

Aus dem Department für Nutztiere und Bestandsbetreuung
der Veterinärmedizinischen Universität Wien

Universitätsklinik für Wiederkäuer
(Leiter: Univ. Prof. Dr. med. vet. Thomas Wittek Dipl. ECBHM)

Kälbersterblichkeit in Tirol von 2009 bis 2019: Eine retrospektive Studie zu deren Höhe und Entwicklung

Diplomarbeit
Veterinärmedizinische Universität Wien

vorgelegt von
Sandra Christina Schiechl

Wien, März 2021

Betreuer:

Priv. Doz. Dr. vet. med. Khol Johannes Lorenz

Universitätsklinik für Wiederkäuer

Department für Nutztiere und öffentliches Gesundheitswesen in der Veterinärmedizin

Veterinärmedizinische Universität Wien

Begutachter:

Univ. Prof. Dr. Marc Drillich, Dipl. ECBHM Dipl. ECAR

Universitätsklinik für Wiederkäuer

Klinische Abteilung für Bestandsbetreuung bei Wiederkäuern

Department für Nutztiere und öffentliches Gesundheitswesen in der Veterinärmedizin

Veterinärmedizinische Universität Wien

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung.....	1
2 Literaturübersicht.....	3
2.1 Definitionen.....	3
2.1.1 Kälbersterblichkeit	3
2.1.2 Totgeburtenrate	4
2.1.3 Kälberverluste	5
2.2 Problematik der Vergleichbarkeit unterschiedlicher Definitionen	5
2.3 Richtwerte Kälbersterblichkeit.....	8
2.4 Zeitliche Einteilungsmöglichkeiten und Höhe der Kälbersterblichkeit	9
2.5 Wirtschaftliche Folgen einer hohen Kälbersterblichkeit.....	11
2.6 Ursachen der Kälbersterblichkeit.....	12
2.6.1 Häufige infektiöse Kälbererkrankungen.....	12
2.6.2 Managementassoziierte Faktoren	13
2.6.2.1 Ort der Abkalbung.....	14
2.6.2.2 Einfluss der Kolostrumaufnahme.....	14
2.6.2.3 Einfluss der Fütterung	15
2.6.2.4 Einfluss der Herdengröße bzw. der Anzahl an Kälbern pro zuständiger Person.....	16
2.6.2.5 Einfluss der Trennung von Kuh und Kalb	17
2.6.2.6 Einfluss der Gruppenhaltung von Kälbern	17
2.6.3 Einflüsse von Seiten des Tieres	18
2.6.3.1 Einfluss der Rasse bzw. Nutzungsrichtung.....	18
2.6.3.2 Einfluss des Geschlechts.....	20
2.6.4 Einfluss von Geburtsfaktoren.....	21
2.6.4.1 Einfluss des Geburtsverlaufs	21
2.6.4.2 Auswirkungen durch Zwillingsgeburten.....	21
2.6.4.3 Einfluss der Parität	22
2.6.5 Umwelteinflüsse.....	22
2.6.5.1 Einfluss des Geburtsmonats bzw. der Durchschnittstemperatur	23
2.7 Möglichkeiten zur Reduktion der Kälbersterblichkeit.....	24
2.8 Datenerhebungen bezüglich der Kälbersterblichkeit in Österreich.....	25
2.8.1 Totgeburten und Aufzuchtverluste im Rahmen der Zuchtwertschätzung.....	26
2.8.2 Erhebungen der Arbeitsgemeinschaft österreichischer Fleischrinderzüchter.....	26

2.8.3 Erhebungen bezüglich der Falltierzahlen und Sektionsbefunde durch Geier (2012)	27
3 Material und Methoden	28
3.1 Ausgewertete Daten	28
3.2 Definitionen.....	29
3.2.1 Definition Totgeburt.....	29
3.2.2 Definition Kälbersterblichkeit	29
3.3 Durchgeführte Berechnungen und statistische Auswertung.....	29
4 Ergebnisse	31
4.1 Kälbermortalität nach Bezirken.....	32
4.2 Kälbermortalität nach Hauptrasse	36
4.2.1 Kälbermortalität der bedeutendsten Hauptrassen Tirols (> 1.000 Geburten von 2009-2019)	38
4.2.2 Kälbermortalität aller in Tirol gehaltenen Hauptrassen.....	40
4.3 Kälbermortalität nach Geschlecht.....	47
4.4 Kälbermortalität nach Alter.....	47
4.5 Kälbermortalität nach Hauptrasse und Geschlecht	48
4.6 Kälbermortalität nach Alter und Geschlecht.....	51
5 Diskussion.....	52
6 Zusammenfassung.....	61
7 Summary	63
8 Danksagung	64
9 Abkürzungsverzeichnis	65
10 Literaturverzeichnis.....	66
11 Abbildungsverzeichnis.....	76
12 Tabellenverzeichnis	77

1 Einleitung

Die Mortalitätsrate von Kälbern in modernen Intensivtierhaltungen ist hoch und liegt häufig deutlich über dem für den jeweiligen Betrieb noch tolerierbarem Maß (Raboisson et al. 2013, Zucali et al. 2013, Frisch et al. 2014). Im Zuge einer italienischen Studie, welche weibliche Holsteinkälber aus intensiver Milchviehhaltung inkludierte, wurden beispielsweise durchschnittlich 8,82 % der Kälber auf den Betrieben entweder tot geboren oder verendeten bis 24 h nach der Geburt (Zucali et al. 2013). Im Anschluss starben im Mittel 8,9 % der Tiere bis zum Absetzen nach durchschnittlich 78,2 Tagen (Zucali et al. 2013). Bezüglich des für die Betriebe noch tolerierbaren Maßes gibt es durchaus unterschiedliche Angaben. Frisch et al. (2014) nannten beispielsweise 5 % Verluste bis zum Absetzen als näherungsweise Kalkulationswert für eine noch tolerierbare Kälbersterblichkeit bei Fleckviehkälbern (Frisch et al. 2014).

Die Ursachen für eine hohe Kälbermortalität sind mannigfaltig und in der Regel ist eine hohe Kälbersterblichkeit am jeweiligen Betrieb multifaktoriell bedingt (Gulliksen et al. 2009a). Neben individuellen Faktoren zeichnen vor allem Managementfaktoren, Umwelteinflüsse sowie das Auftreten von Infektionserregern für die betriebliche Varianz des Mortalitätsrisikos verantwortlich (Gulliksen et al. 2008, Gulliksen et al. 2009a, Hyde et al. 2020). So wurde im Zuge der Erhebung durch Zucali et al. (2013) auf einzelnen Betrieben eine frühe Mortalität von bis zu 28 % aller dort geborenen weiblichen Tiere verzeichnet, wohingegen auf anderen inkludierten Betrieben im Jahr 2009 kein einziges Tier im perinatalen Zeitraum verendete (Zucali et al. 2013).

Im Laufe der letzten Jahre berichteten mehrere Autoren, wie beispielsweise Mee et al. (2008) in Irland oder auch Santman-Berends et al. (2014) in den Niederlanden, von einem stetigen Anstieg der Kälbermortalität. Dies führten Alvåsen et al. (2014) unter anderem auf die zunehmende Intensivierung der Produktionssysteme bzw. der Nutztierhaltung im Allgemeinen zurück. Compton et al. (2017) gingen davon aus, dass die Kälbermortalität auch in zahlreichen anderen Ländern mit stetig steigender Milchleistung bzw. Herdengröße im Laufe der letzten Jahrzehnte angestiegen ist. Ob diese Entwicklung nun auch in Österreich - oder spezifischer im Bundesland Tirol - beobachtet werden kann, ist unter anderem Gegenstand der vorliegenden Arbeit.

Eine möglichst niedrige Kälbermortalität ist auch in Bezug auf tierschutzrelevante Fragestellungen von Bedeutung (Ortiz-Pelaez et al. 2008). In diesem Zusammenhang hat sich im Laufe der letzten Jahre auch die gesellschaftliche Einstellung gegenüber Tieren zusehends verändert und das öffentliche Interesse für Tierschutz - insbesondere in Bezug

auf Nutztiere - ist im Steigen begriffen (Europäische Kommission 2007). Folglich sind Themen des Tierschutzes in vielen Staaten auch fixer Bestandteil der politischen Tagesordnung (de Vries et al. 2011).

Selbstredend ist eine hohe betriebliche Kälbersterblichkeit mit gravierenden wirtschaftlichen Folgen verbunden (Compton et al. 2017). Auch aus Sicht der zentralen Arbeitsgemeinschaft österreichischer Rinderzüchter (ZAR) bilden gesunde Kälber die Grundlage für eine gesunde, leistungsstarke Herde und einen wirtschaftlich erfolgreichen Betrieb (ZAR 2017). Aus diesem Grunde rief sie im Jahr 2017 den Themenschwerpunkt „Das Kalb - die Kuh von morgen“ aus. So sollten Landwirte und Landwirtinnen im Rahmen von Vorträgen vermehrt für dieses wichtige Thema sensibilisiert und bezüglich des korrekten Managements (Fütterung, Haltung, Geburtsmanagement, Hygiene) in der Kälberaufzucht weitergebildet werden (ZAR 2017).

In der vorliegenden Diplomarbeit wird von der Annahme ausgegangen, dass die Kälbersterblichkeit auch im Bundesland Tirol über dem für Betriebe noch tolerierbarem Maß liegt. Ziel dieser Arbeit ist es, zunächst einen Überblick über bereits vorhandene Literatur zu diesem Thema zu bieten und anschließend retrospektiv, unter Verwendung der Daten der Agrarmarkt Austria (AMA), die Höhe der Kälbersterblichkeit zu bestimmen. Auch sollen anhand von Fachliteratur Empfehlungen zur Verminderung der Kälbermortalität ausgesprochen werden. Diese Maßnahmen zur Verbesserung von Haltung und Management, sollen einen Beitrag zur Reduktion der Kälbersterblichkeit leisten, um so zum einen die wirtschaftlichen Einbußen zu verringern und zum anderen für mehr Tierwohl auf den Betrieben zu sorgen.

2 Literaturübersicht

2.1 Definitionen

2.1.1 Kälbersterblichkeit

Der Gesetzgeber versteht unter dem Begriff „Kalb“ „Rinder bis zu einem Alter von sechs Monaten“ (1. Tierhaltungsverordnung 2004). Der Zeitraum, der im Zuge von Erhebungen der Kälbersterblichkeit herangezogen wird, variiert jedoch von Studie zu Studie (Brickell et al. 2009, Compton et al. 2017). So ermittelten beispielsweise Compton et al. (2017) oder auch Zucali et al. (2013) die Höhe der Kälbersterblichkeit bis zur Entwöhnung. Im Gegensatz dazu erhoben Santman-Berends et al. (2019) Daten über einen wesentlich längeren Zeitraum und untersuchten so die Höhe der Sterblichkeit bis zur Vollendung des ersten Lebensjahres. Die Definition gemäß Brickell et al. (2009) geht hingegen mit der gesetzlichen Begriffsbestimmung konform und umfasst folglich all jene Tiere, welche bis zu einem Alter von sechs Monaten verendeten bzw. euthanasiert wurden.

Generell ist die Kälbersterblichkeit als ein relativer Anteil zu verstehen und wird daher in Prozent angegeben. Als Nenner kann hierbei - unter Beibehaltung des Zählers - entweder die absolute Anzahl an Tieren oder die sogenannten „calf-days-at-risk“ herangezogen werden (Santman-Berends et al. 2019). Die Kälbersterblichkeit in % wird nach Müller et al. (2016) wie folgt berechnet (Definition 1):

$$\frac{\text{Anzahl verendeter und notgetöteter Kälber} \times 100}{\text{Anzahl lebendgeborener Kälber}} = \text{Kälbersterblichkeit in \%}$$

Die Definition nach Santman-Berends et al. (2019) ähnelt jener von Müller et al. (2016) sehr, jedoch beziehen sich Zähler und Nenner hier auf Kälber, die bereits mit einer Ohrmarke versehen wurden (Definition 2):

$$\frac{\text{Zahl der verendeten Kälber, die bereits Ohrmarken trugen} \times 100}{\text{Zahl der Kälber, die bereits Ohrmarken trugen}} = \text{Kälbermortalität in \%}$$

Alternativ kann, wie bereits erwähnt, die Höhe der Kälbermortalität nach Santman-Berends et al. (2019) unter Verwendung der calf-days-at-risk auf die nachfolgende Weise ermittelt werden (Definition 3):

Zahl verendeter Kälber, die bereits Ohrmarken trugen \times n_{days} \times 100 = Kälbermortalität in %
calf-days-at-risk

Die „Zahl verendeter Kälber, die bereits Ohrmarken trugen“ sowie die „calf-days-at-risk“ sind jeweils über einen definierten Zeitraum in Bezug auf einen bestimmten Betrieb zu betrachten. Die Variable n_{days} steht hierbei für die Anzahl der Tage im beobachteten Zeitabschnitt (Santman-Berends et al. 2019).

Unter den calf-days-at-risk versteht man im Sinne der sogenannten time-at-risk die Summe jener Tage, an welchen ein Kalb im Beobachtungszeitraum einem Sterberisiko ausgesetzt ist. Wenn also das Tier verstirbt oder aus einem anderen Grund (z.B. frühzeitiger Verkauf von Stierkälbern auf Milchviehbetrieben etc.) aus der Erhebung ausscheidet, so trägt dieses Kalb nicht länger zu den calf-days-at-risk bei (Dohoo et al. 2010). So kann nun die Höhe der Kälbermortalität für eine bestimmte Altersklasse (z.B. ab dem dritten Lebenstag bis zum Ende des ersten Lebensmonats) ermittelt werden (Raboisson et al. 2013). Verstirbt beispielsweise ein Kalb 14 Tage nach Erreichen des entsprechenden Alters, so ist es mit 14 calf-days-at-risk miteinzubeziehen. Überlebt das Tier jedoch zum Beispiel bis zum Ende des ersten Lebensmonats, ist es mit 27 calf-days-at-risk zu berücksichtigen (Raboisson et al. 2013).

Es ist zu beachten, dass die gravierenden Abweichungen der eingangs beschriebenen Definitionen einen maßgeblichen Einfluss auf die errechneten Werte haben (Santman-Berends et al. 2019). Auf die jeweiligen Modifikationen der Definitionen sowie die Wahl der für den jeweiligen Zweck am besten geeigneten Parameter wird im untenstehenden Kapitel über die Problematik der Vergleichbarkeit unterschiedlicher Definitionen noch weiter eingegangen.

2.1.2 Totgeburtenrate

Auch die Definitionen einer Totgeburt unterscheiden sich von Autor zu Autor (Mee et al. 2008). Oft werden darunter jene Kälber zusammengefasst, die entweder termingerecht tot geboren wurden oder innerhalb der ersten 48 Lebensstunden verstarben (Mee et al. 2008). Dies deckt sich auch mit der für die Zuchtwertschätzung in Österreich relevanten Definition (Fürst 2019). Andere Autoren, wie beispielsweise Lombard et al. (2007) oder Vernooij (2007), inkludierten bei ihrer Begriffsbestimmung lediglich die Totgeborenen sowie die in den ersten 24 Lebensstunden verendeten Tiere. Brickell et al. (2009) subsumierten unter dem Begriff „perinatale Mortalität“ die nach dem Überschreiten des 272. Trächtigkeitstages

totgeborenen Kälber und die innerhalb der ersten 24 Lebensstunden verstorbenen Tiere. Dies stimmt auch mit der Begriffsbestimmung nach Zucali et al. (2013) überein.

Generell wird die Totgeburtenrate in Prozent angegeben (Müller et al. 2016). Da sie bei Kalbinnen deutlich höher ausfällt als bei Kühen und auch als Einzelwert von Interesse ist, wird die Totgeburtenrate für Kalbinnen und Kühe oft gesondert bestimmt (Müller et al. 2016). So wird zum einen die Ursachenfindung erleichtert und zum anderen kann beim Vergleich unterschiedlicher Betriebe oder Jahre der schwankende Anteil an Kalbinnen berücksichtigt werden (Müller et al. 2016). Die Totgeburtenrate wird nach Müller et al. (2016) folgendermaßen berechnet (Definition 4):

$$\frac{\text{Anzahl totgeborener Kälber} \times 100}{\text{Anzahl Geburten}} = \text{Totgeburtenrate in \%}$$

2.1.3 Kälberverluste

Die Kälberverluste stellen sich als Summe der Totgeburtenrate und der Kälbersterblichkeit dar (Müller et al. 2016).

2.2 Problematik der Vergleichbarkeit unterschiedlicher Definitionen

Für den Begriff der Kälbermortalität existiert keine konforme Definition (Santman-Berends et al. 2019). Die gewählten Definitionen richten sich daher meist nach dem Ziel der Studie, wodurch eine uneingeschränkte Vergleichbarkeit oft nicht gewährleistet ist (Santman-Berends et al. 2019). Die Höhe der Kälbermortalität wird unter anderem von den Parametern Altersklasse, der untersuchten Zeitspanne und der Grundgesamtheit (Nenner) beeinflusst (Santman-Berends et al. 2019).

Schon geringfügige Modifikationen dieser Definitionen haben einen maßgeblichen Einfluss auf die berechneten Werte. Die Wahl der Parameter muss daher sorgfältig erfolgen, da diese zahlreichen Anforderungen gerecht werden müssen. Entscheidend sind hierbei wissenschaftliche Belastbarkeit bzw. auch, inwiefern die Parameter zur Beobachtung der längerfristigen Entwicklung geeignet sind. Essenziell bei jedweder Definition der Sterblichkeit ist darüber hinaus, dass diese für Landwirte und Landwirtinnen gut verständlich ist. Nur so können die Betriebsinhaber und Betriebsinhaberinnen auch für das Thema sensibilisiert werden und gezielt Maßnahmen setzen (Santman-Berends et al. 2019).

Santman-Berends et al. (2019) bewerteten daher gemäß diesen Kriterien diverse Definitionen der Kälbersterblichkeit, die von einschlägigen Organisationen,

Herdenmanagementprogrammen, praktizierenden Tierärzten/Tierärztinnen bzw. Landwirten/Landwirtinnen oder Experten/Expertinnen genutzt bzw. vorgeschlagen wurden.

Einen wichtigen Parameter stellt dabei der gewählte Zeitraum dar. Hier ist nicht nur die gesamte Beobachtungszeit entscheidend, sondern auch die Aufteilung in einzelne Zeitabschnitte (Santman-Berends et al. 2019). Laut Compton et al. (2017) ist nämlich anzunehmen, dass bei einem längeren erfassten Zeitabschnitt, sprich einer längeren time-at-risk, auch die Sterblichkeit innerhalb dieser Spanne höher ausfällt. Dies trifft zum Beispiel zu, wenn die perinatale Mortalität für die ersten 48 Stunden nach der Geburt statt für die ersten 24 Lebensstunden ermittelt wird (Compton et al. 2017).

Des Weiteren fielen die Mortalitätsraten nach Zeitabschnitten auch in Summe deutlich geringer aus als die jährliche Mortalitätsrate. Santman-Berends et al. (2019) ermittelten so beispielsweise Mortalitätsraten von 3,3 % bis zum 14. Lebenstag, von 4,5 % vom 14. bis zum 55. Tag und von anschließend 3,1 % bis zur Vollendung des ersten Lebensjahres. Addiert man diese drei Werte, so ergibt sich in Summe eine Mortalität von 10,9 % im ersten Lebensjahr. Berechnet man jedoch die jährliche Mortalitätsrate unmittelbar, so erhält man 16,5 % (Santman-Berends et al. 2019). Dies ist darauf zurückzuführen, dass die Anzahl der am Betrieb gehaltenen Kälber im Jahresverlauf deutlichen Schwankungen unterworfen ist. Auch ist das Sterberisiko nicht gleichmäßig über das erste Lebensjahr eines Tieres verteilt (Santman-Berends et al. 2019). So sind Kälber nach Santman-Berends et al. (2019) innerhalb der ersten 14 Lebenstage dem höchsten Mortalitätsrisiko ausgesetzt.

Ein weiterer entscheidender Aspekt ist die Wahl des Nenners, also der Grundgesamtheit (Santman-Berends et al. 2019). Darunter versteht man je nach den eingangs bereits erwähnten Definitionen unter anderem die Anzahl lebendgeborener Kälber, die Zahl der Kälber mit Ohrmarken oder auch die calf-days-at-risk (Müller et al. 2016, Santman-Berends et al. 2019).

Diese Grundgesamtheit, also zum Beispiel die Zahl der am Betrieb vorhandenen Kälber, variiert, wenn die Mortalität für verschiedene Altersklassen berechnet wird (Santman-Berends et al. 2019). Die Erhebung der Kälbermortalität auf Milchbetrieben wird so häufig durch die große Zahl an Stierkälbern, die mit zwei bis drei Wochen an einen Mäster verkauft werden, bzw. an Kuhkälbern, die zur Aufzucht an einen anderen Betrieb verbracht werden, erschwert (Santman-Berends et al. 2019).

Wählt man nun die eingangs bereits beschriebenen calf-days-at-risk als Nenner (Definition 3), so kann diese Fluktuation im Rahmen der Berechnungen berücksichtigt werden. Aus

diesem Grunde sind die calf-days-at-risk aus wissenschaftlicher Sicht zu bevorzugen (Santman-Berends et al. 2019).

Von Seiten der Landwirte und Landwirtinnen wird jedoch die Zahl der innerhalb eines bestimmten Zeitabschnitts mit Ohrmarken versehenen Kälber als Grundgesamtheit bevorzugt (Definition 2). Dies ist nicht zuletzt auch auf die scheinbar bessere Verständlichkeit dieser Definition zurückzuführen (Santman-Berends et al. 2019).

Im Falle der Definition 2 ist laut Santman-Berends et al. (2019) jedoch bei quartalsweiser Berechnung die Gefahr der Überschätzung der Kälbermortalität gegeben. Wird ein Kalb beispielsweise zunächst innerhalb der ersten Lebensstage mit einer Ohrmarke versehen und verstirbt dann im darauffolgenden Quartal, so zählt es zwar zu den diesem Zeitraum verendeten Kälbern mit Ohrmarken, aber nicht zu den im selben Quartal mit einer Ohrmarke versehenen. Das Kalb wird somit also im Zähler, aber nicht im Nenner inkludiert. Bei der Berechnung der Kälbersterblichkeit für ein volles Jahr stellt dies jedoch kein Problem dar. Hier sind die Kälber stets im Zähler sowie im Nenner vertreten (Santman-Berends et al. 2019).

Bei den von Programmen zur landwirtschaftlichen Betriebsführung erhobenen Daten wird die Vergleichbarkeit zusätzlich durch die oft schwammige Definition des Mortalitätsrisikos erschwert (Santman-Berends et al. 2019).

Darüber hinaus ist - insbesondere in Bezug auf die perinatale Mortalität - anzunehmen, dass nicht alle Kälber dieser Kategorie von den Landwirten und Landwirtinnen in den dafür vorgesehenen Systemen registriert werden, was unweigerlich eine Unterschätzung der Fallzahlen in dieser Kategorie zur Folge hat (Compton et al. 2017). Des Weiteren ist zu beachten, dass die Zuordnungen zu den jeweiligen Altersklassen auf Grund fehlerhafter Meldungen durch den Tierhalter bzw. die Tierhalterin eine gewisse Fehlerquote aufweisen (Briens 2011). Im Zuge einer französischen Studie wurde beispielsweise festgestellt, dass das angegebene Datum bei ca. 50 % der Verendungsmeldungen bei Kälbern nicht korrekt war. So verendeten diese Tiere bereits zwei bis drei Tage vor dem gemeldeten Datum. Bei manchen Tieren wurde auch das Geburts- mit dem Todesdatum gleichgesetzt, obwohl einige Tage dazwischenlagen (Briens 2011).

Auch die Todesrate pro Tag kann auf zwei unterschiedliche, unbedingt zu differenzierende, Weisen berechnet werden (Santman-Berends et al. 2019). So kann einerseits die Mortalitätsrate für einen bestimmten Lebenstag der Tiere oder die Mortalitätsrate für den jeweiligen Kalendertag eines Jahres kalkuliert werden. Durch die Ermittlung der Mortalitätsrate an einem bestimmten Lebenstag kann beispielsweise das Sterberisiko für

einen bestimmten Zeitraum nach der Geburt (z.B. für den zweiten Lebenstag) berechnet werden (Santman-Berends et al. 2019). Bestimmt man hingegen die Mortalitätsrate für einen definierten Kalendertag, so kann man in weiterer Folge Rückschlüsse auf die Mortalität innerhalb eines Kalenderzeitraumes (z.B. für den Monat Dezember) ziehen. Als Bezugsgröße ist in beiden Fällen jeweils die Zahl der Kälber, die zu diesem Zeitpunkt in der jeweiligen Herde gehalten wurden, zu verwenden (Santman-Berends et al. 2019).

2.3 Richtwerte Kälbersterblichkeit

Die Angaben zur maximal noch akzeptablen Kälbersterblichkeit variieren von Autor zu Autor. Auch wurden die Zeitabschnitte häufig nur ungenau definiert (Dairy Calf and Heifer Association 2009, De Kruif 2014, Frisch et al. 2014). Der Kalkulationswert für Kälbersterblichkeit wurde beispielsweise für Fleckvieh oder Limousin mit 5 % bis zum Absetzen angegeben (Frisch et al. 2014). Für Holstein Friesen wurden auch je maximal 5 % Sterblichkeit im nicht näher definierten perinatalen Zeitraum, sowie unter 5 % Ausfälle im ersten Lebensmonat und nochmals maximal 5 % im Verlauf der restlichen Aufzucht als akzeptabler Grenzwert genannt (De Kruif 2014).

Dem Goldstandard der US Dairy Calf and Heifer Association zufolge sollte die Mortalität von den ersten 24 Stunden nach der Geburt bis zum Tag 60 unter 5 % bleiben. Im Zeitabschnitt von zwei bis vier Monaten sollten höchstens 2 % und vom vierten bis zum sechsten Monat unter 1 % weitere Verluste hinzukommen (Dairy Calf and Heifer Association 2009). Somit soll bis zum Alter von einem halben Jahr eine Kälbersterblichkeit von insgesamt maximal 8 % nicht überschritten werden. Im restlichen ersten Lebensjahr sollten unter 1 % und anschließend, also bis zur ersten Abkalbung, unter 0,5 % weitere Verluste zu verzeichnen sein (Dairy Calf and Heifer Association 2009).

Laut Müller et al. (2016) liegt die anzustrebende Rate der Totgeburten bei Kalbinnen bei max. 8 % und die gerade noch zu tolerierende Totgeburtenrate bei Kühen bei max. 4 %. In anderen Quellen wird eine Zielgröße für die Totgeburtenrate von unter 6 % bzw. max. 5 % angegeben (Brand et al. 1996, Noordhuizen 2012). Danach sollten bis zum sechsten Lebensmonat max. 3 % der Kälber sterben (Brand et al. 1996).

Gemäß Green et al. (2012) sind Totgeburten, sprich tote Tiere deren Lungen noch nicht luftgefüllt sind, von unter 2 % akzeptabel. Die perinatale Kälbermortalität, also die Verluste innerhalb der ersten 24 Lebensstunden, sollen des Weiteren unter 5 % liegen (Green et al. 2012). Anschließend soll die Mortalitätsrate bis zur Entwöhnung mit ca. sechs bis acht

Wochen 2-5 % und bis zur ersten Abkalbung mit 24-26 Monaten 2% nicht überschreiten (Green et al. 2012).

Hyde et al. (2020) prognostizieren gar, dass, sofern durch Verbesserung des Managements ganzjährig optimale Bedingungen geschaffen werden könnten, in Großbritannien eine Mortalitätsrate von unter 2 % bei Tieren bis zu einem Alter von drei Monaten erzielt werden kann.

2.4 Zeitliche Einteilungsmöglichkeiten und Höhe der Kälbersterblichkeit

Eine Einteilungsmöglichkeit der Kälberverluste stellt die Kategorisierung in perinatale Todesfälle, welche sich von einer termingerechten Geburt bis zum zweiten Lebenstag ereignen, und in neonatale Mortalität, welche vom Tag eins bis zur Entwöhnung reicht, dar (Compton et al. 2017). Die Grenze zwischen perinataler und neonataler Mortalität wurde je nach vorliegender Studie auch bereits 24 Stunden nach der Geburt gezogen (Compton et al. 2017).

Nach Zucali et al. (2013) erfolgte eine Einteilung in perinatale bzw. frühe Mortalität. Die durchschnittliche perinatale Mortalität bis 24 h nach der Geburt lag dabei bei weiblichen Holsteinkälbern aus intensiver Milchviehhaltung in Italien im Jahr 2009 bei 8,82 % (Zucali et al. 2013). Die sogenannte frühe Mortalität von 24 h bis zum Absetzen, welches im Durchschnitt nach 78,2 Tagen erfolgte, betrug im Zuge dieser Untersuchung durchschnittlich 8,9 %. Die Daten wiesen dabei eine hohe Variabilität auf und der Maximalwert für die perinatale Sterblichkeit 30,8 % und für die frühe Mortalität 28 % aller am jeweiligen Betrieb geborenen weiblichen Tiere betrug (Zucali et al. 2013).

Santman-Berends et al. (2019) legten, nach dem eingangs bereits erwähnten Vergleich diverser Definitionsmöglichkeiten, die folgenden Begrifflichkeiten fest: Die perinatale Kälbermortalität erfasste hier jene Tiere, die kurz vor der Geburt bis zum Einziehen der Ohrmarken, welches innerhalb von drei Tagen nach der Geburt vorgeschrieben ist, verendeten. Danach folgte die postnatale Kälbermortalität bis max. 14 Tage und die Sterblichkeit der noch nicht entwöhnten Kälber bis Tag 55. Zuletzt wurde auch die Mortalität der bereits abgesetzten Kälber bis zum Alter von einem Jahr erhoben. Zur Datenerfassung wurde hier das sogenannte national cattle health monitoring and surveillance system, welches zur Milchqualitätskontrolle dient und über 98 % aller niederländischen Milchviehherden inkludiert, verwendet (Santman-Berends et al. 2019). Im Untersuchungszeitraum von Anfang Juli 2012 bis Ende Juni 2017 starben demnach in den Niederlanden jährlich 8,5 % aller erfassten Milchviehkälber im perinatalen Zeitraum. Die

Mortalitätsrate betrug bezogen auf die calf-days-at-risk bis zum Alter von zwei Wochen 3,3 %, danach 4,5 % bis zum Absetzen am 55. Tag und dann 3,1 % bis zum Alter von einem Jahr. Insgesamt erhielt man eine Mortalitätsrate von 16,5 % im ersten Lebensjahr (Santman-Berends et al. 2019).

In Großbritannien verstarben im Zeitraum von 2011 bis 2018 den Daten des British Cattle Movement Services (BCMS) zufolge insgesamt 1,8 Millionen Rinder bis zu einem Alter von zwei Jahren unmittelbar auf den Höfen. Das entsprach 54 % aller verendeten Tiere. Knapp die Hälfte davon, nämlich 25 %, verendeten in den ersten drei Lebensmonaten. Insgesamt starben 3,87 % der Kälber bis zu einem Alter von drei Monaten, wobei diese Anzahl von 2011 bis 2018 relativ konstant blieb (Hyde et al. 2020).

Eine Studie, welche insgesamt 1097 Tiere auf 19 Milchbetrieben in Südengland inkludierte und von August 2003 bis Oktober 2004 durchgeführt wurde, ergab, dass in Summe rund 8 % aller Tiere tot geboren wurden bzw. innerhalb von 24 Stunden verendeten (Brickell et al. 2009). Darüber hinaus starben 15 % der lebend geborenen Kalbinnen bereits vor der ersten Laktation. Auch hier wurden Grund und Zeitpunkt des Todes erfasst und die Tiere anhand dieser Informationen in fünf Altersklassen kategorisiert (Brickell et al. 2009). Unter dem Begriff perinatal wurden sowohl männliche als auch weibliche Totgeborene, sofern der 272. Trächtigkeitstag überschritten wurde, und innerhalb der ersten 24 Lebensstunden verstorbene Kälber zusammengefasst. Unter neonataler Mortalität verstand man hier jene 3,4 % der weiblichen Tiere, die zwischen 24 h und 28 Tagen verendeten oder euthanasiert wurden (Brickell et al. 2009).

Die nächste Klasse beinhaltete alle weiblichen Kälber, die zwischen erstem und sechsten Lebensmonat verendeten, euthanasiert oder gekeult wurden. In diesem Zeitraum waren 3,4 % Verluste zu verzeichnen. Der Abschnitt „Kalbin 1“ umfasste die ab einem Alter von sechs Monaten bis zum Zuchtbeginn und „Kalbin 2“ die zwischen Zuchtbeginn und erster Kalbung verendeten oder gekeulten weiblichen Tiere (Brickell et al. 2009). Unter „Kalbin 2“ wurden hier auch jene Tiere eingeschlossen, die nicht erfolgreich belegt werden konnten. So starben im Zeitabschnitt „Kalbin 1“ 3,5 % und im Abschnitt „Kalbin 2“ 4,2 % der Kalbinnen. Alle soeben genannten Prozentangaben beziehen sich jeweils auf die am Beginn eines Zeitabschnittes noch lebenden Kälber bzw. Kalbinnen (Brickell et al. 2009).

Mittels der Nationalen Identifikationsdatenbank für Rinder wurde die Überlebensrate der 2005 bzw. 2006 in Frankreich geborenen Rinder bestimmt (Raboisson et al. 2013). Hierbei wurde die perinatale Sterblichkeit auf die Gesamtanzahl der geborenen Tiere und alle weiteren Begrifflichkeiten auf die jeweilige time-at-risk (calf-month, heifer-month, ...)

bezogen. Die Tiere wurden in vier Altersabschnitte von null bis zwei Tagen, von drei Tagen bis zu einem Monat, von einem bis sechs Monaten und danach bis zum ersten Abkalben eingeteilt (Raboisson et al. 2013). So wurden laut dieser Untersuchung 6,7 % aller Kälber entweder tot geboren oder starben bis zum zweiten Tag. Weitere 5,7 % überlebten den ersten Lebensmonat nicht. Darüber hinaus verloren die Betriebe durchschnittlich 3,1 % ihrer Kalbinnen im Alter von einem bis zu sechs Monaten. Weitere 4,1 % Kalbinnenverluste waren zwischen einem halben Jahr und der ersten Abkalbung zu verzeichnen (Raboisson et al. 2013).

2.5 Wirtschaftliche Folgen einer hohen Kälbersterblichkeit

Für den wirtschaftlichen Erfolg eines milchliefernden Betriebes ist die Aufzucht von gesunden und produktiven Kalbinnen entscheidend (Brickell et al. 2009). Nach dem Leitspruch „Das Kalb - die Kuh von morgen“ ist dies nur durch effizientes Management in der Kälberhaltung zu erreichen (Hultgren und Svensson 2009, ZAR 2017). Auch in der Rindfleischproduktion ist gutes Kälbermanagement bzw. eine geringe Kälbermortalität von essenzieller Bedeutung (Sarzeaud et al. 2008, Motus et al. 2017). Ist nämlich die Kälbermortalität in Ländern, in welchen die Kalbsfleischproduktion von hoher wirtschaftlicher Bedeutung ist, hoch, so ist unter Umständen die Versorgung der Mäster mit männlichen Kälbern gefährdet (Sarzeaud et al. 2008).

Durch eine hohe Kälbersterblichkeit entsteht so zum einen ein unmittelbarer ökonomischer Schaden, aber auch längerfristig wird auf Grund mangelnder Selektionsmöglichkeiten der Zuchtfortschritt verlangsamt (Brickell et al. 2009, Raboisson et al. 2013). Auch die finanziellen Einbußen durch eine geringere Anzahl an zu verkaufenden Tieren sind von Bedeutung (Compton et al. 2017). In Folge einer hohen Mortalität kann oft auch die Remontierung durch die betriebseigene Nachzucht nicht mehr gewährleistet werden. Aus diesem Grunde müssen weitere Kalbinnen zugekauft werden (Torsein et al. 2011). Neben den Kosten ist dabei auch zu berücksichtigen, dass durch Zukäufe stets die Gefahr des Pathogeneintrags besteht (Maunsell und Donovan 2008).

Mit hohen finanziellen Verlusten ist auch insbesondere im Falle von neonatalen Verlusten (ab dem ersten Lebenstag bis zum Absetzen) zu rechnen (Compton et al. 2017). So sind der Arbeitsaufwand sowie die Kosten für die bisherige Aufzucht (Futter etc.), aber auch bereits angefallene Tierarztkosten zu berücksichtigen (Fürst 2019, Fürst-Waltl und Fürst 2012). Insgesamt entfallen also weniger Kälberverluste auf die Aufzuchtphase als auf Totgeburten oder Verluste im perinatalen Zeitraum (bis zum zweiten Lebenstag; Fürst 2019). Die

Auswirkungen einer hohen neonatalen Mortalität sind jedoch aufgrund der bereits getätigten Investitionen (Futter etc.) aus wirtschaftlicher Sicht umso schwerwiegender (Fürst 2019).

Es ist generell anzunehmen, dass die Gesamtkosten der Kälber- und Kalbinnenmortalität unterschätzt werden. Im Falle einer Totgeburt kommt so beispielsweise nicht nur der Verlust des Kalbes selbst zum Tragen, sondern es ist auch ein erhöhtes Risiko für reproduktive Erkrankungen bei den Muttertieren zu berücksichtigen. Auch der Verlust des Muttertieres ist bei einer Totgeburt wahrscheinlicher (Ortiz-Pelaez et al. 2008).

Darüber hinaus stellt eine möglichst niedrige Kälbermortalität einen wesentlichen Indikator für den Gesundheitsstatus eines Milchbetriebs dar und ist folglich auch eine Frage des Tierwohls (Ortiz-Pelaez et al. 2008).

2.6 Ursachen der Kälbersterblichkeit

Wenn ein Betrieb eine hohe Kälbermortalität aufweist, so ist dies in der Regel nicht auf eine einzige Ursache zurückzuführen, sondern meist multifaktoriell bedingt (Gulliksen et al. 2009a). So können unter anderem Management- bzw. Umweltfaktoren oder auch Faktoren in Verbindung mit dem Muttertier (Kolostrumqualität, Parität, ...) die Höhe der Mortalität entscheidend beeinflussen (Gulliksen et al. 2009a). Des Weiteren spielen auch Geschlecht sowie Rasse bzw. Nutzungsrichtung oder eventuell auftretende Geburtskomplikationen eine entscheidende Rolle für das Mortalitätsrisiko des jeweiligen Tieres (Gulliksen et al. 2009a, Hyde et al. 2020). Gulliksen et al. (2009a) betonten außerdem besonders, dass neben Managementfaktoren vor allem das Auftreten von Infektionserregern von essentieller Bedeutung für die Varianz der Kälbermortalität auf den unterschiedlichen Betrieben ist.

Laut Hyde et al. (2020) sind die Faktoren Umgebungstemperatur, Jahreszeit, Geschlecht und Nutzungsrichtung für insgesamt 96 % der Variation der Kälbermortalität auf den einzelnen Betrieben verantwortlich. Auf die diversen Ursachen für eine erhöhte betriebliche Kälbersterblichkeit bzw. für ein hohes individuelles Mortalitätsrisiko wird im folgenden Kapitel eingegangen.

2.6.1 Häufige infektiöse Kälbererkrankungen

Im Zuge einer durch Gulliksen et al. (2009a) an insgesamt 193 Milchbetrieben in Norwegen durchgeführten Erhebung wurde festgestellt, dass beim Vergleich der einzelnen Erkrankungen Diarrhoe sowie respiratorische Krankheiten am häufigsten auftraten. In Summe entfielen auf diese beiden Erkrankungen rund 75 % aller gemeldeten Krankheitsfälle. Kälber mit der Diagnose Arthritis verfügten jedoch über das höchste

Sterberisiko in den ersten sechs Lebensmonaten (Gulliksen et al. 2009a). Als häufiger Ursprung dieser Arthritiden gelten bei den Kälbern Nabelinfektionen, welche in weiterer Folge zu einer Septikämie führen. Dies könnte auch die hohen Mortalitätsraten bei diesem Krankheitsbild erklären (Agerholm et al. 1993, Virtala et al. 1996). Aber auch bei Tieren mit respiratorischen Erkrankungen stieg das Sterberisiko signifikant an (Gulliksen et al. 2009a). Bei den von Gulliksen et al. (2009a) durchgeführten Sektionen litten in Summe 15,4 % der seziierten Kälber unter Enteritis. Bei eher jungen Tieren mit einem Durchschnittsalter von 70,3 Tagen wurde Diarrhoe sogar am häufigsten diagnostiziert. Betrachtet man jedoch alle untersuchten Tiere, so stellte Bronchopneumonie die häufigste Diagnose dar. So litten 27,7 % aller seziierten Tiere bzw. 41,5 % der Kälber, die über einen Monat alt waren, unter einer Bronchopneumonie (Gulliksen et al. 2009a). Es ist hier anzumerken, dass im Rahmen dieses Artikels lediglich die Hauptdiagnose genannt wurde und nicht näher auf weitere Ergebnisse bakteriologischer, parasitologischer sowie pathohistologischer Untersuchungen eingegangen wurde (Gulliksen et al. 2009a).

Des Weiteren wurde die Inzidenz von Kälbererkrankungen nach den Erhebungen durch Gulliksen et al. (2009b) um ca. 40 % unterschätzt. So nahmen Mitglieder des Norwegian Cattle Health Recording Systems (NCHRS) an, dass die Häufigkeit von Diarrhoe bei 3,8 % und jene von respiratorischen Erkrankungen bei ca. 2,9 % läge. Als zu realistisch betrachtende Werte wurden von den Autoren jedoch 5,5 % bei Durchfallerkrankungen sowie 4,1 % bei respiratorischen Krankheiten genannt (Gulliksen et al. 2009b).

2.6.2 Managementassoziierte Faktoren

Die Höhe der Kälbersterblichkeit ist auch aus Sicht des Kälbermanagements von zahlreichen Faktoren abhängig bzw. ist hier die Wichtigkeit der Wechselwirkungen von Faktoren zu betonen (Zucali et al. 2013). So stieg beispielsweise das Risiko für eine frühe Kälbersterblichkeit (hier für einen Zeitraum von einem Alter von 24 h bis zur Entwöhnung definiert) von über 10 % am jeweiligen Betrieb um ein Vielfaches, wenn mehrere negative Einflussfaktoren simultan auftraten (Zucali et al. 2013). Diese Faktoren umfassten eine späte Gabe von Kolostrum (über drei Stunden nach der Geburt), ein Unterbringen der Kälber in einem Gruppenhaltungssystem unter einem Alter von 30 Tagen und eine Verfütterung von weniger als fünf Liter Milch bzw. Milchaustauscher pro Kalb und Tag (Zucali et al. 2013). Weitere Einflussfaktoren stellten Herdengröße bzw. die Zahl der Kälber pro zuständiger Person sowie die Haltungsform (Laufstall, Anbindehaltung, muttergebundene Kälberaufzucht, ...) dar (Gulliksen et al. 2009a, Zucali et al. 2013). Auch der Ort der

Abkalbung sowie eine Einzel- bzw. Gruppenhaltung der Kälber waren für die Höhe der Kälbersterblichkeit von großer Wichtigkeit (Gulliksen et al. 2009a, Zucali et al. 2013).

2.6.2.1 Ort der Abkalbung

In Ställen mit Anbindehaltung ist das Risiko für Totgeburten insgesamt geringer als bei Laufstallhaltung (Gulliksen et al. 2009a). Mehr als 80 % der Kühe und Kalbinnen in Anbindehaltung sind auch während der Abkalbung festgebunden. Die Überwachung der Abkalbung gestaltet sich daher in der Anbindehaltung relativ einfach (Gulliksen et al. 2009a). In derselben Studie wurde des Weiteren beobachtet, dass in rund 36 % der inkludierten Betriebe mit Laufstallhaltung über 80 % der Abkalbungen entweder im Gang oder im Liegebereich des Stalles stattfanden (Gulliksen et al. 2009a). Dies ist insofern problematisch, als dass das Kalb, wenn es nicht sogleich in eine Einzelbox oder dergleichen verbracht wird, der hohen Keimbelastung durch die Einstreu ausgesetzt ist. In Folge dessen steigt auch das Risiko einer schwerwiegenden Erkrankung, die für das Kalb tödlich enden kann (Gulliksen et al. 2009a). Die Kalbinnen bzw. Kühe sollten also sowohl in Anbinde- als auch in Laufstallhaltung rechtzeitig, also zumindest 24 h vor der Abkalbung, in eine Abkalbebox verbracht werden (Bao und Giller 1991).

2.6.2.2 Einfluss der Kolostrumaufnahme

Wenn die erstmalige Gabe von Kolostrum erst über drei Stunden nach der Geburt erfolgte, so war das Risiko für eine frühe Kälbermortalität (von 24 h bis zum Absetzen nach durchschnittlich 78,2 Tagen) von über 10 % am jeweiligen Betrieb 84-mal höher als an vergleichbaren Betrieben, die eine frühere Kolostrumgabe praktizierten (Zucali et al. 2013). Die rechtzeitige Aufnahme der Biestmilch wurde somit in dieser Studie als wichtigster Einflussfaktor auf die frühe Kälbersterblichkeit identifiziert (Zucali et al. 2013). In diesem Zusammenhang ist daher, um eine zeitgerechte Aufnahme sicher zu stellen, eine manuelle Verabreichung der Biestmilch zu bevorzugen (Gulliksen et al. 2009a).

Auch auf die Inzidenz von Durchfall-Erkrankungen wirkte sich eine Kolostrum-Gabe durch den Landwirt bzw. die Landwirtin positiv aus. Kälber, welche die Biestmilch selbstständig am Euter aufnahmen, litten hingegen mit einer Odds Ratio (OR) von 1,8 deutlich öfter an Diarrhoe als manuell getränkte Kälber (Svensson et al. 2003).

Bei der Verabreichung der Biestmilch darf die Kolostrumqualität nicht außer Acht gelassen werden (Gulliksen et al. 2008). Sie sollte stets sorgfältig kontrolliert werden, um durch eine eventuelle Anpassung der Kolostrum-Gabe eine optimale Versorgung gewährleisten zu

können (Gulliksen et al. 2008). Biestmilch mit einem Gehalt von mehr als 50 mg/ml Immunglobulin G (IgG) gilt in diesem Zusammenhang als Kolostrum von guter Qualität (McGuik und Collins 2004). Auch Gulliksen et al. (2008) sahen im Rahmen ihrer Erhebung unter norwegischen Milchkühen eine Konzentration von über 50 g IgG/l als erstrebenswert an.

2.6.2.3 Einfluss der Fütterung

Zucali et al. (2013) zufolge trägt die Aufnahme einer ausreichenden Menge Milch bzw. Milchaustauscher, laut ihrer Erhebung mindestens fünf Liter täglich, maßgeblich zur Reduktion der frühen Mortalität (von 24 h bis zum Absetzen nach durchschnittlich 78,2 Tagen) bei. Durch eine optimale Fütterung wird so der Stress für die Tiere reduziert und die adäquate Ausbildung des Immunsystems gefördert (Stull und Reynolds 2008, Zucali et al. 2013). Darüber hinaus werden die Tageszunahmen verbessert und das Krankheitsrisiko vermindert (Nonnecke et al. 2003, Khan et al. 2007, Zucali et al. 2013). Auch laut Wathes et al. (2008) ist das Futtermanagement entscheidend, um die Inzidenz von Pneumonien und gastrointestinalen Erkrankungen im ersten Lebensmonat möglichst gering zu halten.

Bezüglich der optimalen Milchmenge existieren in der Literatur durchaus unterschiedliche Angaben (Khan et al. 2007, Zucali et al. 2013). In herkömmlicher konventioneller Haltung stellt die tägliche Gabe von 8 bis 10 % des Geburtsgewichts den Regelfall dar (Drackley 2008). Khan et al. (2007) nannten jedoch gar eine tägliche Gabe von 20 % des Körpergewichts als erstrebenswertes Ziel. Bei einer durch Todd et al. (2017) durchgeführten Studie konnte bei *ad libitum* Gabe von angesäuertem Milchaustauscher verglichen mit einer restriktiven Fütterung von 6 l Milchaustauscher pro Tag kein signifikanter Effekt auf die Höhe der Kälbersterblichkeit vor der Entwöhnung nachgewiesen werden (Todd et al. 2017). Auch waren die restriktiv gefütterten Kälber nach dem Absetzen nicht häufiger einer wie auch immer gearteten Therapie unterzogen worden. Selbst bis zu einem Alter von acht Monaten unterschied sich die Mortalitätsrate der beiden unterschiedlich gefütterten Gruppen nicht (Todd et al. 2017).

Es erwies sich jedoch als vorteilhaft, wenn die Kälber bereits vor dem Absetzen in die Kälbergruppe eingegliedert worden waren (Zucali et al. 2013). Auf diese Weise konnte das simultane Auftreten zweier Stressoren - das Einführen in die Gruppenhaltung sowie das Absetzen - vermieden werden (Zucali et al. 2013).

2.6.2.4 Einfluss der Herdengröße bzw. der Anzahl an Kälbern pro zuständiger Person

Die Ergebnisse bezüglich des Einflusses der Betriebsgröße auf die Kälbersterblichkeit variierten von Studie zu Studie. So stieg bzw. sank die Kälbermortalität je nach Erhebung mit zunehmender Betriebsgröße (United States Department of Agriculture 2007, Gulliksen et al. 2009a, Jago und Berry 2011). Laut Zucali et al. (2013) hat die Anzahl der Tiere am Betrieb hingegen keinerlei signifikanten Einfluss auf die Höhe der Kälbersterblichkeit. Bei jeglichem Vergleich der Betriebsgrößen muss jedoch auch beachtet werden, dass die Herdengröße in den jeweiligen Ländern und folglich auch die Größe der Betriebe, die in die jeweiligen Studien inkludiert wurden, variierte. Folglich unterschieden sich auch die Definitionen einer „kleinen“ oder „großen“ Herde (Gulliksen et al. 2009a, Zucali et al. 2013).

Bei der zuvor bereits erwähnten, in der Lombardei durchgeführten Erhebung konnte keinerlei signifikanter Einfluss der Herdengröße auf die Höhe der perinatalen Mortalität (bis 24 h) und der frühen Mortalität (ab einem Alter von 24 h bis zur Entwöhnung) festgestellt werden (Zucali et al. 2013). Hierbei wurden die Durchschnittswerte von Betrieben mit maximal bzw. mehr als 150 laktierenden Kühen verglichen. Dies traf zu, obwohl die Anzahl an zu versorgenden Kälbern pro Person in den größeren Betrieben insgesamt höher bzw. im Durchschnitt sogar doppelt so groß war (Zucali et al. 2013). Zugleich wurde jedoch in größeren Betrieben mehr Zeit im Zusammenhang mit Tätigkeiten im Bereich des Kälbermanagements aufgewendet. Des Weiteren legt dies den Schluss nahe, dass das Personal auf den größeren Milchbetrieben besser geschult ist und über ein umfangreicheres Wissen bezüglich des Kälbermanagements verfügt (Zucali et al. 2013).

Im Gegensatz dazu berichteten Gulliksen et al. (2009a), dass die Kälbersterblichkeit sämtlicher Altersgruppen bis zur Vollendung des ersten Lebensjahres proportional zur Betriebsgröße anstieg. Die untersuchten Betriebe wurden hier entsprechend ihrer Größe in Kategorien von unter fünf Kuhjahren bis über 50 Kuhjahren eingeteilt. Ein Kuhjahr war dabei als Summe der Lebensstage der Kühe innerhalb eines Jahres von der ersten Abkalbung bis zur Abschaffung zu verstehen (Gulliksen et al. 2009a).

Die Autoren führten die hohe Mortalität in Großbetrieben darauf zurück, dass diese in der Regel stärker automatisiert sind, was zu einer Verringerung des manuellen Arbeitsaufwandes und in Folge dessen auch zu einer Reduktion der täglich im Stall verbrachten Zeit führt. Es entfällt daher auch weniger Zeit auf die Beobachtung der Tiere bzw. sinkt die pro Individuum dafür aufgewandte Zeit (Gulliksen et al. 2009a). Auch in zahlreichen anderen Studien wurde von einer höheren Kälbermortalität in Großbetrieben berichtet (Seppä-Lassila et al. 2016, Motus et al. 2017).

Zu wiederum anderen Ergebnissen gelangten Jago und Berry (2011), die eine niedrigere perinatale Sterblichkeit in mittleren und großen Betrieben beobachteten. Dies ist möglicherweise auf besseres Management im perinatalen Zeitraum zurückzuführen (Jago und Berry 2011). Die Ergebnisse könnten jedoch laut Autoren auch auf Grund mangelhafter Aufzeichnungen durch die Landwirte bzw. Landwirtinnen verfälscht worden sein (Jago und Berry 2011).

Auch durch das US-amerikanische Landwirtschaftsministerium wurden prozentuell weniger verendete nicht entwöhnte weibliche Tiere in Großbetrieben mit min. 500 Kühen registriert als in Klein- und Mittelbetrieben (Herden < 100 bzw. mit 100-499 Kühen; United States Department of Agriculture 2007).

2.6.2.5 Einfluss der Trennung von Kuh und Kalb

In der muttergebundenen Kälberaufzucht waren Kälber in der ersten Lebenswoche im Vergleich zu Tieren, welche vom Muttertier separiert wurden, einem signifikant höherem Sterberisiko ausgesetzt (Gulliksen et al. 2009a). Gemäß Wells et al. (1996) stieg das Mortalitätsrisiko sogar innerhalb der ersten 21 Lebenstagen an, sofern die Kälber nicht innerhalb der ersten 24 Lebensstunden vom Muttertier getrennt wurden.

So sahen auch Windsor und Whittingen (2010) eine frühe Trennung von Kuh und Kalb als eine wesentliche Maßnahme zur Reduktion der Pathogenexposition. Dies gilt insbesondere, wenn die Geburt im Gang stattfindet und das Kalb danach nicht sofort in einen sauberen Bereich verbracht wird. So kommt es in Kontakt mit Mist und hat in weiterer Folge ein erhöhtes Krankheits- bzw. Sterberisiko (Gulliksen et al. 2009a).

Die vergleichsweise hohe Mortalität könnte wiederum auch damit im Zusammenhang stehen, dass Kälber, welche die Biestmilch ausschließlich selbstständig am Muttertier trinken, häufig eine nicht ausreichende Menge an Kolostrum aufnehmen (Franklin et al. 2003).

2.6.2.6 Einfluss der Gruppenhaltung von Kälbern

Eine frühzeitige Gruppenhaltung der Kälber im ersten Lebensmonat sorgt für mehr Tierwohl und ermöglicht einerseits ein gesundes Sozialverhalten und andererseits auch ein Ausleben des natürlichen Bewegungs- und Spieltriebs (Gulliksen et al. 2009a). Dennoch darf der in vielen Fällen im Vergleich zur Einzelhaltung deutlich erhöhte Infektionsdruck nicht außer Acht gelassen werden (Gulliksen et al. 2009a). So konnten Svensson et al. (2006) sowie Svensson und Liberg (2006) ein erhöhtes Risiko für respiratorische Erkrankungen sowie eine Häufung schwerer Diarrhoefälle beobachten. Auch traten Durchfallerkrankungen bei Tieren

in Gruppenhaltungssystemen deutlich früher auf (Svensson et al. 2006, Svensson und Liberg 2006).

Folglich gelangten sowohl Gulliksen et al. (2009a) als auch Svensson und Liberg (2006) zu dem Ergebnis, dass eine frühe Gruppenhaltung innerhalb der ersten 30 Lebenstage zu einem erhöhten Mortalitätsrisiko führt. In der zuvor bereits erwähnten Erhebung bei Holsteinrindern aus italienischen Intensivhaltungen untersuchten Zucali et al. (2013) die Wechselwirkung diverser Parameter. Hier kamen die Autoren und Autorinnen zu dem Schluss, dass sich sowohl eine zu frühe Eingliederung in die Gruppenhaltung vor dem 30. Lebenstag als auch eine Haltung in der Einzelbox für über einen Monat negativ auf die Höhe der frühen Kälbermortalität (von 24 h bis zum Absetzen nach durchschnittlich 78,2 Tagen) auswirkte (Zucali et al. 2013).

2.6.3 Einflüsse von Seiten des Tieres

Das Sterberisiko eines Kalbes ist unter anderem von Geschlecht und Rasse bzw. Nutzungsrichtung abhängig (Hyde et al. 2020).

2.6.3.1 Einfluss der Rasse bzw. Nutzungsrichtung

Bezüglich des Einflusses der Rasse bzw. der Nutzungsrichtung auf die Höhe der Kälbermortalität kamen diverse Studien zu durchaus unterschiedlichen Ergebnissen (Gulliksen et al. 2009a, Raboisson et al. 2013, Hyde et al. 2020).

Für die ersten drei Lebensmonate konnten Hyde et al. (2020) mit 2,86 % ein relativ geringes Mortalitätsrisiko für Kälber, die zur Fleischgewinnung bestimmt waren, feststellen. Im Gegensatz dazu starben 6 % der Nachkommen von Milchkühen bis zu einem Alter von drei Monaten (Hyde et al. 2020).

Wenn bei einer Erhebung durch Gulliksen et al. (2009a) hingegen Milchkühe mit Bullen aus Fleischrassen belegt wurden, so waren die Feten im Verhältnis zum Becken häufig zu groß und die Inzidenz an Geburtskomplikationen stieg (Gulliksen et al. 2009a). In weiterer Folge war, wie im untenstehenden Kapitel beschrieben, nach Dystokien auch das Sterberisiko in der ersten Lebenswoche erhöht (Gulliksen et al. 2009a).

In Bezug auf Kreuzungskälber aus Milch- und Fleischrassen kamen Raboisson et al. (2013) zu einem gegenteiligen Ergebnis. Zunächst waren auch sie davon ausgegangen, dass die Mortalität unter den Kreuzungskälbern mit Fleischrassen auf Grund des hohen Geburtsgewichts jene der Milchrassen übertreffen würde. Raboisson et al. (2013) stellten jedoch fest, dass die Kreuzungskälber eine insgesamt geringere Sterblichkeit in den ersten

Lebenstagen aufwiesen. Dieser Umstand ist vermutlich auf nicht näher definierte Unterschiede im Management zurückzuführen, wobei hier weitere Untersuchungen von Nöten wären (Raboisson et al. 2013).

Auch bezüglich weiterer möglicher Gründe für etwaige Unterschiede zwischen den Rassen stößt man je nach Autor auf unterschiedliche Angaben (Tyler et al. 1999, Fürst-Waltl und Fürst 2012). Tyler et al. (1999) sahen vor allem die Kolostrumqualität als wesentlichen Faktor. Im Rahmen ihrer Erhebung konnte bei Guernseykühen in der ersten Laktation eine kolostrale IgG-Konzentration von 119 g/l gemessen werden. Bei primiparen Holsteinkühen beinhaltete das Kolostrum im Durchschnitt jedoch lediglich 66 g IgG/l (Tyler et al. 1999). Dies legte den Schluss nahe, dass die Kolostrumqualität eine rasseabhängige Variabilität aufweist. Es ist hier jedoch anzumerken, dass lediglich eine geringe Zahl an Tieren in die Studie inkludiert wurde (Tyler et al. 1999). Darüber hinaus kommen in Punkto Kolostrumqualität auch individuelle, rasseunabhängige Unterschiede zum Tragen, wodurch die Identifikation von Einflussfaktoren wie der Rassenzugehörigkeit zusätzlich erschwert wird (Gulliksen et al. 2008).

Auch züchterische Einflussnahme und Selektion können sich entscheidend auf die Totgeburtenrate einer bestimmten Rasse auswirken (Heringstad et al. 2007). So führten beispielsweise Heringstad et al. (2007) die vergleichsweise niedrige Totgeburtenrate (tot geboren oder innerhalb der ersten 24 Lebensstunden verendet) des norwegischen Rotviehs auf die langjährige Selektion von Zuchtbullen auf dieses Merkmal zurück. Fürst-Waltl und Fürst (2012) betrachteten hingegen im Rahmen der österreichischen Zuchtwertschätzung die Sterblichkeit über einen deutlich längeren Zeitraum, nämlich bis zum 30. Lebensstag. So beträgt die Erbllichkeit für das Merkmal der Kälbermortalität bis zu diesem Zeitpunkt schätzungsweise 0,6 % beim Fleck- bzw. 1 % beim Braunvieh (Fürst-Waltl und Fürst 2012). Bis zur ersten Abkalbung liegt die Erbllichkeit gar bei 1,6 % beim Fleck- bzw. 1,4 % beim Braunvieh (Fürst-Waltl und Fürst 2012). Vergleicht man jene Fleckviehtiere, welche bei der Zuchtwertschätzung in Punkto Kälber- und Kalbinnensterblichkeit am besten bzw. schlechtesten abschnitten, so zeigen sich deutliche Unterschiede. Es verendeten 9,5 % der weiblichen Nachkommen des bezogen auf dieses Merkmal schlechtesten Stieres bzw. lediglich 2,3 % bei dem hier besten Stier noch vor der ersten Abkalbung (Fürst-Waltl und Fürst 2012).

Auch der Einfluss eines hohen Inzuchtkoeffizienten ist nicht zu vernachlässigen (Fürst-Waltl und Fürst 2012). Von einer derartigen Inzuchtdepression ist beispielsweise das Braunvieh betroffen. Nahm nämlich die Inzucht innerhalb dieser Rasse um 1 % zu, so stieg die

Mortalität während der Aufzuchtphase um ein signifikantes Maß von 0,49 % an (Fürst-Waltl und Fürst 2012).

2.6.3.2 Einfluss des Geschlechts

Laut Raboisson et al. (2013) wiesen Stierkälber gegenüber Kuhkälbern bis zu einem Alter von einem Monat ein erhöhtes Sterberisiko auf. Auch bei der von Gulliksen et al. (2009a) durchgeführten Studie lag die Sterblichkeit der männlichen Tiere in jeder Alterskategorie bis zur Vollendung des ersten Lebensjahres über jener der weiblichen Individuen. Lediglich bei der perinatalen Mortalität (bis 24 h nach der Geburt) konnten im Zuge dieser Erhebung keinerlei signifikante Unterschiede zwischen männlichen und weiblichen Kälbern festgestellt werden (Gulliksen et al. 2009a). Die Autoren räumten hier allerdings ein, dass die Zuverlässigkeit ihrer Ergebnisse beeinträchtigt sein könnte, da das Geschlecht bei vielen der in diesem Zeitraum verendeten Kälbern nicht bekannt war (Gulliksen et al. 2009a). Insgesamt ließ sich auch im Zuge einer Erhebung durch Hyde et al. (2020) eine erhöhte Mortalitätsrate für männliche Tiere feststellen. Die Mortalität bis zum dritten Lebensmonat betrug in dieser Studie insgesamt 3,87 %. Wenn man die Mortalität bis zu einem Alter von drei Monaten aber nach Geschlechtern getrennt betrachtete, so starben in Summe 4,32 % der männlichen und 3,45 % der weiblichen Kälber (Hyde et al. 2020).

Für die geschlechtsspezifischen Unterschiede in Bezug auf das Mortalitätsrisiko gibt es je nach betrachteten Altersabschnitt mehrere mögliche Erklärungsansätze (McDermott et al. 1992, Johanson und Berger 2003, Raboisson et al. 2013). Die je nach Geschlecht variierende Höhe der perinatalen Mortalität ist laut mehrerer Quellen primär auf das bei männlichen Tieren durchschnittlich höhere Geburtsgewicht zurückzuführen (Johanson und Berger 2003, McDermott et al. 1992). Mit dem Geburtsgewicht steigt nämlich auch die Inzidenz von Geburtskomplikationen pro weiterem Kilo um volle 13 % (Johanson und Berger 2003). So ist nach einer Schweregeburt das Risiko eines perinatalen Verlustes bis 48 h nach der Geburt deutlich erhöht (Johanson et al. 2011). Folglich scheint das Geburtsgewicht, verglichen mit Analysen unter alleiniger Berücksichtigung des Geschlechts, auch besser zur Vorhersage des perinatalen Mortalitätsrisikos geeignet (Johanson und Berger 2003). Bei später auftretenden Verlusten ist zu beachten, dass in Abhängigkeit vom Geschlecht auch bereits in der neonatalen Phase (dritter Lebenstag bis zum Alter von einem Monat) unterschiedliche, in dieser Publikation nicht näher beschriebene Managementpraktiken zum Einsatz kommen dürften (Raboisson et al. 2013).

Der Einfluss des Geschlechts auf die Höhe der Kälbersterblichkeit darf jedoch nicht isoliert betrachtet werden, sondern sollte auch unter Miteinbezug der Nutzungsrichtung analysiert werden (Hyde et al. 2020). Unter den in dieser Untersuchung inkludierten Tieren starben 7,37 % der männlichen und 4,96 % der weiblichen Milchrinder, wohingegen lediglich 3,10 % der männlichen und 2,61 % der weiblichen Fleischrinder betroffen waren (Hyde et al. 2020). Unter jenen insgesamt 3,5 % aller Tiere, die vor Beginn des vierten Lebensmonats geschlachtet wurden, waren nur 0,49 % der weiblichen Nachkommen von Milchrindern, aber 19,94 % der männlichen Kälber aus Milchkühen vertreten (Hyde et al. 2020). Als nicht unwesentlich könnte sich in diesem Zusammenhang der auf Grund der vergleichsweise geringen Gewichtszunahme sowie der niedrigen Fleischqualität geringere Wert der männlichen Kälber bei Milchrassen erweisen (Dematawewa und Berger 1997, Wolfová et al. 2007, Raboisson et al. 2013, Pahmeyer und Britz 2020). Der in Folge des preislichen Unterschieds geringere Therapie- und Pflegeaufwand könnte sich auch negativ auf die Überlebenschancen der Stierkälber aus Milchkühen auf den Betrieben selbst auswirken (Raboisson et al. 2013).

2.6.4 Einfluss von Geburtsfaktoren

2.6.4.1 Einfluss des Geburtsverlaufs

Geburtskomplikationen führen nicht nur zu häufigeren Totgeburten, sondern haben auch ein häufigeres Versterben in der ersten Lebenswoche zur Folge (Gulliksen et al. 2009a). Schwergeburten stellen laut Gulliksen et al. (2009a) in dieser Hinsicht sogar den wichtigsten Einflussfaktor auf die Höhe der Kälbermortalität bis zum siebten Lebenstag dar. Dies rührt möglicherweise daher, dass die durch die Geburt geschwächten Kälber, welche darüber hinaus oft auch noch unter respiratorischen Problemen leiden, das Kolostrum eventuell erst spät und nicht in ausreichender Menge aufnehmen (Gulliksen et al. 2009a).

2.6.4.2 Auswirkungen durch Zwillingsgeburten

Zwillingsgeburten sind diversen Studien zufolge, auf Grund negativer Auswirkungen auf Muttertier und Nachkommen, bei Rindern nicht wünschenswert (Mee et al. 2008, Gulliksen et al. 2009a). Im Falle von Zwillingsträchtigkeiten kommen häufiger unzureichende abdominale Kontraktionen und folglich auch Totgeburten oder Dystokien mit den im vorigen Kapitel bereits beschriebenen Auswirkungen auf das Mortalitätsrisiko der Kälber in den ersten sieben Lebenstagen vor (Gundelach et al. 2009). Im Zuge anderer Erhebungen wurde bei Zwillingen eine erhöhte perinatale Mortalität (bis 48 h nach der Geburt) festgestellt oder gar

von einer signifikant erhöhten Mortalität im ersten Lebensmonat berichtet (Silva del Río et al. 2007, Mee et al. 2008, Gulliksen et al. 2009a). So war bei von Kalbinnen geborenen Zwillingen die Wahrscheinlichkeit, dass zumindest eines der Kälber den perinatalen Zeitraum nicht überlebt, 13,36-mal höher als bei vergleichbaren Einlingsgeburten (Mee et al. 2008).

Die Inzidenz von Zwillingsgeburten betrug nach Silva del Río et al. (2007) je nach untersuchter Herde 0,3 bis 12,0 %. Wenn man nun jedoch die Situation auf gesamtbetrieblicher Ebene betrachtet, so sind die Auswirkungen von Zwillingsgeburten auf die perinatale Kälbersterblichkeit - abgesehen von Herden mit einer sehr hohen Inzidenz an Zwillingsgeburten - jedoch als verschwindend gering einzustufen (Mee et al. 2008).

2.6.4.3 Einfluss der Parität

Kalbinnen weisen im Vergleich zu multiparen Tieren eine insgesamt höhere Inzidenz an Totgeburten auf, wobei diese in den letzten Jahren vor allem bei Holsteinkalbinnen im Steigen begriffen ist (Silva del Río et al. 2007, Gulliksen et al. 2009a). Dies könnte nun zwar teilweise auf das häufigere Vorkommen relativ zu großer Kälber bei Kalbinnen zurückzuführen sein, nichtsdestotrotz ist das Risiko für Totgeburten bei Kalbinnen auch dann signifikant höher, wenn man nur die komplikationslosen Geburten mit einbezieht (Gulliksen et al. 2009a).

Im Zusammenhang mit dem Einfluss der Parität ist hier auch die Kolostrumqualität zu nennen (Gulliksen et al. 2008). Ältere Kühe waren den Umweltkeimen und Pathogenen bereits über einen längeren Zeitraum hinweg ausgesetzt. Folglich stieg mit jeder Laktation der kolostrale Gehalt an Immunglobulin G (IgG) tendenziell an (Gulliksen et al. 2008). Insbesondere ab der vierten Geburt waren gravierende Verbesserungen zu verzeichnen. Die Ausnahme von dieser Regel bildeten jedoch zweitgebärende Tiere. Deren Kolostrum wies geringere IgG-Gehalte auf als jenes von Kühen sämtlicher anderen Paritäten (Gulliksen et al. 2008).

2.6.5 Umwelteinflüsse

Regionale Unterschiede können nicht nur durch unterschiedliche Herdengrößen oder Managementfaktoren, sondern auch durch Umweltfaktoren bedingt sein (Buttigieg et al. 2016).

2.6.5.1 Einfluss des Geburtsmonats bzw. der Durchschnittstemperatur

Ein Einfluss des Geburtsmonats bzw. der jeweiligen Durchschnittstemperatur im Geburtsmonat auf die Kälbersterblichkeit konnte in mehreren Studien nachgewiesen werden (Svensson et al. 2006, Silva del Río et al. 2007, Hyde et al. 2020). Wenn die Temperaturen im Monatsmittel sanken, so stieg die Mortalität unter den Kälbern signifikant an (Hyde et al. 2020).

Dies war insbesondere dann zu beobachten, wenn die Temperaturen im Monatsmittel unter 4,8 °C fielen (Hyde et al. 2020). So konnten beispielsweise Hyde et al. (2020) in Großbritannien für die im Dezember geborenen Kälber im Vergleich zu anderen in die Studie inkludierten Kälbern eine um 1,1 % höhere Mortalitätsrate innerhalb der ersten drei Lebensmonate nachweisen.

Im Februar geborene Tiere wiesen im Rahmen dieser Untersuchung die geringste Mortalität auf (Hyde et al. 2020). Dies traf unabhängig von der monatlichen Durchschnittstemperatur zu. Eine höhere Durchschnittstemperatur senkte jedoch die Sterblichkeit bis zum Ende des dritten Lebensmonats unabhängig vom Geburtsmonat. Die Mortalität von Kälbern, die nicht in der Milchwirtschaft gehaltenen wurden, stieg unter einer Temperatur von 9,6 °C pro weiterer Temperatursenkung von 1 °C um 0,2 % an (Hyde et al. 2020).

Als mögliche Ursachen für die jahreszeitlichen Schwankungen der Kälbermortalität kommen je nach Jahreszeit Hitze- bzw. Kältestress in Frage (Stull et al. 2008, Raboisson et al. 2013). Auch ein erhöhter Infektionsdruck in den Wintermonaten muss als mögliche Ursache in Betracht gezogen werden (Raboisson et al. 2013). Auch Stull et al. (2008) stellten bei unter 14 bzw. über 24 °C einen signifikanten Anstieg der Kälbermortalität fest. Raboisson et al. (2013) konnten für die jeweils kältesten Monate (Dezember/Jänner/Februar mit Tagesmitteltemperaturen von 2-5 °C) bzw. den im jeweiligen Jahr wärmsten Monat (Juni 2005/Juli 2006 mit einer Tagesdurchschnittstemperatur von 19 bis 23 °C) eine insgesamt erhöhte Kälbersterblichkeit ermitteln.

Eine Erhebung in norwegischen Milchviehbetrieben ergab, dass der kolostrale IgG-Gehalt jahreszeitlichen Schwankungen unterworfen ist (Gulliksen et al. 2008). So wurden im Herbst die besten Werte erzielt und in den Wintermonaten das signifikant schlechteste Kolostrum produziert. Der durchschnittliche IgG-Gehalt betrug so beispielsweise 60 g/l im Oktober und lediglich 48 g IgG/l im Dezember (Gulliksen et al. 2008). Dies scheint ebenfalls im Zusammenhang mit der saisonalen Variabilität der Kälbersterblichkeit zu stehen (Gulliksen et al. 2009a). Azizzadeh et al. (2012) konstatierten in diesem Zusammenhang auch eine durch

physiologischen Stress und die folglich ausgeschütteten adrenalen Steroide gestörte IgG-Aufnahme.

Es ist jedoch zu beachten, dass sich das Mortalitätsrisiko in Abhängigkeit vom Monat nicht für alle Untergruppen an Kälbern im gleichen Maße veränderte (Hyde et al. 2020). Im Oktober, November, Februar und März konnte ein Einfluss des Rassetyps (Fleisch- bzw. Milchrinder) nachgewiesen werden. Bei den Nachkommen von Milchrindern wurde beispielsweise für den Geburtsmonat Februar ein Rückgang der Mortalitätsrate um 1,4 % verzeichnet. Bei Kälbern, welche Fleischrinderrassen angehörten, nahm die Mortalitätsrate lediglich um 0,4 % ab (Hyde et al. 2020). Für die Nachkommen von Milchkühen bestand die geringste Sterblichkeit bis zu einem Alter von drei Monaten im Sommer (4,79 %) und die höchste mit 6,74 % im Herbst. Für Fleischrinder war die Mortalitätsrate sowohl im Frühling als auch Sommer mit jeweils 2,56 % relativ niedrig und erreichte im Herbst mit 3,98 % ihren Höchststand (Hyde et al. 2020). Die Studienautoren äußerten jedoch die Vermutung, dass diese Unterschiede nicht in der Nutzungsrichtung an sich begründet waren, sondern durch Unterschiede im Management verursacht wurden (Hyde et al. 2020).

Im Jänner und August stellte auch das Geschlecht der Kälber einen entscheidenden Einflussfaktor auf die Höhe der Mortalitätsrate dar, wobei hierfür keinerlei Begründung geliefert werden konnte (Hyde et al. 2020).

Raboisson et al. (2013) stellten fest, dass das Mortalitätsrisiko von der Geburt bis zum Alter von einem Monat in den Wintermonaten höher ausfiel. So lag die Kälbersterblichkeit im ersten Lebensmonat im Winter bei 12 bis 17 %, während sie im Sommer auf 8 bis 12 % sank (Raboisson et al. 2013). Auch in Norwegen konnte festgestellt werden, dass sich ein Abkalbetermin im Sommer oder Herbst vorteilhaft auf das Sterberisiko während der ersten Lebenswoche sowie während des ersten Lebensmonats auswirkte (Gulliksen et al. 2009a).

2.7 Möglichkeiten zur Reduktion der Kälbersterblichkeit

Generell gilt, dass das physische und thermische Wohlbefinden der Tiere gewährleistet werden und den Tieren das Ausleben ihrer natürlichen Verhaltensweisen ermöglicht werden soll (Stull und Reynolds 2008). Wird dies durch günstige Umweltbedingungen und durch eine in Bezug auf Menge und Qualität optimale Fütterung erreicht, so sind die potentiellen Stressoren für die Tiere auf ein Minimum reduziert (Stull und Reynolds 2008, Zucali et al. 2013). Folglich kommt es zu einer Stärkung des Immunsystems, verbesserten Tageszunahmen und einem verminderten Krankheitsrisiko (Nonnecke et al. 2003, Zucali et al. 2013).

So sollte zur Reduktion der Kälbersterblichkeit das Hauptaugenmerk auf die betrieblichen Managementfaktoren gelegt werden (Gulliksen et al. 2009a, Zucali et al. 2013). Laut Zucali et al. (2013) legten die Ergebnisse ihrer Erhebung nämlich nahe, dass das Management der Kälberaufzucht in Italien insgesamt wenig effizient gestaltet wird. Es wurde jedoch auch eine hohe Streuung der Ergebnisse festgestellt. Daraus schlossen die Autoren, dass insbesondere die durchschnittliche frühe Kälbermortalität (von 24 h bis zum Absetzen nach durchschnittlich 78,2 Tagen) stark gesenkt werden kann, wenn der Fokus auf die relativ geringe Anzahl an Problembetrieben gelegt wird (Zucali et al. 2013).

In diesem Zusammenhang betonten Zucali et al. (2013), wie zuvor bereits erwähnt, die Wichtigkeit der Wechselwirkungen von Managementfaktoren. Ein geringes Risiko für eine frühe betriebliche Kälbersterblichkeit (von 24 h bis zur Entwöhnung) von über 10 % bestand, wenn nicht mehr als drei Stunden bis zur ersten Kolostrumaufnahme verstrichen, die Gruppenhaltung bis einem Alter von 30 Tagen unterlassen wurde sowie mindestens fünf Liter Milch bzw. Milchaustauscher pro Tag gefüttert wurden (Zucali et al. 2013). Auch die Gabe von mehr als vier Litern Kolostrum am ersten Lebenstag sowie die Haltung von weniger als 50 Kälbern pro zuständiger Person wirkten sich positiv auf das Mortalitätsrisiko am Betrieb aus (Zucali et al. 2013). Des Weiteren sind die Geburtsüberwachung und das Management der neugeborenen Kälber nicht zu vernachlässigen. So kann laut Gulliksen et al. (2009a) die Inzidenz infektiöser Erkrankungen am Betrieb reduziert werden.

Hyde et al. (2020) sahen auch die vorherrschenden Umweltbedingungen als entscheidenden Einflussfaktor. Würde man beispielsweise den Kälbern in Großbritannien ganzjährig bestmögliche Umweltbedingungen, so wie sie im Falle des optimalen Geburtsmonats Februar und einer idealen durchschnittlichen Umgebungstemperatur von 17,3 °C vorzufinden sind, bieten, so könnte die Kälbersterblichkeit bis zu einem Alter von drei Monaten auf unter 2 % sinken (Hyde et al. 2020). Dies entspräche einer jährlichen Reduktion von 37.571 Kälberverlusten bis zur Vollendung des dritten Lebensmonats in ganz Großbritannien. Folglich könnten somit pro Jahr wirtschaftliche Verluste in einer Gesamthöhe von 15,3 Millionen US-Dollar vermieden werden. Um dieses Ziel zu erreichen, muss jedoch weiterhin umfassende Forschung betrieben werden (Hyde et al. 2020).

2.8 Datenerhebungen bezüglich der Kälbersterblichkeit in Österreich

Bis dato wurden, soweit bekannt, keine detaillierten wissenschaftlichen Untersuchungen zu Höhe bzw. Ursachen der Kälbersterblichkeit in Österreich veröffentlicht. Lediglich im Rahmen einer Diplomarbeit (Geier 2012) wurde die Anzahl der Falltiere in Österreich,

inklusive der im ersten Lebensjahr verendeten Rinder, erfasst. Geier (2012) inkludierte dabei auch die Diagnosen, welche im Rahmen der an der SARIA GmbH Tulln durchgeführten Sektionen am häufigsten gestellt wurden. Darüber hinaus wurden Daten zu Höhe und Zeitpunkt der Verluste beispielsweise von der ZuchtDATA Austria und der Arbeitsgemeinschaft österreichischer Fleischrinderzüchter erhoben und sollen in Folge dargestellt werden.

2.8.1 Totgeburten und Aufzuchtverluste im Rahmen der Zuchtwertschätzung

Unter der für die Zuchtwertschätzung in Österreich relevanten Totgeburtenrate werden definitionsgemäß die Totgeborenen sowie alle innerhalb von 48 Stunden verendeten Tiere zusammengefasst. Danach beginnt die Aufzuchtphase eins. Sie erstreckt sich sowohl für männliche als auch für weibliche Rinder vom dritten bis zum 30. Lebenstag. Für männliche Tiere reicht die Aufzuchtphase zwei vom 31. Lebenstag bis zum 10. Monat. Für weibliche Kälber dauert die Aufzuchtphase drei deutlich länger. Sie beginnt am 31. Lebenstag und endet erst im 15. Monat (Fürst 2019). Die Daten zu Totgeburten werden von der zentralen Arbeitsgemeinschaft österreichischer Rinderzüchter (ZAR) im Zeitraum eines Kontrolljahres (jeweils vom 1.10. bis 30.9.) für die Landeskontrollverbände (LKV) erhoben. Mit einbezogen werden hierbei alle reinrassigen Nachkommen, die Teil des LKVs sind (Egger-Danner et al. 2019).

Nach Erhebungen von ZuchtDATA Austria ergaben sich, gemäß den Definitionen von Totgeburten und Aufzuchtverlusten im Rahmen der Zuchtwertschätzung, für Fleckvieh 3,7 % Totgeburten, 2,4 % Verluste in Aufzuchtphase eins, 3,3 % in Aufzuchtphase zwei und 3,1 % in Aufzuchtphase drei. Mit deutlich über 40 % entfiel dabei der mit Abstand größte Anteil an verendeten Tieren auf den ersten Lebensmonat (Fürst 2019).

2.8.2 Erhebungen der Arbeitsgemeinschaft österreichischer Fleischrinderzüchter

Unter den in Österreich gehaltenen Fleischrindern ereigneten sich 2018 nach den Erhebungen der Arbeitsgemeinschaft der österreichischen Fleischrinderzüchter 4,8 % Verluste in den ersten 48 Lebensstunden (Arbeitsgemeinschaft österreichischer Fleischrinderzüchter 2019). Weitere 1,5 % der Kälber verendeten zu einem nicht genauer definierten späteren Zeitpunkt. Daraus ergab sich eine Kälbersterblichkeit im Fleischrinderbereich von insgesamt 6,3 %. Erwartungsgemäß waren hierbei deutliche Unterschiede zwischen den Rassen festzustellen. So wiesen Weiß-Blaue Belgier eine Kälbersterblichkeit von insgesamt 15,3 % auf. Mit einer Schweregeburtenrate von 37,5 %

verendeten rund 13,6 % der Kälber in den ersten 48 Lebensstunden. Weitere 1,7 % der Kälber dieser Rasse verstarben in der weiteren, nicht näher abgegrenzten Aufzucht (Arbeitsgemeinschaft österreichischer Fleischrinderzüchter 2019). Andere Rassen wie beispielsweise Tuxer zeichneten sich durch insgesamt lediglich 3,7 % Kälberverluste aus. Mit einer Schweregeburtenrate von 3,6 % verendeten bei dieser Rasse nur 3 % der Tiere in den ersten zwei Tagen und lediglich 0,7 % zu einem nicht genauer definierten späteren Zeitpunkt (Arbeitsgemeinschaft österreichischer Fleischrinderzüchter 2019).

2.8.3 Erhebungen bezüglich der Falltierzahlen und Sektionsbefunde durch Geier (2012)

Im Zuge einer durch Geier (2012) durchgeführten Diplomarbeit wurde die Zahl der jährlich an die Tierkörperverwertung (TKV) angelieferten Rinder bis zum Alter von einem Jahr ermittelt. Die Daten umfassten dabei den Zeitraum von 2006 bis 2008 und beinhalteten Meldungen aus allen Bundesländern Österreichs mit Ausnahme von Wien und dem Burgenland (Geier 2012). So verendeten 2006 insgesamt 66.372 (10,51 %) der in Österreich gehaltenen Kälber und Jungrinder im ersten Lebensjahr. 2007 stieg diese Zahl auf 68.941 (10,87 %) und 2008 waren es bereits 69.902 Tiere (10,98 %; Geier 2012). In Tirol wurden im Jahr 2006 insgesamt 7.019 im ersten Lebensjahr verendete Rinder an die TKV geliefert. 2007 waren es 7.028 und 2008 in Summe 7.342 Falltiere, welche innerhalb des ersten Lebensjahres im Bundesland Tirol verendeten (Geier 2012).

Exemplarisch wurden darüber hinaus mit Hilfe des Veterinär-Jahresberichts Niederösterreich (Hofer-Kasztler 2009) die Sektionsbefunde der im Jahr 2009 an der SARIA GmbH Tulln angelieferten Tiere dargestellt (Geier 2012). In Summe wurden lediglich 344 (1,5 %) der 22.996 angelieferten Rinderkadaver einer Sektion unterzogen. Darunter waren 86 sezierte Kälber, welche entweder tot geboren worden waren oder bis zu einem Alter von 8 Wochen verendeten. Bei diesen Tieren wurden am häufigsten die Diagnosen Weißfleischigkeit (27,91 %), Enteritis (26,74 %) sowie Bronchopneumonie (16,28 %) gestellt. Es folgten Myokarditis mit 12,79 % und *Volvulus totalis jejunalis* mit 11,63 % (Hofer-Kasztler 2009, Geier 2012). Darüber hinaus wurden 139 Tiere, welche zwischen drei und 24 Monaten starben, der Sektion zugeführt. Hier wurden am häufigsten Bronchopneumonien (28,06 %), Myokarditiden (22,30 %) und Weißfleischigkeiten (16,55 %) festgestellt. Auch Enteritiden (13,76 %) sowie Clostridienintoxikationen (10,79 %) stellten häufige Diagnosen dar (Hofer-Kasztler 2009, Geier 2012).

3 Material und Methoden

3.1 Ausgewertete Daten

Die Höhe der Kälbersterblichkeit wurde im Zuge der vorliegenden Studie mit Hilfe der von der Agrarmarkt Austria (AMA) zur Verfügung gestellten Verendungsmeldungen ermittelt. Die erhobenen Daten umfassten einen Zeitraum von elf Jahren (2009-2019). Es wurden hier unter anderem die Hauptrasse, das Geschlecht und das Alter zum Zeitpunkt der Verendung in Monaten erfasst. Auch Daten bezüglich des Verendungsjahres und des politischen Bezirks, in welchem das Kalb verendete, wurden erhoben. Als Bezugsdaten dienten die Geburtsmeldungen der AMA, welche Angaben zu Hauptrasse, Geschlecht und Geburtsjahr der von 2009 bis 2019 in Tirol geborenen Rinder enthielten. Darüber hinaus wurde auch der Bezirk (Imst, Innsbruck-Land, Innsbruck-Stadt, Kitzbühel, Kufstein, Landeck, Lienz, Reutte und Schwaz), in welchem die Tiere geboren wurden, erfasst.

Unter Hauptrasse wurde entweder die Rassezugehörigkeit reinrassiger Tiere oder im Falle von Kreuzungskälbern die Rasse mit dem größten genetischen Anteil angegeben. Hierbei ist jedoch anzumerken, dass bei einigen Tieren beispielsweise lediglich die Zugehörigkeit zur Rasse „Angus“ vermerkt wurde, wohingegen bei zahlreichen anderen Kälbern weiterhin zwischen den Rassen „Deutsch Angus“ sowie „Aberdeen Angus“ differenziert wurde. Des Weiteren wurden einige Kälber lediglich als „Kreuzung Fleischrind“ bzw. „Kreuzung Milchrind“ bezeichnet. In einigen wenigen Fällen wurde außerdem ohne Nennung einer spezifischen Rasse nur erfasst, dass das verendete Kalb der Kategorie „sonstige Fleischrasse“ bzw. „sonstige Milchrasse“ zuzuordnen ist.

Die Erfassung des Alters erfolgte gemäß den Rohdaten der AMA in Monaten. Es wurden Kälber, welche im Alter von 0 bis 12 Monaten verendeten, in die Auswertung inkludiert. Hierbei wurde nicht nur das Alter in vollen Monaten, sondern in Schritten von 0,1 Monaten erfasst. Somit entsprachen 0,1 Monate einem Zeitraum von drei Tagen und 0,0333 Monate folglich einem Tag. Nachfolgend wurden die Kälber im Rahmen dieser Studie in insgesamt fünf Altersklassen eingeteilt. Als Totgeburten galten hierbei Kälber, welche in einem Alter von null Monaten verendeten, also an ihrem Todestag null oder einen Tag alt waren (Tag 0 $\hat{=}$ 0 Monate, Tag 1 $\hat{=}$ 0,0333 Monate). Ab einem Alter von zwei Tagen, sprich 0,067 Monaten, wurde das erfasste Alter auf 0,1 Monate aufgerundet. Dies trifft auch auf die Einteilung aller folgenden Alterskategorien zu. Kälber, welche in einem Alter von 0,1 bis 0,5 Monaten (3.-16. Lebenstag) starben, wurden der nächsten Alterskategorie zugeordnet. Es folgten die Klasse der im Alter von 0,6 bis einem Monat verendeten Kälber (17.-31. Lebenstag). Anschließend bildeten die von 1,1 bis sechs Monaten verstorbenen Tiere (32.-181. Lebenstag) die nächste

Alterskategorie. Die letzte Klasse bildeten die Tiere, welche in einem Alter von 6,1 bis zwölf Monaten (182.-361. Lebenstag) verendeten.

3.2 Definitionen

3.2.1 Definition Totgeburt

Im Rahmen dieser Diplomarbeit wurden, wie oben erwähnt, jene Kälber, welche im Alter von null bis maximal einem Tag nach der Geburt verendeten, als Totgeburten definiert. Diese Definition deckt sich auch mit jenen nach Mee et al. (2008) und Fürst (2019). In Anlehnung an die zuvor bereits erwähnten Begriffsbestimmungen (Definition 4 nach Müller et al. 2016) wurde die Totgeburtenrate gemäß folgender Formel bestimmt:

$$\frac{\text{tot geborene bzw. bis zum Alter von einem Tag verendete Kälber} \times 100}{\text{Zahl der geborenen Kälber}} = \text{Totgeburtenrate in \%}$$

Zahl der geborenen Kälber

3.2.2 Definition Kälbersterblichkeit

Zur Berechnung der Kälbersterblichkeit in den gewählten Zeitabschnitten wurde Definition 3 nach Santman-Berends et al. (2019) abgewandelt und an die vorhandenen Daten adaptiert. Sie wurde wie folgt berechnet:

$$\frac{\text{Zahl der Kälber, die im Zeitabschnitt verendeten} \times n_{\text{months}} \times 100}{\text{calf-months-at-risk}} = \text{Kälbermortalität in \%}$$

Die Variable n_{months} steht hierbei in Anlehnung an die n_{days} gemäß Definition 3 für die Anzahl der Monate im beobachteten Zeitabschnitt (Santman-Berends et al. 2019). Ebenso wurden die calf-days-at-risk durch die calf-months-at-risk ersetzt.

3.3 Durchgeführte Berechnungen und statistische Auswertung

Zunächst wurde die Höhe der Kälbermortalität über den gesamten Untersuchungszeitraum hinweg bestimmt. Dazu wurde der relative Anteil sämtlicher von 2009 bis 2019 innerhalb des ersten Lebensjahres verendeter Kälber an allen im selben Zeitraum geborenen Rindern ermittelt. Anschließend wurde die Kälbermortalität für das jeweilige Kalenderjahr (2009-2019) in Prozent berechnet und die Entwicklung der Kälbersterblichkeit im Beobachtungszeitraum evaluiert. Zu diesem Zweck wurde jeweils der Quotient aus allen innerhalb eines

Kalenderjahres verendeten bzw. geborenen Kälbern gebildet und das Ergebnis in Prozent dargestellt.

Auch der relative Anteil verendeter Kälber in jedem der erfassten politischen Bezirke wurde berechnet. Des Weiteren wurde der Einfluss der Faktoren Hauptrasse, Geschlecht und Alter untersucht. In all diesen Fällen ist die Kälbersterblichkeit jeweils als relativer Anteil der verendeten Tiere an sämtlichen Kälbern einer Gruppe (je nach Hauptrasse, Geschlecht, Alter oder politischem Bezirk) zu sehen. Darüber hinaus wurde der wechselseitige Einfluss beim gleichzeitigen Auftreten mehrerer Faktoren evaluiert. So wurde die Kälbersterblichkeit nach den Gesichtspunkten Geschlecht und Hauptrasse ermittelt. Auch die Faktoren Geschlecht und Alter sowie Hauptrasse und Alter wurden auf ihren korrelativen Effekt hin untersucht.

Falls nun beispielsweise nicht mehr als 30 Geburten auf eine Hauptrasse entfielen, so wurde diese auf Grund der nicht ausreichenden statistischen Aussagekraft von der weiteren Auswertung ausgeschlossen. Bei der Untersuchung der geschlechtsspezifischen Unterschiede nach Hauptrasse wurde analog verfahren. Wurden also weniger als 30 weibliche oder männliche Tiere einer bestimmten Rasse geboren, so wurde diese Hauptrasse von der weiteren Analyse exkludiert.

Zuletzt wurden sämtliche Ergebnisse mit dem Fisher-Exact Test mit einem Signifikanzniveau von 0,05 ($\alpha = 0,05$) auf ihre Signifikanz überprüft. Die Datenbearbeitung und -analyse erfolgten mit Microsoft Excel für Windows (Microsoft Cooperation, Redmond, Washington, USA).

4 Ergebnisse

In Summe verendeten im Zeitraum von 2009 bis 2019 in Tirol auf allen bei der AMA gemeldeten Betrieben 83.678 Kälber im ersten Lebensjahr. Dies entspricht 9,23 % aller 906.994 in diesem Zeitraum in Tirol geborenen Kälbern. Die geringste Kälbersterblichkeit konnte dabei, wie auch Tab. 1 zu entnehmen ist, mit 8,91 % im Jahre 2016 und die höchste mit 9,60 % im Jahre 2013 verzeichnet werden. Daraus ergibt sich eine Schwankungsbreite von 0,69 % (Abb. 1). Zu Beginn des Untersuchungszeitraums, im Jahre 2009, betrug die Kälbersterblichkeit 9,17 % innerhalb eines Kalenderjahres. 2019 lag die Kälbermortalität bei 9,49 %. Im Laufe dieser elf Jahre (2009-2019) konnte somit ein signifikanter Anstieg der jährlichen Kälbermortalität beobachtet werden ($p = 0,0423$).

Tab. 1: Höhe der Kälbermortalität in Tirol von 2009 bis 2019 in absoluten Zahlen und Prozent.

Jahr	geboren	verendet	relativer Anteil
			verendeter Kälber
2009	84.596	7.755	9,17 %
2010	82.861	7.496	9,05 %
2011	81.723	7.633	9,34 %
2012	81.872	7.840	9,58 %
2013	81.659	7.842	9,60 %
2014	82.591	7.611	9,22 %
2015	82.291	7.396	8,99 %
2016	84.143	7.500	8,91 %
2017	82.368	7.546	9,16 %
2018	82.217	7.406	9,01 %
2019	80.673	7.653	9,49 %
Summe	90.6994	83.678	9,23 %

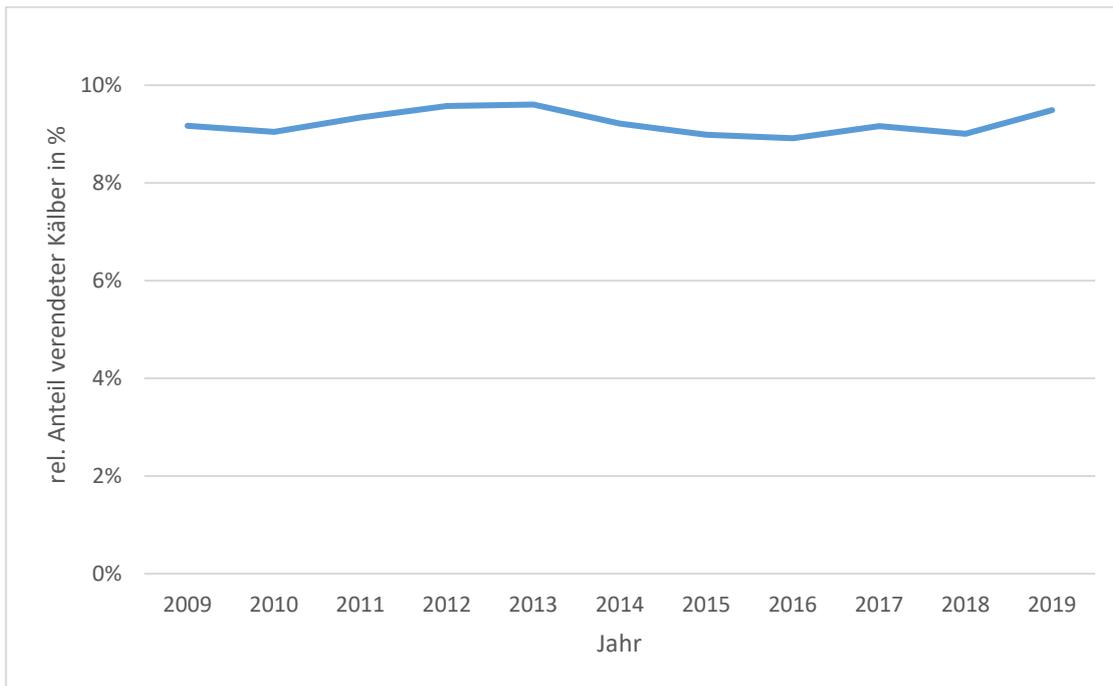


Abb. 1: Darstellung der Kälbermortalität in Tirol von 2009-2019 in Prozent.

4.1 Kälbermortalität nach Bezirken

Im Zeitraum von 2009 bis 2019 verzeichnete Imst mit einem Wert von 11,62 % die signifikant höchste Kälbersterblichkeit aller neun Tiroler Bezirke (Tab. 2). Die p-Werte lagen beim Vergleich mit den übrigen Bezirken zwischen $< 0,00001$ und $0,0003$ (siehe Tab. 3). Die signifikant geringste Mortalität vor Vollendung des ersten Lebensjahres wies mit 7,69 % hingegen Lienz aus ($p < 0,00001$). In Kitzbühel verendeten 8,55 % und in Kufstein 8,25 % der dort geborenen Kälber. Die Ergebnisse der beiden Bezirke unterschieden sich sowohl voneinander ($p = 0,0025$) als auch von allen übrigen Bezirken ($p < 0,00001$) signifikant. Darüber hinaus unterschieden sich die Ergebnisse von Reutte und Schwaz mit 10,62 % bzw. 10,05 % signifikant voneinander ($p = 0,0128$). Alle weiteren Ergebnisse bezüglich des relativen Anteils verendeter Kälber sind Tab. 2 zu entnehmen. Aus der bereits erwähnten Tab. 3 werden die durch Vergleich der einzelnen Bezirke ermittelten p-Werte ersichtlich (Signifikanzniveau $\alpha = 0,05$).

Tab. 2: Kälbermortalität in Tirol nach Bezirken von 2009 bis 2019 in absoluten Zahlen und Prozent.

Bezirk	geborene Kälber	verendete Kälber	relativer Anteil
			verendeter Kälber
Imst	49.565	5.759	11,62 %
Innsbruck-Land	123.097	12.556	10,20 %
Innsbruck-Stadt	5.816	616	10,51 %
Kitzbühel	175.038	14.967	8,55 %
Kufstein	201.118	16.598	8,25 %
Landeck	40.007	4.125	10,31 %
Lienz	104.199	8.013	7,69 %
Reutte	23.962	2.545	10,62 %
Schwaz	184.147	18.499	10,05 %
Summe	906.994	83.678	9,23 %

Tab. 3: Signifikanzprüfung der Kälbersterblichkeit in Tirol nach Bezirken (Signifikanzniveau $\alpha = 0,05$). Die statistisch signifikanten Ergebnisse sind in Blau und die nicht signifikanten Werte in Rot dargestellt.

Bezirk	Imst	Innsbruck-Land	Innsbruck-Stadt	Kitzbühel	Kufstein	Landeck	Lienz	Reutte	Schwaz
Imst		< 0,00001	0,0247	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	0,0003	0,00001
Innsbruck-Land	< 0,00001		0,4829	< 0,00001	< 0,00001	0,5709	< 0,00001	0,0771	0,2108
Innsbruck-Stadt	0,0247	0,4829		< 0,00001	< 0,00001	0,6645	< 0,00001	0,8506	0,2932
Kitzbühel	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001		0,0025	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001
Kufstein	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	0,0025		< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001
Landeck	< 0,00001	0,5709	0,6645	< 0,00001	< 0,00001		< 0,00001	0,2644	0,1504
Lienz	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001		< 0,00001	< 0,00001
Reutte	0,0003	0,0771	0,8506	< 0,00001	< 0,00001	0,2644	< 0,00001		0,0128
Schwaz	0,00001	0,2108	0,2932	< 0,00001	< 0,00001	0,1504	< 0,00001	0,0128	

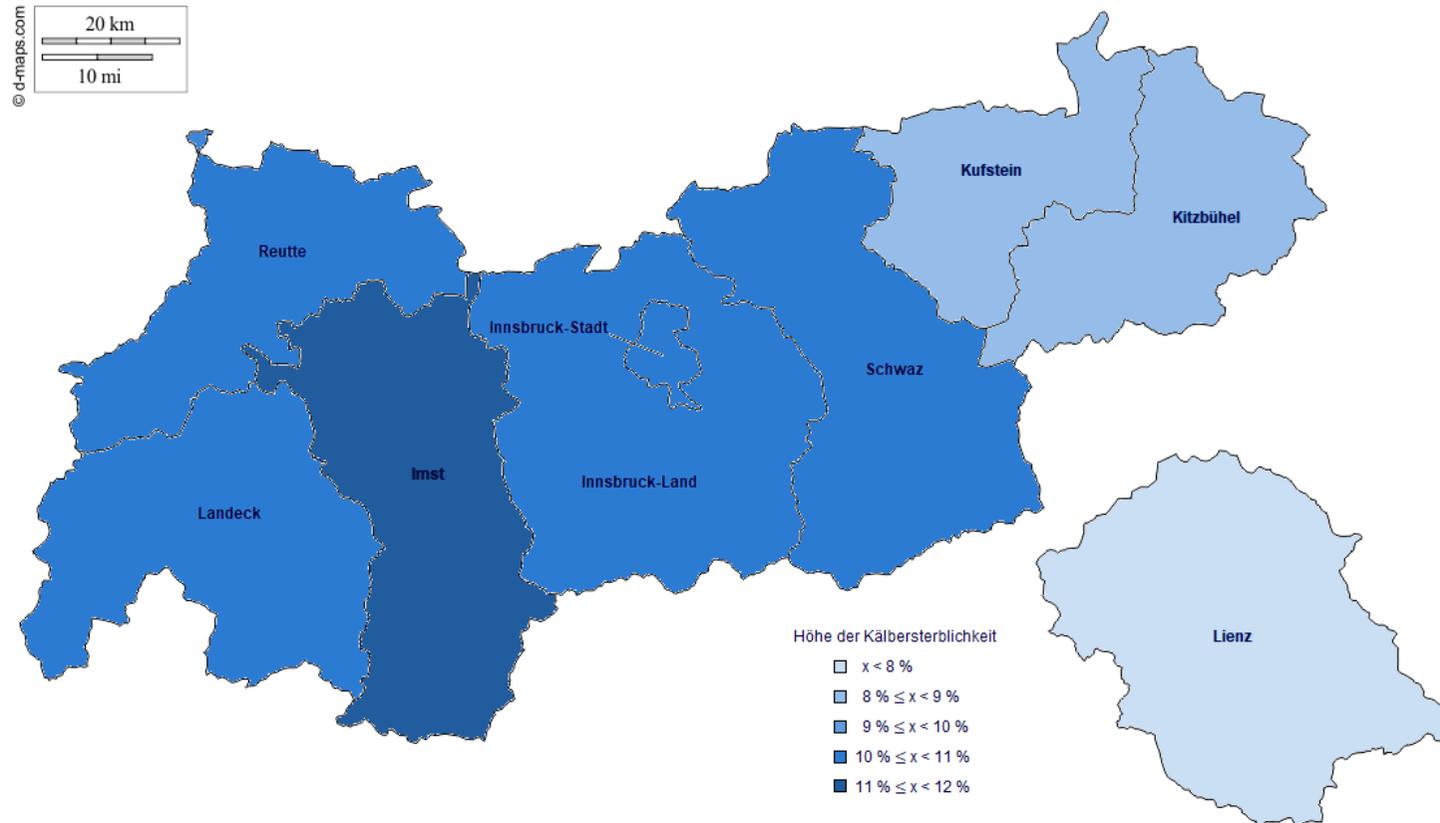


Abb. 2: Kälbermortalität nach Bezirken. Die Karte zeigt die Höhe der Kälbersterblichkeit in den neun Bezirken Tirols für den Untersuchungszeitraum von 2009 bis 2019. Quelle: D-maps https://d-maps.com/carte.php?num_car=34153&lang=de (Zugriff 15.08.2020).

4.2 Kälbermortalität nach Hauptrasse

Insgesamt können die im untersuchten Zeitraum in Tirol geborenen Tiere 52 verschiedenen Hauptrassen (Tab. 4) zugeordnet werden, wobei für neun dieser Hauptrassen keine Verendungsmeldungen vorliegen. Dies ist primär darauf zurückzuführen, dass die Zucht mit diesen Rassen in Tirol in einem sehr kleinen Rahmen betrieben wird und folglich nur sehr wenige diesen Hauptrassen angehörige Tiere geboren wurden. Zu diesen neun Rassen ohne Verendungsmeldungen gehörten mit je einer Geburt unter anderem das Angler Rotvieh, Marchigiana, Valdostana Nera, das Vogesen-Rind und das rote Höhenvieh/Vogelsberger Rind. Auch bei den Rassen Hereford, Piemonteser, Sortbroget dank Maelkerace und Welsh Black liegt für keins der zwölf, 29, elf bzw. fünf geborenen Tiere eine Verendungsmeldung vor.

Darüber hinaus wurden bei fünf der verbliebenen 43 Rassen von 2009 bis 2019 jeweils maximal 30 Geburten registriert. Diese wurden, wie bereits erwähnt, von der weiteren Auswertung ausgeschlossen. Davon betroffen waren die Rassen Aubrac, Gelbvieh, Murnau Werdenfelser, Zwergrind sowie sonstige Milchrassen. Im folgenden Unterkapitel wird zunächst auf die 16 bedeutendsten Hauptrassen in Tirol eingegangen (> 1.000 Geburten in elf Jahren; Tab. 5). Anschließend werden sämtliche 38 inkludierten Hauptrassen in Tab. 6 bzw. 7 miteinander verglichen und auf signifikante Unterschiede hin überprüft.

Tab. 4: Geburts- und Verendungsmeldungen aller in Tirol gehaltenen Rassen von 2009 bis 2019.

Hauptrasse	geboren	verendet
Aberdeen Angus	3.653	375
Angler Rotvieh	1	0
Angus	834	82
Aubrac	15	3
Auerochse	53	9
Blonde Aquitaine	362	29
Braunvieh	177.388	20.185
Cebu	496	119
Charolais	2.126	330
Dahomey	256	61
Deutsch Angus	822	99
Dexter	35	2
Ennstaler Bergschecken	85	12
Fleckvieh	522.982	41.453
Galloway	1.804	206
Gelbvieh	4	1
Grauvieh	58.321	4.411

Hereford	12	0
Highland	4.029	480
Hinterwälder	179	6
Holstein Friesian	43.099	5.927
Jersey	5.781	1.069
Jochberger Hummeln	352	56
Kärntner Blondvieh	154	14
Kreuzung Fleischrind	62	13
Kreuzung Milchrind	61	4
Limousin	2.691	297
Marchigiana	1	0
Montbeliarde	59	6
Murbodner	239	27
Murnau Werdenfelser	10	2
original Braunvieh	6.945	707
original Schwarzbunte	526	71
Piemonteser	29	0
Pinzgauer	18.108	1.593
pustertaler Sprinzen	1.832	168
Red Friesian	30.586	3.982
Rotes Höhenvieh/Vogelsberger Rind	1	0
Salers	47	5
sonstige Fleischrasse	40	2
sonstige Milchrasse	10	1
Sortbroget dansk Maelkerace	11	0
Tuxer	9.726	942
Valdostana Nera	1	0
Vogesen-Rind	1	0
Wagyu	163	21
Waldviertler Blondvieh	33	2
Weiß-Blaue Belgier	12.181	811
Welsh Black	5	0
Yak	199	20
Zwergrind	6	2
Zwerg-Zebus	578	73
Summe	906.994	83.678

4.2.1 Kälbermortalität der bedeutendsten Hauptrassen Tirols (> 1.000 Geburten von 2009-2019)

Die in Tirol mit insgesamt 522.982 Geburten in elf Jahren häufigste Rasse ist das Fleckvieh. Darauf folgen das Braunvieh mit 177.388 geborenen Kälbern und Holstein Friesian bzw. Red Friesian mit in Summe 73.685 Geburtsmeldungen. Auch Grauvieh (58.321 Geburten), Pinzgauer (18.108 Geburten) und Weiß-Blaue Belgier (12.181 Geburten) waren häufig gehaltene Rassen.

Werden lediglich die 16 bedeutendsten in Tirol gehaltenen Rinderrassen, also all jene mit mindestens 1.000 Geburtsmeldungen von 2009 bis 2019, betrachtet, so wiesen Jerseykälber mit 18,49 % die höchste Kälbersterblichkeit auf. Dies wird auch aus der untenstehenden Tabelle (Tab. 5) sowie aus dem Balkendiagramm (Abb. 3) ersichtlich. Der mit 15,52 % zweithöchste Wert entfiel hier auf Kälber der Rasse Charolais. Es folgten Holstein Friesian mit 13,75 % bzw. Red Friesian mit 13,02 %.

Tab. 5: Kälbermortalität der Rassen mit mehr als 1.000 Geburten in Tirol von 2009 bis 2019 in absoluten Zahlen und Prozent.

Hauptrasse	geboren	verendet	relativer Anteil
Aberdeen Angus	3.653	375	10,27 %
Braunvieh	177.388	20.185	11,38 %
Charolais	2.126	330	15,52 %
Fleckvieh	522.982	41.453	7,93 %
Galloway	1.804	206	11,42 %
Grauvieh	58.321	4.411	7,56 %
Highland	4.029	480	11,91 %
Holstein Friesian	43.099	5.927	13,75 %
Jersey	5.781	1.069	18,49 %
Limousin	2.691	297	11,04 %
Original Braunvieh	6.945	707	10,18 %
Pinzgauer	18.108	1.593	8,80 %
Pustertaler Sprinzen	1.832	168	9,17 %
Red Friesian	30.586	3.982	13,02 %
Tuxer	9.726	942	9,69 %
Weiß-Blaue Belgier	12.181	811	6,66 %

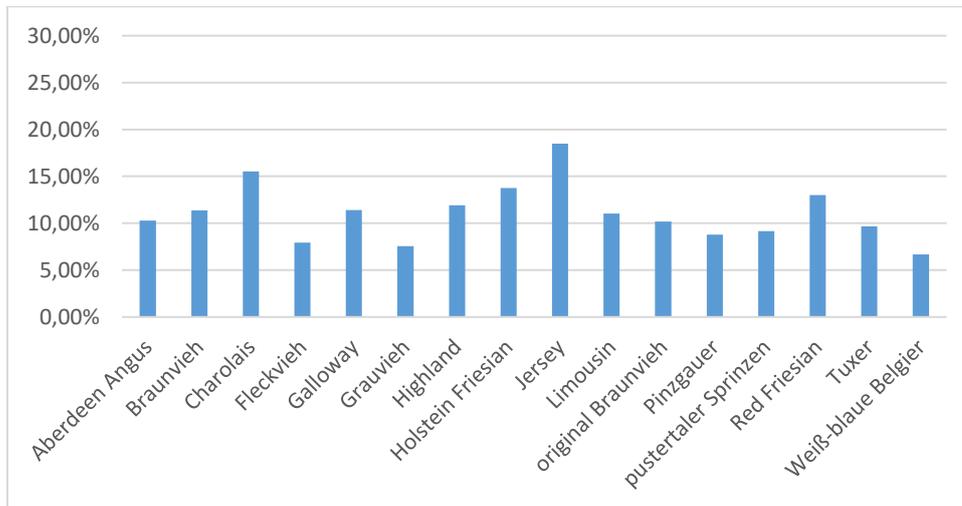


Abb. 3: Darstellung der Kälbermortalität der bedeutendsten Rassen Tirols (> 1.000 Geburten) von 2009 bis 2019 in Prozent.

4.2.2 Kälbermortalität aller in Tirol gehaltenen Hauptrassen

Werden alle der detaillierten Auswertung zugeführten Rassen (siehe Tab. 6 und 7) betrachtet, so wiesen Cebus mit 23,99 % die prozentual höchste Kälbermortalität auf. Dieser Wert unterschied sich von den Ergebnissen 31 anderer Rassen signifikant. Auch die Hauptrassen Dahomey (23,83 %) und Kreuzung Fleischrind (20,97 %) wichen von den Ergebnissen 27 bzw. 24 weiterer Hauptrassen signifikant ab. Die Mortalitätsrate der Jerseykälber betrug, wie bereits erwähnt, 18,49 % und unterschied sich, von vier Ausnahmen abgesehen, signifikant von sämtlichen übrigen Hauptrassen. Auch die Kälbersterblichkeit des Auerochsen erwies sich mit 16,98 % als vergleichsweise hoch, divergierte jedoch bis auf vier Ausnahmen nicht signifikant von jener anderer Hauptrassen.

Am anderen Ende des Spektrums fiel die niedrigste Kälbermortalität, nämlich jene der Hinterwälder, mit 3,35 % im Vergleich zu 28 von 37 Hauptrassen signifikant geringer aus. Im Gegensatz dazu konnte beispielsweise bei den Weiß-Blauen Belgiern mit einer Kälbersterblichkeit von 6,66 % bei 27 von 37 Rassen keine signifikanten Unterschiede dokumentiert werden. Auch die Ergebnisse sämtlicher anderer Rassen mit einer Kälbersterblichkeit von unter 7 % erwiesen sich als überwiegend nicht signifikant. Dies betraf die Hauptrassen Kreuzung Milchrind, Waldviertler Blondvieh, Dexter und sonstige Fleischrassen, bei welchen jeweils nur im Vergleich zu drei, einer bzw. im Falle von Dexter und sonstigen Fleischrassen zu je zwei Rassen ein signifikanter Unterschied nachgewiesen werden konnte. Salers (10,64 %) unterschieden sich nicht signifikant von anderen Rassen. Das Waldviertler Blondvieh (9,09 %) sowie Montbeliarde-Rinder (10,17 %) wiesen jeweils nur im Vergleich zum Cebu signifikante Unterschiede auf.

Tab. 6: Kälbermortalität nach Hauptrassen bezogen auf alle von 2009 bis 2019 in Tirol geborenen bzw. verendeten Kälber in absoluten Zahlen und Prozent.

Hauptrasse	geboren	verendet	relativer Anteil
Aberdeen Angus	3.653	375	10,27 %
Angus	834	82	9,83 %
Auerochse	53	9	16,98 %
Blonde Aquitaine	362	29	8,01 %
Braunvieh	177.388	20.185	11,38 %
Cebu	496	119	23,99 %
Charolais	2.126	330	15,52 %
Dahomey	256	61	23,83 %
Deutsch Angus	822	99	12,04 %
Dexter	35	2	5,71 %
Ennstaler Bergschecken	85	12	14,12 %
Fleckvieh	522.982	41.453	7,93 %
Galloway	1.804	206	11,42 %
Grauvieh	58.321	4.411	7,56 %
Highland	4.029	480	11,91 %
Hinterwälder	179	6	3,35 %
Holstein Friesian	43.099	5.927	13,75 %
Jersey	5.781	1.069	18,49 %
Jochberger Hummeln	352	56	15,91 %
Kärntner Blondvieh	154	14	9,09 %
Kreuzung Fleischrind	62	13	20,97 %
Kreuzung Milchrind	61	4	6,56 %
Limousin	2.691	297	11,04 %
Montbeliarde	59	6	10,17 %
Murbodner	239	27	11,30 %
Original Braunvieh	6.945	707	10,18 %
Original Schwarzbunte	526	71	13,50 %
Pinzgauer	18.108	1.593	8,80 %
Pustertaler Sprinzen	1.832	168	9,17 %
Red Friesian	30.586	3.982	13,02 %
Salers	47	5	10,64 %
sonstige Fleischrasse	40	2	5,00 %
Tuxer	9.726	942	9,69 %
Wagyu	163	21	12,88 %
Waldviertler Blondvieh	33	2	6,06 %
Weiß-Blaue Belgier	12.181	811	6,66 %
Yak	199	20	10,05 %
Zwerg-Zebus	578	73	12,63 %

Tab. 7: Signifikanzprüfung der Kälbersterblichkeit in Tirol von 2009 bis 2019 nach Hauptrassen (Signifikanzniveau $\alpha = 0,05$). Statistisch signifikante Werte sind in Blau, nicht signifikante Ergebnisse sind in Rot gelistet.

Hauptrasse	Aberdeen Angus	Angus	Auerochse	Blonde Aquitaine	Braunvieh	Cebu	Charolais	Dahomey
Aberdeen Angus		0,8004	0,1826	0,2329	0,0618	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001
Angus	0,8004		0,1703	0,3879	0,2286	< 0,00001	0,0004	0,4751
Auerochse	0,1826	0,1703		0,0805	0,2892	0,3999	0,85	0,4751
Blonde Aquitaine	0,2329	0,3879	0,0805		0,0784	< 0,00001	0,0005	< 0,00001
Braunvieh	0,0618	0,2286	0,2892	0,0784		< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001
Cebu	< 0,00001	< 0,00001	0,3999	< 0,00001	< 0,00001		0,0003	1
Charolais	< 0,00001	0,0004	0,85	0,0005	< 0,00001	0,0003		0,0076
Dahomey	< 0,00001	< 0,00001	0,4751	< 0,00001	< 0,00001	1	0,0076	
Deutsch Angus	0,1923	0,2106	0,3981	0,0672	0,5856	< 0,00001	0,0368	0,0002
Dexter	0,5749	0,7649	0,202	1	0,5823	0,03	0,2203	0,0397
Ennstaler								
Bergschecken	0,2905	0,2695	0,811	0,1497	0,5	0,1203	0,8796	0,1303
Fleckvieh	< 0,00001	0,0659	0,0454	0,9227	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001
Galloway	0,2472	0,2851	0,2872	0,0938	0,941	< 0,00001	0,0012	0
Grauvieh	< 0,00001	0,0271	0,0397	0,7656	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001
Highland	0,0431	0,1369	0,3022	0,0466	0,3449	< 0,00001	0,0006	0
Hinterwälder	0,0024	0,007	0,0032	0,0609	0,0006	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001
Holstein Friesian	< 0,00001	0,0034	0,5568	0,0038	< 0,00001	< 0,00001	0,0497	0,0003
Jersey	< 0,00001	< 0,00001	1	< 0,00001	< 0,00001	0,0182	0,0102	0,053
Jochberger Hummeln	0,0063	0,0111	0,8443	0,0041	0,0267	0,0219	0,8756	0,0832
Kärntner Blondvieh	0,7861	0,8833	0,2138	0,7304	0,5231	0,0005	0,0588	0,0014
Kreuzung Fleischrind	0,0268	0,0244	0,8158	0,0132	0,0538	0,7574	0,307	0,8697
Kreuzung Milchrind	0,5179	0,6482	0,1491	1	0,4095	0,0063	0,0957	0,0103
Limousin	0,389	0,4071	0,2803	0,1215	0,648	< 0,00001	0,0001	< 0,00001
Montbeliarde	1	0,8251	0,4171	0,6146	1	0,0441	0,4577	0,0717
Murbodner	0,6633	0,5483	0,3657	0,2549	1	0,0007	0,1511	0,0024
Original Braunvieh	0,9198	0,8091	0,181	0,2429	0,0052	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001
Original Schwarzbunte	0,0531	0,0673	0,5403	0,0235	0,176	0,3948	0,3444	0,003
Pinzgauer	0,0111	0,3532	0,0953	0,7077	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001
Pustertaler Sprinzen	0,2519	0,6185	0,1032	0,6149	0,0067	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001
Red Friesian	0	0,0155	0,4263	0,0104	< 0,00001	< 0,00001	0,0051	0,0001
Salers	0,8125	0,8037	0,5694	0,5779	1	0,0951	0,5388	0,1177
sonstige Fleischrasse	0,4275	0,5735	0,1925	0,7555	0,315	0,0134	0,1114	0,0172
Tuxer	0,3648	0,9034	0,1167	0,3637	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001
Wagyu	0,3644	0,3308	0,5072	0,1156	0,5439	0,0147	0,4998	0,0241
Waldviertler Blondvieh	0,7673	0,7618	0,318	1	0,5761	0,0441	0,3108	0,0603
Weiß-Blau Belgier	< 0,00001	0,0021	0,0148	0,3402	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001
Yak	1	0,896	0,2385	0,443	0,7371	0,0003	0,0752	0,0013
Zwerg-Zebus	0,1316	0,145	0,4078	0,0524	0,3993	0,0001	0,1488	0,001

Hauptrasse	Ennstaler							
	Deutsch Angus	Dexter	Bergschecken	Fleckvieh	Galloway	Grauvieh	Highland	Hinterwälder
Aberdeen Angus	0,1923	0,5749	0,2905	< 0,00001	0,2472	< 0,00001	0,0431	0,0024
Angus	0,3981	0,202	0,2695	0,0659	0,2851	0,0271	0,1369	0,007
Auerchse	0,3981	0,202	0,811	0,0454	0,2872	0,0397	0,3022	0,0032
Blonde Aquitaine	0,0672	1	0,1497	0,9227	0,0938	0,7656	0,0466	0,0609
Braunvieh	0,5856	0,5823	0,5	< 0,00001	0,941	< 0,00001	0,3449	0,0006
Cebu	< 0,00001	0,03	0,1203	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001
Charolais	0,0368	0,2203	0,8796	< 0,00001	0,0012	< 0,00001	0,0006	< 0,00001
Dahomey	0,0002	0,0397	0,1303	< 0,00001	0	< 0,00001	0	< 0,00001
Deutsch Angus		0,4174	0,608	0,0002	0,696	0	0,9068	0,0008
Dexter	0,4174		0,3485	1	0,5784	1	0,5753	0,6231
Ennstaler								
Bergschecken	0,608	0,3485		0,0753	< 0,00001	0,0468	0,2862	0,0044
Fleckvieh	0,0002	1	0,0753		< 0,00001	0,0042	< 0,00001	0,0329
Galloway	0,696	0,5784	< 0,00001	< 0,00001		< 0,00001	0,6621	0,001
Grauvieh	0	1	0,0468	0,0042	< 0,00001		< 0,00001	0,0426
Highland	0,9068	0,5753	0,2862	< 0,00001	0,6621	< 0,00001		0,0005
Hinterwälder	0,0008	0,6231	0,0044	0,0329	0,001	0,0426	0,0005	
Holstein Friesian	0,24	0,3112	0,8764	< 0,00001	0,0129	< 0,00001	0,004	0
Jersey	0,0001	0,1093	0,4801	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001
Jochberger Hummeln	0,1379	0,2032	0,8687	< 0,00001	0,0443	< 0,00001	0,0674	0
Kärntner Blondvieh	0,4098	0,7419	0,2921	0,5557	0,5057	0,452	0,4418	0,0628
Kreuzung Fleischrind	0,0879	0,1377	0,3892	0,0031	0,0555	0,0021	0,0867	0,0002
Kreuzung Milchrind	0,2982	1	0,2833	1	0,4012	1	0,3112	0,2908
Limousin	0,4921	0,5765	0,3926	< 0,00001	0,7372	< 0,00001	0,3335	0,0012
Montbeliarde	0,8369	0,7073	0,6165	0,4778	1	0,4621	0,8413	0,0844
Murbodner	0,8222	0,5516	0,5673	0,098	1	0,054	0,9183	0,0055
Original Braunvieh	0,1512	0,5758	0,2887	< 0,00001	0,1705	< 0,00001	0,0124	0,0027
Original Schwarzbunte	0,5057	0,2968	0,8666	0,0001	0,2569	0	0,3614	0,0002
Pinzgauer	0,0056	0,7661	0,1327	0,0001	0,0011	< 0,00001	< 0,00001	0,0135
Pustertaler Sprinzen	0,045	0,7646	0,1905	0,0714	0,0447	0,0212	0,0054	0,0101
Red Friesian	0,4965	0,3114	0,7502	< 0,00001	0,0837	< 0,00001	0,0858	0,0001
Salers	1	0,6947	0,7885	0,4314	1	0,4131	1	0,0668
sonstige Fleischrasse	0,3039	1	0,2279	0,7678	0,3104	0,7676	0,3128	0,643
Tuxer	0,0545	0,7687	0,2095	< 0,00001	0,0463	< 0,00001	0,0005	0,0053
Wagyu	0,7954	0,3829	0,8466	0,0459	0,6129	0,0289	0,715	0,0026
Waldviertler Blondvieh	0,5718	1	0,3523	1	0,5727	1	0,5776	0,6163
Weiß-Blaue Belgier	< 0,00001	1	0,0201	< 0,00001	< 0,00001	0,0011	< 0,00001	0,1217
Yak	0,54	0,7502	0,42	0,2993	0,7233	0,2317	0,5733	0,0236
Zwerg-Zebus	0,8058	0,4147	0,732	0,0004	0,5077	0,0001	0,6358	0,0005

Hauptrasse	Holstein Friesian	Jersey	Jochberger Hummeln	Kärntner Blondvieh	Kreuzung Fleischrind	Kreuzung Milchrind	Limousin	Montbeliarde
Aberdeen Angus	< 0,00001	< 0,00001	0,0063	0,7861	0,0268	0,5179	0,389	1
Angus	0,0034	< 0,00001	0,0111	0,8833	0,0244	0,6482	0,4071	0,8251
Auerochse	0,5568	1	0,8443	0,2138	0,8158	0,1491	0,2803	0,4171
Blonde Aquitaine	0,0038	< 0,00001	0,0041	0,7304	0,0132	1	0,1215	0,6146
Braunvieh	< 0,00001	< 0,00001	0,0267	0,5231	0,0538	0,4095	0,648	1
Cebu	< 0,00001	0,0182	0,0219	0,0005	0,7574	0,0063	< 0,00001	0,0441
Charolais	0,0497	0,0102	0,8756	0,0588	0,307	0,0957	0,0001	0,4577
Dahomey	0,0003	0,0832	0,053	0,0014	0,8697	0,0103	< 0,00001	0,0717
Deutsch Angus	0,24	0,0001	0,1379	0,4098	0,0879	0,2982	0,4921	0,8369
Dexter	0,3112	0,1093	0,2032	0,7419	0,1377	1	0,5765	0,7073
Ennstaler								
Bergschecken	0,8764	0,4801	0,8687	0,2921	0,3892	0,2833	0,3926	0,6165
Fleckvieh	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	0,5557	0,0031	1	< 0,00001	0,4778
Galloway	0,0129	< 0,00001	0,0443	0,5057	0,0555	0,4012	0,7372	1
Grauvieh	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	0,452	0,0021	1	< 0,00001	0,4621
Highland	0,004	< 0,00001	0,0674	0,4418	0,0867	0,3112	0,3335	0,8413
Hinterwälder	0	< 0,00001	0	0,0628	0,0002	0,2908	0,0012	0,0844
Holstein Friesian		< 0,00001	0,3213	0,1543	0,1577	0,1811	0,0004	0,5721
Jersey	< 0,00001		0,325	0,009	0,6333	0,0373	< 0,00001	0,2259
Jochberger Hummeln	0,3213	0,325		0,0915	0,4718	0,1079	0,0242	0,4285
Kärntner Blondvieh	0,1543	0,009	0,0915		0,0476	0,7855	0,5947	0,7986
Kreuzung Fleischrind	0,1577	0,6333	0,4718	0,0476		0,0673	0,0495	0,2174
Kreuzung Milchrind	0,1811	0,0373	0,1079	0,7855	0,0673		0,4024	0,7439
Limousin	0,0004	< 0,00001	0,0242	0,5947	0,0495	0,4024		1
Montbeliarde	0,5721	0,2259	0,4285	0,7986	0,2174	0,7439	1	
Murbodner	0,3953	0,0151	0,1878	0,6145	0,1037	0,4755	0,9148	1
Original Braunvieh	< 0,00001	< 0,00001	0,004	0,788	0,0256	0,5194	0,2684	1
Original Schwarzbunte	0,9496	0,015	0,4394	0,2136	0,1939	0,2161	0,1603	0,684
Pinzgauer	< 0,00001	< 0,00001	0,0002	0,8867	0,0087	0,8183	0,0008	0,6494
Pustertaler Sprinzen	< 0,00001	< 0,00001	0,0014	1	0,012	0,6523	0,0736	0,8191
Red Friesian	0,0121	< 0,00001	0,1612	0,2256	0,1436	0,2406	0,009	0,6987
Salers	0,8304	0,3347	0,5181	0,7799	0,3025	0,5082	1	1
sonstige Fleischrasse	0,2306	0,0538	0,1432	0,7445	0,0811	1	0,4299	0,4766
Tuxer	< 0,00001	< 0,00001	0,0014	1	0,0217	0,6585	0,0661	0,8267
Wagyu	0,9097	0,1474	0,5098	0,3758	0,225	0,3363	0,5264	0,817
Waldviertler Blondvieh	0,4309	0,1563	0,2922	1	0,1377	1	0,5732	0,7095
Weiß-Blaue Belgier	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	0,2605	0,0008	1	< 0,00001	0,2997
Yak	0,2117	0,0075	0,0969	0,8573	0,0588	0,6132	0,8144	1
Zwerg-Zebus	0,5448	0,0024	0,2468	0,3267	0,1307	0,2924	0,352	0,8352

Haupttrasse	Murbodner	Original Braunvieh	Original Schwarzbunte	Pinzgauer	Pustertaler Sprinzen	Red Friesian	Salers	sonstige Fleischrasse
Aberdeen Angus	0,6633	0,9198	0,0531	0,0111	0,2519	0	0,8125	0,4275
Angus	0,5483	0,8091	0,0673	0,3532	0,6185	0,0155	0,8037	0,5735
Auerochse	0,3657	0,181	0,5403	0,0953	0,1032	0,4263	0,5694	0,1925
Blonde Aquitaine	0,2549	0,2429	0,0235	0,7077	0,6149	0,0104	0,5779	0,7555
Braunvieh	1	0,0052	0,176	< 0,00001	0,0067	< 0,00001	1	0,315
Cebu	0,0007	< 0,00001	0,3948	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	0,0951	0,0134
Charolais	0,1511	< 0,00001	0,3444	< 0,00001	< 0,00001	0,0051	0,5388	0,1114
Dahomey	0,0024	< 0,00001	0,003	< 0,00001	< 0,00001	0,0001	0,1177	0,0172
Deutsch Angus	0,8222	0,1512	0,5057	0,0056	0,045	0,4965	1	0,3039
Dexter	0,5516	0,5758	0,2968	0,7661	0,7646	0,3114	0,6947	1
Ennstaler								
Bergschecken	0,5673	0,2887	0,8666	0,1327	0,1905	0,7502	0,7885	0,2279
Fleckvieh	0,098	< 0,00001	0,0001	0,0001	0,0714	< 0,00001	0,4314	0,7678
Galloway	1	0,1705	0,2569	0,0011	0,0447	0,0837	1	0,3104
Grauvieh	0,054	< 0,00001	0	< 0,00001	0,0212	< 0,00001	0,4131	0,7676
Highland	0,9183	0,0124	0,3614	< 0,00001	0,0054	0,0858	1	0,3128
Hinterwälder	0,0055	0,0027	0,0002	0,0135	0,0101	0,0001	0,0668	0,643
Holstein Friesian	0,3953	< 0,00001	0,9496	< 0,00001	< 0,00001	0,0121	0,8304	0,2306
Jersey	0,0151	< 0,00001	0,015	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	0,3347	0,0538
Jochberger Hummeln	0,1878	0,004	0,4394	0,0002	0,0014	0,1612	0,5181	0,1432
Kärntner Blondvieh	0,6145	0,788	0,2136	0,8867	1	0,2256	0,7799	0,7445
Kreuzung Fleischrind	0,1037	0,0256	0,1939	0,0087	0,012	0,1436	0,3025	0,0811
Kreuzung Milchrind	0,4755	0,5194	0,2161	0,8183	0,6523	0,2406	0,5082	1
Limousin	0,9148	0,2684	0,1603	0,0008	0,0736	0,009	1	0,4299
Montbeliarde	1	1	0,684	0,6494	0,8191	0,6987	1	0,4766
Murbodner		0,5909	0,4878	0,2137	0,3513	0,5626	1	0,3955
Original Braunvieh	0,5909		0,0351	0,0022	0,2556	< 0,00001	0,8116	0,4288
Original Schwarzbunte	0,4878	0,0351		0,0014	0,0122	0,7468	0,8222	0,2115
Pinzgauer	0,2137	0,0022	0,0014		0,6063	< 0,00001	0,61	0,5789
Pustertaler Sprinzen	0,3513	0,2556	0,0122	0,6063		0	0,7982	0,575
Red Friesian	0,5626	< 0,00001	0,7468	< 0,00001	0		0,8291	0,2271
Salers	1	0,8116	0,8222	0,61	0,7982	0,8291		0,4547
sonstige Fleischrasse	0,3955	0,4288	0,2115	0,5789	0,575	0,2271	0,4547	
Tuxer	0,4442	0,3461	0,015	0,0266	0,5753	< 0,00001	0,805	0,5815
Wagyu	0,7564	0,3039	1	0,1032	0,1701	1	0,8074	0,2647
Waldviertler Blondvieh	0,5509	0,7674	0,4128	1	0,7639	0,4259	0,6968	1
Weiß-Blaue Belgier	0,0148	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	0,0005	< 0,00001	0,2586	1
Yak	0,7592	1	0,3156	0,5338	0,7014	< 0,00001	1	0,5451
Zwerg-Zebus	0,7264	0,1071	0,7235	0,0057	0,034	0,8049	1	0,3017

Haupttrasse	Tuxer	Wagyu	Waldviertler Blondvieh	Weiß-Blaue Belgier	Yak	Zwerg-Zebu
Aberdeen Angus	0,3648	0,3644	0,7673	< 0,00001	1	0,1316
Angus	0,9034	0,3308	0,7618	0,0021	0,896	0,145
Auerchse	0,1167	0,5072	0,318	0,0148	0,2385	0,4078
Blonde Aquitaine	0,3637	0,1156	1	0,3402	0,443	0,0524
Braunvieh	< 0,00001	0,5439	0,5761	< 0,00001	0,7371	0,3993
Cebu	< 0,00001	0,0147	0,0441	< 0,00001	0,0003	0,0001
Charolais	< 0,00001	0,4998	0,3108	< 0,00001	0,0752	0,1488
Dahomey	< 0,00001	0,0241	0,0603	< 0,00001	0,0013	0,001
Deutsch Angus	0,0545	0,7954	0,5718	< 0,00001	0,54	0,8058
Dexter	0,7687	0,3829	1	1	0,7502	0,4147
Ennstaler						
Bergschecken	0,2095	0,8466	0,3523	0,0201	0,42	0,732
Fleckvieh	< 0,00001	0,0459	1	< 0,00001	0,2993	0,0004
Galloway	0,0463	0,6129	0,5727	< 0,00001	0,7233	0,5077
Grauvieh	< 0,00001	0,0289	1	0,0011	0,2317	0,0001
Highland	0,0005	0,715	0,5776	< 0,00001	0,5733	0,6358
Hinterwälder	0,0053	0,0026	0,6163	0,1217	0,0236	0,0005
Holstein Friesian	< 0,00001	0,9097	0,4309	< 0,00001	0,2117	0,5448
Jersey	< 0,00001	0,1474	0,1563	< 0,00001	0,0075	0,0024
Jochberger Hummeln	0,0014	0,5098	0,2922	< 0,00001	0,0969	0,2468
Kärntner Blondvieh	1	0,3758	1	0,2605	0,8573	0,3267
Kreuzung Fleischrind	0,0217	0,225	0,1377	0,0008	0,0588	0,1307
Kreuzung Milchrind	0,6585	0,3363	1	1	0,6132	0,2924
Limousin	0,0661	0,5264	0,5732	< 0,00001	0,8144	0,352
Montbeliarde	0,8267	0,817	0,7095	0,2997	1	0,8352
Murbodner	0,4442	0,7564	0,5509	0,0148	0,7592	0,7264
Original Braunvieh	0,3461	0,3039	0,7674	< 0,00001	1	0,1071
Original Schwarzbunte	0,015	1	0,4128	< 0,00001	0,3156	0,7235
Pinzgauer	0,0266	0,1032	1	< 0,00001	0,5338	0,0057
Pustertaler Sprinzen	0,5753	0,1701	0,7639	0,0005	0,7014	0,034
Red Friesian	< 0,00001	1	0,4259	< 0,00001	< 0,00001	0,8049
Salers	0,805	0,8074	0,6968	0,2586	1	1
sonstige Fleischrasse	0,5815	0,2647	1	1	0,5451	0,3017
Tuxer		0,2373	0,7657	< 0,00001	0,8106	0,0475
Wagyu	0,2373		0,5456	0,0085	0,5094	0,8958
Waldviertler Blondvieh	0,7657	0,5456		1	0,7481	0,4132
Weiß-Blaue Belgier	< 0,00001	0,0085	1		0,0904	< 0,00001
Yak	0,8106	0,5094	0,7481	0,0904		0,4488
Zwerg-Zebus	0,0475	0,8958	0,4132	< 0,00001	0,4488	

4.3 Kälbermortalität nach Geschlecht

In Summe verstarben, wie in Tab. 8 dargestellt, im Untersuchungszeitraum 10,39 % der in Tirol geborenen männlichen Kälber vor der Vollendung des ersten Lebensjahres, wohingegen lediglich 8,12 % der weiblichen Tiere im selben Zeitraum verendeten. Dieser geschlechtsspezifische Unterschied erwies sich als statistisch signifikant ($p < 0,00001$).

Tab. 8: Kälbermortalität in Tirol von 2009 bis 2019 nach Geschlecht in absoluten Zahlen und Prozent.

	geboren	verendet	relativer Anteil verendeter Kälber
weiblich	464.349	37.687	8,12 %
männlich	442.645	45.991	10,39 %

4.4 Kälbermortalität nach Alter

Insgesamt wurden 34.114 Kälber entweder tot geboren oder verstarben noch am Tag ihrer Geburt bzw. am darauffolgenden Tag. Dies entspricht 3,77 % aller von 2009 bis 2019 in Tirol geborenen Kälber. Bis zu einem Alter von 0,5 Monaten (16. Lebenstag) verendeten weitere 20.616 Tiere (2,40 %). Bis zum 31. Lebenstag starben nochmals 5.862 Individuen, also 0,69 %. Weitere 2,07 % starben im restlichen ersten Lebenshalbjahr (bis zum 181. Lebenstag). Im zweiten Lebenshalbjahr (182.-361. Lebenstag) wurden wiederum 0,68 % als verendet gemeldet (siehe Tab. 9).

Wie aus Abb. 4 ersichtlich wird, lässt sich innerhalb des ersten Lebensjahres eine annähernd exponentielle Abnahme der Sterblichkeit mit zunehmendem Alter feststellen. So starben am Tag der Geburt bzw. dem darauffolgendem Tag 34.144 Kälber, wohingegen im Alter von zwölf Monaten (359.-361. Lebenstag) lediglich 82 Individuen verendeten.

Tab. 9: Kälbermortalität nach Altersklassen im Zeitraum von 2009 bis 2019 in Tirol.

Lebensalter	Verendungsmeldungen	
	absolut	in Prozent
Totgeburten (0 Monate ¹)	34.114	3,76 %
3.-16. Lebenstag ² (0,1-0,5 Monate)	20.616	2,38 %
17.-31. Lebenstag (0,6-1 Monate)	5.862	0,69 %
32.- 181. Lebenstag (1,1-6 Monate)	17.468	2,07 %
182.-361. Lebenstag (6,1-12 Monate)	5.618	0,68 %

¹durch den Landeskontrollverband erhobenes Alter in Monaten; ²Lebenstage durch Umrechnung ermittelt (0,0333 Monate $\hat{=}$ 1 Tag)

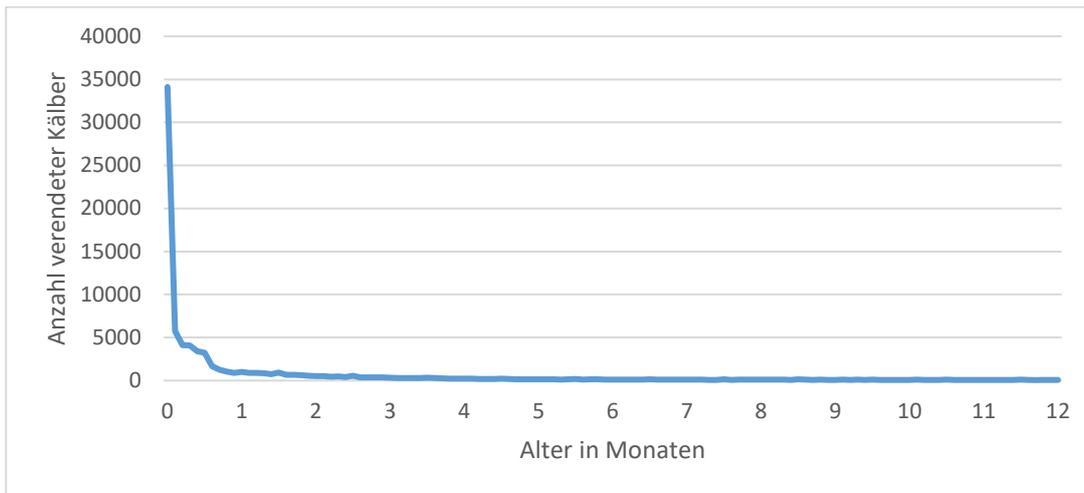


Abb. 4: Summe der Kälbermortalität im ersten Lebensjahr in Tirol von 2009 bis 2019.

4.5 Kälbermortalität nach Hauptrasse und Geschlecht

Im Zuge dieser Datenauswertung wurden wiederum neun der insgesamt 52 Hauptrassen exkludiert, da für sie keine Verwendungsmeldungen vorlagen. Darüber hinaus wurden in die weitere Auswertung nur jene Rassen miteinbezogen, bei welchen mindestens 30 Tiere jedes Geschlechts geboren wurden. Folglich wurden 13 Hauptrassen ausgeschlossen (Aubrac, Auerochse, Dexter, Gelbvieh, Kreuzung Fleischrind, Kreuzung Milchrind, Montbeliarde, Murnau Werdenfelser, Salers, sonstige Fleischrasse, sonstige Milchrasse, Waldviertler Blondvieh, Zwergrind). Die Ergebnisse der übrigen 30 Hauptrassen wurden auf ihre Signifikanz geprüft.

So konnten bei insgesamt 15 Hauptrassen signifikante Unterschiede der Kälbersterblichkeit nach Hauptrasse und Geschlecht nachgewiesen werden, wobei hier in allen Fällen die Sterblichkeit der männlichen Kälber einer bestimmten Rasse jene der Weiblichen übertraf. Bei lediglich zwei Rassen, nämlich dem Wagyu und dem Cebu, verendeten mehr weibliche als männliche Kälber. Diese beiden p-Werte erwiesen sich jedoch als statistisch nicht signifikant ($p = 0,8156$; $p = 0,7591$). Zu den Hauptrassen mit hochsignifikanten Geschlechtsunterschieden zählten, wie Tab. 10 zu entnehmen ist, Braun-, Fleck- und Grauvieh sowie Jersey, Original Braunvieh, Holstein und Red Friesian. Ebenfalls signifikant fielen die Unterschiede bei Blonde Aquitaine, Charolais, Jochberger Hummeln, Murbodnern, Pinzgauern, Pustertaler Sprinzen, Tuxern und Weiß-Blauen Belgiern aus.

Am markantesten waren die geschlechtsspezifischen Unterschiede bei den Murbodnern ausgeprägt. Bei dieser Rasse verendeten 16,67 % der männlichen, aber lediglich 5,88 % der weiblichen Tiere innerhalb des ersten Lebensjahres. Mit einer Kälbersterblichkeit von

20,81 % bei den männlichen bzw. 11,17 % bei den weiblichen Tieren war die Differenz bei den Jochberger Hummeln fast ebenso groß. Es folgten die Jerseykälber, wobei hier 23,77 % der männlichen und 14,77 % der weiblichen Tiere im ersten Lebensjahr starben.

Die Hauptrasse Jersey wies somit, wenn lediglich die in Tirol häufig vertretenen Rassen (> 1.000 Geburten von 2009-2019) berücksichtigt werden, die höchste Sterblichkeit unter den männlichen Kälbern auf. Auch Charolais (18,6 %), Holstein Friesian (15,36 %) bzw. Red Friesian (14,37 %) zählten zu den Hauptrassen (> 1.000 Geburten) mit den höchsten Mortalitätsraten unter den männlichen Kälbern. Werden jedoch sämtliche der weiteren Auswertung zugeführten Hauptrassen berücksichtigt, so verfügten Dahomeys mit 26,12 % über die höchste Kälbersterblichkeit unter den männlichen Individuen. Darauf folgen Jerseys mit 23,77 % und Cebus mit 23,04 %.

Der insgesamt höchste Anteil an Verendungsmeldungen bei weiblichen Individuen im ersten Lebensjahr wurde mit 24,81 % bei den Cebus verzeichnet. Die Kälbersterblichkeit der Dahomeys fiel mit 21,31 % nur etwas geringer aus. Berücksichtigt man hingegen nur jene Rassen mit mehr als 1.000 Geburten im Untersuchungszeitraum, so war die Mortalität unter den weiblichen Nachkommen der Holstein Friesian mit 12,24 % vor der Vollendung des ersten Lebensjahres am höchsten, übertraf jene der Charolais (12,14 %) jedoch nur knapp.

Tab. 10: Kälbermortalität nach Hauptrasse und Geschlecht in Prozent inklusive Signifikanzprüfung (Signifikanzniveau $\alpha = 0,05$) bezogen auf sämtliche Geburten im Untersuchungszeitraum (2009-2019). Signifikante Unterschiede sind in Blau, nicht signifikante Werte in Rot dargestellt.

Hauptrasse	männlich	weiblich	p-Wert
Aberdeen Angus	10,68 %	9,80 %	0,4472
Angus	10,34 %	9,35 %	0,7286
Blonde Aquitaine	11,00 %	4,32 %	0,033
Braunvieh	12,54 %	10,18 %	< 0,00001
Cebu	23,04 %	24,81 %	0,7591
Charolais	18,60 %	12,14 %	0,0005
Dahomey	26,12 %	21,31 %	0,5682
Deutsch Angus	14,62 %	9,72 %	0,07
Ennstaler Bergschecken	17,02 %	10,53 %	0,5445
Fleckvieh	8,33 %	7,49 %	< 0,00001
Galloway	12,61 %	10,22 %	0,1627
Grauvieh	8,28 %	6,78 %	< 0,00001
Highland	12,59 %	11,23 %	0,2466
Hinterwälder	3,45 %	3,26 %	1
Holstein Friesian	15,36 %	12,24 %	< 0,00001
Jersey	23,77 %	14,77 %	< 0,00001
Jochberger Hummeln	20,81 %	11,17 %	0,0435
Kärntner Blondvieh	12,35 %	5,48 %	0,2629
Limousin	11,67 %	10,34 %	0,3281
Murbodner	16,67 %	5,88 %	0,0243
Original Braunvieh	12,06 %	8,20 %	< 0,00001
Original Schwarzbunte	14,96 %	11,90 %	0,379
Pinzgauer	9,38 %	8,15 %	0,0076
Pustertaler Sprinzen	11,68 %	6,52 %	0,0005
Red Friesian	14,37 %	11,83 %	< 0,00001
Tuxer	10,63 %	8,67 %	0,0033
Wagyu	11,43 %	13,98 %	0,8156
Weiß-Blaue Belgier	7,35 %	5,90 %	0,0029
Yak	10,87 %	9,35 %	0,8164
Zwerg-Zebus	14,59 %	10,77 %	0,2636

4.6 Kälbermortalität nach Alter und Geschlecht

Wie aus Tab. 11 ersichtlich wird, wurden im Vergleich zu 3,09 % Totgeborenen unter den weiblichen Tieren mit 4,47 % signifikant mehr männliche Kälber tot geboren. Auch im Anschluss starben bis zum 181. Lebenstag in jeder Altersklasse signifikant mehr männliche Tiere. Im zweiten Lebenshalbjahr (182.-361. Lebenstag) wurden hingegen mit 0,93 % signifikant mehr weibliche Tiere als verendet gemeldet.

Tab. 11: Vergleich der Kälbermortalität nach Geschlecht und Altersklasse sämtlicher in Tirol von 2009 bis 2019 geborener Kälber (Signifikanzniveau $\alpha = 0,05$).

Lebensalter	männlich	weiblich	p-Wert
Totgeburten (0 Monate ¹)	4,47 %	3,09 %	< 0,00001
3.-16. Lebenstag ² (0,1-0,5 Monate)	2,74 %	1,96 %	< 0,00001
17.-31. Lebenstag (0,6-1 Monate)	0,80 %	0,58 %	< 0,00001
32.-181. Lebenstag (1,1-6 Monate)	2,33 %	1,79 %	< 0,00001
182.-361. Lebenstag (6,1-12 Monate)	0,40 %	0,93 %	< 0,00001

¹durch den Landeskontrollverband erhobenes Alter in Monaten; ²Lebenstage durch Umrechnung ermittelt (0,0333 Monate \cong 1 Tag)

5 Diskussion

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit wurde die Höhe der Kälbermortalität in Tirol über einen Zeitraum von elf Jahren (2009-2019) bestimmt und der statistisch signifikante Einfluss diverser Parameter wie Rasse, Geschlecht, Alter und Bezirk ermittelt.

Es sei vorangestellt, dass bei jeglicher Interpretation der oben ausgewerteten Daten die im Kapitel Material und Methoden beschriebenen Definitionen zu beachten sind. Dies gilt insbesondere beim Vergleich mit den Ergebnissen anderer Studien und Erhebungen, in welchen andere Begriffsbestimmungen Verwendung fanden. In diesem Zusammenhang wären einheitliche und präzise Definitionen erstrebenswert.

Des Weiteren ist zu beachten, dass im Rahmen der vorliegenden Arbeit keine Daten zum Export von Kälbern aus Tirol in andere Bundesländer und Staaten verfügbar waren. Insofern nimmt die Zuverlässigkeit der Daten mit steigendem Kälberalter ab, da anzunehmen ist, dass über den gesamten Beobachtungszeitraum hinweg Tiere im- oder exportiert bzw. geschlachtet wurden. Die Geburtsmeldungen der importierten Kälber sind hier also nicht inkludiert, obgleich ihr Verenden im Bundesland Tirol in der Statistik sehr wohl aufscheint. Die in Tirol geborenen, aber exportierten bzw. geschlachteten Tiere konnten wiederum nicht mehr korrekt im Zuge der Verendungsmeldungen erfasst werden.

Insgesamt ist davon auszugehen, dass mehr Kälber aus dem Bundesland Tirol ex- als importiert wurden. Diese Annahme basiert auf den österreichweit erhobenen Daten zum Handel mit dem EU-Ausland. Demnach standen 4.071 im Jahr 2019 nach Österreich importierten Kälbern insgesamt 45.423 Tiere gegenüber, welche im Kälberalter aus Österreich exportiert wurden (Statistik Austria 2020a). Folglich wurde die Höhe der Kälbersterblichkeit, bezogen auf alle in diesem Zeitraum in Tirol geborenen Tiere, tendenziell leicht unterschätzt, da zwar die Bezugsmenge der geborenen Kälber stets gleich blieb, jedoch eine zusehends geringere Zahl dieser Kälber auch in Tirol einem Mortalitätsrisiko ausgesetzt war. Ähnlich verhält es sich bei der Auswertung der Kälbermortalität nach Bezirken, da auch hier sicherlich Kälber über Bezirksgrenzen hinweg veräußert wurden.

Darüber hinaus ist zu beachten, dass ein Teil der Tiere bereits innerhalb des ersten Lebensjahres bzw. im Kälberalter der Schlachtung zugeführt wurde. Anfang Dezember 2016 wurden in Tirol beispielsweise neben 38.208 weiteren Kälbern und Jungvieh unter einem Jahr insgesamt 13.093 Schlachtkälber gehalten, welche bereits unter acht Monaten geschlachtet und zu dem so definierten Kalbsfleisch verarbeitet wurden (Verordnung 1308/2013/EU, Statistik Austria 2018). Männliche Tiere stellten hierbei die Mehrzahl der zur

Schlachtung vorgesehenen Kälber. So wurden in Tirol im Kalenderjahr 2019 in Summe 7.944 männliche und lediglich 2.396 weibliche Kälber geschlachtet (Statistik Austria 2020b). Da ein Großteil der Verendungsmeldungen jedoch auf die ersten 14 Lebenstage entfällt, ist diesem Altersabschnitt auch im Zuge der hier durchgeführten Auswertung die größte Bedeutung beizumessen. Gleichzeitig weisen die für diese Altersklasse berechneten Werte auch die höchste Zuverlässigkeit auf. Dies rührt daher, dass der geburtsnahe Zeitraum von Schlachtungen sowie Im- und Exporten nicht entscheidend beeinflusst wird, da unter zehn Tage alte Kälber gesetzlich im Allgemeinen, von Transporten mit unter 100 km Länge abgesehen, als nicht transportfähig gelten (Verordnung 1/2005/EG). Darüber hinaus dürfen Kälber unter 14 Tagen nicht ohne Begleitung des Muttertiers transportiert werden (Verordnung 1/2005/EG). In der Praxis bedeutet dies, dass Kälber erst frühestens in einem Alter von zwei bis drei Wochen exportiert werden können.

Die Datenauswertung im Rahmen der vorliegenden Arbeit zeigte, dass in Tirol insgesamt 9,23 % der von 2009 bis 2019 geborenen Kälber innerhalb des ersten Lebensjahres verendeten. Da in der Literatur nur wenige Richtwerte für eine noch akzeptable Kälbermortalität angegeben werden und die diesbezüglichen Angaben von Autor zu Autor abweichen oder nur schwammig definiert sind, gestaltet sich eine allgemeingültige Beurteilung der Höhe der Kälbersterblichkeit als schwierig (Dairy Calf and Heifer Association 2009, De Kruif 2014, Frisch et al. 2014). Darüber hinaus ist zu beachten, dass die Richtwerte oft für verschiedene, unterschiedlich abzugrenzende Lebensabschnitte genannt werden (Dairy Calf and Heifer Association 2009, De Kruif 2014, Frisch et al. 2014, Green et al. 2012). Auch werden die jeweiligen Richtwerte meist für eine bestimmte Rasse (Holstein, Fleckvieh, ...) und auch für den jeweiligen Staat bzw. die dort vorherrschenden Produktionssysteme festgelegt (Dairy Calf and Heifer Association 2009, Frisch et al. 2014).

Ergo ist ein Vergleich der aktuellen Ergebnisse mit den in der Literatur angegebenen Richtwerten, welche im Zuge der Literaturübersicht bereits kurz vorgestellt wurden, nur eingeschränkt möglich. Es kann jedoch festgehalten werden, dass die Anforderungen nach De Kruif (2014), nämlich maximal 5 % Sterblichkeit im perinatalen Zeitraum sowie unter 5 % Mortalität im ersten Lebensmonat, durchaus erfüllt wurden. Ebenso konnte die durch Brand et al. (1996) festgelegte Zielgröße von unter 6 % für die Totgeburtenrate tirolweit in jedem Fall unterschritten werden. Der von Brand et al. (1996) gesetzte Grenzwert von max. 3 % weiteren Kälberverlusten bis zum sechsten Lebensmonat konnte hingegen nicht erreicht werden.

Darüber hinaus ist hier noch anzumerken, dass sich diese Prozentsätze auf die Kälbersterblichkeit auf einem Einzelbetrieb beziehen, wohingegen im Rahmen der vorliegenden Untersuchung die Kälbermortalität im gesamten Bundesland Tirol erhoben wurde. Folglich kann die Kälbersterblichkeit auf einem Einzelbetrieb weit unter diesen Durchschnittswerten liegen oder auch deutlich höher ausfallen. Dies war auch bei einer Erhebung durch Zucali et al. (2013) der Fall. So starben im Durchschnitt ab einem Alter von 24 h bis zum Absetzen nach 78,2 Tagen 8,9 % der weiblichen Holsteinkälber, wobei auf einzelnen Betrieben bis zu 28 % aller weiblichen Kälber in diesem Zeitraum verendeten (Zucali et al. 2013).

Vergleicht man nun die in der hier vorliegenden Untersuchung erhobenen Werte mit jenen anderer Studien, so scheint die Kälbermortalität in Tirol relativ gering auszufallen (Raboisson et al. 2013, Zucali et al. 2013, Santman-Berends et al. 2019). So lag beispielsweise die durch Zucali et al. (2013) berechnete perinatale Sterblichkeit weiblicher Holsteinkälber (während der Geburt bis 24 h danach) bereits bei 8,82 % und die durchschnittliche frühe Mortalität der weiblichen Tiere (von 24h bis zum Absetzen nach durchschnittlich 78,2 Tagen) bei 8,9 %. Santman-Berends et al. (2019) ermittelten unter den von 2012 bis 2017 in niederländischen Milchvieherden geborenen Kälbern eine Mortalitätsrate von 16,5 % im ersten Lebensjahr.

Auch Raboisson et al. (2013) erhielten im Rahmen ihrer Untersuchungen bezüglich der Überlebensrate der 2005 und 2006 in Frankreich geborenen Rinder im Vergleich zu der hier vorliegenden Erhebung hohe Werte. So wurden 6,7 % der Kälber tot geboren oder verendeten bis zum zweiten Lebenstag. Anschließend verzeichneten die Betriebe nochmals 5,7 % Kälberverluste im ersten Lebensmonat (Raboisson et al. 2013). Weitere 3,1 % der weiblichen Tiere verendeten zwischen dem ersten und dem sechsten Lebensmonat und nochmals 4,1 % vor der ersten Abkalbung. Die drei letztgenannten Werte beziehen sich hierbei wiederum auf die time-at-risk (Raboisson et al. 2013).

Zusammenfassend lässt sich also bezüglich der Höhe der Kälbersterblichkeit festhalten, dass diese zwar teilweise unter den in der Literatur angegebenen Grenzwerten (De Kruijff 2014, Brand et al. 1996) sowie den Ergebnissen anderer Studien (Raboisson et al. 2013, Zucali et al. 2013, Santman-Berends et al. 2019) liegt, aber mit durchschnittlich 9,23 % innerhalb des ersten Lebensjahres dennoch über dem tolerierbaren Maß liegt. Insbesondere wenn man bedenkt, dass Hyde et al. (2020) prognostizieren, dass, sofern durch Verbesserung des Managements ganzjährig optimale Bedingungen geschaffen werden könnten, in Großbritannien eine Mortalitätsrate von unter 2 % bei Tieren bis zu einem Alter

von drei Monaten erzielt werden könnte. Auch Raboisson et al. (2013) konnten im Rahmen ihrer Erhebungen, obgleich die Ergebnisse eine hohe Streuung aufwiesen, mit einer Kälbersterblichkeit von 1-2 % auf einigen Betrieben äußerst niedrige Werte feststellen. Da dies selbst bei Tieren mit einem vergleichsweise hohen Mortalitätsrisiko, also zum Beispiel Kreuzungskälbern aus Milch- und Fleischrassen, zutraf, suggerierten Raboisson et al. (2013), dass solch niedrige Mortalitätsraten im Allgemeinen erreicht werden können. Obgleich für derart niedrige Werte optimale Bedingungen nötig wären, ist unter anderem durch weitere Verbesserungen des Managements eine deutliche Reduktion der Kälbersterblichkeit in Tirol durchaus möglich.

Die Ergebnisse der Kälbersterblichkeit nach Altersklassen zeigten eine deutliche Abnahme des Mortalitätsrisikos mit zunehmendem Alter. Am meisten Tiere verendeten, wie durch eine Totgeburtenrate von 3,76 % dargestellt wird, bis zum Alter von einem Tag. Erwartungsgemäß war auch eine vergleichsweise hohe Kälbersterblichkeit innerhalb der ersten 16 Lebenstage (2,38 %) zu verzeichnen. Im Anschluss nahm die Kälbersterblichkeit annähernd exponentiell ab. Hier zeichneten sich in der von Santman-Berends et al. (2019) durchgeführten Studie vergleichbare Ergebnisse bezüglich der raschen, annähernd exponentiellen Abnahme der Kälbermortalität mit zunehmendem Alter ab. So verendeten im Zuge der Erhebung durch Santman-Berends et al. (2019) im perinatalen Zeitraum (kurz vor bis 3 Tage nach der Geburt) 8,5 % der Milchviehkälber. Anschließend starben weitere 3,3 % bis zum Alter von zwei Wochen und danach weitere 4,5 % bis zum Absetzen am 55. Tag. Bis zur Vollendung des ersten Lebensjahres starben nochmals 3,1 % (Santman-Berends et al. 2019). Sämtliche Daten umfassten dabei die von Juli 2012 bis Juni 2017 in den Niederlanden geborenen bzw. verendeten Milchkälber (Mortalitätsraten jeweils bezogen auf die calf-days-at-risk; Santman-Berends et al. 2019).

Die ausgewerteten Daten wiesen in Tirol beim Vergleich der Jahre 2009 und 2019 einen geringen, jedoch signifikanten Anstieg der jährlichen Kälbermortalität auf ($p = 0,0423$). Es ist hier jedoch zu beachten, dass diese Zunahme, wie auch aus Abb. 1 zu entnehmen ist, nicht linear erfolgte. So wurde beispielsweise im Jahr 2013 mit 9,6 % der höchste Wert im Beobachtungszeitraum von 2009 bis 2019 verzeichnet. Im Jahr 2016 verendeten hingegen 8,91 % der geborenen Kälber. Die Kälbersterblichkeit sank in diesem Jahr somit sogar deutlich unter das Niveau von 2009 (9,17 %). Folglich ist der Anstieg von 2009 bis 2019 zwar signifikant, jedoch ist anzunehmen, dass sich der nicht lineare Verlauf fortsetzen wird. Somit könnte die durchschnittliche Kälbersterblichkeit im Jahr 2020 wiederum geringer ausfallen. Es berichteten jedoch auch andere Autoren wie beispielsweise Mee et al. (2008) von einem

signifikanten Anstieg der Kälbersterblichkeit im jeweiligen Untersuchungszeitraum. So betrug die Odds Ratio (OR) der perinatalen Mortalität für die in Irland geborenen Kälber 2002 0,85 in Relation zum Jahr 2005 (Mee et al. 2008).

Diese Entwicklung begründeten Alvåsen et al. (2014) primär mit der zunehmenden Automatisierung in der modernen Nutztierhaltung und dem dadurch sinkenden Zeitaufwand pro Tier. Somit entfielen folglich auch weniger Zeit auf die Beobachtung der Tiere (Gulliksen et al. 2009a). Ob nun ähnliche Ursachen für die Zunahme der Kälbersterblichkeit in Tirol verantwortlich sind, konnte mit Hilfe der vorliegenden Daten nicht ermittelt werden. Im internationalen Vergleich sind landwirtschaftliche Betriebe in Österreich jedoch mit durchschnittlich 32 Rindern pro Betrieb (Stand: 2016) kleinstrukturiert (Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus 2019). So wurden im Jahr 2019 rund 55 % aller landwirtschaftlichen Betriebe im Nebenerwerb geführt (Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus 2019). Folglich ist davon auszugehen, dass Österreich, auch im Vergleich zu Ländern wie Schweden mit einer durchschnittlichen Herdengröße von 60 Kühen (Stand: 2010; Alvåsen et al. 2014), einen geringeren Automatisierungsgrad aufweist. Der signifikante Anstieg der Kälbermortalität in Tirol sollte jedoch Gegenstand weiterer Untersuchungen unter Berücksichtigung der Herdengröße, der Intensivierung der Produktionssysteme bzw. der Anzahl an Kälbern pro zuständiger Person sowie der pro Kalb aufgewandten Zeit sein.

Um einen möglichen Einfluss der Hauptrasse auf die Höhe der Kälbermortalität zu evaluieren, können die Rassen einer Nutzungsrichtung (Milch-, Fleisch- bzw. Zweinutzungsrasse) zugeordnet werden, wobei diese Einteilung nicht immer zweifelsfrei möglich ist (ZAR 2014). So können Pinzgauer beispielsweise sowohl als milchbetonte Doppelnutzungsrasse oder auch als Fleischrasse betrachtet bzw. gehalten werden (ZAR 2014).

Verwendet man die primäre Zuordnung durch die ZAR, so fällt auf, dass bei Betrachtung der Rassen mit mindestens 1.000 Geburten in elf Jahren mit Jersey, Holstein Friesian und Red Friesian drei Milchrassen unter den vier Hauptrassen mit der höchsten Kälbersterblichkeit vertreten sind (ZAR 2014). Dafür könnte die, unten noch im Detail diskutierte, höhere Sterblichkeit unter den männlichen Nachkommen bei Milchrassen verantwortlich zeichnen (Dematawewa und Berger 1997, Raboisson et al. 2013). Im Vergleich zu Fleischrassen weisen die reinrassigen Nachkommen von Milchkühen geringere Gewichtszunahmen und eine niedrigere Fleischqualität auf. Folglich fallen der wirtschaftliche Wert dieser Tiere und somit auch der betriebene Therapie- und Pflegeaufwand deutlich geringer aus (Wolfová et al. 2007, Pahmeyer und Britz 2020).

Bezüglich der rassespezifischen Kälbermortalität sei auch auf die Erhebungen durch Tyler et al. (1999) verwiesen. Im Zuge dieser Studie wurde eine vergleichsweise geringe Kolostrumqualität bei Holstein Friesian festgestellt, was wiederum eine hohe Kälbersterblichkeit bei dieser Rasse begünstigen könnte. Es könnten jedoch auch züchterische Einflüsse von Bedeutung sein. So kann eine Inzuchtdepression, wie Fürst-Waltl und Fürst (2012) sie beim Braunvieh beschrieben haben, einen negativen Einfluss auf die Höhe der Kälbersterblichkeit haben. Andererseits kann die Kälbermortalität durch eine gezielte Selektion von Zuchtstieren, deren Nachkommen eine geringe Sterblichkeit im Kälberalter aufweisen, reduziert werden (Heringstad et al. 2007). Wie es um die genetische Variabilität der in Tirol gehaltenen Rassen bestellt ist, könnte ebenfalls im Zuge zukünftiger Erhebungen ermittelt werden.

Insgesamt lässt anhand der vorliegenden Daten sich jedoch nur schwerlich determinieren, ob nun tatsächlich die Rasse bzw. Nutzungsrichtung allein den entscheidenden Faktor für die höhere Kälbersterblichkeit darstellt. So könnten beispielsweise auch die Haltungsform bzw. die zuvor bereits diskutierten spezifischen Managementfaktoren einen maßgeblichen Einfluss haben. Zu diesen zählen unter anderem das Kolostrum-Management bzw. generell die Geburtsüberwachung und das Management im perinatalen Zeitraum (Gulliksen et al. 2009a, Jago und Berry 2011, Zucali et al. 2013). Darüber hinaus sind die Fütterung und das Haltungssystem (Laufstall/Anbindehaltung, Gruppenhaltung der Kälber, muttergebundene Kälberaufzucht, ...) von Bedeutung (Gulliksen et al. 2009a, Zucali et al. 2013). Auch die pro Kalb aufgewandte Zeit sowie der Wissensstand des Personals spielen in diesem Zusammenhang eine wesentliche Rolle (Zucali et al. 2013). Aus diesem Grund wären auch hier weiterführende Untersuchungen auf den Betrieben von Nöten. So könnten auch die Wechselwirkungen mit diversen weiteren Parametern wie beispielsweise Umweltfaktoren untersucht werden. Auch bei den in Tirol eher selten gehaltenen Hauptrassen mit einer hohen Kälbermortalität wie beispielsweise Cebus oder Dahomeys sollte das Haltungssystem bzw. Management nochmals besondere Beachtung finden.

Zur Bestimmung des korrelativen Einflusses von Rasse und Geschlecht wurde ebenfalls eine Zuordnung der Rassen zu den Nutzungsrichtungen gemäß den Definitionen der ZAR vorgenommen (ZAR 2014). So konnten sowohl bei drei Milchrassen (Holstein bzw. Red Friesian und Jersey) als auch bei acht Zweinutzungsrasen (Braunvieh, Fleckvieh, Grauvieh, Jochberger Hummeln, Murbodner, Original Braunvieh, Pinzgauer, Pustertaler Sprinzen, Tuxer) ein signifikanter geschlechtsspezifischer Unterschied dokumentiert werden. Auch bei

einigen Fleischrassen (Blonde Aquitaine, Charolais, Weiß-Blaue Belgier) zeigten sich signifikante geschlechtsspezifische Unterschiede (ZAR 2014).

Wie oben bereits erwähnt, könnte die hohe Sterblichkeit unter den männlichen Nachkommen von Milchrassen teils auf deren vergleichsweise geringen wirtschaftlichen Wert zurückzuführen sein (Dematawewa und Berger 1997, Raboisson et al. 2013). Es sind jedoch nicht nur Milchrassen von den geschlechtsspezifischen Unterschieden der Kälbermortalität betroffen. Folgt man der Argumentation nach Johanson und Berger (2003), so ist auch das durchschnittlich höhere Geburtsgewicht und die daraus resultierende höhere Inzidenz von Dystokien bei männlichen Kälbern ein wesentlicher Faktor. Die in Folge einer Schweregeburt geschwächte Kälber weisen demnach, da das Kolostrum häufig erst spät und in geringerer Menge aufgenommen wird, auch in weiterer Folge ein erhöhtes Mortalitätsrisiko auf (Gulliksen et al. 2009a). Dieser Umstand könnte auch für die signifikanten geschlechtsspezifischen Unterschiede bei einigen Zweinutzungsrassen (z.B. Fleckvieh, Pinzgauer) und bei einigen typischen Fleischrassen (z.B. Charolais, Blonde Aquitaine) verantwortlich zeichnen.

Bezüglich der altersabhängigen Unterschiede der geschlechtsspezifischen Mortalität konnte in der vorliegenden Studie gezeigt werden, dass in jeder Altersklasse bis zur Vollendung des ersten Lebenshalbjahres signifikant mehr männliche als weibliche Tiere verendeten. Dies dürfte auf das insgesamt höhere Mortalitätsrisiko der männlichen Tiere aus den oben bereits diskutierten Gründen zurückzuführen sein. In der hier durchgeführten Erhebung übertraf lediglich im zweiten Lebenshalbjahr die Sterblichkeit der weiblichen Rinder jene der männlichen Tiere. Dies dürfte jedoch nicht auf ein in diesem Altersabschnitt erhöhtes Mortalitätsrisiko weiblicher Rinder, sondern auf den Export bzw. die Schlachtung männlicher Individuen zurückzuführen sein (Statistik Austria 2020a, Statistik Austria 2020b). Folglich sind im zweiten Lebenshalbjahr auch deutlich weniger männliche Tiere einem Mortalitätsrisiko ausgesetzt.

Auch Hyde et al. (2020) sowie Motus et al. (2017) konnten im Rahmen ihrer Studien ähnliche geschlechtsspezifische Unterschiede beobachten. So verendeten im Zuge der durch Hyde et al. (2020) durchgeführten Erhebung bis zu einem Alter von drei Monaten 4,32 % der männlichen, aber lediglich 3,45 % der weiblichen Tiere. Motus et al. (2017) stellten bei männlichen Rindern bis zum Alter von 18 Monaten ein höheres Mortalitätsrisiko als bei den jeweils gleichaltrigen weiblichen Tieren fest. Die Sterblichkeit innerhalb der ersten drei Lebensmonate fiel bei Kälbern beiderlei Geschlechts dabei deutlich höher aus als im darauffolgenden Abschnitt bis zu einem Alter von 18 Monaten (Motus et al. 2017). So betrug

die Mortalitätsrate (MR) unter drei Monaten, jeweils bezogen auf 100 Tierjahre, 7,78 bei weiblichen und 8,68 bei männlichen Kälbern. Von drei bis 18 Monaten lag die Mortalitätsrate der weiblichen Rinder bei 1,27 und jene der männlichen Tiere bei 1,64 pro 100 Tierjahre (Motus et al. 2017).

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit konnten auch signifikante regionale Unterschiede bezüglich der Höhe der Kälbermortalität nachgewiesen werden. Die vorhandenen Daten reichen jedoch nicht aus, um die Gründe hierfür zweifelsfrei zu klären. Eine mögliche Ursache könnte eine regional unterschiedlich hohe Prävalenz einzelner Rassen mit einem eher hohen bzw. niedrigen Mortalitätsrisiko im Kälberalter darstellen. Auch könnten regionale Unterschiede bezüglich der Haltungsformen bzw. Management-Praktiken hier von Bedeutung sein. Die Wichtigkeit dieser Faktoren wird unter anderem auch von Gulliksen et al. (2009a) betont. Um die Ursachen für die Unterschiede auf Bezirksebene weiter abzuklären, wäre also wiederum eine umfassendere Datenerhebung bzw. -analyse auf den Betrieben von Nöten.

Im Zuge der hier vorliegenden Arbeit wurden keine Angaben bezüglich der am häufigsten für das Verenden von Kälbern ursächlichen Erkrankungen erhoben. Es liegen jedoch Daten zu den im Jahr 2009 an der SARIA GmbH Tulln erhobenen Sektionsbefunden vor (Hofer-Kasztler 2009, Geier 2012). Unter den 86 seziierten Kälbern, welche entweder tot geboren wurden oder bis zu einem Alter von 8 Wochen verendeten, stellten Weißfleischigkeit (27,91 %), Enteritis (26,74 %) und Bronchopneumonien (16,28 %) die häufigsten Diagnosen dar (Hofer-Kasztler 2009, Geier 2012). Auch Myokarditien (12,79 %) und *Volvuli totales jejunales* (11,63 %) traten in dieser Altersgruppe häufig auf. Bei den Sektionen der drei bis 24 Monate alten Tiere wurden primär Bronchopneumonien (28,06 %), Myokarditiden (22,30 %) und Weißfleischigkeiten (16,55 %) festgestellt (Hofer-Kasztler 2009, Geier 2012). Darüber hinaus litten die verendeten Tiere dieser Altersklasse oft an Enteritiden (13,76 %) sowie Clostridienintoxikationen (10,79 %; Hofer-Kasztler 2009, Geier 2012). Auch bei den an 65 verendeten Kälbern in Norwegen durchgeführten Sektionen stellten Bronchopneumonien (27,7 %) sowie Enteritiden (15,4 %) die häufigsten Diagnosen dar (Gulliksen et al. 2009a). Es ist folglich davon auszugehen, dass in Tirol dieselben Krankheitsbilder, welche auch von Hofer-Kasztler (2009) bzw. Gulliksen et al. (2009a) vorgefunden wurden, also insbesondere Diarrhoe und Bronchopneumonien, vorherrschen und am häufigsten zum Tod der Kälber führen.

Zusammenfassend illustrieren die im Rahmen der vorliegenden Untersuchung durchgeführten Analysen, dass die Höhe der Kälbermortalität multifaktoriell bedingt zu sein

scheint und unter anderem durch Rasse, Geschlecht und Alter des Tieres beeinflusst wird. So sind Kälber insbesondere innerhalb der ersten beiden Lebensstage einem erhöhten Mortalitätsrisiko ausgesetzt. Darüber hinaus verendeten männliche Tiere in jedem Lebensabschnitt innerhalb des ersten Lebenshalbjahres deutlich häufiger als weibliche Kälber. Unter den Hauptrassen mit mehr als 1.000 Geburten in elf Jahren gehörten prozentual die meisten verendeten Kälber den Rassen Jersey (18,49 %), Charolais (15,52 %) sowie Holstein/Red Friesian (13,75 % bzw. 13,02 %) an.

Die Kälbermortalität stieg, obwohl sie deutlichen Schwankungen unterworfen war, von 2009 (9,17 %) bis 2019 (9,49 %) geringfügig, aber signifikant an. Insgesamt fiel die Kälbermortalität in Tirol mit 9,23 % jedoch deutlich geringer als in anderen Studien (Raboisson et al. 2013, Zucali et al. 2013, Santman-Berends et al. 2019) aus und blieb teils auch unter den in der Bestandsbetreuung für Einzelbetriebe angegebenen Richtwerten (De Kruif 2014, Brand et al. 1996). Dennoch ist, unter Berücksichtigung der Einschätzung einiger Autoren (Raboisson et al. 2013, Hyde et al. 2020), davon auszugehen, dass die Kälbersterblichkeit in Tirol durch optimales Management noch deutlich reduziert werden könnte. So könnte für mehr Tierwohl gesorgt und gleichzeitig der wirtschaftliche Erfolg der Betriebe gesichert werden (Ortiz-Pelaez et al. 2008, Compton et al. 2017).

6 Zusammenfassung

Ziel der vorliegenden Arbeit war es, die Höhe der Kälbermortalität im Bundesland Tirol im Untersuchungszeitraum von 2009 bis 2019 zu bestimmen. Zu diesem Zweck wurde eine retrospektive Auswertung der durch die Agrarmarkt Austria (AMA) erhobenen Daten durchgeführt. Es wurden Faktoren wie Hauptrasse, Geschlecht und Alter auf ihren Einfluss auf die Mortalität hin untersucht. Auch die Höhe regionaler Unterschiede und die Entwicklungen im Laufe des Untersuchungszeitraumes wurden, unter Berücksichtigung des politischen Bezirks und des Verendungsjahres, erhoben. Darüber hinaus wurde die Höhe der Mortalität von Kälbern beiderlei Geschlechts in Abhängigkeit von Hauptrasse sowie Alter ermittelt.

Im Zeitraum von 2009 bis 2019 verendeten in Tirol auf allen bei der Agrarmarkt Austria gemeldeten Betrieben 83.678 Kälber im ersten Lebensjahr. Dies entspricht 9,23 % der 906.994 in diesem Zeitraum in Tirol geborenen Kälber. Die geringste Kälbersterblichkeit konnte mit 8,91 % im Jahre 2016 und die höchste mit 9,60 % im Jahre 2013 verzeichnet werden. Von 2009 (9,17 %) bis 2019 (9,49 %) stieg die Kälbermortalität gering, jedoch signifikant an ($p = 0,0423$; $\alpha = 0,05$).

Insgesamt wurden 34.114 Kälber (3,77 %) entweder tot geboren oder verstarben noch am Tag ihrer Geburt bzw. am darauffolgenden Tag. Bis zu einem Alter von 0,5 Monaten (16. Lebenstag) verendeten weitere 20.616 Tiere (2,40 %). Innerhalb des ersten Lebensjahres zeigte sich im weiteren Verlauf eine annähernd exponentielle Abnahme der Sterblichkeit mit zunehmendem Alter. Unter den neun Tiroler Bezirken verzeichnete Imst mit einem Wert von 11,62 % die signifikant höchste und Lienz mit 7,69 % die signifikant geringste Kälbersterblichkeit ($p < 0,00001$; $\alpha = 0,05$). Unter den 16 Hauptrassen mit mehr als 1.000 Geburten in elf Jahren wiesen Jerseykälber mit 18,49 % die höchste Kälbersterblichkeit auf. Es folgten Charolais (15,52 %) sowie Holstein Friesian (13,75 %). Im ersten Lebensjahr verendeten signifikant mehr männliche (10,39 %) als weibliche (8,12 %) Tiere ($p < 0,00001$; $\alpha = 0,05$), wobei im Falle der Jersey gar 23,77 % der männlichen Kälber im ersten Lebensjahr verendeten.

Zusammenfassend ist festzuhalten, dass die Kälbersterblichkeit in Tirol mit 9,23 % unter den Ergebnissen anderer Studien lag (Raboisson et al. 2013, Zucali et al. 2013, Santman-Berends et al. 2019) bzw. teilweise auch die in der Bestandsbetreuung für Einzelbetriebe angegebenen Richtwerte (De Kruif 2014, Brand et al. 1996) eingehalten wurden. Es ist jedoch davon auszugehen, dass die Kälbermortalität in Tirol zu Gunsten des Tierwohls und

der Wirtschaftlichkeit noch deutlich reduziert werden könnte (Raboisson et al. 2013, Hyde et al. 2020, Ortiz-Pelaez et al. 2008, Compton et al. 2017).

7 Summary

The present study's objective was to determine calf mortality rates in the Austrian federal state of Tyrol over the course of eleven years (2009-2019). Therefore, data collected by the Agrarmarkt Austria (AMA) was analyzed to identify risk factors such as breed, sex and age. Furthermore, records concerning district and year of death were used to determine the influence of regional differences and the developments from 2009 to 2019.

In the course of the investigation period, 83,678 (9.23%) of all 906,994 calves born in Tyrol died within their first year of life. From 2009 (9.17%) to 2019 (9.49%) calf mortality rose slightly, but significantly ($p = 0,0423$; $\alpha = 0.05$). The lowest value was recorded in 2016 (8.91%), whereas calf mortality was highest in 2013 (9.60%). In total, 34,114 calves (3.77%) were either born dead or died within two days of birth. Another 20,616 calves (2.40%) died in their first 16 days of life. Subsequently, calf mortality decreased approximately exponentially over the first year of life. When comparing the nine districts of Tyrol, the significantly highest calf mortality was recorded in Imst (11.62%) and the significantly lowest in Lienz (7.69%; $p < 0,00001$; $\alpha = 0.05$). Among the 16 breeds with more than 1,000 recorded births over eleven years, calf mortality was highest among Jersey calves (18.49%). Charolais (15.52%) and Holstein Friesian (13.75%) also showed comparatively high mortality rates. Significantly more male (10.39%) than female (8.12%) calves did not survive their first year of life ($p < 0,00001$; $\alpha = 0.05$). In male Jersey calves mortality in the first year of life was as high as 23,77%.

In summary, calf mortality in Tyrol remained below the results of other studies (Raboisson et al. 2013, Zucali et al. 2013, Santman-Berends et al. 2019) and partially also below the benchmark values established for single farms (De Kruif 2014, Brand et al. 1996). Nonetheless, it is fair to assume that calf mortality in Tyrol can be reduced further. Thereby, more animal welfare and greater economic success can be achieved (Raboisson et al. 2013, Hyde et al. 2020, Ortiz-Pelaez et al. 2008, Compton et al. 2017).

8 Danksagung

Zuletzt möchte ich noch all jenen meinen Dank aussprechen, auf deren Hilfe ich beim Erstellen dieser Arbeit stets zählen konnte. An erster Stelle ist hier natürlich mein Betreuer Herr Priv. Doz. Dr. vet. med. Johannes Lorenz Khol zu nennen, der mich tatkräftig unterstützt und angeleitet hat und bei etwaigen Fragen jederzeit erreichbar war. Außerdem gilt mein Dank auch der Agrarmarkt Austria und insbesondere Herrn Christoph Herbst für die gute Zusammenarbeit bezüglich der Bereitstellung der erforderlichen Daten. Herrn Dr. Alexander Tichy möchte ich ebenfalls für seine Beratung bei statistischen Fragestellungen meinen Dank aussprechen.

Auch meinen Eltern und meiner gesamten Familie möchte ich hier von Herzen danken. Ihre persönliche Unterstützung hat mir dieses Studium erst ermöglicht. Ganz besonders möchte ich hierbei in Liebe und Dankbarkeit meine Großeltern nennen.

Des Weiteren möchte ich noch meiner Kommilitonin Patricia Schug danken. Sie ist mir über die gesamte Studienzeit stets mit Rat und Tat zur Seite gestanden und auch während der Erstellung dieser Diplomarbeit konnte ich immer auf ihre Unterstützung zählen. Danke dafür!

9 Abkürzungsverzeichnis

AMA	Agrarmarkt Austria
BCMS	British Cattle Movement Services
IgG	Immunoglobulin G
LKV	Landeskontrollverband
MR	Mortalitätsrate
NCHRS	Norwegian Cattle Health Recording System
OR	Odds Ratio
TKV	Tierkörperverwertung
ZAR	Zentrale Arbeitsgemeinschaft österreichischer Rinderzüchter

10 Literaturverzeichnis

1. Tierhaltungsverordnung 2004. 1. Tierhaltungsverordnung. BGBl. II Nr. 485/2004 idF BGBl. II Nr. 151/2017.

Agerholm J, Basse A, Krogh HV, Christensen K und Ronsholt L. 1993. Abortion and calf mortality in Danish cattle herds. *Acta Veterinaria Scandinavica*, 34:371-377.

Alvåsen K, Roth A, Mörk MJ, Sandgren CH, Thomsen PT und Emanuelson U. 2014. Farm characteristics related to on-farm cow mortality in dairy herds: A questionnaire study. *Animal*, 8:1735-1742. DOI 10.1017/S1751731114001633 (Zugriff 07.08.2020).

Arbeitsgemeinschaft österreichischer Fleischrinderzüchter. 2019. Zuchtbericht 2018. Leoben: Fleischrinder Austria. http://www.fleischrinder.at/wp-content/uploads/2019/03/Zuchtbericht_2018.pdf (Zugriff 18.04.2020).

Azizzadeh M, Shooroki HF, Kamalabadi AS und Stevenson MA. 2012. Factors affecting calf mortality in Iranian Holstein dairy herds. *Preventive Veterinary Medicine*, 104:335-340. DOI 10.1016/j.prevetmed.2011.12.007 (Zugriff 10.08.2020).

Bao J und Giller PS. 1991. Observations on the changes in behavioural activities of dairy cows prior to and after parturition. *Irish Veterinary Journal*, 44:43-47.

Brand A, Noordhuizen JPTM und Schukken YH. 1996. Herd health and production management in dairy practice. first edition. Wageningen: Wageningen Pers, 366.

Brickell JS, McGowan MM, Pfeiffer DU und Wathes DC. 2009. Mortality in Holstein-Friesian calves and replacement heifers, in relation to body weight and IGF-I concentration, on 19 farms in England. *Animal*, 3(8):1175-1182. DOI 10.1017/S175173110900456X (Zugriff 19.04.2020).

Briens L. 2011. Description of calf birth and death reporting practices in 57 French suckler herds [Masterarbeit]. Bordeaux: ENITA.

Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus, Hrsg. 2019. Grüner Bericht 2019. Die Situation der österreichischen Land- und Forstwirtschaft. Wien: Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus <https://gruenerbericht.at/cm4/jdownload/send/2-gr-bericht-terreich/2007-gb2019> (Zugriff 04.02.2020).

Buttigieg M, Giancesella M und James A. 2016. A benchmark study of dairy calf mortality rates on the Islands of Malta and Gozo. *Veterinarsky Arhiv*, 86(2):183-196. <https://www-cabdirect-org.ezproxy.vetmeduni.ac.at/cabdirect/FullTextPDF/2016/20163180511.pdf> (Zugriff 08.08.2020).

Compton CWR, Heuer C, Thomsen PT, Carpenter TE, Phyn CVC und McDougall S. 2017. Invited review: A systematic literature review and meta-analysis of mortality and culling in dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 100(1):1-16. DOI 10.3168/jds.2016-11302 (Zugriff 24.04.2020).

Dairy Calf and Heifer Association. 2009. DCHA gold standards-Part V. Mortality and morbidity, DCHA Tip of the week. New Prague: Dairy Calf and Heifer Association.

Dematawewa CM und Berger PJ. 1997. Effect of dystocia on yield, fertility, and cow losses and an economic evaluation of dystocia scores for Holsteins. *Journal of Dairy Science*, 80:754-761. DOI 10.3168/jds.S0022-0302(97)75995-2 (Zugriff 10.08.2020).

De Kruif A, Feldmann M, Mansfeld R und Hoedemarker M, Hrsg. 2014. Tierärztliche Bestandsbetreuung beim Milchrind. dritte Auflage. Stuttgart: Enke, 172.

De Vries M, Bokkers EAM, Dijkstra T, van Schaik G und de Boer IJM. 2011. Associations between variables of routine herd data and dairy cattle welfare indicators. *Journal of Dairy Science*, 94(7):3213-3228. DOI 10.3168/jds.2011-4169 (Zugriff 07.08.2020).

Dohoo I, Martin W und Stryhn H. 2010. *Veterinary epidemiologic research*. Second edition. Charlottetown: AVC Inc, 77.

Drackley JK. 2008. Calf nutrition from birth to breeding. *Veterinary: Food Animal Practice*, 24:55-86. DOI 10.1016/j.cvfa.2008.01.001 (Zugriff 23.08.2020).

Egger-Danner C, Fürst C, Mayerhofer M, Rain C und Rehling C. 2019. ZuchtData Jahresbericht 2019. Wien: ZuchtData EDV-Dienstleistungen GmbH. <https://zar.at/Downloads/Jahresberichte/ZuchtData-Jahresberichte.html> (Zugriff 17.04.2020).

Europäische Kommission. 2007. Attitudes of EU Citizens towards Animal Welfare. Brüssel: Europäische Kommission, 4. https://ec.europa.eu/commfrontoffice/publicopinion/archives/ebs/ebs_270_en.pdf (Zugriff 08.08.2020).

Franklin ST, Amaral-Phillips DM, Jackson JA und Campbell AA. 2003. Health and performance of Holstein calves that suckled or were hand-fed colostrum and were fed one of three physical forms of starter. *Journal of Dairy Science*, 86:2145-2153. DOI 10.3168/jds.S0022-0302(03)73804-1 (Zugriff 05.08.2020).

Frisch J, Fritzsche S, Fröba N, Funk M, Gaio C, Grimm E, Grube J, Hartmann S, Hartmann W, Kloepfer F, Meyer B, Sauer N, Schroers J, Schultheiß U und Witzel E. 2014. Betriebsplanung Landwirtschaft 2014/2015. Darmstadt: Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. (KTBL). https://www.ktbl.de/fileadmin/produkte/leseprobe/19515excerpt.pdf?fbclid=IwAR0EvApDbemn2LSKGWYSZdZQLvi_DdvcEYBKtbpiJbVRJF4cCQkFtmgdy0s (Zugriff 16.04.2020).

Fürst C. 2019. Zuchtwertschätzung beim Rind: Grundlagen, Methoden und Interpretationen. Wien: ZuchtData EDV-Dienstleistungen GmbH. <http://cgi.zar.at/download/ZWS/ZWS.pdf> (Zugriff 19.04.2020).

Geier A. 2012. Tierkörperbeseitigung in Österreich – Rechtliche Rahmenbedingungen, Struktur und nationale Falltierzahlen [Diplomarbeit]. Wien: Veterinärmedizinische Universität Wien. <https://www.vetmeduni.ac.at/hochschulschriften/diplomarbeiten/AC09452177.pdf> (Zugriff 31.01.2020).

Green M, Bradley A, Breen J, Higgins H, Hudson C und Huxley J, Hrsg. 2012. Dairy Herd Health. Wallingford: CABI Publishing, 49-50.

Gulliksen SM, Lie, KI, Sølverød L und Østerås O. 2008. Risk factors associated with colostrum quality in norwegian dairy cows. *Journal of Dairy Science* 91: 704-712. DOI 10.3168/jds.2007-0450 (Zugriff 30.07.2020).

Gulliksen SM, Lie KI, Løken T und Østerås O. 2009a. Calf mortality in Norwegian dairy herds. *Journal of Dairy Science*, 92:2782-2795. DOI 10.3168/jds.2008-1807 (Zugriff 28.05.2020).

Gulliksen SM, Lie KI und Østerås O. 2009b. Calf health monitoring in Norwegian dairy herds. *Journal of Dairy Science*, 92:1660-1669. DOI 10.3168/jds.2008-1518 (Zugriff 05.06.2020).

Gundelach Y, Essmeyer K, Teltscher MK und Hoedemaker M. 2009. Risk factors for perinatal mortality in dairy cattle: Cow and foetal factors, calving process. *Theriogenology*, 71:901-909. DOI 10.1016/j.theriogenology.2008.10.011 (Zugriff 19.07.2020).

Heringstad B, Chang YM, Svendsen M und Gianola D. 2007. Genetic analysis of calving difficulty and stillbirth in Norwegian Red cows. *Journal of Dairy Science*, 90:3500-3507. DOI 10.3168/jds.2006-792 (Zugriff 11.06.2020).

Hofer-Kasztler C. 2009. Sektionsbefunde bei Nutztieren aus Niederösterreich im Jahr 2009. *Veterinär-Jahresbericht 2009 Niederösterreich*. St. Pölten: Amt der niederösterreichischen Landesregierung, 18-28.

Hultgren J und Svensson C. 2009. Heifer rearing conditions affect length of productive life in Swedish dairy cows. *Preventive Veterinary Medicine*, 89:255-264. DOI 10.1016/j.prevetmed.2009.02.012 (Zugriff 30.04.2020).

Hyde RM, Green MJ, Sherwin VE, Hudson C, Gibbons J, Forshaw T, Vickers M und Down PM. 2020. Quantitative analysis of calf mortality in Great Britain. *Journal of Dairy Science*, 103(3):2615-2623. DOI 10.3168/jds.2019-17383 (Zugriff 24.04.2020).

Jago JG und Berry DP. 2011. Associations between herd size, rate of expansion and production, breeding policy and reproduction in spring-calving dairy herds. *Animal*, 5:1626-1633. DOI 10.1017/S1751731111000516 (Zugriff 01.08.2020).

Johanson JM und Berger PJ. 2003. Birth weight as a predictor of calving ease and perinatal mortality in Holstein cattle. *Journal of Dairy Science*, 86(11):3745-55. DOI 10.3168/jds.S0022-0302(03)73981-2 (Zugriff 23.08.2020).

Johanson JM, Berger PJ, Tsuruta S und Misztal I. 2011. A Bayesian threshold-linear model evaluation of perinatal mortality, dystocia, birth weight, and gestation length in a Holstein herd. *Journal of Dairy Science*, 94:450-460. DOI 10.3168/jds.2009-2992 (Zugriff 23.08.2020).

Khan MA, Lee HJ, Lee WS, Kim HS, Ki KS, Hur TY, Suh GH, Kang SJ und Choi YJ. 2007. Structural growth, rumen development, and metabolic and immune responses of holstein male calves fed milk through step-down and conventional methods. *Journal of Dairy Science*, 90:3376-3387. DOI 10.3168/jds.2007-0104 (Zugriff: 23.03.2020).

Lombard JE, Garry FB, Tomlinson SM und Garber LP. 2007. Impacts of Dystocia on Health and Survival of Dairy Calves. *Journal of Dairy Science*, 90(4):1751-1760. DOI 10.3168/jds.2006-295 (Zugriff 22.05.2020).

Maunsell F und Donovan GA. 2008. Biosecurity and risk management for dairy replacements. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, 24(1):155-190. DOI 10.1016/j.cvfa.2007.10.007 (Zugriff 30.04.2020).

McDermott JJ, Allen OB, Martin SW und Alves DM. 1992. Patterns of stillbirth and dystocia in Ontario cow-calf herds. *The Canadian Journal of Veterinary Research*, 56(1):47-55. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1263502/> (Zugriff 20.08.2020).

McGuirk SM und Collins M. 2004. Managing the production, storage, and delivery of colostrum. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice Special Issues*, 20(3):593-603. DOI 10.1016/j.cvfa.2004.06.005 (Zugriff 22.08.2020).

Mee JF, Berry DP und Cromie AR. 2008. Prevalence of, and risk factors associated with, perinatal calf mortality in pasturebased Holstein-Friesian cows. *Animal*, 2(4):613-620. DOI: 10.1017/S1751731108001699 (Zugriff 22.07.2020).

Motus K, Reimus K, Orro T, Viltrop A und Emanuelson U. 2017. On-farm mortality, causes and risk factors in Estonian beef cowcalf herds. *Preventive Veterinary Medicine*, 139(A):10-19. DOI 10.1016/j.prevetmed.2016.10.014 (Zugriff 26.04.2020).

Müller KE, Englisch A, Tautenhahn A, Gäbler E, Forkman A, Rösler U, Kühl N, Friese A und Ullrich E. 2016. Erarbeitung und praktische Erprobung eines Systems zur Bewertung von Hygiene, Tierwohl und Tiergesundheit in Rinderbeständen. In: Schriftenreihe Bewertung von Hygiene, Tierwohl und Tiergesundheit 5/2016. Dresden: Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (LfULG).

Nonnecke BJ, Foote MR, Smith JM, Pesch BA und Van Amburgh ME. 2003. Composition and functional capacity of blood mononuclear leukocyte populations from neonatal calves on standard and intensified milk replacer diets. *Journal of Dairy Science*, 86:3592-3604. DOI 10.3168/jds.S0022-0302(03)73965-4 (Zugriff 09.08.2020).

Noordhuizen J. 2012. *Dairy Herd Health Management. A guide for veterinarians and dairy professionals*. Packington: Context Verlag, 472.

Ortiz-Pelaez A, Pritchard DG, Pfeiffer DU, Jones E, Honeyman P und Mawdsley JJ. 2008. Calf mortality as a welfare indicator on British cattle farms. *The Veterinary Journal*, 176:177-181. DOI 10.1016/j.tvjl.2007.02.006 (Zugriff 30.04.2020).

Pahmeyer C und Britz W. 2020. Economic opportunities of using crossbreeding and sexing in Holstein dairy herds. *Journal of Dairy Science*, 103:8218–8230. DOI 10.3168/jds.2019-17354 (Zugriff 27.12.2020).

Raboisson D, Delor F, Cahuzac E, Gendre C, Sans P und Allaire G. 2013. Perinatal, neonatal, and rearing period mortality of dairy calves and replacement heifers in France. *Journal of Dairy Science*, 96:2913-2924. DOI 10.3168/jds2012-6010 (Zugriff 20.04.2020).

Santman-Berends IMGA, Buddiger M, Smolenaars AJG, Steuten CDM, Roos CAJ, Van Erp AJM und van Schaik G. 2014. A multidisciplinary approach to determine factors associated

with calf rearing practices and calf mortality in dairy herds. *Preventive Veterinary Medicine*, 117:375-387. DOI 10.1016/j.prevetmed.2014.07.011 (Zugriff 18.04.2020).

Santman-Berends IMGA, Schukken YH und van Schaik G. 2019. Quantifying calf mortality on dairy farms: Challenges and solutions. *Journal of Dairy Science*, 102(7):6404-6417. DOI 10.3168/jds.2019-16381 (Zugriff 21.04.2020).

Sarzeaud P, Bécherel F und Perrot C Hrsg. 2008. Impact of CAP reform on the evolution of beef production and beef farming system in Europe: Synthesis. In: *EU Beef Farming Systems and CAP Regulations*. first edition. Wageningen: Wageningen Academic Publishers, 111-118.

Seppä-Lassila L, Sarjokari K, Hovinen M, Soveri T und Norring M. 2016. Management factors associated with mortality of dairy calves in Finland: a cross sectional study. *Veterinary Journal*, 216:164-167. DOI 10.1016/j.tvjl.2016.07.008 (Zugriff 05.08.2020).

Silva del Río N, Stewart S, Rapnicki P, Chang YM und Fricke PM. 2007. An observational analysis of twin births, calf sex ratio, and calf mortality in Holstein dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 90:1255-1264. DOI 10.3168/jds.S0022-0302(07)71614-4 (Zugriff 01.06.2020).

Statistik Austria. 2018. *Statistisches Jahrbuch 2018*. Wien: Bundesanstalt Statistik Österreich. www.statistik.at (Zugriff 14.11.2020).

Statistik Austria. 2020a. *Schlachtkälber und andere Kälber - Untersuchte Schlachtungen und Außenhandel*. Wien: Bundesanstalt Statistik Österreich. <https://www.agraroekonomik.at/index.php?id=326> (Zugriff 15.11.2020).

Statistik Austria. 2020b. *Untersuchte Schlachtungen Jahresergebnisse 2019*. Wien: Bundesanstalt Statistik Österreich. https://www.statistik.at/web_de/statistiken/wirtschaft/land_und_forstwirtschaft/viehbestand_tierische_erzeugung/schlachtungen/index.html#:~:text=Im%20Jahr%202019%20wurden%20insgesamt,1%25%20auf%20504.000%20t%20ab (Zugriff 15.11.2020).

Stull CL, Messam LL McV, Collar CA, Peterson NG, Castillo AR, Reed BA, Andersen KL und VerBoort WR. 2008. Precipitation and temperature effects on mortality and lactation parameters of dairy cattle in California. *Journal of Dairy Science*, 91:4579-4591. DOI 10.3168/jds.2008-1215 (Zugriff 11.08.2020).

Stull C und Reynolds J. 2008. Calf welfare. *Veterinary Clinics: Food Animal Practice*, 24:191-203. DOI 10.1016/j.cvfa.2007.12.001 (Zugriff 14.08.2020).

Svensson C, Lundborg K, Emanuelson U und Olsson SO. 2003. Morbidity in Swedish dairy calves from birth to 90 days of age and individual calf-level risk factors for infectious diseases. *Preventive Veterinary Medicine*, 58:179-197. DOI 10.1016/S0167-5877(03)00046-1 (Zugriff 04.08.2020).

Svensson C, Linder A und Olsson SO. 2006. Mortality in Swedish Dairy Calves and Replacement Heifers. *Journal of Dairy Science*, 89:4769-4777. DOI 10.3168/jds.S0022-0302(06)72526-7 (Zugriff 19.04.2020).

Svensson C und Liberg P. 2006. The effect of group size on health and growth rate of Swedish dairy calves housed in pens with automatic milk-feeders. *Preventive Veterinary Medicine*, 73:43-53. DOI 10.1016/j.prevetmed.2005.08.021 (Zugriff 11.08.2020).

Todd CG, Leslie KE, Millman ST, Biemann V, Anderson NG, Sargeant JM und De Vries TJ. 2017. Clinical trial on the effects of a free-access acidified milk replacer feeding program on the health and growth of dairy replacement heifers and veal calves. *Journal of Dairy Science*, 100(1):713-725. DOI 10.3168/jds.2016-11401 (Zugriff 10.08.2020).

Torsein M, Lindberg A, Sandgren CH, Waller KP, Törnquist M und Svensson C. 2011. Risk factors for calf mortality in large Swedish dairy herds. *Preventive Veterinary Medicine*, 99:136-147. DOI 10.1016/j.prevetmed.2010.12.001 (Zugriff 28.04.2020).

Tyler JW, Steevens BJ, Hostetler DE, Holle JM und Denbigh JL Jr. 1999. Colostral immunoglobulin concentrations in Holstein and Guernsey cows. *American Journal of Veterinary Research*, 60(9):1136-1139.

United States Department of Agriculture. 2007. Dairy 2007. Part I: Reference of Dairy Cattle Health and Management Practices in the United States, 2007. Fort Collins: United States Department of Agriculture- Animal and Plant Health Inspection Service, Veterinary Services, Center for Epidemiology and Animal Health. https://www.aphis.usda.gov/animal_health/nahms/dairy/downloads/dairy07/Dairy07_dr_PartI_1.pdf (Zugriff 02.08.2020).

Verordnung 1/2005/EG des Rates vom 22. Dezember 2004 über den Schutz von Tieren beim Transport und damit zusammenhängenden Vorgängen sowie zur Änderung der Richtlinien 64/432/EWG und 93/119/EG und der Verordnung (EG) Nr. 1255/97.

Verordnung 1308/2013 des europäischen Parlaments und des Rates vom 17. Dezember 2013 über eine gemeinsame Marktorganisation für landwirtschaftliche Erzeugnisse und zur Aufhebung der Verordnungen (EWG) Nr. 922/72, (EWG) Nr. 234/79, (EG) Nr. 1037/2001 und (EG) Nr. 1234/2007.

Vernooy E. 2007. Management risk factors associated with stillbirth [Vortrag]. In: Smith RA, Hrsg. Proceedings of the Fortieth Annual Conference. Stillwater: American Association of Bovine Practitioners.

Virtala AM, Mechor GD, Grohn YT und Erb HN. 1996. Morbidity from nonrespiratory diseases and mortality in dairy heifers during the first three months of life. Journal of the American Veterinary Medical Association, 208:2043-2046.

Wolfová M, Wolf J, Kvapilí J und Kica J. 2007. Selection for Profit in Cattle: II. Economic Weights for Dairy and Beef Sires in Crossbreeding Systems. Journal of Dairy Science, 90:2456-2467. DOI 10.3168/jds.2006-615 (Zugriff 27.12.2020).

Wathes DC, Brickell, JS, Bourne NE, Swali A und Cheng Z. 2008. Factors influencing heifer survival and fertility on commercial dairy farms. Animal, 2:1135-1143. DOI 10.1017/S1751731108002322 (Zugriff 09.08.2020).

Wells SJ, Dargatz DA und Ott SL. 1996. Factors associated with mortality to 21 days of life in dairy heifers in the United States. *Preventive Veterinary Medicine*, 29:9-19. DOI 10.1016/S0167-5877(96)01061-6 (Zugriff 04.08.2020).

Windsor PA und Whittington RJ. 2010. Evidence for age susceptibility of cattle to Johne's disease. *The Veterinary Journal*, 184:37-44. DOI 10.1016/j.tvjl.2009.01.007 (Zugriff 05.08.2020).

ZAR (Zentrale Arbeitsgemeinschaft österreichischer Rinderzüchter). 2014. Rinderrassen. <https://zar.at/Rinderzucht-in-Oesterreich/Rinderrassen.html> (Zugriff 14.11.2020).

ZAR (Zentrale Arbeitsgemeinschaft österreichischer Rinderzüchter). 2017. <https://www.zar.at/Aktuelles/Archiv/2017/Das-Kalb---die-Kuh-von-morgen-.html> (Zugriff 07.08.2020).

Zucali M, Bava L, Tamburini A, Guerci M und Sandrucci A. 2013. Management risk factors for calf mortality in intensive Italian dairy farms. *Italian Journal of Animal Science*, 12 (2):162-166. DOI 10.4081/ijas.2013.e26 (Zugriff 22.04.2020).

11 Abbildungsverzeichnis

- Abb. 1:** Darstellung der Kälbermortalität in Tirol von 2009-2019 in Prozent. 32
- Abb. 2:** Kälbermortalität nach Bezirken. Die Karte zeigt die Höhe der Kälbersterblichkeit in den neun Bezirken Tirols für den Untersuchungszeitraum von 2009 bis 2019. Quelle: D-maps https://d-maps.com/carte.php?num_car=34153&lang=de (Zugriff 15.08.2020). 35
- Abb. 3:** Darstellung der Kälbermortalität der bedeutendsten Rassen Tirols (> 1.000 Geburten) von 2009 bis 2019 in Prozent. 39
- Abb. 4:** Summe der Kälbermortalität im ersten Lebensjahr in Tirol von 2009 bis 2019. 48

12 Tabellenverzeichnis

Tab. 1: Höhe der Kälbermortalität in Tirol von 2009 bis 2019 in absoluten Zahlen und Prozent.	31
Tab. 2: Kälbermortalität in Tirol nach Bezirken von 2009 bis 2019 in absoluten Zahlen und Prozent.	33
Tab. 3: Signifikanzprüfung der Kälbersterblichkeit in Tirol nach Bezirken (Signifikanzniveau $\alpha = 0,05$). Die statistisch signifikanten Ergebnisse sind in Blau und die nicht signifikanten Werte in Rot dargestellt.	34
Tab. 4: Geburts- und Verendungsmeldungen aller in Tirol gehaltenen Rassen von 2009 bis 2019.	36
Tab. 5: Kälbermortalität der Rassen mit mehr als 1.000 Geburten in Tirol von 2009 bis 2019 in absoluten Zahlen und Prozent.	38
Tab. 6: Kälbermortalität nach Hauptrassen bezogen auf alle von 2009 bis 2019 in Tirol geborenen bzw. verendeten Kälber in absoluten Zahlen und Prozent.	41
Tab. 7: Signifikanzprüfung der Kälbersterblichkeit in Tirol von 2009 bis 2019 nach Hauptrassen (Signifikanzniveau $\alpha = 0,05$). Statistisch signifikante Werte sind in Blau, nicht signifikante Ergebnisse sind in Rot gelistet.	42
Tab. 8: Kälbermortalität in Tirol von 2009 bis 2019 nach Geschlecht in absoluten Zahlen und Prozent.	47
Tab. 9: Kälbermortalität nach Altersklassen im Zeitraum von 2009 bis 2019 in Tirol.	47
Tab. 10: Kälbermortalität nach Hauptrasse und Geschlecht in Prozent inklusive Signifikanzprüfung (Signifikanzniveau $\alpha = 0,05$) bezogen auf sämtliche Geburten im Untersuchungszeitraum (2009-2019). Signifikante Unterschiede sind in Blau, nicht signifikante Werte in Rot dargestellt.	50
Tab. 11: Vergleich der Kälbermortalität nach Geschlecht und Altersklasse sämtlicher in Tirol von 2009 bis 2019 geborener Kälber (Signifikanzniveau $\alpha = 0,05$).	51