest.* im Ultraschallbad für einige Minuten gelöst, dann mit *Aqua bidest.* auf 1 l aufgefüllt und in eine dunkle, mit einem Dispenser versehene Falsche gefüllt. Nach diesen Schritten wurde die Selenkonzentration aus den Proben direkt durch optische Emissionsspektrometrie mittels induktiv gekoppelten Plasmas (ICP-OES) gemessen. Hierfür wurde das Analysegerät iCAP duo 6300, Thermo Fisher Scientific, 20084711 verwendet.

In den Blutproben der Kälber wurde die Gesamteiweißkonzentration zur Abschätzung der Qualität der Kolostrumversorgung gemessen. Dabei wurde das durch Zentrifugation (Beschreibung siehe oben) aus den Blutproben gewonnene Serum mittels eines vollautomatischen Analysegeräts (Konelab 30i von Thermo Fischer, 951- C 4417531) analysiert, indem durch Titration ein farbiger Kupfer-Komplex entsteht und photometrisch bei 540 nm detektiert wird (Biuret-Probe). Es besteht dabei eine direkte Korrelation zwischen Farbintensität und Gesamteiweißmenge.

In den Kolostrumproben wurde sowohl die hygienische Qualität (Gesamtkeimzahl, Anzahl der koliformen Keime) als auch die immunologische Qualität (Brix Refraktometer) bestimmt.

Die Kolostrumproben wurden zur Untersuchung bei 4-8°C im Kühlschrank aufgetaut.

Zur Ermittlung der Gesamtkeimzahl und der Menge an koliformen Keimen, wurden die Kolostrumproben zunächst mit 0,9 %iger NaCl-Lösung als Verdünnungsmedium (Anfangsverdünnung: 1 ml Kolostrum + 9 ml Casein-Pepton) in 1:10-Schritten bis zur Stufe 10^{-6} verdünnt.

Die Bestimmung der Gesamtkeimzahl erfolgte im Oberflächenspatelverfahren. Hierzu wurden aus den Verdünnungsstufen 10^{-2} bis 10^{-6} jeweils 100 µl Probenmaterial auf die Agar-Oberfläche pipettiert und anschließend mit einem sterilen Spatel gleichmäßig über die Oberfläche verteilt. Für jede Verdünnungsstufe kam Plate-Count-Agar im Doppelansatz zum Einsatz. Diese Festnährböden wurden über 72 ± 1 h bei 30 ± 1 °C inkubiert.

Auch für die Ermittlung der Menge an koliformen Keimen wurde das bereits für die Gesamtkeimzahl beschriebene Oberflächenspatelverfahren angewendet. Jedoch wurde hierfür

nicht der Plate-Count-Agar, sondern der Wasserblau-Metachromgelb-Lactose-Agar nach Gassner verwendet. In diesem Fall wurden die Nährböden über 48 ± 1 h bei $37 \pm 1^\circ\text{C}$ bebrütet.

Die Berechnung der Gesamtkeimzahl und der Anzahl koliformer Keime erfolgte über die Ermittlung des gewichteten Mittelwertes.

Die Bestimmung des Brix%-Wertes der Kolostrumproben erfolgte mittels eines Brix-Refraktometers vom Modell PCE-032 des Herstellers PCE Instruments. Dabei wurden zwei bis drei Tropfen der Kolostrumprobe auf die Linse des Refraktometers aufgetragen und anschließend die Abdeckklappe geschlossen. Das Refraktometer ist dann in Richtung einer natürlichen oder künstlichen Lichtquelle zu halten um mit Blick durch das Okular den Brix%-Wert an der Übergangslinie zwischen blau und weiß abzulesen.

4 Statistische Auswertung

Alle Daten, die mithilfe der Fragebögen erfasst wurden, sowie die Ergebnisse der Blut- und Kolostrumproben-Untersuchungen wurden in einer Excel-Tabelle gesammelt. Die statistische Auswertung erfolgte anschließend mit dem Programm IBM SPSS Statistics 24.0.0.1. Die deskriptive Statistik von kategorialen Faktoren erfolgte mittels Kreuztabellen. Die Faktoren wurden mittels Chi-Quadrat-Test oder dem Exakten Test nach Fisher auf signifikante Unterschiede zwischen Problem- und Kontrollbetrieben untersucht, wenn die erwartete Häufigkeit in einem Feld weniger als 5 Betriebe betrug. Kontinuierliche Parameter wurden mit Hilfe von QQ-plots und des Shapiro-Wilk-Test auf Normalverteilung untersucht. Da bei der Mehrzahl der ausgewerteten Variablen nicht von einer Normalverteilung auszugehen ist, wurden diese in Form von Medianen und Interquartilsbereichen (Q_1/Q_3) angegeben. Gruppenvergleiche kontinuierlicher Parameter wurden mit Hilfe des nichtparametrischen Mann-Whitney-U-Tests durchgeführt. Für die statistische Auswertung wurde ein Signifikanzniveau von $p=0,05$ festgelegt.

Variablen, die in der univariaten Analyse eine Signifikanz von $p \leq 0,2$ erreichten und bei denen aus medizinischer Sicht ein kausaler Zusammenhang mit dem Auftreten von Neugeborenenenddurchfall plausibel erschien und die für alle Betriebe zutrafen, wurden anschließend in eine multivariate binär-logistische Regressionsanalyse mit Rückwärtsselektion (Wald) einbezogen, bei der eine Odds Ratio (OR) mit zugehörigem Konfidenzintervall von 95% berechnet wurde. Zudem wurden nur Parameter in das Modell einbezogen, die unabhängig von der Aufstallungsform für alle Betriebe Bedeutung hatten.

Wenn Parameter sehr eng miteinander korreliert haben (Korrelationskoeffizient nach

Spearman $> 0,6$ bzw. $< -0,6$), so wurde zur Minimierung von Kollinearität nur diejenige Variable in das Modell einbezogen, die den kleineren p-Wert in der vorausgegangen univariaten Analyse hatte. Die Anpassungsgüte des finalen Modells wurde mit Hilfe des Hosmer-Lemeshow Goodness-of-Fit Tests evaluiert.

IV ERGEBNISSE

1 Betriebsspezifische Gegebenheiten

Verschiedene betriebsbezogene Gegebenheiten zu den an der Studie teilnehmenden Milchviehbetrieben sind in Tabelle 3 zusammengefasst dargestellt. Für die meisten Variablen gibt es keine signifikanten Unterschiede zwischen Problem- und Kontrollbetrieben.

Tabelle 3: Betriebsspezifische Daten zu den an der Studie teilnehmenden Milchviehbetrieben mit Problemen mit Neugeborenendurchfall (59 Problembetriebe) und ohne Neugeborenendurchfall (18 Kontrollbetriebe) der Kälber

Variable	Problembetriebe Median (Q ₁ /Q ₃) n (Anteil)	Kontrollbetriebe Median (Q ₁ /Q ₃) n (Anteil)	p-Wert
Anzahl der Milchkühe	75 (62-108)	75 (70-100)	0,86
Anzahl der Färsen	40 (30-68)	55 (42-69)	0,075
Anzahl der Kälber	30 (20-40)	25 (20-37)	0,81
Vorherrschende Rasse			
Fleckvieh	33 (55,9%)	17 (94,4%)	0,003
Andere als Fleckvieh	26 (44,1%)	1 (5,6%)	
<i>Holstein</i>	3(5,1%)	0 (0,0%)	
<i>Braunvieh</i>	7 (11,9%)	1(5,6%)	
<i>gemischt</i>	16 (27,1%)	0 (0,0%)	
Milchleistung in kg	8.300 (7.663-8.950)	9.000 (8.175-9.500)	0,025
Milchfettgehalt in %	4,2 (4,1-4,3)	4,2 (4,1-4,2)	0,64
Milcheiweißgehalt in %	3,5 (3,4-3,6)	3,6 (3,5-3,6)	0,076
Zellzahl der Milch pro ml	150.000 (120.000-176.500)	150.000 (132.500-180.000)	0,53
Zwischenkalbezeit in Tagen	382 (375-400)	372,5 (368-379)	0,012
Herdenremontierungsrate in %	25 (20-30)	28 (24-30)	0,26
Aufstallungsform			
Boxenlaufstall	56 (94,9%)	17 (94,4%)	1,00
Anders	3 (5,1%)	1 (5,6%)	
Stallklima			
Außenklima	33 (55,9%)	10 (55,6%)	0,98
Anders	26 (44,1%)	8 (44,4%)	
Separater Jungviehstall			
Ja	20 (33,9%)	4 (22,2%)	0,35
Nein	39 (66,1%)	14 (77,8%)	

Fleckvieh war sowohl auf den Problem- als auch auf den Kontrollbetrieben die vorherrschende Rasse, insgesamt 50 Betriebe hielten hauptsächlich Rinder dieser Rasse. Des Weiteren gab es noch insgesamt drei Holstein- und acht Braunvieh-Betriebe. Die restlichen 16 Betriebe hatten Rinder verschiedener Rassen.

Die Milchleistung erreicht auf den Kontrollbetrieben im Median einen Wert von 9.000 kg pro Jahr, während sie auf den Problembetrieben nur bei 8.300 kg liegt. Dies stellt einen signifikanten Unterschied zwischen Betrieben mit und ohne Durchfallprobleme dar.

Für die Fett- und Eiweißgehalte der Milch lassen sich beim Vergleich der entsprechenden Medianwerte jedoch keine signifikanten Unterschiede feststellen, gleiches gilt für Zellgehalt der Milch.

Bezüglich der Zwischenkalbezeit gibt es ebenfalls einen signifikanten Unterschied zwischen den Medianwerten der beiden Betriebsgruppen. Auf den Kontrollbetrieben liegt der Wert bei 372,5 Tagen und auf den Problembetrieben bei 382 Tagen.

Auf nahezu allen Höfen waren die Kühe in einem Boxenlaufstall untergebracht. Auch bezüglich des Stallklimas unterscheiden sich die beiden Gruppen nicht signifikant, da von den Kontrollbetrieben 55,6 % und von den Problembetrieben 55,9 % einen Außenklimastall hatten, die jeweils knapp andere Hälfte hatte einen Warmstall.

Auf vier Kontrollbetrieben und 20 Problembetrieben ist das Jungvieh in einem separaten Stall untergebracht.

2 Abkalbmanagement

Alle Daten rund um das Thema Abkalbmanagement auf den an der Studie teilnehmenden Betrieben sind in Tabelle 4 überblicksmäßig zusammengefasst.

Tabelle 4: Daten zum Abkalbmanagement der an der Studie teilnehmenden Milchviehbetriebe mit Problemen mit Neugeborenenendurchfall (59 Problembetriebe) und ohne Neugeborenenendurchfall (18 Kontrollbetriebe) der Kälber

Variable		Problembetriebe Median (Q ₁ /Q ₃) n (Anteil)	Kontrollbetriebe Median (Q ₁ /Q ₃) n (Anteil)	p-Wert
Abkalbebox	Ja	46 (78,0%)	11 (61,1%)	0,16
	Nein	13 (22,0%)	7 (38,9%)	
Vorhandene Abkalbebox für jede Kalbung genutzt	Ja	30 (65,2%)	11 (100%)	0,024
	Nein	16 (34,8%)	0 (0,0%)	
Reinigung des Abkalbbereichs nach jeder Kalbung	Ja	10 (16,9%)	6 (33,3%)	0,14
	Nein	49 (83,1%)	12 (66,7%)	

Desinfektion des Abkalbebereichs nach jeder Kalbung				
	Ja	2 (3,4%)	1 (5,6%)	0,68
	Nein	57 (96,6%)	17 (94,4%)	
Niemals Nutzung der Abkalbebox als Krankenabteil				
	Ja	17 (28,8%)	5 (27,8%)	0,93
	Nein	42 (71,2%)	13 (72,2%)	
Abkalbebox ununterbrochen von Kühen belegt				
	Ja	20 (33,9%)	8 (44,4%)	0,093
	Nein	39 (66,1%)	10 (55,5%)	
Neugeborene Kälber nach der Geburt länger als 3 Std. bei der Mutter				
	Ja	17 (28,8%)	1 (5,5%)	0,071
	Nein	42 (71,2%)	17 (94,4%)	
Kälber saugen am Euter der Mutter				
	Ja	16 (27,1%)	1 (5,5%)	0,085
	Nein	43 (72,9%)	17 (94,4%)	

Auf den meisten Betrieben ist eine Abkalbebox vorhanden, dennoch findet auf den Problembetrieben mit vorhandener Abkalbebox nicht jede Kalbung auch darin statt. Alternativ kalben die Kühe laut den Angaben der Landwirte auf manchen Höfen in Laufställen in der Herde oder in Anbindeställen an ihrem Platz, auf manchen Betrieben werden sie dazu aber auch separiert von der Herde angebunden.

Eine Reinigung des Abkalbebereichs nach jeder Kalbung wird in 33,3 % der Kontrollbetriebe und in 16,9 % der Problembetriebe durchgeführt.

Bezüglich der Nutzung der Abkalbebox als Krankenabteil ergab sich zwischen Kontroll- und Problembetrieben kein statistisch signifikanter Unterschied.

Auf Betrieben ohne Durchfallprobleme bleiben die neugeborenen Kälber nach der Geburt nur auf 5,6 % der Höfe länger als drei Stunden bei der Mutter, während dies im Gegensatz dazu auf 28,8 % der Problembetriebe der Fall ist. Dieser Unterschied ist jedoch statistisch nicht signifikant.

3 Kolostrummanagement

Tabelle 5 präsentiert alle Daten rund um das Kolostrummanagement auf den an der Studie teilnehmenden Milchviehbetrieben.

Tabelle 5: Daten zum Kolostrummanagement der an der Studie teilnehmenden Milchviehbetriebe mit Problemen mit Neugeborendurchfall (59 Problembetriebe) und ohne Neugeborendurchfall (18 Kontrollbetriebe) der Kälber

Variable	Problembetriebe Median (Q ₁ /Q ₃) n (Anteil)	Kontrollbetriebe Median (Q ₁ /Q ₃) n (Anteil)	p-Wert
Anteil der % Brix-Werte \geq cut-off von 22% Brix, Angabe in %	66,7 (50,0-77,8)	60,0 (40,0-66,7)	0,24
Anteil der GKZ < 100.000 KbE/ml, Angabe in %	20,0 (9,3-50,0)	11,1 (0-22)	0,23
Anteil der koliformen Keime < 10.000 KbE/ml, Angabe in %	94,5 (67,5-100,0)	85,0 (60,0-100,0)	0,39
Selenkonzentration im Serum der Kühe in $\mu\text{g/l}$	57,0 (44,4-70,0)	52,5 (41,0-61,0)	0,033
Mutterschutzimpfung mit kommerziellen Impfstoffen			
Ja	29 (49,2%)	9 (50,0%)	0,95
Nein	30 (50,8%)	9 (50,0%)	
Kolostrumquelle			
Nur Muttertier	57 (96,6%)	18 (100,0%)	1,00
Poolkolostrum	2 (3,4%)	0 (0,0%)	
Kolostrum-Drenchen kommt in Frage			
Ja	33 (55,9%)	12 (66,7%)	0,42
Nein	26 (44,1%)	6 (33,3%)	
<i>Erwärmung von Kolostrum (Mehrfachnennung möglich)</i>			
keine	20 (33,9%)	8 (44,4%)	
Wasserbad	26 (44,1%)	5 (27,8%)	
Tauchsieder	20 (33,9%)	7 (38,9%)	
Mikrowelle	0 (0,0%)	1 (5,6%)	
Pasteurisierung	1 (1,7%)	0 (0,0%)	
Erste Kolostrummahlzeit innerhalb der ersten zwei Lebensstunden			
Ja	43 (72,9%)	15 (83,3%)	0,54
Nein	16 (27,1%)	3 (16,7%)	
Aufgenommene Kolostrummenge bei der ersten Fütterung			
3 Liter	19 (32,2%)	10 (55,6%)	0,079
2 Liter oder so viel wie Kalb trinkt	40 (67,8%)	8 (44,4%)	
Aufgenommene Kolostrummenge bei der zweiten Fütterung			
3 Liter oder mehr	28 (47,5%)	15 (83,3%)	0,012
Weniger als 3 Liter	31 (52,5%)	3 (16,7%)	
Anteil der Totalprotein-Werte > 58 g/l, Angabe in %	69 (50-100)	80 (50-100)	0,68
Totalproteinkonzentration im Serum	5,3 (4,8-5,9)	5,4 (4,9-5,7)	1,00

der Kälber in g/l			
Lagerung von frisch gemolkenem Kolostrum bei 4 °C			
Ja	8 (13,6%)	6 (33,3%)	0,065
Nein	51 (86,4%)	12 (66,7%)	
Tiefgefrieren von überschüssigem Kolostrum			
Ja	48 (81,4%)	12 (66,7%)	0,20
Nein	11 (18,6%)	6 (33,3%)	

Sowohl bezüglich der immunologischen als auch bezüglich der mikrobiologischen Kolostrum-Qualität konnten keine signifikanten Unterschiede zwischen beiden Betriebsgruppen festgestellt werden.

Die Werte der Selenkonzentration im Serum der Kühe sind mit 57,0 µg/l auf den Problembetrieben signifikant höher als auf den Kontrollbetrieben.

Eine Mutterschutzimpfung mit kommerziellen Impfstoffen wird auf 50,0 % der Kontrollbetriebe und auf 49,1 % der Problembetriebe als Prophylaxemaßnahme zum Schutz vor Kälberdurchfall durchgeführt.

Das Muttertier stellt auf den meisten Höfen die Kolostrumquelle der Wahl für ihr Kalb dar. Lediglich auf zwei Problembetrieben wird das Kolostrum von mehreren Tieren vermischt an die neugeborenen Kälber verfüttert.

Auf allen teilnehmenden Betrieben wird den Kälbern das Kolostrum bevorzugt grundsätzlich als Tränke zur selbständigen Aufnahme angeboten. 66,7 % der Kontrollbetriebe gaben an, den Kälbern das Kolostrum bei Bedarf zu drenchen, während dies im Gegensatz dazu nur auf 54,2 % der Problembetriebe praktiziert wird. Dieser Unterschied ist jedoch statistisch nicht signifikant.

Acht Kontrollbetriebe und 20 Problembetriebe vertränten frisch gemolkenes Kolostrum ohne zusätzliche Erwärmung an ihre Kälber. Ansonsten wird das Kolostrum insbesondere mithilfe von Wasserbad und Tauchsieder für die Kälber erwärmt. Eine Pasteurisierung der Biestmilch findet auf einem Problembetrieb statt; die Erwärmung in der Mikrowelle wird auf einem der Kontrollbetriebe durchgeführt.

Auf 83,3 % der Kontrollbetriebe bekamen die neugeborenen Kälber innerhalb ihrer ersten zwei Lebensstunden ihre erste Kolostrum-Mahlzeit. Bei den Problembetrieben wird dies nur in 72,9 % der Betriebe so praktiziert. Dieser Unterschied ist jedoch statistisch nicht signifikant.

Auf 55,6 % der Kontrollbetriebe nahmen die Kälber bei ihrer ersten Mahlzeit sicher drei Liter Kolostrum auf, während dies im Gegensatz dazu nur auf 32,2 % der Problembetriebe der Fall war. Dieser Unterschied ist statistisch nicht signifikant.

Ähnliches wird für die Kolostrumaufnahme bei der zweiten Fütterung des Kalbes festgestellt: Auf 61,1 % der Kontrollbetriebe tranken die Kälber bei der zweiten Mahlzeit nach der Geburt drei Liter oder mehr Biestmilch, während dies nur bei 30,5 % der Problembetriebe so war. Dies ergibt einen signifikanten Unterschied zwischen Betrieben mit und ohne Durchfallproblemen.

Die Versorgung mit Immunglobulinen aus dem Kolostrum lässt sich anhand der Gesamteiweißkonzentration im Serum des Kalbes beurteilen. Entsprechend den Angaben in der Tabelle gibt es diesbezüglich keine signifikanten Unterschiede zwischen Problem- und Kontrollbetrieben.

Auf sechs Kontrollbetrieben und auf acht Problembetrieben wird frisch gemolkenes Kolostrum, das für spätere Mahlzeiten verwendet werden soll, unmittelbar bei 4°C gekühlt. Außerdem gab ein Großteil der Betriebe an, dass sie überschüssiges Kolostrum einfrieren, um es bei Bedarf jederzeit einem Kalb zur Verfügung stellen zu können.

4 Fütterungsmanagement in den ersten Lebenswochen

In Tabelle 6 sind alle Daten zum Fütterungsmanagement der an der Studie teilnehmenden Milchviehbetriebe gesammelt aufgelistet.

Tabelle 6: Daten zum Fütterungsmanagement der an der Studie teilnehmenden Milchviehbetriebe mit Problemen mit Neugeborenenendurchfall (59 Problembetriebe) und ohne Neugeborenenendurchfall (18 Kontrollbetriebe) der Kälber

Variable	Problembetriebe Median (Q ₁ /Q ₃) n (Anteil)	Kontrollbetriebe Median (Q ₁ /Q ₃) n (Anteil)	p-Wert
Hauptnahrungsquelle in der zweiten Lebenswoche			
Milchaustauscher	19 (32,2%)	4 (22,2%)	0,42
Tankmilch oder Muttermilch	40 (67,9%)	14 (77,8%)	
Sauertränke ab der zweiten Lebenswoche			
Ja	24 (40,7%)	7 (38,9%)	0,89
Nein	35 (59,3%)	11 (61,1%)	
Verfütterung von Sperrmilch			
Ja	17 (28,8%)	6 (33,3%)	0,71

	Nein	42 (71,2%)	12 (66,7%)	
Eigener Eimer für jedes Kalb in der ersten Lebenswoche				
	Ja	35 (59,3%)	16 (88,9%)	0,020
	Nein	24 (40,7%)	2 (11,1%)	
Tränkeautomat in der ersten Lebenswoche				
	Ja	0 (0,0%)	0 (0,0%)	
	Nein	59 (100,0%)	18 (100,0%)	
Eigener Eimer für jedes Kalb in der zweiten Lebenswoche				
	Ja	33 (55,9%)	15 (83,3%)	0,045
	Nein	26 (44,1%)	3 (16,7%)	
Tränkeautomat in der zweiten Lebenswoche				
	Ja	2 (3,4%)	0 (0,0%)	1,00
	Nein	57 (96,6%)	18 (100,0%)	
Anzahl der Mahlzeiten in der ersten Lebenswoche				
	Ad libitum	3 (5,1%)	6 (33,3%)	0,004
	2 oder 3 Mahlzeiten pro Tag	56 (94,9%)	12 (66,7%)	
Anzahl der Mahlzeiten ab der zweiten Lebenswoche				
	Ad libitum	4 (6,8%)	6 (33,3%)	0,009
	2 oder 3 Mahlzeiten pro Tag	55 (93,2%)	12 (66,7%)	
Milchmenge pro Mahlzeit in der ersten Lebenswoche				
	Mehr als 3 Liter	10 (16,9%)	8 (44,4%)	0,020
	3 Liter oder weniger	49 (83,1%)	10 (55,6%)	
Milchmenge pro Mahlzeit in der zweiten Lebenswoche				
	Mehr als 3 Liter	27 (45,8%)	10 (55,6%)	0,47
	3 Liter oder weniger	31 (52,5%)	8 (44,4%)	
Zusätzliches Futterangebot ab der zweiten Lebenswoche				
	Heu	45 (76,3%)	9 (50,0%)	0,038
	Kälberstarter	22 (37,3%)	6 (33,3%)	0,78
	Heu und Kälberstarter	20 (33,9%)	4 (22,2%)	0,35
	Kälber-TMR	13 (22,0%)	10 (55,6%)	0,009
	Wasser	47 (79,7%)	17 (94,4%)	0,17
Saugnuckelreinigung nach jeder Mahlzeit				
	Ja	29 (49,2%)	9 (50,0%)	0,95
	Nein	30 (50,8%)	9 (50,0%)	

Die Milch der eigenen Mutter ist auf den meisten Betrieben das Hauptnahrungsmittel für Kälber in der ersten Lebenswoche. Sogar in der zweiten Lebenswoche wird noch auf einigen Betrieben die Milch der eigenen Mutter gezielt an das jeweilige Kalb verfüttert.

Normale Tankmilch wird bereits in der ersten Lebenswoche nur auf 6,8 % der Problembetriebe routinemäßig als Kälbernahrung verwendet, auf den Kontrollbetrieben werden Kälber in diesem Lebensabschnitt nicht damit gefüttert. In der zweiten Lebenswoche verwenden dann 66,7 % der Kontroll- und 54,2 % der Problembetriebe die Tankmilch zur Fütterung ihrer Kälber.

In der ersten Lebenswoche kam auf keinem Kontrollbetrieb Milchaustauscher als Tränke zum Einsatz, wohingegen drei Problembetriebe diese Nahrungsquelle für ihre Kälber nutzen. Vier Kontrollbetriebe versorgten ihre Kälber dann aber in der zweiten Lebenswoche mit Milchaustauscher und ebenso wurde dieses Futtermittel auf 19 Problembetrieben als Kälbernahrung verwendet.

Auch hatte die Verwendung von Sauertränke keinen signifikanten Einfluss auf das Durchfallgeschehen; diese wurde in 38,9 % der Kontrollbetriebe und in 40,7 % der Problembetriebe an Kälber ab der zweiten Lebenswoche verfüttert. Schon in der ersten Lebenswoche kam die Sauertränke nur auf 33,3 % der Kontrollbetriebe und auf 39,0 % der Problembetriebe zum Einsatz.

Auf 88,9 % der Kontrollbetriebe bekommt in der ersten Lebenswoche jedes Kalb zur Fütterung seinen eigenen Eimer, im Vergleich dazu ist dies nur auf 59,3 % der Problembetriebe der Fall. Dies stellt einen signifikanten Unterschied dar.

In der ersten Lebenswoche füttern 33,3 % der Kontroll- und 74,6 % der Problembetriebe ihre Kälber zweimal täglich, während dies in der zweiten Lebenswoche auf 50,0 % der Kontroll- und auf 76,3 % der Problembetriebe die gängige Praxis ist.

Eine restriktive Fütterung mit drei Mahlzeiten pro Tag findet sich in der ersten Lebenswoche auf 33,3 % der Kontroll- und 20,3 % der Problembetriebe; in der zweiten Lebenswoche ist dies auf 16,7 % der Kontroll- und auf 17,0 % der Problembetriebe so der Fall.

Ab der ersten Lebenswoche können die Kälber auf 33,3 % der Kontrollbetriebe ad libitum Milch trinken, während von den Problembetrieben nur 5,1 % dies ihren Kälbern anbieten. Hier stellt sich ganz klar ein signifikanter Unterschied dar.

Die Aufnahme einer größeren Milchmenge als drei Liter pro Fütterung stimmt in den meisten Fällen mit der Ad-libitum-Fütterung überein, daher wird dieser Aspekt hier aufgeführt und nicht bei den Milchmengen der restriktiven Fütterung. In der ersten Lebenswoche trinken die Kälber auf 44,4 % der Kontroll- und auf 16,9 % der Problembetriebe pro Fütterung bereits

mehr als drei Liter Milch.

In der zweiten Lebenswoche sind es die Kälber von 55,6 % der Kontrollbetriebe und 45,8 % der Problembetriebe, die pro Fütterung mehr als drei Liter Milch trinken.

Eine gründliche Saugnuckelreinigung findet nach jeder Kälberfütterung auf ca. der Hälfte aller Höfe statt, während eine Desinfektion der Saugnuckel meist nicht durchgeführt wird.

Nach jedem Kalb werden auf 33,3 % der Kontroll- und auf 42,4 % der Problembetriebe die Saugnuckel der Tränkeimer ausgetauscht.

5 Haltungsmangement

Tabelle 7 können alle Daten der Studie zum Punkt Haltungsmangement der Kälber entnommen werden.

Tabelle 7: Daten zum Haltungsmangement der an der Studie teilnehmenden Milchviehbetriebe mit Problemen mit Neugeborenenendurchfall (59 Problembetriebe) und ohne Neugeborenenendurchfall (18 Kontrollbetriebe) der Kälber

Variable	Problembetriebe Median (Q ₁ /Q ₃) n (Anteil)	Kontrollbetriebe Median (Q ₁ /Q ₃) n (Anteil)	p-Wert
Einzelaufstallung der neugeborenen Kälber			
Ja	49 (83,1%)	17 (94,4%)	0,44
Nein	10 (16,9%)	1 (5,6%)	
<i>Einzelaufstallung in Box (Mehrfachnennung möglich)</i>	37 (62,7%)	11 (61,1%)	
<i>Einzelaufstallung in Iglu (Mehrfachnennung möglich)</i>	40 (67,8%)	13 (72,2%)	
Beginn der Gruppenhaltung			
Frühe Gruppenhaltung	18 (30,5%)	6 (33,3%)	0,82
Nach 3 oder mehr Wochen	41 (69,5%)	12 (66,7%)	
Belegung von Gruppenboxen			
kontinuierlich	51 (86,4%)	16 (88,9%)	1,00
rein-raus	8 (13,6%)	2 (11,1%)	
Standort der Kälber in der Nähe von Kühen			
Ja	33 (55,9%)	5 (27,8%)	0,042
Nein	26 (44,1%)	13 (72,2%)	

Die neugeborenen Kälber werden in 94,4 % der Kontrollbetriebe und 83,1 % der Problembetriebe zunächst einzeln aufgestellt.

Auf 61,1 % der Kontrollbetriebe und auf 62,7 % der Problembetriebe sind Kälberboxen zu

Unterbringung von Saugkälbern vorhanden. Iglus gibt es auf 72,2 % der Kontrollbetriebe und auf 67,8 % der Problembetriebe als Aufstallung für die neugeborenen Kälber. Auf manchen Betrieben sind beide Aufstallungsarten gleichzeitig vorhanden.

Bei der an die Einzelaufstallung folgenden Gruppenhaltung findet auf 88,9 % der Kontrollbetriebe und auf 86,4 % der Problembetriebe eine kontinuierliche Gruppenbelegung und kein Rein-Raus-Verfahren statt.

Eine Reinigung der Kälberaufstallung führen 83,3 % der Kontroll- und 74,6 % der Problembetriebe nach jeder Belegung von Einzel- oder Gruppenboxen mit Rein-Raus-Belegung durch.

In der Nähe der Kühe sind die Kälber auf 27,8 % der Kontrollbetriebe und auf 55,9 % der Problembetriebe untergebracht. Dies ist ein signifikanter Unterschied zwischen beiden Betriebsgruppen.

6 Sonstige Kälberkrankheiten im Betrieb

Tabelle 8 stellt eine Übersicht über das Auftreten bestimmter Kälberkrankheiten auf den an der Studie teilnehmenden Betrieben dar.

Tabelle 8: Daten zum Auftreten ausgewählter Kälberkrankheiten auf den an der Studie teilnehmenden Milchviehbetrieben mit Problemen mit Neugeborenendurchfall (59 Problembetriebe) und ohne Neugeborenendurchfall (18 Kontrollbetriebe) der Kälber

Variable	Problembetriebe Median (Q ₁ /Q ₃) n (Anteil)	Kontrollbetriebe Median (Q ₁ /Q ₃) n (Anteil)	p-Wert
Durchfallerkrankung bei Kälbern über 3 Wochen			
<25% der Kälber	46 (78,0%)	18 (100,0%)	0,022
≥25% der Kälber	13 (22,0%)	0 (0,0%)	
Atemwegserkrankungen			
<25% der Kälber	43 (72,9%)	17 (94,4%)	0,060
≥25% der Kälber	16 (27,1%)	1 (5,6%)	
Trinkschwäche			
<25% der Kälber	47 (79,7%)	18 (100,0%)	0,058
≥25% der Kälber	12 (20,3%)	0 (0,0%)	

7 Medizinische Prophylaxe-Maßnahmen

In Tabelle 9 sind alle Daten zu medizinischen Behandlungen, die von Landwirt*innen als Vorbeugung vor Kälberdurchfall auf den an der Studie teilnehmenden Betrieben durchgeführt

werden, zu finden.

Tabelle 9: Daten zur Anwendung medizinischer Prophylaxe-Maßnahmen für Kälber auf den an der Studie teilnehmenden Milchviehbetrieben mit Problemen mit Neugeborenenendurchfall (59 Problembetriebe) und ohne Neugeborenenendurchfall (18 Kontrollbetriebe) der Kälber

Variable	Problembetriebe Median (Q ₁ /Q ₃) n (Anteil)	Kontrollbetriebe Median (Q ₁ /Q ₃) n (Anteil)	p-Wert
<i>E. coli</i> -Schluckvakzine	Ja	4 (6,8%)	0,57
	Nein	55 (93,2%)	
Kryptosporidien-Prophylaxe (z. B. Halofuginon)	Ja	18 (30,5%)	0,83
	Nein	41 (69,5%)	
Kokzidiose-Prophylaxe	Ja	22 (37,3%)	0,90
	Nein	37 (62,7%)	
Vitamin-E-Selen-Injektion	Ja	24 (40,7%)	0,78
	Nein	35 (59,3%)	
Verabreichung eines Eisen-Präparates	Ja	20 (33,9%)	0,16
	Nein	39 (66,1%)	

8 Risikofaktoren für Durchfall

Mit $p \leq 0,2$ in der univariaten Analyse flossen folgende in Tabelle 10 aufgeführten Variablen in das multivariate Regressionsmodell ein:

Tabelle 10: Durch univariate Regression ermittelte Variablen bzw. Risikofaktoren für Neugeborenenendurchfall auf den an der Studie teilnehmenden Betrieben, die in das multivariate Regressionsmodell einfließen und ihre p-Werte aus der univariaten Regression

Variable	p-Wert
Reinigung des Abkalbebereichs nach jeder Kalbung	0,14
Aufenthalt des neugeborenen Kalbes bei der Mutter länger als drei Stunden nach der Geburt	0,071
drei Liter Kolostrum bei der ersten Mahlzeit	0,079
drei oder mehr als drei Liter Kolostrum bei der zweiten Mahlzeit	0,012
Ad-libitum-Fütterung in der ersten Lebenswoche	0,004
eigener Eimer für jedes Kalb in der ersten Lebenswoche	0,020
Unterbringung der Kälber in der Nähe von Kühen	0,042
Verabreichung eines Eisen-Präparates nach der Geburt	0,16

Für die in der folgenden Tabelle 11 aufgelisteten Variablen-Paare gibt es jeweils enge Korrelationen miteinander, sodass immer nur die Variable mit dem niedrigeren p-Wert in die multivariate Regression eingeflossen ist.

Tabelle 11: Aufgrund der in der univariaten Regression berechneten p-Werte eng miteinander korrelierende Variablen bzw. Risikofaktoren auf den an der Studie teilnehmenden Betrieben und ihre p-Werte aus der univariaten Regression

Variable	p-Wert	Variable	p-Wert
Ad-libitum-Fütterung in der ersten Lebenswoche	0,004	später Ad-libitum-Fütterung	0,009
eigener Eimer in der ersten Lebenswoche	0,020	eigener Eimer in der zweiten Lebenswoche	0,045
Saugen am Euter der Mutter	0,085	länger als drei Stunden bei der Mutter	0,071

Nach der schrittweisen Aussortierung von nicht signifikanten Variablen durch die multivariate Regression bleiben somit noch folgende drei Variablen übrig. Diese sind in Tabelle 12 dargestellt.

Tabelle 12: Im multivariaten Regressionsmodell verbleibende Variablen bzw. Risikofaktoren für Neugeborenenendurchfall auf den teilnehmenden Betrieben mit Angabe von Odds Ratio (OR), 95 % Konfidenzintervall (CI) und p-Wert aus der multivariaten Regression

Variable	Odds Ratio (OR)	95% Konfidenzintervall (CI)	p-Wert
Drei oder mehr als drei Liter Kolostrum bei der zweiten Mahlzeit	0,209	0,049-0,892	0,035
Ad-libitum-Fütterung in der ersten Lebenswoche	0,059	0,006-0,599	0,017
Verabreichung eines Eisenpräparates nach der Geburt	10,935	1,251-95,624	0,031

Trinken Kälber bei ihrer zweiten Kolostrummahlzeit drei oder mehr Liter Erstgemelk, so geht dies mit einem selteneren Auftreten von Durchfallproblemen auf den jeweiligen Betrieben einher.

Desweiteren ist festzustellen, dass bei Ad-libitum-Fütterung in der ersten Lebenswoche ein geringeres Risiko für Neugeborenenendurchfall für die Kälber dieser Betriebe besteht.

Erhalten die Kälber kurz nach der Geburt ein Eisen-Präparat injiziert oder oral verabreicht, so steht dies mit einem erhöhten Vorkommen von Durchfall in Zusammenhang.

V DISKUSSION

1 Methodenkritik

Die Daten, die für diese Arbeit erfasst und ausgewertet wurden, sind einerseits gemessene Werte und andererseits durch Befragungen gewonnene Informationen. Alle gemessenen Werte, wie beispielsweise die Daten aus der Blut- und Kolostrumuntersuchung oder die Daten zur Milchleistung, wurden mit standardisierten Messgeräten erfasst und sind somit sehr gut vergleichbar. Was die mithilfe der Fragebögen erfassten Angaben betrifft, muss einerseits bedacht werden, dass mehrere verschiedene Tierärzt*innen beteiligt waren, die auf den Höfen mit den Landwirt*innen die Fragebögen ausgefüllt haben, und dass die Angaben der Landwirt*innen zudem eine subjektive Wahrnehmung widerspiegeln.

Es erschwerte die Datenauswertung, dass viele Faktoren sich gegenseitig beeinflussen und voneinander abhängen. Daher musste so gut wie möglich herausgefiltert werden, welche Parameter als eigenständige mögliche Risikofaktoren betrachtet werden konnten.

2 Betriebsspezifische Gegebenheiten

Im Allgemeinen gibt es zwischen den Höfen der beiden Betriebsgruppen keine großen Unterschiede bezüglich der betriebsspezifischen Charakteristika. Die meisten Betriebe halten Fleckviehrinder. Meistens sind die Kühe in Laufställen und die Kälber zunächst in Einzelboxen oder Einzelglus untergebracht. Auch die Anzahl der Milchkühe liegt im Median bei beiden Betriebsgruppen bei 75 Tieren.

Kontrollbetriebe erzielen im Median eine höhere Milchleistung und eine kürzere Zwischenkalbezeit als Problembetriebe. Daraus könnte gefolgert werden, dass Kontrollbetriebe grundsätzlich ein besseres Management oder eine genauere Tierbeobachtung haben, was auch der Grund für weniger Probleme mit Kälberkrankheiten wie Neugeborenenenddurchfall sein könnte.

3 Abkalbmanagement

Wird bei der Geburt eines Kalbes auf Hygiene und Sauberkeit geachtet, so hat dieses einen guten Start ins Leben. Daher ist insbesondere eine Einzelabkalbebox, vorausgesetzt sie ist sauber eingestreut, der ideale Ort für eine Kalbung, wie bereits schon einige Studien aus der Vergangenheit beschreiben (GARBER et al., 1994; KLEIN-JÖBSTL et al., 2014). Laut

PITHUA et al. (2009) ist das Durchfallrisiko für das Kalb aber auch nach Geburt in einer Gruppenabkalbebox nicht höher als in einer Einzelabkalbebox, die nach jeder Kalbung gereinigt wird. Auf den meisten Betrieben der vorliegenden Studie ist eine Abkalbebox vorhanden, dennoch wird sie besonders auf einigen Betrieben mit Durchfallproblemen nicht grundsätzlich für jede Kalbung genutzt und zudem ist die Abkalbebox auch des Öfteren ununterbrochen von zum Teil kranken Kühen belegt. Die Vorteile einer Abkalbebox sind vor allem dann gegeben, wenn diese auch sauber gehalten wird und nicht anderweitig genutzt wird (MEDRANO-GALARZA et al., 2018), da die Einstreu sonst ein ideales Milieu für die Persistenz von Krankheitserregern wie beispielsweise Kryptosporidien bietet (GARBER et al., 1994), was logischerweise zu einer Erhöhung des Durchfallrisikos für das neugeborene Kalb führt. In einer verschmutzten Abkalbebox erhöht sich nämlich für das neugeborene Kalb das Infektionsrisiko für Kälberdurchfall insbesondere dann, wenn das Kalb nach der Geburt noch einige Stunden mit seiner Mutter in dieser Umgebung mit erhöhtem Keimdruck verbringt, wie die vorliegende Studie bestätigt. Im Gegensatz dazu kann die Studie von KLEIN-JÖBSTL et al. (2014) nicht bestätigen, dass eine längere Aufenthaltsdauer des Kalbes bei der Mutter mit erhöhtem Durchfallrisiko einher geht.

Ein längerer Aufenthalt bei der Mutterkuh sollte aber auch deshalb vermieden werden, da durch das selbständige Saugen des Kalbes am Euter keine ausreichende Kolostrumversorgung in den ersten Stunden nach der Geburt garantiert werden kann, was mit einer Unterversorgung an Immunglobulinen einhergeht und somit wiederum das Erkrankungsrisiko für typische Kälberkrankheiten erhöht. Dieser Zusammenhang zwischen einer längeren Aufenthaltsdauer des neugeborenen Kalbes bei der Mutter und einem erhöhten Erkrankungsrisiko für Durchfall ist in der Literatur bereits mehrfach beschrieben (CHO & YOON, 2014; TROTZ-WILLIAMS et al., 2007). Dennoch gibt es auch Studien, die dies nicht bestätigen können (KLEIN-JÖBSTL et al., 2014; RESKI-WEIDE, 2013).

4 Kolostrummanagement

Dass eine gute Versorgung mit qualitativ hochwertigem Kolostrum für neugeborene Kälber eine wichtige Grundlage für einen optimalen Start ins Leben ist, ist vielen Rinderhaltern theoretisch bekannt und wurde durch zahlreiche Quellen bestätigt (GODDEN et al., 2019; HAMMON et al., 2020; MCGUIRK & COLLINS, 2004; WEAVER et al., 2000). Dennoch ist das Kolostrummanagement in Realität noch auf vielen Milchviehbetrieben verbesserungswürdig.

Bezüglich der mikrobiologischen Kolostrumqualität können in der vorliegenden Studie keine signifikanten Unterschiede zwischen Problem- und Kontrollbetrieben festgestellt werden. In beiden Gruppen liegt die Gesamtkeimzahl nur bei einem kleinen Bruchteil der untersuchten Kolostrumproben unter dem empfohlenen Grenzwert von 100.000 Kbe/ml. Verantwortlich für die bakterielle Kontamination des Kolostrums können beispielsweise unzureichende Reinigung eines verschmutzten Euters oder unhygienischer Umgang mit den Gerätschaften zur Gewinnung und Aufbewahrung des Kolostrums sein (MCGUIRK & COLLINS, 2004). Daher wäre auf vielen der teilnehmenden Betrieben ein hygienischerer Umgang mit dem Erstgemelk insbesondere deshalb wünschenswert, da eine starke bakterielle Kontamination des Kolostrums mit einem verminderten IgG-Transfer über die Darmschranke ins Blut in Verbindung steht (GODDEN et al., 2012; JOHNSON et al., 2007; KRYZER et al., 2015).

Da die Darmschranke nach der Geburt eines Kalbes nur wenige Stunden für die großmolekularen Immunglobuline im Kolostrum passierbar ist, ist es wichtig, dass das Kalb bereits in den ersten Lebensstunden möglichst viel Kolostrum trinkt um ein starkes Immunsystem zu entwickeln (MCGUIRK & COLLINS, 2004), welches das Kalb braucht, um sich vor dem Ansteckungsrisiko an Krankheiten wie Durchfall zu schützen (FRIEDL, 2015; RICHTER, 2014; TROTZ-WILLIAMS et al., 2008). Auf den Kontrollbetrieben der vorliegenden Studie trinken die Kälber bei der zweiten Fütterung signifikant häufiger drei oder mehr als drei Liter Kolostrum als auf den Problembetrieben. Es ist davon auszugehen, dass auf Betrieben, auf denen den Kälbern bei der zweiten Mahlzeit vergleichsweise große Mengen an Kolostrum zur Tränke angeboten werden, dies auch bei der ersten Mahlzeit der Fall ist. Jedoch lässt sich durch die Art der Datenerfassung in der durchgeführten Umfrage nicht realistisch nachvollziehen, wann die jeweilige Fütterung stattgefunden hat. Somit kann es sein, dass zu einem bestimmten Zeitpunkt nach der Geburt auf manchen Betrieben erst die erste Fütterung und auf anderen aber bereits die zweite Fütterung stattfindet. Besser vergleichbar wären die Daten, wenn man die beiden Betriebsgruppen vergleichend befragt hätte, wie viel Kolostrum die Kälber zu einem bestimmten Zeitpunkt nach der Geburt getrunken haben. Dennoch lässt sich in Übereinstimmung mit den oben genannten Quellen folgern, dass die Aufnahme von mindestens drei Litern Kolostrum bei den ersten Mahlzeiten für die Kälber mit einem reduzierten Risiko für Neugeborenenendurchfall assoziiert ist.

Im Gegensatz dazu kann in der Studie von KLEIN-JÖBSTL et al. (2014) bezüglich der verfütterten Kolostrummenge innerhalb der ersten sechs Stunden nach der Geburt kein Unterschied zwischen Betrieben mit und ohne Durchfallprobleme festgestellt werden.

Dass eine Mutterschutzimpfung gegen Rota- und Coronaviren, sowie gegen *E. coli* (K99+) für das neugeborene Kalb das Erkrankungsrisiko an Durchfall minimieren kann, ist bekannt (AL MAWLY et al., 2015; FRIEDL, 2015; JAYAPPA et al., 2008; MEGANCK et al., 2015). Um den Schutzeffekt der dabei gebildeten spezifischen Antikörper im Kolostrum zu nutzen, wird allerdings die Aufnahme einer adäquaten Menge Kolostrum vorausgesetzt. Da es in der vorliegenden Studie also signifikante Unterschiede zwischen der aufgenommenen Kolostrummenge zwischen beiden Betriebsgruppen gibt, nicht jedoch bezüglich der Mutterschutzimpfung, könnte dies die Erklärung dafür sein. Genauer gesagt würde das bedeuten, dass auf vielen Problembetrieben die Mutterschutzimpfung zwar durchgeführt wird, jedoch die neugeborenen Kälber nicht genug Kolostrum trinken und somit zu wenig spezifische Antikörper aufnehmen, sodass sie schließlich durch die Mutterschutzimpfung dennoch nicht effektiv gegen Durchfall geschützt sind. Des Weiteren gibt es ja auch Durchfallerreger wie z. B. Kryptosporidien, gegen die nicht geimpft werden kann, die aber trotzdem sehr häufig der vorherrschende Durchfallerreger auf einem Betrieb sind.

In dieser Studie gibt es keinen signifikanten Unterschied zwischen den Werten der Totalproteinkonzentration im Serum der Kälber von Betrieben mit und ohne Durchfallproblematik. Die Totalproteinkonzentration spiegelt in gewisser Weise die Menge an Immunglobulinen wieder, die über die Darmschranke ins Blut aufgenommen wurden. Daher könnte eine mögliche Erklärung für den nicht vorhandenen signifikanten Unterschied bzgl. der Werte der Totalproteinkonzentration zwischen beiden Betriebsgruppen sein, dass die Darmschranke der Kälber über einen gewissen Zeitraum nur eine begrenzte Aufnahmekapazität von Immunglobulinen ins Blut zulässt. Wenn ein Kalb also, wie es auf vielen Kontrollbetrieben der Fall ist, eine recht große Menge Kolostrum zu sich nimmt, ist es vorstellbar, dass die Aufnahmekapazität ausgeschöpft ist und zudem aber viele weitere Immunglobuline im Darmlumen verbleiben, wo sie lokal für eine Immunität gegen Durchfallerreger sorgen. Trinkt ein Kalb hingegen nur eine kleinere Menge an Kolostrum, ist es denkbar, dass diese Menge Kolostrum ungefähr so viele Immunglobuline enthält, dass die Aufnahmekapazität von Immunglobulinen ins Blut zwar ebenfalls ausgeschöpft ist, jedoch keine oder nur noch wenige Immunglobuline im Darmlumen verbleiben. Daraus kann gefolgert werden, dass insbesondere die Menge an Immunglobulinen, die im Darmlumen verbleiben, mit dafür ausschlaggebend ist, ob das Kalb letztendlich an Durchfall erkrankt oder nicht. Dies stimmt mit Empfehlungen von GODDEN et al. (2019) überein, dass man Kälbern auch später als 24 Stunden nach der Geburt, wenn die Darmschranke also bereits geschlossen ist, durch Beimischung von Kolostrum zur Tränke einen zusätzlichen Schutz vor

Durchfallerregern im Darm bieten kann.

Überraschenderweise wurden in der vorliegenden Studie in den Blutproben der Kühe auf den Durchfallproblembetrieben im Median signifikant höhere Selenkonzentrationen gemessen als bei den Kühen der Kontrollbetriebe. Die Selenzufuhr von der Kuh auf das Kalb ist über die Plazenta effektiver als über die Milch (WITTMEIER, 2008) und sogar effektiver als eine Selen-Injektion bei neugeborenen Kälbern (ENJALBERT et al., 1999). Das bedeutet, dass eine selenreiche Fütterung der trockenstehenden Milchkuhe entscheidend dafür ist, dass die noch ungeborenen Kälber bereits im Mutterleib eine gute Selenversorgung bekommen, was wiederum nach der Geburt den Saugreflex und somit die Kolostrumaufnahme positiv beeinflusst. Manche Studien können aber den Zusammenhang zwischen Selensupplementierung der Trockensteher und folglich besserer Kälbergesundheit nicht bestätigen (COHEN et al., 1991; GUNTER et al., 2003).

Dennoch könnte es aber in der vorliegenden Studie durch die im Durchschnitt deutlich größere Menge an verfütterter (Biest-)Milch auf den Kontrollbetrieben zu einem Ausgleich der niedrigeren Selenversorgung der Kälber über die Plazenta gekommen sein, welche durch eine schlechtere Selenversorgung der Kühe ja eigentlich vorhanden sein müsste. Der Bezug zu Saugreflex und aufgenommener Menge an Kolostrum wäre dann auch im Umkehrschluss die Erklärung dafür, weshalb sich die bessere Selenversorgung der Kühe auf den Problembetrieben nicht in besserer Kälbergesundheit widerspiegelt.

Um den Grund für die höheren Selenkonzentrationen im Blut der Kühe auf den Problembetrieben herauszufinden, müsste man insbesondere auch die Selenzufuhr über die Fütterung näher untersuchen. Je nachdem, ob die Kühe das Selen in organischer oder anorganischer Form über das Futter aufnehmen, werden im Blut und in der Milch nämlich unterschiedlich hohe Selen-Konzentrationen gemessen. Fressen die Kühe organisches Selen in Form von Selenhefe oder noch besser Selenomethionin, so erreichen sie im Blut und in der Milch deutlich höhere Selen-Konzentrationen als wenn sie anorganisches Selen in Form von Natriumselenit über die Nahrung aufnehmen (PEHRSON et al., 1999; VANDAELE et al., 2014). Analog dazu können im Serum der Kälber ebenfalls je nach Selenquelle unterschiedliche Selen-Konzentrationen festgestellt werden (PEHRSON et al., 1999).

5 Fütterungsmanagement

Die Fütterung eines Kalbes in den ersten Lebenswochen stellt im Anschluss an die Kolostrumversorgung einen weiteren wichtigen Einflussfaktor für die Entwicklung und den

Gesundheitszustand des Jungtieres dar.

Die durchgeführte Studie ergibt, dass auf den Kontrollbetrieben signifikant häufiger schon ab der ersten Lebenswoche Ad-libitum-Fütterung praktiziert wird oder bei restriktiver Fütterung pro Mahlzeit mehr als drei Liter Milch oder Milchaustauscher den Kälbern angeboten werden, als dies auf den Problembetrieben der Fall ist. Somit kann festgestellt werden, dass große Mengen an Nahrung – und das ist in den ersten Lebenswochen eines Rindes hauptsächlich Milch – für Kälber mit einem reduzierten Erkrankungsrisiko an Durchfall einhergehen. Die traditionelle restriktive Fütterung der Kälber wird oft so begründet, dass Kälber wegen geringerer Milchmengen früher damit beginnen, Raufutter aufzunehmen, wodurch sich der Pansen vermeintlich schneller entwickelt. Dies ist jedoch ein Trugschluss, da die Milch in den ersten paar Lebenswochen die natürliche Hauptnahrungs- und Energiequelle für ein Kalb darstellt. KHAN et al. (2007) stellen fest, dass Kälber, die nach der Geburt mit einer Milchmenge gefüttert werden, die pro Tag 20 % ihres Körpergewichts entspricht, sogar eine bessere Pansenentwicklung und auch Gewichtszunahme haben als Kälber, die nur eine Milchmenge von 10 % ihres Körpergewichts erhalten, obwohl sie zunächst weniger feste Nahrung aufnehmen. Auch JASPER & WEARY (2002) stellen zwar bei Ad-libitum-Fütterung geringere Aufnahmen von Festfutter, aber dennoch höhere Gewichtszunahmen bei den Kälbern fest. Was die Aufnahme der Raufuttermenge in den ersten Lebenswochen angeht, können in verschiedenen anderen Studien keine signifikanten Unterschiede zwischen restriktiv und ad libitum mit Milch gefütterten Kälbern festgestellt werden (MACCARI et al., 2015; WIEDEMANN et al., 2015). Daher kann es nur eine logische Folge sein, dass Kälber, die reichlich mit Milch ernährt sind, gesundheitlich robuster und somit auch für Durchfallerreger weniger anfällig sind, als unterernährte Tiere (MEDRANO-GALARZA et al., 2018). Auch andere Quellen zur Kälberernährung bestätigen, dass eine Aufnahme von großen Mengen an Energie in Form von Fett und Proteinen über die Milch, insbesondere bei kalten Umgebungstemperaturen, das Erkrankungsrisiko für Kälberkrankheiten wie Durchfall senken (GODDEN et al., 2005; HAMMON et al., 2020; JORGENSEN et al., 2017; SCIBILIA et al., 1987). Zudem haben gutgenährte Kälber, die dennoch an Durchfall erkranken, ein niedrigeres Mortalitätsrisiko als unterernährte oder gar kachektische Kälber (TREFZ et al., 2017).

In den Studien von JASPER & WEARY (2002), MACCARI et al. (2015) und WIEDEMANN et al. (2015) zeigen Kälbern, denen bis zum Absetzen Milch in Form von Ad-libitum-Fütterung angeboten wurde, im Vergleich zu restriktiv gefütterten Kälbern deutlich höhere

Gewichtszunahmen, die auch später von restriktiv gefütterten Tieren in der gleichen Zeit nicht mehr aufgeholt werden können. Jedoch gibt es, was die Durchfallinzidenz betrifft, in diesen Studien keine signifikanten Unterschiede zwischen restriktiver Fütterung und Ad-libitum-Fütterung.

Bezüglich des Fütterungsmanagements kann in der vorliegenden Studie festgestellt werden, dass auf den Betrieben ohne Durchfallprobleme signifikant häufiger für jedes Kalb ein eigener Tränkeimer in den ersten Lebenswochen verwendet wird als auf den Problembetrieben. Dies entspricht auch den Ergebnissen aus der Studie von RICHTER (2014). Es kann also davon ausgegangen werden, dass die Tränkeimer ein ideales Transportmedium für Durchfallerreger darstellen, um sie von einem Kalb zum nächsten zu verteilen. Interessanterweise stellt in den vorliegenden Untersuchungsergebnissen die tägliche Reinigung der Saugnuckel der Tränkeimer keinen signifikanten Unterschied zwischen beiden Gruppen von Betrieben dar. Es ist auch davon auszugehen, dass die Saugnuckel zur Reinigung nicht immer von den Eimern abgebaut und zerlegt werden, obwohl im Fragebogen bei der Frage zur Saugnuckelreinigung „inklusive Zerlegen“ in Klammern dabei steht. Deshalb ist anzunehmen, dass eine tägliche Reinigung des Saugnuckels nur durch Auswaschen nicht so gründlich durchgeführt werden kann oder einmal täglich nicht ausreicht, um zu verhindern, dass Durchfallerreger von einem kranken zu einem gesunden Kalb weiter getragen werden, wenn beide mit demselben Eimer gefüttert werden. Es wäre daher interessant zu untersuchen, ob eine Saugnuckelreinigung inklusive Zerlegung der Halterung des Saugnuckels das Durchfallrisiko reduzieren kann, wenn dies nach der Fütterung von jedem einzelnen Kalb durchgeführt wird und dennoch derselbe Eimer für mehrere Kälber benutzt wird. Dies wäre ein ähnlicher Untersuchungsansatz wie in der Studie von MEDRANO-GALARZA et al. (2018), wo festgestellt werden kann, dass bei dreimal täglich stattfindender Reinigung von Fütterungsautomaten das Durchfallrisiko für Kälber deutlicher reduziert wird, als dies bei nur ein- bis zweimal täglicher Reinigung der Fall ist.

Was das zusätzliche Futterangebot für Kälber ab der zweiten Lebenswoche angeht, gibt es in der vorliegenden Studie signifikante Unterschiede zwischen Problem- und Kontrollbetrieben, wenn es darum geht, ob nur Heu gefüttert wird oder ob eine Kälber-TMR verwendet wird. Dies steht im Widerspruch zur Studie von KLEIN-JÖBSTL et al. (2014).

Es ist dennoch unwahrscheinlich, dass die Art des Festfutters ab der zweiten Lebenswoche tatsächlich direkte kausale Einflüsse auf das Durchfallgeschehen nimmt. Man erhofft sich zwar durch die möglichst frühe Festfutteraufnahme eine schnelle Entwicklung des Pansens,

jedoch ist von Natur aus die Hauptnahrung in den ersten Lebenswochen eines jungen Wiederkäuers – egal ob in freier Wildbahn oder in menschlicher Obhut – immer die Milch, welche im Labmagen und den daran anschließenden Darmabschnitten verdaut wird. Und genau in diesen Teilen des Verdauungstraktes entsteht der Kälberdurchfall. Der Pansen muss sich zu diesem Zeitpunkt erst durch Aufnahme kleiner Mengen an Raufutter für seine spätere Funktion vollständig entwickeln. KHAN et al. (2007) stellen sogar fest, dass Kälber, die von Geburt an mehr Milch (20 % ihres Körpergewichts) erhalten, zwar zunächst kleinere Mengen an Raufutter aufnehmen, sich dies aber dann deutlich steigert, sobald die Milchmenge nach gut drei Wochen reduziert wird und dennoch eine bessere Pansenentwicklung zeigen als Kälber, die über den kompletten Zeitraum von Geburt bis zum Absetzen nur restriktiv mit Milch (10 % ihres Körpergewichts) gefüttert werden. Daher kann in den ersten drei Lebenswochen eines Kalbes, also in der Zeit, wo der klassische Neugeborenenendurchfall auftritt, die Art des Raufutters keine so entscheidende Rolle auf das Durchfallrisiko haben, insbesondere wenn die Kälber nicht restriktiv sondern großzügig oder sogar ad libitum mit Milch gefüttert werden. Vielmehr ist zu vermuten, dass Betriebe, die den Mehraufwand für die Herstellung einer Kälber-TMR in Kauf nehmen, sich generell intensiver um ihre Tiere, insbesondere auch um ihre Saugkälber kümmern, als Betriebe die ihren Kälbern in den ersten Wochen lediglich etwas Heu als Raufutter vorlegen. Die Verfütterung von Kälber-TMR spiegelt also vermutlich eher ein gutes Management eines Betriebes wieder, welches durch zahlreiche weitere Faktoren beeinflusst wird und schlussendlich mit guter Tiergesundheit in Zusammenhang steht.

6 Haltungsmanagement

Bezüglich der Aufstallungsart von neugeborenen Kälbern gibt es in dieser Studie keine signifikanten Unterschiede zwischen Problem- und Kontrollbetrieben. Auf den meisten Betrieben werden die Kälber in den ersten Lebenswochen in Einzelboxen oder –iglus untergebracht. Es sind sich viele Autoren darüber einig, dass die Einzelhaltung in den ersten Lebenswochen gegenüber der Gruppenhaltung den Vorteil bietet, dass Kälberdurchfall seltener und milder auftritt (MARCE et al., 2010; RESKI-WEIDE, 2013; RICHTER, 2014; SVENSSON et al., 2003). Dies dürfte auch der Grund dafür sein, warum sich diese Haltungsform also bewährt hat und es diesbezüglich in der vorliegenden Studie keine signifikanten Unterschiede zwischen beiden Betriebsgruppen gibt. Ob sich das Durchfallrisiko reduziert, wenn die neugeborenen Kälber einzeln angebunden oder einzeln in Iglus oder Boxen gehalten werden, darüber sind sich die Erkenntnisse aus den Studien aus der

Vergangenheit nicht einig (CURTIS et al., 1988; GIRNUS, 2004; MARCE et al., 2010; RICHTER, 2014). An dieser Stelle ist zu erwähnen, dass eine Anbindehaltung von Saugkälbern in Deutschland gemäß Tierschutznutztierhaltungsverordnung ohnehin nicht mehr zulässig ist. Es ist anzunehmen, dass bezüglich des Durchfallrisikos nicht allein entscheidend ist, ob die Kälber in Boxen oder Iglus untergebracht sind, sondern vielmehr individuell auf jedem Hof ein Zusammenspiel von Rahmenbedingungen wie Hygienestatus, Einstreuart oder Standort von Box oder Iglu auch Einfluss darauf nimmt, ob ein Kalb an Durchfall erkrankt oder nicht (AL MAWLY et al., 2015; BARTELS et al., 2010; GULLIKSEN et al., 2009; KLEIN-JÖBSTL et al., 2014; MEDRANO-GALARZA et al., 2018; RESKI-WEIDE, 2013). Aus diesem Grund ist es auch fraglich, ob es wirklich ein eigenständiger Risikofaktor für Neugeborenenenddurchfall ist, wenn die Kälber in der Nähe von Kühen untergebracht sind, was sich ja in dieser Studie als signifikanter Unterschied zwischen Kontroll- und Problembetrieben darstellt. Jedoch könnte es vielleicht in der Tat so sein, dass Kälber einem erhöhten Keimdruck ausgesetzt sind, insbesondere wenn sie – wie oft in Anbindeställen üblich – hinter den Kühen aufgestellt sind. Für diese Studie ist dieser Gedankengang jedoch von geringerer Bedeutung, da es sich auf den meisten Betrieben um Laufställe handelt. Dennoch stellen auch MEDRANO-GALARZA et al. (2018), dass ein erhöhtes Durchfallrisiko für Kälber besteht, wenn sich im gleichen Luftraum eines Stalles gleichzeitig ältere Rinder aufhalten.

7 Sonstige Kälberkrankheiten im Betrieb

Es ist nicht verwunderlich, dass sich bei der Befragung der Landwirt*innen ergab, dass auf den Problembetrieben nicht nur neugeborene, sondern auch Kälber über drei Wochen signifikant häufiger an Durchfall erkranken als auf den Kontrollbetrieben. Einerseits können ein permanent hoher Keimdruck und schlechte Hygiene dafür verantwortlich sein, dass Durchfallerkrankungen sich nicht auf einzelne Tage beschränken, sondern länger andauern oder es zu erneutem Ausbruch von Durchfall kommt, auch wenn ein Kalb bereits schon einmal eine Durchfallepisode überstanden hat. Andererseits können die Erreger des Neugeborenenenddurchfalls die Darmschleimhaut schädigen, wodurch die Kälber anfälliger gegenüber weiteren Durchfallerregern werden.

Insbesondere spielen bei älteren Kälbern Kokzidien-Infektionen eine wichtige Rolle, welche mit teilweise schwerer hämorrhagischer Durchfallssymptomatik (KLOCKIEWICZ et al., 2007) und Schädigung der Darmschleimhaut (MUNDT et al., 2005) einher gehen. Die infektiösen Kokzidien-Oozysten sind generell ubiquitär in der Umwelt vorhanden, jedoch

begünstigen ein feucht-warmes Klima (JOLLEY & BARDSLEY, 2006) und mangelnde Hygiene (DAWID et al., 2012) ihr Überleben, wovon somit eine hohe Infektionsgefahr für Kälber ausgeht.

Bezüglich Trinkschwäche und Atemwegserkrankungen gibt es in dieser Studie annähernd signifikante Unterschiede zwischen Kontroll- und Problembetrieben.

Es ist absolut nachvollziehbar, dass ein Kalb, das von Geburt an beispielsweise aufgrund von Fruchtwasser aspiration oder Asphyxie nach einer Schweregeburt wenig oder keinen Saugreflex hat und infolge dessen auch nicht genug Kolostrum zu sich nimmt, einem erhöhten Risiko für Durchfall ausgesetzt ist. Für Einzeltiere ist somit ein signifikanter Zusammenhang zwischen Trinkschwäche und darauf folgendem Durchfall denkbar. Jedoch ist davon auszugehen, dass bei Durchfall als Bestandsproblem andere Faktoren mehr im Vordergrund stehen als eine Trinkschwäche nach der Geburt.

Des Weiteren ist es auch nicht verwunderlich, dass bereits durch Durchfall geschwächte Kälber ebenfalls gegenüber Viren und Bakterien, die die Atemwege befallen, weniger widerstandsfähig sind und umgekehrt. Auch KLEIN-JÖBSTL et al. (2014) können einen signifikanten Zusammenhang zwischen Atemwegserkrankungen und Durchfall bei Kälbern feststellen. Im Gegensatz dazu ergibt sich in der Studie von MEDRANO-GALARZA et al. (2018) kein signifikanter Zusammenhang zwischen Durchfall und respiratorischen Erkrankungen bei Kälbern innerhalb eines Stalles. Auch bzgl. des Zusammenhangs zwischen Neugeborenenendurchfall und Atemwegserkrankungen ist davon auszugehen, dass Einzeltiere durchaus aufgrund der einen Erkrankung auch anfälliger für die jeweils andere Erkrankung sind, aber auch in diesem Punkt sind die Ursachen für ein Bestandsproblem mit der jeweiligen Erkrankung anderweitig zu suchen.

Dies würde die annähernd signifikanten Unterschiede in der vorliegenden Studie erklären und auch mit der Studie von WINDEYER et al. (2014) übereinstimmen, wo festgestellt wurde, dass Kälber unter zwei Wochen, die an anderen Erkrankungen als Durchfall leiden, auch ein signifikant höheres Erkrankungsrisiko für Durchfall haben als gesunde Kälber. MEDRANO-GALARZA et al. (2018) stellen einen signifikanten Zusammenhang zwischen Nabelerkrankungen und Durchfall fest und kamen außerdem zu der Erkenntnis, dass es für Durchfall und respiratorische Erkrankungen als Bestandsproblem übereinstimmende Risikofaktoren gibt.

8 Medizinische Prophylaxe-Maßnahmen

Bezüglich der meisten Prophylaxe-Maßnahmen gegen Kälberdurchfall, die im Fragebogen dieser Studie erfasst wurden, ergeben sich keine signifikanten Unterschiede zwischen Problem- und Kontrollbetrieben. Daraus lässt sich schließen, dass durch Medikamenteneinsatz allein kein Neugeborenenendurchfall vermieden werden kann. Somit ist es auch sinnvoll, bei massiver Problematik immer zu versuchen die Gesamtsituation zu verbessern.

In der vorliegenden Studie stellt sich allerdings heraus, dass auf Durchfall-Problembetrieben den Kälbern eine Eisen-Injektion signifikant häufiger als auf den Kontrollbetrieben verabreicht wurde. Möglicherweise handelt es sich bei der Verabreichung des Eisenpräparats nicht in jedem Fall um eine Injektion, sondern teilweise auch um orale Gaben, was im Fragebogen aber nicht separat vermerkt wurde. Es ist davon auszugehen, dass die Tierhalter*innen mit der Eisensupplementierung eine ihrer Meinung nach vorhandene Anämie therapieren wollten.

Auch die Untersuchungen von GOLDHOFER (2016) und PRODANOVIĆ et al. (2019) ergeben, dass eine niedrige Eisenkonzentration im Blut der Kälber und damit zum Teil einhergehende Anämien mit vermehrtem Auftreten von Durchfällen zusammenhängen.

Andere Studien zeigen aber, dass eine vermeintliche Anämie im Plasma oder Serum bei einer Gewebeschädigung während einer akuten Entzündung, wie sie bei einer Durchfallerkrankung ja auftritt, in Wirklichkeit nur eine Verschiebung des verfügbaren Eisens vom Extra- in den Intrazellularraum durch das in der Leber gebildete Protein Hepcidin widerspiegelt. Dies wird derzeit als Schutzfunktion des Körpers interpretiert, um verfügbares Eisen vor bakteriellen Krankheitserregern zu verbergen, welche dieses Spurenelement zur Vermehrung nutzen (ERKILIC et al., 2016; HUMANN-ZIEHANK, 2016; SANTANA et al., 2018).

Des Weiteren ist zu bedenken, dass die Eisenkonzentration im Kolostrum und der Milch von Rindern von Natur aus sehr niedrig ist (GANZ et al., 2018), sodass davon auszugehen ist, dass ein neugeborenes Kalb in den ersten Lebenswochen, wo es sich fast ausschließlich von Milch ernährt, keinen großen Bedarf an Eisen hat, um gesund zu bleiben. Selbst durch erhöhte orale Eisenzufuhr bei den trockenstehenden Kühen, steigert sich die Eisenübertragung auf das Kalb weder über die Plazenta, noch über die Milch und auch die Durchfallinzidenz für die neugeborenen Kälber wird durch eine höhere Eisenversorgung der Kühe nicht beeinflusst (POTTHOFF, 2011).

Dementsprechend stellen auch diese Tatsachen möglicherweise Schutzeffekte dar, sodass die

Eisenkonzentration im Magen-Darm-Trakt eines neugeborenen Kalbes deshalb relativ niedrig ist, damit das Kalb vor Infektionen durch Bakterien, die von einer hohen enteralen Eisenkonzentration profitieren, bewahrt wird.

Unter all diesen Aspekten wäre es durchaus nachvollziehbar, dass eine parenterale oder orale Applikation eines Eisenpräparates bei neugeborenen Kälbern die Vermehrung von pathogenen Darmbakterien fördert, wodurch die natürliche Darmflora aus dem Gleichgewicht kommt und so die Ansiedlung von weiteren Durchfallerregern erleichtert wird.

9 Schlussfolgerungen und Ausblick

Die neonatale Diarrhoe der Kälber ist eine Erkrankung, deren Ausbruch in einem Bestand durch ein Zusammenspiel von verschiedenen infektiösen und nicht-infektiösen Faktoren beeinflusst wird. In dieser Studie kristallisiert sich heraus, dass es entscheidend Einfluss auf das Infektionsrisiko der Kälber nimmt, ob die Kälber von Geburt an großzügig oder eher restriktiv gefüttert wurden. Dementsprechend hoch muss für die Gesundheit eines Kalbes einerseits der Stellenwert einer optimalen passiven Immunisierung des Kalbes über die Kolostrumaufnahme in den ersten Lebensstunden und andererseits eine reichhaltige Energie- und Nährstoffaufnahme in den ersten Lebenswochen über die Milch eingestuft werden. Eine Ad-libitum-Fütterung in den ersten Lebenswochen ist daher zu empfehlen. An dieser Stelle ist noch anzumerken, dass Kolostrum und Milch als Hauptnahrungsquelle genau auf die Bedürfnisse eines neugeborenen Kalbes abgestimmt sind und es im Hinblick auf das Durchfallrisiko sogar von Nachteil ist, wenn neugeborenen Kälbern Eisen-Präparate verabreicht werden.

Neben einem guten Fütterungsregime ist es zur Reduzierung des Durchfallrisikos in einem Kälberbestand ferner wichtig, dass so oft wie möglich auf Sauberkeit und Hygiene geachtet wird. So ist es zur Reduktion des Durchfallrisikos anzuraten, nach jeder Abkalbung den Abkalbbereich zu reinigen und neugeborene Kälber möglichst unmittelbar nach der Geburt aus dem Abkalbbereich in eine sauber eingestreute Kälberbox oder ein Iglu zu verbringen. Die Kälber sollten jedoch nicht in unmittelbarer Nähe zu Kühen aufgestellt sein. Durch Fütterung eines jeden Kalbes mit einem eigenen Tränkeeimer in der ersten Lebenswoche, kann man ebenfalls einen Beitrag zur Reduzierung des Durchfallrisikos leisten.

In dieser Studie beweisen zwei der drei Variablen im finalen Modell, dass eine größere Nahrungsmenge mit einem geringeren Risiko für Neugeborenenendurchfall für Kälber auf bayerischen Milchviehbetrieben assoziiert ist. Obwohl dies auch mit anderen

wissenschaftlichen Studien aus der Vergangenheit übereinstimmt, ist dieser Zusammenhang vielen Landwirt*innen noch nicht bewusst. In der Realität wird sogar oftmals nach wie vor einem Kalb bei ersten Durchfallanzeichen die Milchmenge reduziert oder gar keine Milch mehr gefüttert. Auch denken manche Landwirt*innen, dass zu viel Milch zu Durchfall führt. Für die Zukunft wird es daher Aufgabe der Hoftierärzt*innen sein, diesbezüglich Aufklärungsarbeit bei den Landwirt*innen zu leisten. Die Landwirt*innen sollten dazu ermutigt werden, dass Kälber von Geburt an mit größeren Milchmengen gefüttert werden, um durch reichliche Aufnahme von Energie und Nährstoffen das Wachstum und die Gesundheit zu fördern. Langfristig wäre eine Etablierung von Ad-libitum-Fütterung als Standard-Fütterungsregime für Milchviehkälber anzustreben.

VI ZUSAMMENFASSUNG

Regina Huber:

„Nicht-infektiöse Risikofaktoren für Kälberdurchfall in bayerischen Milchviehbetrieben“

Einleitung:

Weltweit erreicht die Mortalität und Morbidität von Kälbern nach wie vor unakzeptabel hohe Werte. Neugeborenendurchfall ist die wichtigste Ursache für Verluste von Kälbern in den ersten Lebenswochen. Diesbezüglich wurden in einer Fall-Kontroll-Studie Risikofaktoren für Kälberdurchfall als Herdenproblem auf bayerischen Milchviehbetrieben untersucht.

Material und Methoden:

Insgesamt wurden 59 Milchviehbetriebe in Bayern von Tierärzten des Tiergesundheitsdienstes Bayern e.V. (TGD) wegen Problemen mit Neugeborenendurchfall bei Kälbern untersucht (Gruppe P). Die Kontrollgruppe bestand aus 18 Betrieben aus dem Kundenstamm des TGDs, die angaben, dass sie keine tierärztlichen Behandlungen wegen Kälberdurchfall in Anspruch nehmen (Gruppe K). Mithilfe eines Fragebogens wurden in persönlichen Interviews Managementfaktoren ermittelt. Es wurden von bis zu zehn gesunden Kälbern im Alter von zwei bis zehn Tagen Blutproben gezogen um die Qualität des passiven Transfers zu untersuchen, indem die Gesamteiweißkonzentration im Serum bestimmt wurden. Des Weiteren wurden bis zu zehn Kolostrumproben auf ihre immunologische und hygienische Qualität untersucht. Die Datenanalyse wurde mit IBM SPSS Statistics 20.0.0.1 durchgeführt. Die Zusammenhänge zwischen dem Auftreten von Durchfall auf einem Betrieb und den untersuchten Faktoren wurden durch univariate Regressionstests für binäre oder kategoriale Variablen und durch den Mann-Whitney-U-Test für kontinuierliche Variablen durchgeführt. Ferner wurde ein multivariates Regressionsmodell mit Berechnung der Odds Ratio (OR) und assoziiertem 95%-Konfidenzintervall (95% CI) erstellt.

Ergebnisse:

Beide Gruppen hatten mit einem Medianwert von 75 Kühen die gleiche Herdengröße. Es gab zwischen Problem- und Kontrollbetrieben keinen Unterschied in der Qualität des passiven Transfers von Immunglobulinen, wie durch Untersuchung von Serum-Gesamteiweißkonzentrationen festgestellt wurde. Ebenso konnte bei Betrachtung der immunologischen und hygienischen Qualität der Kolostrumproben kein Unterschied festgestellt werden. Folgende

Variablen konnten in das multivariate Regressionsmodell aufgenommen werden: Reinigung des Abkalbebereiches nach jeder Kalbung ($p=0,14$); Aufenthalt des neugeborenen Kalbes länger als drei Stunden bei der Mutter ($p=0,071$); Aufnahme von drei Liter Kolostrum bei der ersten Fütterung ($p=0,079$); Aufnahme von 3 oder mehr Litern Kolostrum bei der zweiten Fütterung ($p=0,012$); Ad-libitum-Fütterung in der ersten Lebenswoche ($p=0,004$), eigener Tränkeimer für jedes Kalb in der ersten Lebenswoche ($p=0,020$); Aufstallung der Kälber in der Nähe von Kühen ($p=0,042$); Injektion eines Eisen-Präparates nach der Geburt ($p=0,16$).

Folgende Variablen blieben schließlich im finalen Regressionsmodell erhalten: Aufnahme von 3 oder mehr Litern Kolostrum bei der zweiten Fütterung (OR: 0,209, 95% CI: 0,049-0,892, $p=0,035$); Ad-libitum-Fütterung in der ersten Lebenswoche (OR: 0,059, 95% CI: 0,006-0,599, $p=0,017$); Injektion eines Eisen-Präparates nach der Geburt (OR: 10,935, 95% CI: 1,251-95,624, $p=0,031$).

VII SUMMARY

Regina Huber:

“Non-infectious risk factors for neonatal calf diarrhea in Bavarian dairy farms”

Objectives:

Dairy calf mortality and morbidity is still unacceptably high worldwide. The most important cause of calf losses during their first weeks of life is neonatal calf diarrhea. A case-control study on Bavarian dairy farms was implemented to investigate non-infectious risk factors for calf diarrhea as a herd-health problem.

Material and methods:

A total of 59 dairy farms were investigated by veterinarians of the Bavarian Animal Health Service due to herd-health problems with calf diarrhea (group P). Out of the customer base of the Bavarian Animal Health Service a control group consisting of 18 farms that reported no veterinary treatments for calf diarrhea was necessary (group C). Farm characteristics and management factors were assessed using a questionnaire during a face-to-face interview with the farm manager. Serum samples were collected from up to 10 healthy calves from 2 to 10 days of age for the examination of the quality of passive transfer using total protein analyses. Up to 10 colostrum samples were assessed for immunological and hygienic quality. Data were analyzed using IBM SPSS Statistics 24.0.0.1. The association between the appearance of neonatal calf diarrhea on farm and the evaluated factors was analyzed by univariable regression tests for binary or categorical variables, the Mann-Whitney-U-test was used for continuous variables. Furthermore a multivariate regression model with odds ratios (OR) and associated 95% confidence intervals (95% CI) was created.

Results:

Herd size was the same (Median = 75 dairy cows) between both groups. There was no difference in quality of passive transfer as assessed by serum total protein between problem herds and control herds. Also, no difference was found concerning the immunological and hygienic quality of colostrum samples. Variables entered into the multivariate regression model were: cleaning of calving area after each calving ($p=0.14$); calf left longer than 3 hours with the dam ($p=0.071$); 3 litres of colostrums at first feeding ($p=0.079$); 3 litres or more at

second feeding ($p=0.012$); ad-libitum feeding in first week of life ($p=0.004$); own feeding bucket for each calf in first week of life ($p=0.032$); calves housed near cows ($p=0.042$); administration of an iron containing preparation after birth ($p=0.16$).

Variables remaining in the final model were: 3 litres or more at second feeding (OR: 0.209, 95% CI: 0.049 – 0.892, $p=0.035$); ad-libitum feeding during the first week of life (OR: 0.059, 95% CI: 0.006 – 0.599, $p=0.017$); administration of an iron containing preparation after birth (OR: 10.935, 95% CI: 1.251 – 95.624, $p=0.031$).

VIII LITERATURVERZEICHNIS

Al Mawly J, Grinberg A, Prattley D, Moffat J, Marshall J, French N. Risk factors for neonatal calf diarrhoea and enteropathogen shedding in New Zealand dairy farms. *Vet. J.* 2015; 203: 155-60.

Annen EL, Collier RJ, McGuire MA, Vicini JL, Ballam JM, Lormore MJ. Effect of Modified Dry Period Lengths and Bovine Somatotropin on Yield and Composition of Milk from Dairy Cows. *J. Dairy Sci.* 2004; 87: 3746-61.

Arsenopoulos K, Theodoridis A, Papadopoulos E. Effect of colostrum quantity and quality on neonatal calf diarrhoea due to *Cryptosporidium* spp. infection. *Comp. Immunol. Microbiol. Infect. Dis.* 2017; 53: 50-5.

Bachmann P, Eichhorn W, Hess R. Aktive Mutterschutzimpfung. *Tierärztl. Umsch.* 1982; 37: 684-703.

Bartels CJM, Holzhauser M, Jorritsma R, Swart W, Lam T. Prevalence, prediction and risk factors of enteropathogens in normal and non-normal faeces of young Dutch dairy calves. *Prev. Vet. Med.* 2010; 93: 162-9.

Berge A, Besser T, Moore D, Sisco W. Evaluation of the effects of oral colostrum supplementation during the first fourteen days on the health and performance of preweaned calves. *J. Dairy Sci.* 2009; 92: 286-95.

Bostedt H, Schramel P. The importance of selenium in the prenatal and postnatal development of calves and lambs. *Biol. Trace Elem. Res.* 1990; 24: 163-71.

Buczinski S, Gicquel E, Fecteau G, Takwoingi Y, Chigerwe M, Vandeweerd J. Systematic review and meta-analysis of diagnostic accuracy of serum refractometry and brix refractometry for the diagnosis of inadequate transfer of passive immunity in calves. *J. Vet.*

Intern. Med. 2018; 32: 474-83.

Chamorro MF, Cernicchiaro N, Haines DM. Evaluation of the effects of colostrum replacer supplementation of the milk replacer ration on the occurrence of disease, antibiotic therapy, and performance of pre-weaned dairy calves. *J. Dairy Sci.* 2017; 100: 1378-87.

Chigerwe M, Hagey JV, Aly SS. Determination of neonatal serum immunoglobulin G concentrations associated with mortality during the first 4 months of life in dairy heifer calves. *J. Dairy Res.* 2015; 82: 400-6.

Cho Y-I, Han J-I, Wang C, Cooper V, Schwartz K, Engelken T, Yoon K-J. Case-control study of microbiological etiology associated with calf diarrhea. *Vet. Microbiol.* 2013; 166: 375-85.

Cho Y-I, Yoon K-J. An overview of calf diarrhea-infectious etiology, diagnosis, and intervention. *J. Vet. Sci.* 2014; 15: 1-17.

Cohen RD, King BD, Guenther C, Janzen ED. Effect of pre-partum parenteral supplementation of pregnant beef cows with selenium/vitamin E on cow and calf plasma selenium and productivity. *Can. Vet. J.* 1991; 32: 113-5.

Crouch CF, Oliver S, Francis MJ. Serological, colostrum and milk responses of cows vaccinated with a single dose of a combined vaccine against rotavirus, coronavirus and *Escherichia coli* F5 (K99). *Vet. Rec.* 2001; 149: 105-8.

Curtis CR, Scarlett JM, Erb HN, White ME. Path model of individual-calf risk factors for calfhood morbidity and mortality in New York Holstein herds. *Prev. Vet. Med.* 1988; 6: 43-62.

Dawid F, Amede Y, Bekele M. Calf coccidiosis in selected dairy farms of Dire Dawa, Eastern Ethiopia. *Glob. Vet.* 2012; 9: 460-4.

Delafosse A, Chartier C, Dupuy MC, Dumoulin M, Pors I, Paraud C. Cryptosporidium parvum infection and associated risk factors in dairy calves in western France. *Prev. Vet. Med.* 2015; 118: 406-12.

Desjardins-Morrisette M, van Niekerk JK, Haines D, Sugino T, Oba M, Steele MA. The effect of tube versus bottle feeding colostrum on immunoglobulin G absorption, abomasal emptying, and plasma hormone concentrations in newborn calves. *J. Dairy Sci.* 2018; 101: 4168-79.

Eichhorn W, Bachmann P, Baljer G, Plank P, Schneider P. Vakzinierung hochträchtiger Rinder mit einem kombinierten Rotavirus/E. coli K99-Impfstoff zur Prophylaxe von Durchfallerkrankungen bei neugeborenen Kälbern. *Tierärztl. Umsch.* 1982; 37: 599-604.

Enjalbert F, Lebreton P, Salat O, Schelcher F. Effects of pre-or postpartum selenium supplementation on selenium status in beef cows and their calves. *J. Anim. Sci.* 1999; 77: 223-9.

Erkilic E, Erdogan H, Ogun M, Kirmizigul AH, Gokce E, Kuru M, Kukurt A. Relationship between hepcidin and oxidant/antioxidant status in calves with suspected neonatal septicemia. *Vet. World* 2016; 9: 1238-41.

Fayer R, Andrews C, Ungar BLP, Blagburn B. Efficacy of hyperimmune bovine colostrum for prophylaxis of cryptosporidiosis in neonatal calves. *J. Parasitol.* 1989; 75: 393-7.

Frank NA, Kaneene JB. Management risk factors associated with calf diarrhea in Michigan dairy herds. *J. Dairy Sci.* 1993; 76: 1313-23.

Friedl J (2015) Entwicklung der intestinalen Mikrobiota neugeborener Kälber. *Vet. Med. Diss., München*

Ganz S, Bülte M, Gajewski Z, Wehrend A. Inhaltsstoffe des bovinen Kolostrums—eine Übersicht. *Tierärztl. Prax. / G.* 2018; 46: 178-89.

Garber L, Salman M, Hurd H, Keefe T, Schlater J. Potential risk factors for *Cryptosporidium* infection in dairy calves. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 1994; 205: 86-91.

Gavin K, Neibergs H, Hoffman A, Kiser JN, Cornmesser MA, Haredasht SA, Martínez-López B, Wenz JR, Moore DA. Low colostrum yield in Jersey cattle and potential risk factors. *J. Dairy Sci.* 2018; 101: 6388-98.

Girnus D (2004) Inzidenz und Verlauf von Neugeborenenendurchfall bei Kälbern in einem Praxisgebiet in Oberbayern. *Vet. Med. Diss., München*

Godden S, Fetrow J, Feirtag J, Green L, Wells S. Economic analysis of feeding pasteurized nonsaleable milk versus conventional milk replacer to dairy calves. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 2005; 226: 1547-54.

Godden SM, Haines DM, Konkol K, Peterson J. Improving passive transfer of immunoglobulins in calves. II: Interaction between feeding method and volume of colostrum fed. *J. Dairy Sci.* 2009; 92: 1758-64.

Godden SM, Smolenski DJ, Donahue M, Oakes JM, Bey R, Wells S, Sreevatsan S, Stabel J, Fetrow J. Heat-treated colostrum and reduced morbidity in preweaned dairy calves: Results of a randomized trial and examination of mechanisms of effectiveness. *J. Dairy Sci.* 2012; 95: 4029-40.

Godden SM, Lombard JE, Woolums AR. Colostrum Management for Dairy Calves. *Vet. Clin. North Am. Food Anim. Pract.* 2019; 35: 535-56.

Goldhofer A (2016) Spurenelement-und Vitaminversorgung von Milchviehbeständen in einem Praxisgebiet in Oberbayern und deren Bezug zur Kälbergesundheit. *Vet. Med. Diss., München*

Gulliksen SM, Jor E, Lie KI, Hammes IS, Løken T, Åkerstedt J, Østerås O. Enteropathogens and risk factors for diarrhea in Norwegian dairy calves. *J. Dairy Sci.* 2009; 92: 5057-66.

Gunter S, Beck P, Phillips J. Effects of supplementary selenium source on the performance and blood measurements in beef cows and their calves. *J. Anim. Sci.* 2003; 81: 856-64.

Guy M, McFadden T, Cockrell D, Besser T. Regulation of colostrum formation in beef and dairy cows. *J. Dairy Sci.* 1994; 77: 3002-7.

Hammon HM, Liermann W, Frieten D, Koch C. Review: Importance of colostrum supply and milk feeding intensity on gastrointestinal and systemic development in calves. *animal* 2020; 14: 133-43.

Heidarpour Bami M, Mohri M, Seifi HA, Alavi Tabatabaee AA. Effects of parenteral supply of iron and copper on hematology, weight gain, and health in neonatal dairy calves. *Vet. Res. Commun.* 2008; 32: 553-61.

Holloway NM, Tyler JW, Lakritz J, Carlson SL, Holle J. Serum immunoglobulin G concentrations in calves fed fresh and frozen colostrum. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 2001; 219: 357-9.

Humann-Ziehanck E. Selenium, copper and iron in veterinary medicine—From clinical implications to scientific models. *J. Trace Elem. Med. Biol.* 2016; 37: 96-103.

James R, Polan C, Cummins K. Influence of administered indigenous microorganisms on uptake of [iodine-125] γ -globulin in vivo by intestinal segments of neonatal calves. *J. Dairy Sci.* 1981; 64: 52-61.

Jasper J, Weary DM. Effects of Ad Libitum Milk Intake on Dairy Calves. *J. Dairy Sci.* 2002; 85: 3054-8.

Jayappa H, Davis R, Dierks L, Sweeney D, Wasmoen T. Demonstration of Passive Protection in Neonatal Calves against Colibacillosis Following Immunization of Pregnant Heifers at 3 Months of Gestation. *Vet. Ther.* 2008; 9: 283-9.

Johnson J, Godden SM, Molitor T, Ames T, Hagman D. Effects of feeding heat-treated

colostrum on passive transfer of immune and nutritional parameters in neonatal dairy calves. *J. Dairy Sci.* 2007; 90: 5189-98.

Jolley WR, Bardsley KD. Ruminant coccidiosis. *Vet. Clin. North Am. Food Anim. Pract.* 2006; 22: 613-21.

Jorgensen MW, Adams-Progar A, Chester-Jones H, Endres MI, de Passillé AM, Rushen J, Godden SM. Factors associated with dairy calf health in automated feeding systems in the Upper Midwest United States. *J. Dairy Sci.* 2017; 100: 5675-86.

Kamada H, Nonaka I, Ueda Y, Murai M. Selenium Addition to Colostrum Increases Immunoglobulin G Absorption by Newborn Calves. *J. Dairy Sci.* 2007; 90: 5665-70.

Khan M, Lee H, Lee W, Kim H, Ki K, Hur T, Suh G, Kang S, Choi Y. Structural growth, rumen development, and metabolic and immune responses of Holstein male calves fed milk through step-down and conventional methods. *J. Dairy Sci.* 2007; 90: 3376-87.

Klein-Jöbstl D, Iwersen M, Drillich M. Farm characteristics and calf management practices on dairy farms with and without diarrhea: A case-control study to investigate risk factors for calf diarrhea. *J. Dairy Sci.* 2014; 97: 5110-9.

Klockiewicz M, Kaba J, Tomczuk K, Janecka E, Sadzikowski A, Rypuła K, Studzińska M, Małeck-Tepicht J. The epidemiology of calf coccidiosis (*Eimeria* spp.) in Poland. *Parasitol. Res.* 2007; 101: 121-8.

Kryzer A, Godden SM, Schell R. Heat-treated (in single aliquot or batch) colostrum outperforms non-heat-treated colostrum in terms of quality and transfer of immunoglobulin G in neonatal Jersey calves. *J. Dairy Sci.* 2015; 98: 1870-7.

Lateur-Rowet HJM, Breukink HJ. The failure of the oesophageal groove reflex, when fluids are given with an oesophageal feeder to newborn and young calves. *Vet. Q.* 1983; 5: 68-74.

Levieux D, Ollier A. Bovine immunoglobulin G, β -lactoglobulin, α -lactalbumin and serum albumin in colostrum and milk during the early post partum period. *J. Dairy Res.* 1999; 66: 421-30.

Maccari P, Wiedemann S, Kunz HJ, Piechotta M, Sanftleben P, Kaske M. Effects of two different rearing protocols for Holstein bull calves in the first 3 weeks of life on health status, metabolism and subsequent performance. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr.* 2015; 99: 737-46.

Malmuthuge N, Chen Y, Liang G, Goonewardene LA. Heat-treated colostrum feeding promotes beneficial bacteria colonization in the small intestine of neonatal calves. *J. Dairy Sci.* 2015; 98: 8044-53.

Marce C, Guatteo R, Bareille N, Fourichon C. Dairy calf housing systems across Europe and risk for calf infectious diseases. *animal* 2010; 4: 1588-96.

Martin S, Schwabe C, Franti C. Dairy calf mortality rate: influence of management and housing factors on calf mortality rate in Tulare County, California. *Am. J. Vet. Res.* 1975; 36: 1111-4.

Maunsell F, Morin D, Constable PD, Hurley W, McCoy G, Kakoma I, Isaacson R. Effects of mastitis on the volume and composition of colostrum produced by Holstein cows. *J. Dairy Sci.* 1998; 81: 1291-9.

McAloon CG, Doherty ML, Donlon J, Lorenz I, Meade J, O'Grady L, Whyte P. Microbiological contamination of colostrum on Irish dairy farms. *Vet. Rec.* 2016; 178: 474-6.

McGuirk SM, Collins M. Managing the production, storage, and delivery of colostrum. *Vet. Clin. North Am. Food Anim. Pract.* 2004; 20: 593-603.

Medrano-Galarza C, LeBlanc SJ, Jones-Bitton A, DeVries TJ, Rushen J, Marie de Passillé A, Endres MI, Haley DB. Associations between management practices and within-pen prevalence of calf diarrhea and respiratory disease on dairy farms using automated milk feeders. *J. Dairy Sci.* 2018; 101: 2293-308.

Meganck V, Hoflack G, Opsomer G. Advances in prevention and therapy of neonatal dairy calf diarrhoea: a systematical review with emphasis on colostrum management and fluid therapy. *Acta Vet. Scand.* 2014; 56: 75-82.

Meganck V, Hoflack G, Piepers S, Opsomer G. Evaluation of a protocol to reduce the incidence of neonatal calf diarrhoea on dairy herds. *Prev. Vet. Med.* 2015; 118: 64-70.

Mohri M, Sarrafzadeh F, Seifi H. Effects of oral iron supplementation on haematocrit, live weight gain and health in neonatal dairy calves. *Iran. J. Vet. Res.* 2006; 7: 34-7.

Muller L, Ellinger D. Colostral immunoglobulin concentrations among breeds of dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 1981; 64: 1727-30.

Mundt H-C, Bangoura B, Rinke M, Rosenbruch M, Dauschies A. Pathology and treatment of *Eimeria zuernii* coccidiosis in calves: investigations in an infection model. *Parasitol. Int.* 2005; 54: 223-30.

Murray CF, Fick LJ, Pajor EA, Barkema HW, Jelinski MD, Windeyer MC. Calf management practices and associations with herd-level morbidity and mortality on beef cow-calf operations. *animal* 2016; 10: 468-77.

Paré J, Thurmond MC, Gardner IA, Picanso JP. Effect of birthweight, total protein, serum IgG and packed cell volume on risk of neonatal diarrhea in calves on two California dairies. *Can. J. Vet. Res.* 1993; 57: 241-6.

Parreño V, Marcoppido G, Vega C, Garaicoechea L, Rodriguez D, Saif L, Fernández F. Milk supplemented with immune colostrum: Protection against rotavirus diarrhea and modulatory effect on the systemic and mucosal antibody responses in calves experimentally challenged with bovine rotavirus. *Vet. Immunol. Immunopathol.* 2010; 136: 12-27.

Pehrson B, Ortman K, Madjid N, Trafikowska U. The influence of dietary selenium as selenium yeast or sodium selenite on the concentration of selenium in the milk of suckler cows and on the selenium status of their calves. *J. Anim. Sci.* 1999; 77: 3371-6.

Perez E, Noordhuizen J, Van Wuijkhuis L, Stassen E. Management factors related to calf morbidity and mortality rates. *Livest. Prod. Sci.* 1990; 25: 79-93.

Peter SG, Gitau GK, Richards S, Vanleeuwen JA, Uehlinger F, Mulei CM, Kibet RR. Risk factors associated with Cryptosporidia, Eimeria, and diarrhea in smallholder dairy farms in Mukurwe-ini Sub-County, Nyeri County, Kenya. *Vet. World* 2016; 9: 811-9.

Pithua P, Wells SJ, Godden SM, Raizman EA. Clinical trial on type of calving pen and the risk of disease in Holstein calves during the first 90d of life. *Prev. Vet. Med.* 2009; 89: 8-15.

Potthoff B (2011) Auswirkungen einer oralen Eisenerganzung (Fe-Aminosäuren-Chelat) in der Trockenstehzeit auf Parameter des Fe-Stoffwechsels von Kühen und ihren neugeborenen Kälbern. *Vet. Med. Diss., Hannover*

Pritchett LC, Gay CC, Besser TE, Hancock DD. Management and Production Factors Influencing Immunoglobulin G1 Concentration in Colostrum from Holstein Cows. *J. Dairy Sci.* 1991; 74: 2336-41.

Prodanovic R, Nedic S, Radanovic O, Milicevic V, Vujanac I, Bojkovski J, Kureljusic B, Arsic S, Jovanovic L, Kirovski D. Occurrence of neonatal diarrhea in calves with iron-deficiency anemia. *Vet. Glas.* 2019; 73: 1-9.

Pyo J, Pletts S, Romao J, Inabu Y, He Z, Haines D, Sugino T, Guan L, Steele M. The effects of extended colostrum feeding on gastrointestinal tract growth of the neonatal dairy calf. *J. Anim. Sci.* 2018; 96: 170-1.

Quigley JD, Wolfe TA, Elsasser TH. Effects of Additional Milk Replacer Feeding on Calf Health, Growth, and Selected Blood Metabolites in Calves. *J. Dairy Sci.* 2006; 89: 207-16.

Reinicke A (2006) Vergleichende Fallbeschreibung zur kolostralen IgG-Versorgung neugeborener Kälber in zwei sudkalifornischen Milchbetrieben mit unterschiedlichen Managementbedingungen. *Vet. Med. Diss., München*

Rémond B, Kérouanton J, Brocard V. Effets de la réduction de la durée de la période sèche ou de son omission sur les performances des vaches laitières. *INRA Prod. Anim.* 1997; 10: 301-15.

Reski-Weide B (2013) Inzidenz der Neugeborenenendiarrhoe bei Kälbern in Abhängigkeit von exogenen Faktoren - eine Praxisstudie. *Vet. Med. Diss., München*

Richter B (2014) Einfluss nichtinfektiöser Faktoren auf die Inzidenz ausgewählter Erkrankungen bei Kälbern in den ersten sechs Lebenswochen. *Vet. Med. Diss., München*

Santana AM, Silva DG, Thomas FC, Bernardes PA, Pizauro LJ, Santana CH, Burchmore RJ, Eckersall PD, Fagliari JJ. Blood serum acute phase proteins and iron dynamics during acute phase response of *Salmonella enterica* serotype Dublin experimentally infected buffalo calves. *Vet. Immunol. Immunopathol.* 2018; 203: 30-9.

Scibilia LS, Muller LD, Kensinger RS, Sweeney TF, Shellenberger PR. Effect of Environmental Temperature and Dietary Fat on Growth and Physiological Responses of Newborn Calves. *J. Dairy Sci.* 1987; 70: 1426-33.

Shell T, Early R, Carpenter J, Buckley B. Prepartum nutrition and solar radiation in beef cattle: II. Residual effects on postpartum milk yield, immunoglobulin, and calf growth. *J. Anim. Sci.* 1995; 73: 1303-9.

Spears J, W Harvey R, C Segerson E. Effects of Marginal Selenium Deficiency and Winter Protein Supplementation on Growth, Reproduction and Selenium Status of Beef Cattle. *J. Anim. Sci.* 1986; 63: 586-94.

Stewart S, Godden S, Bey R, Rapnicki P, Fetrow J, Farnsworth R, Scanlon M, Arnold Y, Clow L, Mueller K, Ferrouillet C. Preventing Bacterial Contamination and Proliferation During the Harvest, Storage, and Feeding of Fresh Bovine Colostrum. *J. Dairy Sci.* 2005; 88: 2571-8.

Stoppacher M, Mitterhuber P (2015) Vergleich verschiedener Tränkeverfahren (restriktiv

bzw. ad libitum) in der Kälberaufzucht. Diplomarbeit, Raumberg-Gumpenstein

Svensson C, Lundborg K, Emanuelson U, Olsson S-O. Morbidity in Swedish dairy calves from birth to 90 days of age and individual calf-level risk factors for infectious diseases. *Prev. Vet. Med.* 2003; 58: 179-97.

Tajik J, Nazifi S. A Preliminary Study of the Correlations of Serum Concentrations of Electrolytes and Trace Elements with Clinical Signs in Diarrheic Dairy Calves. *Pak. Vet. J.* 2013; 33: 5-8.

Teixeira AGV, Lima FS, Bicalho MLS, Kussler A, Lima SF, Felipe MJ, Bicalho RC. Effect of an injectable trace mineral supplement containing selenium, copper, zinc, and manganese on immunity, health, and growth of dairy calves. *J. Dairy Sci.* 2014; 97: 4216-26.

Trefz FM, Lorenz I, Lorch A, Constable PD. Clinical signs, profound acidemia, hypoglycemia, and hypernatremia are predictive of mortality in 1,400 critically ill neonatal calves with diarrhea. *Plos One* 2017; 12: 1-27.

Trotz-Williams LA, Martin SW, Leslie KE, Duffield T, Nydam DV, Peregrine AS. Calf-level risk factors for neonatal diarrhea and shedding of *Cryptosporidium parvum* in Ontario dairy calves. *Prev. Vet. Med.* 2007; 82: 12-28.

Trotz-Williams LA, Leslie KE, Peregrine AS. Passive immunity in Ontario dairy calves and investigation of its association with calf management practices. *J. Dairy Sci.* 2008; 91: 3840-9.

Uetake K. Newborn calf welfare: A review focusing on mortality rates. *Anim. Sci. J.* 2013; 84: 101-5.

Vandaele L, Ampe B, Wittcox S, Segers L, Rovers M, Aa A, Du Laing G, Campeneere S (2014) Effect of Sodium Selenite, Selenium Yeast and L-selenomethionin Supplementation on Milk and Blood Selenium Concentrations in Dairy Cattle. In: 2014 ADSA-ASAS-CSAS Joint Annual Meeting, Kansas City

Weaver DM, Tyler JW, VanMetre DC, Hostetler DE, Barrington GM. Passive Transfer of Colostral Immunglobulins in Calves. *J. Vet. Intern. Med.* 2000; 14: 569-77.

Weber SE, Lippuner C, Corti S, Deplazes P, Hässig M. Klinische Epidemiologie der Kälber-Cryptosporidiose. *Schweiz. Arch. Tierheilkd.* 2015; 158: 341-50.

Wickramasinghe HKJP, Kramer AJ, Appuhamy JADRN. Drinking water intake of newborn dairy calves and its effects on feed intake, growth performance, health status, and nutrient digestibility. *J. Dairy Sci.* 2019; 102: 377-87.

Wiedemann S, Kunz H-J, Kaske M (2013) Neue Ansätze in der Kälberaufzucht. In: Hochschultagung 2012 der Agrar- und Ernährungswissenschaftlichen Fakultät der Christian-Albrechts- Universität zu Kiel. Ed Kiel A-uEFdC-A-Uz, Kiel. 91-8

Wiedemann S, Holz P, Kunz H, Stamer E, Kaske M. Einfluss einer ad libitum Tränke von Holstein-Friesian Kälbern während der ersten vier Lebenswochen auf die Gewichtsentwicklung sowie auf Milchleistung und Futteraufnahme in der ersten Laktation. *Züchtungskunde* 2015; 87: 413-22.

Windeyer MC, Leslie KE, Godden SM, Hodgins DC, Lissemore KD, LeBlanc SJ. Factors associated with morbidity, mortality, and growth of dairy heifer calves up to 3 months of age. *Prev. Vet. Med.* 2014; 113: 231-40.

Wittmeier D (2008) Retrospektive Untersuchung der Erythrozyten-Glutathionperoxidase-Aktivitäten von Rinder-Patienten der Klinik für Wiederkäuer. *Vet. Med. Diss., München*

Zou Y, Wang Y, Deng Y, Cao Z, Li S, Wang J. Effects of feeding untreated, pasteurized and acidified waste milk and bunk tank milk on the performance, serum metabolic profiles, immunity, and intestinal development in Holstein calves. *J. Anim. Sci. Biotechnol.* 2017; 8: 1-11.

IX ANHANG

1 Fragebogen zur Datenerfassung

Betrieb – LIMS-Nr.:

Hoftierarzt:

TGD-Geschäftsstelle:

TGD-MA:

TGD-Erhebungsdatum:

Kälber

- Problemkreis: Durchfall junger Kälber (bis 3 Wochen)
- Durchfall älterer Kälber (ab 3 Wochen)
- Atemwege
- Nabel
- Sonstiges, was? _____

Bei eingeschränkter Auswahl: Bitte ankreuzen, was am ehesten zutrifft!

1. Allgemeine Bestandsdaten

1.1. Tiere(Anzahl) / Leistung:

- 1.1.1. Milchkühe:_____ Färsen:_____ Kälber:_____ Bullen:_____ Jungbullen:_____
- 1.1.2. Rasse: Fleckvieh Holstein Braunvieh andere gemischt
- 1.1.3. Herdendurchschnitt (kg Milch):_____ Fett (%):_____ Eiweiß (%):_____ Zellzahl: (x 1.000)_____ Zwischenkalbezeit (Tage):_____
- 1.1.4. Herdenremontierung (%/Jahr)_____ eigene Nachzucht Händler Markt
- 1.1.5. Zukauf Kälber/Jungrinder: ja → Quarantäne: ja nein
- 1.1.6. Zukauf Kühe/Bullen: ja → Quarantäne: ja nein

1.2. Aufstallung:

- 1.2.1. Stallklima: Warmstall Bereich nicht vorhanden Außenklima separater Jungviehstall
- 1.2.2. Ganzjähr. Stallhaltung? nein hofeigene Weide Gemeinschaftsweide Laufhof Alt und Jung zusammen
- 1.2.3. Ganzjähr. Stallhaltung? ja öffentl.Wasserversorg. eigene Quelle Anbindestall Boxenlaufstall Mit Fressgitter Fressliegeboxen

- Hochboxen Tiefboxen Einstreu
 Vollspalten Teilspalten befestigte Fläche
 Anzahl der Boxen: _____ Anzahl Fressplätze: _____

1.2.4. separate Aufstallung Stierkälber (männl. Kälber/Jungrinder)? ja nein

2. Betriebsbereiche (innere Biosicherheit)

2.1. Abkalbbereich:

- 2.1.1. Abkalbung erfolgt
- angebunden am Platz im Laufstall
 angebunden im separaten Abkalbbereich Abkalbebox
- 2.1.2. Wie oft wird der Abkalbbereich gereinigt?
- nie ab und zu
 nach jeder Abkalbung
- 2.1.3. Wie wird der Abkalbbereich gereinigt?
- Hockdruckreiniger
 Sonstiges, wie? _____
- 2.1.4. Wie oft wird der Abkalbbereich desinfiziert?
- nie ab und zu
 nach jeder Abkalbung
- 2.1.4.1. Desinfektion, womit?
- _____
- 2.1.5. Verschmutzung des Bereichs mit Kuhkot? gering mäßig hoch
- 2.1.6. Wird der Bereich auch als Krankenabteil genutzt? nie im Notfall regelmäßig
- 2.1.7. Kalbt jede Kuh in der Abkalbebox ab, oder einzelne im Stall? ja nein
- 2.1.8. Ist die Abkalbebox ohne Unterbrechung von Kühen belegt? ja nein
- 2.1.9. Wenn eine Kuh kalbt, wird diese vor der Kalbung kontrolliert? ja nein
- 2.1.10. Wird eine Kuh nach der Kalbung kontrolliert? ja nein
- 2.1.11. Wird im Puerperium die Rektaltemperatur kontrolliert? ja nein
- 2.1.12. Wenn ja, wieviele Tage? _____
- 2.1.13. Bleiben die Kälber länger als 3 Stunden bei ihren Müttern? ja nein
- 2.1.14. Können neugeborene Kälber am Euter der Mutter saugen? ja nein
- 2.1.15. Euterverschmutzung bei frischgekalbten Kühen? gering mäßig hoch

2.2. Kälberbereich:

- Bereich nicht vorhanden
 Kolostrum vom Muttertier
- 2.2.1. **Kolostrummanagement:**
- Pool-Kolostrum saugen am Muttertier
 als Tränke Tauchsieder
- 2.2.1.1. Erwärmung:
- Mikrowelle Wasserbad keine (frisch ermolken)
- 2.2.1.2. wird das Kolostrum pasteurisiert?
- ja nein
 2.2.1.2.1. bei 60 °C und 60 min lang? ja nein
 2.2.1.2.2. anderes System, welches? _____
- 2.2.2. Kühlen Sie frisch ermolkenes Kolostrum, welches nicht sofort vertränkt wird unverzüglich auf 4 °C? ja nein
- 2.2.2.1. gibt es tiefgefrorenes Kolostrum? ja nein
- 2.2.3. wird tiefgefrorenes Kolostrum auch nach mehr als einem Jahr Lagerung vertränkt?
- ja nein
- 2.2.3.1. Die erste Kolostrumgabe erfolgt →
- innerhalb der ersten 2 Stunden p.p.
 zwischen 2 und 6 Stunden p.p.
 nach 6 Stunden p.p. oder später

- 2.2.3.2. kommen irgendwelche Zusätze zum Einsatz? ja nein
- 2.2.3.3. Erste Kolostrumgabe? 1 Liter 2 Liter
 3 Liter ad libitum
- 2.2.3.4. Die zweite Kolostrumgabe erfolgt → zwischen 3 und 6 Stunden p.p.
 zwischen 6 und 12 Stunden p.p.
 12 Stunden p.p. oder später
- 2.2.3.5. Zweite Kolostrumgabe? 1 Liter 2 Liter
 3 Liter ad libitum
- 2.2.3.6. Kolostrum Drenchen: nein Ja → Routine Notfall
 Häufigkeit? Einmal Mehrmals
 Menge? 1-2 Liter 3-4 Liter
- 2.2.4. Tränkeregime 1. Lebenswoche:**
- 2.2.4.1. Mahlzeiten/Tag? 2 mal 3 mal ad libitum (auch Mutterkuh)
- 2.2.4.2. Tränkeart: Muttermilch Tankmilch Milchaustauscher
- 2.2.4.3. Zubereitung: Sauertränke pasteurisiert nicht pasteurisiert
- 2.2.4.4. Wird durch Wartezeit gesperrte Milch vertränkt? ja nein
- 2.2.4.5. Wird durch erhöhte Zellen gesperrte Milch vertränkt? ja nein
- 2.2.4.6. Menge pro Mahlzeit? 2 Liter 3 Liter mehr als 3 Liter
- 2.2.4.7. eigener Tränkeimer? ja nein Tränkeautomat
- 2.2.5. Tränkeregime 2. Lebenswoche:**
- 2.2.5.1. Mahlzeiten/Tag? 2 mal 3 mal ad libitum (auch Mutterkuh)
- 2.2.5.2. Tränkeart: Muttermilch Tankmilch Milchaustauscher
- 2.2.5.3. Zubereitung: Sauertränke pasteurisiert nicht pasteurisiert
- 2.2.5.4. Menge pro Mahlzeit? 2 Liter 3 Liter mehr als 3 Liter
- 2.2.5.5. eigener Tränkeimer? ja nein Tränkeautomat
- 2.2.5.6. Heu kein Rauhfutter Wasser Kälberstarter Kälber TMR Salzleckstein
- 2.2.6. Tränkehygiene:**
- 2.2.6.1. Saugnuckelreinigung (inkl. Zerlegen)? nach jeder Mahlzeit 1x tägl.
 1x wöchentlich. 1x im Monat
- 2.2.6.2. Saugnuckeldesinfektion (Spülmasch., Auskochen)? 1x pro Woche 1x pro Monat
 keine
- 2.2.6.3. Saugnuckelaustausch? nach jedem Kalb halbjährlich
 nach Bedarf
- 2.2.7. Kälberaufstallung:**
- 2.2.7.1. Box Iglu Einzelhaltung Gruppenhaltung
- 2.2.7.2. Reinigung/Desinfektion nach jeder Belegung? ja nein
- 2.2.7.3. Desinfektion, womit?
-
- 2.2.7.4. Gruppenhaltung nach? 1 Woche 2 Wochen
 3 Wochen oder mehr
- 2.2.7.5. Rein-Raus-Verfahren kontin. Belegung kontin. Beleg. mit Desinfektion
- 2.2.7.6. Desinfektion, womit?
-
- 2.2.7.7. Im Rinderstall tätige Personen versorgen die Kälber? ja nein
- 2.2.7.8. werden Kälber in der Nähe von Kühen gehalten? ja nein

- 2.2.7.9. Sind Stall und Arbeitsmittel sauber? ja nein
 2.2.7.10. Stallklima (subjektiv) in Ordnung? ja nein
 2.2.7.11. Besatzdichte zu hoch? ja nein
 2.2.7.12. Altersverteilung pro Gruppe homogen? ja nein

2.2.8. Kälberkrankheiten- Häufigkeit:

- 2.2.8.1. Kälberdurchfall < 25% der Kälber > 25% der Kälber
 2.2.8.2. Durchfall älterer Kälber (>3 Wochen) < 25% der Kälber > 25% der Kälber
 2.2.8.3. Atemwegserkrankungen < 25% der Kälber > 25% der Kälber
 2.2.8.4. Nabelerkrankungen < 25% der Kälber > 25% der Kälber
 2.2.8.5. Otitiden < 25% der Kälber > 25% der Kälber
 2.2.8.6. Arthritiden, Polyarthritiden, Lahmheiten < 25% der Kälber > 25% der Kälber
 2.2.8.7. Trinkschwäche < 25% der Kälber > 25% der Kälber

2.2.9. Impfungen und Prophylaxemaßnahmen: Kälber

- 2.2.9.1. Mutterschutz kommerziell ja nein
 2.2.9.2. Mutterschutz bestandsspezifisch ja nein
 2.2.9.3. E. coli Schluckvakzine ja nein
 2.2.9.4. Kryptosporidien (z. B.: Halocur) ja nein
 2.2.9.5. Kokzidiose (z. B.: Baycox / Vecoxan) ja nein
 2.2.9.6. Vit E / Selen Injektion Kälber ja nein
 2.2.9.7. Eisen Injektion Kälber ja nein
 2.2.9.8. Vit E / Selen Injektion / Spurenelementbolus Trockensteher ja nein
 2.2.9.9. Antibiotikaeinsatz bei Kälberdurchfall? ja nein
 2.2.9.9.1. Welches?

 2.2.9.9.2. Einsatz durch HTA? ja nein
 2.2.9.9.3. Einsatz durch Landwirt? ja nein
 2.2.9.10. Antibiotikaeinsatz bei Rinder Grippe? ja nein
 2.2.9.10.1. Welches?

 2.2.9.10.2. Therapeutisch? ja nein
 2.2.9.10.3. Metaphylaxe? ja nein

2.3. Jungtierbereich (bis zu einem Jahr)

Bereich nicht vorhanden

- 2.3.1. Teilen sich Jungtiere den gleichen Stall-Luftraum mit Kühen? ja nein
 2.3.2. Kommen Jungtiere und Kühe gemeinsam auf die Weide? ja nein
 2.3.3. Sind Stall und Arbeitsmittel sauber? ja nein
-

X DANKSAGUNG

Zum Schluss möchte ich mich herzlich bei Frau PD Dr. Ingrid Lorenz für den Vorschlag und die Überlassung des Themas und die hilfreiche und geduldige Unterstützung bei der Anfertigung meiner hier vorliegenden Dissertation bedanken. Es war insbesondere sehr angenehm, dass ich immer kurzfristige Besprechungstermine und schnelle Antworten auf meine E-Mails bekommen habe. Mein weiterer Dank gilt Herrn PD Dr. Florian Trefz für die Hilfe in allen statistischen und Frau Dr. Susanna Oswald in allen labortechnischen Fragestellungen, sowie meiner Doktormutter Frau Prof. Dr. Gabriela Knubben-Schweizer insbesondere für die regelmäßigen Einladungen zu den recht interessanten Doktorandenseminaren.

Außerdem danke ich allen tierärztlichen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern des Tiergesundheitsdienstes, die an diesem Projekt beteiligt waren und für mich sämtliche Daten zusammen getragen haben, sowie allen Landwirtinnen und Landwirten, die bereit waren, ihre Tiere für dieses Projekt untersuchen und beproben zu lassen.

Besonders schätze ich auch die zu jederzeit zuverlässige Mitarbeit von Frau Pallasch und Frau Rinnagel bei der Datenverarbeitung – auch hierfür ein herzliches „Vergelt’s Gott“.

Jedoch hätte ich sowohl mein Tiermedizin-Studium als auch das anschließende Promotionsstudium nicht so gut absolvieren können, wenn mir nicht meine Familie und mein Freund Benedikt immer den Rücken frei gehalten hätten und viel Verständnis für zum Teil sehr lern- und arbeitsintensive Phasen gehabt hätten. Danke insbesondere für die moralische Unterstützung.

Zu guter Letzt möchte ich noch ein Dankeschön an meinen Chef Herrn Dr. Peter Mittermeier und sein Praxisteam richten, die mir genügend Freiräume gewährt haben, sodass ich neben der Arbeit diese Doktorarbeit anfertigen konnte.