

Aus dem Department für
Nutztiere und öffentliches Gesundheitswesen in der Veterinärmedizin
der Veterinärmedizinischen Universität Wien

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

**Vergleich leistungsbezogener Parameter von Rindern mit und ohne Infektion
mit *Salmonella* Dublin**

Diplomarbeit

Veterinärmedizinische Universität Wien

Vorgelegt von
Larissa Spiß

Wien, im Juni 2023

Betreuer: Pof. Johannes Lorenz Khol, Dip. ECBHM
Universitätsklinik für Wiederkäuer
Department für Nutztiere und öffentliches
Gesundheitswesen in der Veterinärmedizin
Veterinärmedizinische Universität Wien

Begutachter: Priv. -Doz. Dr. med. vet. Joachim Spargser Dipl. ECVM
Institut für Mikrobiologie
Abteilung für funktionelle Mikrobiologie
Veterinärmedizinische Universität Wien

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung und Fragestellung.....	1
2	Literaturübersicht.....	3
2.1	Allgemeines zu <i>Salmonella</i> bei Rindern.....	3
2.2	Epidemiologie von <i>Salmonella</i> Dublin.....	4
2.3	Pathogenese der <i>Salmonella</i> Dublin Infektion beim Rind	5
2.4	Das Klinische Bild einer <i>Salmonella</i> Dublin Infektion beim Rind	5
2.5	Sektionsbild bei einer <i>Salmonella</i> Dublin Infektion.....	9
2.6	Diagnose einer <i>Salmonella</i> Dublin Infektion	9
3	Tiere, Material und Methoden	12
3.1	Versuchsdurchführung	12
3.2	Probenentnahme.....	13
3.3	Labordiagnostik	14
3.4	Beurteilung des Body Condition Score	14
3.5	Auswertung der Leistungsparameter	15
3.6	Statistische Auswertung	16
4	Ergebnisse.....	17
4.1	Milchleistung und erste Kotprobenuntersuchung	18
4.2	Milchleistung und Dauerausscheider	19
4.3	BCS und erste Kotprobenuntersuchung	20
4.4	BCS und Dauerausscheider	20
4.5	BCS und Serumproben	20
4.6	BCS und Milchproben.....	21
4.7	Alter und erste Kotuntersuchung	21
4.8	Alter und Dauerausscheider	21
4.9	Alter und Serumproben	21

4.10	Alter und Milchproben.....	21
5	Diskussion	23
5.1	Kühe mit positivem <i>Salmonella</i> Dublin Erregernachweis zeigen im Vergleich zu negativen Kühen Leistungseinbußen.....	23
5.1.1	Unterschiede in der Milchleistung zwischen den beiden Gruppen.....	23
5.1.2	Unterschiede im BCS zwischen den beiden Gruppen.....	24
5.1.3	Unterschiede im Alter zwischen den beiden Gruppen.....	24
5.2	Dauerausscheider zeigen im Vergleich zu erregernegativen Kühen Leistungseinbußen	25
5.2.1	Unterschiede in der Milchleistung zwischen den beiden Gruppen.....	25
5.2.2	Unterschied im BCS zwischen den beiden Gruppen.....	26
5.2.3	Unterschiede im Alter zwischen den beiden Gruppen.....	26
5.3	Kühe mit spezifischen Antikörpern (Ak) gegen <i>Salmonella</i> Dublin zeigen im Vergleich zu Kühen ohne Ak Leistungseinbußen	27
5.4	Unterschiede zwischen den beiden Gruppen im Alter.....	27
5.5	Betriebe mit positiven Tankmilch Ergebnissen und Problemen in der Reproduktion .	27
6	Zusammenfassung	29
7	Summary	31
8	Literaturverzeichnis.....	33
9	Abbildungsverzeichnis	36
10	Tabellenverzeichnis	37

Abkürzungen

AGES	Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit GmbH
Ak	Antikörper
BCS	Body Condition Score
BV	Braunvieh
CFU	Colony forming Units
ECM	Energiekorrigierten Milchleistung
FEQ	Fett-Eiweiß-Quotient
FL	Fleckvieh
GV	Grauvieh
HF	Holstein Friesian
LKV	Landeskontrollverband
LPS	Lipopolysaccharide
Medlog	Medizinische Logistik und Service GmbH
MSRV-Agar	Modified Semisolid Rappaport-Vassiliadis Agar
ODC %	corrected optic-density measurements
PI	Pinzgauer
RF	Red Friesian
S. Dublin	<i>Salmonella enterica subsp. enterica</i> Serovar Dublin
S. Typhimurium	<i>Salmonella enterica subsp. enterica</i> Serovar Typhimurium
Se	Sensitivität
Sp	Spezifität
SPV-Gen	Salmonella plasmid virulence Protein
WB	Welsh-Black
T-TGD	Tiroler Tiergesundheitsdienst
ZZ	Zellzahl

1 Einleitung und Fragestellung

Das rinderspezifische Serovar *Salmonella* Dublin (*S. Dublin*) nimmt in der Tierproduktion eine immer bedeutendere Rolle ein. Infektionen mit Salmonellen verursachen bei Rindern eine Vielzahl an Erkrankungen, die zu erheblichen wirtschaftlichen Verlusten führen können (Cummings et al. 2009). Neben klinischen Symptomen wie Diarrhoe, treten bei adulten Tieren häufig septikämische Verlaufsformen sowie Reproduktionsstörungen auf, die häufig mit Aborten einhergehen (Selbitz et al. 2015). Der finanzielle Aspekt ist ein wesentlicher Faktor bei der Salmonellose des Rindes, da betroffene Betriebe neben erhöhten Behandlungskosten und eine verringerte Gewichtszunahme auch eine geringere Milchleistung bei infizierten Tieren verzeichnen (Cummings et al. 2009). Ein deutliches Beispiel hierfür ist der Bericht von Bazeley (Bazeley 2006) über einen Rückgang der Milchleistung von 19.430 l innerhalb von zwei Monaten, bei einem Milchviehbestand von 100 Kühen mit 7000 kg jährlicher Milchleistung pro Kuh.

Infizierte Tiere sind in der Lage, eine hohe Menge des Erregers im Kot auszuscheiden (Selbitz et al. 2015). Da Rinder das Bakterium auch intermittierend ausscheiden können, ist jedoch der diagnostische Nachweis erschwert. Zudem überdauert *S. Dublin* mehrere Monate außerhalb des Wirts, wodurch das Kontaminationsrisiko für andere Pflanzenfresser erhöht ist. Die Übertragung zwischen den Rindern erfolgt vorrangig durch eine fäkal-orale-Schmierinfektion, die Tiere nehmen das Bakterium über kontaminiertes Futter oder Wasser auf (Cummings et al. 2009). Des Weiteren kann Kuhmilch direkt mit *S. Dublin* oder aufgrund exogener Faktoren, wie zum Beispiel Kot kontaminiert sein (Small und Sharp 1979). Somit stellt *S. Dublin* als endemische Zoonose auch einen wichtigen Aspekt in der öffentlichen Gesundheit dar. Neben *Salmonella* Typhimurium (*S. Typhimurium*) gilt das wirtsangepasste Serovar *S. Dublin* als eines der häufigsten Erreger von Salmonelleninfektionen beim Rind und kann auch andere Tiere sowie den Menschen infizieren. Als Infektionsquelle für den Menschen gilt die Aufnahme kontaminierter Rohmilch, der Verzehr von infiziertem Rindfleisch oder Weichkäse. Beim Menschen kann eine Infektion zu einer schweren Bakteriämie führen, welche vor allem für immunsupprimierte Personen gefährlich ist (Allerberger et al. 2002).

In der Studie von Allerberger et al. (2002) konnten drei menschliche *S. Dublin* Stämme in Tirol auf die östlichen Bezirke Kufstein und Kitzbühel zurückgeführt werden. Außerdem konnten fünf nicht menschliche *S. Dublin* Stämme, die aus fünf Bundesländer Österreichs stammten, mit der Weidehaltung von Rindern in Salzburg und Tirol in Verbindung gebracht werden.

Basierend auf diesen Erfahrungswerten wurden für die vorliegende Diplomarbeit Milchviehbetriebe im Bezirk Kufstein in Tirol ausgewählt.

Folgende Hypothesen werden in der vorliegenden Arbeit überprüft:

1. Kühe mit spezifischen Antikörpern (Ak) gegen S. Dublin zeigen im Vergleich zu Kühen ohne Ak Leistungseinbußen.
2. Kühe mit positiven S. Dublin Erregernachweis zeigen im Vergleich zu negativen Kühen Leistungseinbußen.
3. Kühe, die S. Dublin über einen längeren Zeitraum ausschieden (Dauerausscheider) zeigen im Vergleich zu erregernegativen Kühen Leistungseinbußen.

2 Literaturübersicht

2.1 Allgemeines zu *Salmonella* bei Rindern

Die Gattung *Salmonella* gehört taxonomisch zur Familie der *Enterobacteriaceae* und zur Klasse der *Gammaproteobacteria* (Selbitz et al. 2015). Zur Gattung *Salmonella* zählen ausschließlich zwei Arten, nämlich *Salmonella enterica* und *Salmonella bongori*. *Salmonella enterica* wiederum wird in die sechs Unterarten *Salmonella enterica* subsp. *enterica*, subsp. *salamae*, subsp. *arizonae*, subsp. *diarizonae*, subsp. *houtenae* und subsp. *indica* unterteilt. Anhand des White-Kaufmann-Le Minor-Schemas werden die Salmonellen schließlich in mehr als 2500 Serovarietäten (Kurzform Serovare) klassifiziert.

Salmonellen verursachen enterische Erkrankungen mit systemischen Infektionen, die in der Tierhaltung zu erheblichen wirtschaftlichen Verlusten führen können. Sie besitzen ein breites Wirtsspektrum mit Zoonosepotenzial, wodurch sie eine wichtige Rolle in der öffentlichen Gesundheit und Tierproduktion spielen. Mehrere *Salmonella* Serotypen können Rinder infizieren, wobei die häufigsten Rindersalmonellosen von *Salmonella enterica* subsp. *enterica* Serovar Typhimurium (*S. Typhimurium*) und *Salmonella enterica* subsp. *enterica* Serovar Dublin (*S. Dublin*) verursacht werden (Costa et al. 2012).

Salmonellen sind 0,7-1,5 x 2,0-5,0 µm große, gramnegative und fakultativ anaerobe Stäbchenbakterien. Sie besitzen eine äußere Membran mit typischen Lipopolysacchariden und auch Flagellen, welche die Motilität ermöglichen. Neben dem Kerngenom haben die *Enterobacteriaceae* noch einen flexiblen Genpool, der für die Pathogenität und für das Überleben in einem anderen Habitat von Bedeutung ist (Selbitz et al. 2015).

Salmonellen können Monate in organischer Materie, Gülle, Mist oder im Boden überleben, wobei die Temperatur, der pH-Wert und andere Mikroorganismen die Lebenszeit beeinflussen (Nielsen 2013). In gelagerter Gülle verringert sich die Anzahl von *S. Dublin*, da der pH-Wert sinkt und sich toxische Stoffe anhäufen (Jones et al. 1977). Das Bakterium ist hingegen in der Lage, in eingetrockneten Mist Jahre zu überleben und kann sich bei warmen und feuchten Bedingungen sogar außerhalb des Wirts vermehren (Nielsen 2013).

Die einzelnen *Salmonella enterica* subsp. *enterica* Serovare lassen sich anhand ihrer Haupt-O-Antigene in O-Gruppen einordnen. Das rinderadaptierte Serovar *S. Dublin* gehört laut dem

White-Kauffmann-Le-Minor-Schema mit weiteren Serovaren (z.B. *S. Enteritidis*) zur O-Gruppe D (Haupt-O-Antigen 9). Die gesamte Antigenformel von *S. Dublin* lautet ,1,9,12 : g,p : -, (O-Antigene : H-Antigene Phase 1 : H-Antigene Phase 2 [fehlt bei *S. Dublin*]). Erst die exakte Bestimmung der Antigenformel ermöglicht die Klassifizierung von *Salmonellen*-Isolaten in Serovare (Hinton 1977).

2.2 Epidemiologie von *Salmonella* Dublin

Das Auftreten von *S. Dublin* weist regionale Unterschiede auf, so lässt sich in Österreich die Konzentration der Fälle auf einzelne Bundesländer zurückführen. Grund dafür ist die traditionelle Art der Rinderhaltung in Teilen von Salzburg, Vorarlberg und Tirol. Im Gegensatz zu anderen Bundesländern werden die Tiere dort in den Sommermonaten auf die Almen zum Grasen getrieben (Allerberger et al. 2002). Ebenso gelten hier vor allem latent infizierte Rinder, deren Kot fäkal kontaminiertes Futter und verunreinigtes Wasser als Hauptinfektionsquelle (Nielsen 2013). Da sich auf einer Bergweide nicht nur Rinder eines Betriebes befinden, sondern auch die Tiere anderer, erhöht sich das Risiko einer Kreuzinfektion (Allerberger et al. 2002). Ein weiterer zu beachtender Punkt ist das saisonale Auftreten von *S. Dublin*. Carrique-Mas et al. (2010) stellten in ihrer Studie fest, dass *S. Dublin* hauptsächlich im Spätsommer und Herbst, also nach der Weidesaison, diagnostiziert wird, mit einem Höhepunkt im Oktober (Carrique-Mas et al. 2010).

Zudem stellte Vaessen et al. (1998), wie auch Bazeley (2006) einen Zusammenhang zwischen einer *S. Dublin* Infektion und einem Befall mit *Fasciola hepatica* in Rinderbetrieben fest. Die Grundlage für diesen Zusammenhang bildet die Schwächung des Immunsystems durch den Parasiten und die damit verbundene Anfälligkeit für Infektionen (Nielsen 2013). Auch Richardson und Watson (1971) dokumentierten, dass in Betrieben mit einem Leberegelproblem häufiger *S. Dublin* auftritt, während Morisse und Cotte (1994) keinen Zusammenhang sahen, da die Verteilung von *S. Dublin* in der Kontrollherde sowie in der infizierten Herde gleich war. Demnach bedarf es hier noch weiterer Bestätigung (Morisse und Cotte 1994).

Salmonella Dublin hat im Gegensatz zu anderen Serotypen eine besonders hohe Erregerpersistenz, was die Position als wirtsangepasstes Serovar bei Rindern bestätigt. Der Eintrag des Bakteriums in den Betrieb erfolgt meist über die Aufnahme von kontaminierten Wasser oder Futter sowie über Nagetiere, Vögel und andere Nutztiere, die sich auf derselben Weide befinden oder zugekauft wurden (Nielsen et al. 2004). Problematisch scheint auch die

Persistenz des Bakteriums in leeren Stallungen, nachdem die Rinder auf die Weide getrieben wurden. Es ist zudem anzunehmen, dass die Reinigung der Stallungen mit Hochdruckreiniger kontaminierte Aerosole in andere Bereiche verträgt (Barrow 2013).

2.3 Pathogenese der *Salmonella* Dublin Infektion beim Rind

Die Pathogenität des Bakteriums beim Rind hängt von dem Gesundheitsstatus des Tieres und von der Infektionsdosis ab. Klinische Symptome sind ab einer Infektionsdosis von 10^6 KbE (Kolonie-bildende Einheiten) per os nachweisbar. Es gilt: Je höher die Infektionsdosis, desto mehr Erreger werden im Kot und in der Milch ausgeschieden und desto mehr klinische Symptome sind zu beobachten (Nielsen 2013). *Salmonella* Dublin gelangt über fäkal-orale Übertragung und über Aerosole in den Wirt. Dort dringt es in die Darmschleimhaut ein und verursacht eine enterische Entzündung, die zur Stimulation von Makrophagen führt, wobei die Vermehrung von *S. Dublin* fakultativ intrazellulär, d. h. auch in den Makrophagen erfolgt. Dies schützt das Bakterium wiederum vor Abwehrreaktionen des Wirtes. Die infizierten Makrophagen verbreiten sich systemisch im Körper und es kommt zu einer Bakteriämie (Holschbach und Peek 2018).

In Trägartieren persistiert *S. Dublin* in den Lymphknoten, der Leber, der Gallenblase und der Milz (Nielsen et al. 2004). Außerdem besitzen einige Stämme von *S. Dublin* ein Virulenzplasmid mit dem SpV-Gen (*Salmonella* plasmid virulence Proteine), wodurch das Überleben in den Makrophagen erleichtert wird (Holschbach und Peek 2018).

Bei trächtigen Tieren kann sich *S. Dublin* durch die hämatogene Ausbreitung in Uterus und Fötus ansiedeln. Aufgrund der Endotoxämie kommt es zur Freisetzung von Entzündungsmediatoren wie Prostaglandinen. Diese können eine sekundäre Luteolyse verursachen. Zudem besteht die Gefahr einer Pyrexie des Muttertiers, die den Fetus direkt schaden kann (Holschbach und Peek 2018).

Die experimentelle Studie von Hall und Jones (1977) zeigte, dass die *S. Dublin* Konzentration in der Plazenta durch die rasante Multiplikation der Bakterien im Bindegewebe des Keimblatts zustande kommt. Infolgedessen entstehen Läsionen in der Plazenta und es kommt zu hormonellen Veränderungen. Alles zusammen führt zu einer Frühgeburt toter oder lebensschwacher Kälber (Hall und Jones 1977).

2.4 Das Klinische Bild einer *Salmonella* Dublin Infektion beim Rind

Die klinische Erscheinung einer Infektion mit *S. Dublin* nimmt mit dem zunehmenden Alter ab und reicht von einem perakuten bis zu einem chronischen Verlauf, dabei sind alle

Altersgruppen betroffen. Auftretende Symptome sind eine fieberhafte Bronchopneumonie, Enterocolitis, Diarrhoe, Reproduktionsstörungen, eine verminderte Milchleistung sowie Arthritiden bis hin zur akuten Septikämie, wobei der Verlauf auch inapparent sein kann (Selbitz et al. 2015).

Salmonella Dublin Infektionen können in eine akute und eine subakute Form eingeteilt werden. Eine akute enterische Salmonellose verursacht eine erhöhte innere Körpertemperatur, ein vermindertes Allgemeinverhalten, Inappetenz und führt zu einer sinkenden Milchleistung. Begleitet wird die akute Erkrankung von schweren Durchfällen, die Blut und Ablösungen der nekrotischen Darmschleimhaut enthalten können. Eine akute Salmonellose dauert ca. eine Woche, wobei es vorkommen kann, dass die Tiere innerhalb von vier bis sieben Tagen sterben (Barrow 2013).

Die subakute Form der *S. Dublin* Infektion verläuft ähnlich, aber mit abgeschwächten Symptomen, wenngleich Fieber nicht auftreten muss (Nielsen et al. 2004). Oft ist das einzige klinische Anzeichen eines asymptomatischen Trägartieres ein Abort, der ab dem siebten Trächtigkeitsmonat auftritt (Tab. 1). Richardson und Watson (Richardson und Watson 1971) dokumentieren in 223 von 352 *S. Dublin* positiven Betrieben das Auftreten von klinischen Symptomen, wobei in 31 dieser Betriebe Abort als klinisches Symptom auftrat. Weiters wurde auf 184 dieser untersuchten Betriebe Kälber mit klinischen Symptomen vorgefunden (Richardson und Watson 1971).

Am anfälligsten für eine Infektion mit *S. Dublin* sind Kälber in der zweiten bis sechsten Lebenswoche. Die Jungtiere leiden dabei an intestinalen Erkrankungen, Pneumonien, Fieber, Appetitlosigkeit, Durchfällen mit Dehydratation und Gewichtsverlust (Tab. 1). Lebensschwache Kälber können binnen 24-48 Stunden an der Infektion versterben (Barrow 2013).

An dieser Stelle ist hinzuzufügen, dass adulte Rinder, die sich von einer *S. Dublin* Infektion erholen, zu Trägern werden können, wobei zwei Formen unterschieden werden (Barrow 2013). Aktive Trägartiere scheiden *S. Dublin* regelmäßig oder kontinuierlich aus, während bei latent infizierten Trägartieren das Bakterium nur zu bestimmten Zeiten, wie zum Beispiel bei Stress, Krankheit, Transport oder beim Kalben ausgeschieden wird (Kirchner et al. 2012).

Daraus geht hervor, dass es bei latent infizierten Tieren durch Stresssituationen immer wieder zu einer Reaktivierung und somit zur jahrelangen oder lebenslangen Bakterienausscheidung kommt, wodurch sich ein wellenförmiger Verlauf der Erkrankung ergibt (Barrow 2013).

Tabelle 1: Krankheitssymptome und Sektionsbild der Salmonellose beim Rind auf einen Blick (nach Barrow 2013)

	Perakut	Akut	Subakut	Trägartiere
Symptome Kühe		Fieber, Mattheit, Inappetenz, Sinkende Milchleistung, Durchfälle	Abort, Abgeschwächte Symptome der akuten Form, Fieber möglich	Inapparent, Abort
Dauer		Eine Woche		Lebenslang, intermittierend kontinuierlich
Symptome Kälber	Apathie, hohes Fieber, plötzlicher Tod	Intestinalen Erkrankung, Pneumonien, Fieber, Inappetenz, Gewichtsverlust, Durchfälle, Dehydratation		Trägartier möglich
Pathologischer Befund	Submuköse, subseröse, petechiale Blutungen in Organen, Lungenstauung	Enteritis übelriechender, wässriger Chymus, fibrinöse Cholezystitis		Verdickung der Darmwand, Farbveränderung der Darmschleimhaut

2.5 Sektionsbild bei einer *Salmonella* Dublin Infektion

Weiteren Aufschluss gibt die Pathologie, wo mittels Sektion intestinale Läsionen mit diphtheroidem Charakter auf eine Salmonelleninfektion hinweisen können.

Bei der perakuten Salmonelleninfektionen werden submuköse oder subseröse petechiale Blutungen in mehreren Organen, wie zum Beispiel im Darm oder im Herz und eine Lungenstauung beobachtet (Barrow 2013).

Im Gegensatz dazu zeigt sich im Fall einer akuten Salmonellose eine diffuse katarrhalische hämorrhagische Enteritis mit diffuser fibrinonekrotischer Ileotyphlocolitis. Der Chymus ist übelriechend und wässrig und kann zudem Vollblut und Schleim enthalten. Die mesenterialen Lymphknoten können vergrößert, ödematisiert oder mit Blut infiltriert sein. Außerdem kann bei einer akuten Salmonellose häufig eine entzündete Gallenblase festgestellt werden, weshalb der histopathologische Befund einer fibrinösen Cholezystitis pathognomonisch für eine akute Salmonellose ist (Barrow 2013).

Zu den bei chronischer Salmonellose beobachteten Veränderungen zählen eine Verdickung der Darmwand sowie eine Farbveränderung der Darmschleimhaut. Da die Befunde der pathologischen Untersuchung nicht ausreichen, um eine sichere Diagnose zu stellen, ist jedoch ein labordiagnostischer Erregernachweis notwendig (Barrow 2013).

2.6 Diagnose einer *Salmonella* Dublin Infektion

Die Symptome einer *S. Dublin* Infektion sind nicht immer eindeutig, daher gibt es eine lange Reihe an Differenzialdiagnosen, wie zum Beispiel Bovine Virusdiarrhoe, *Brucella abortus*, *Neospora caninum* und Infektiöse Bovine Rhinotracheitis (Bazeley 2006). Um die Verdachtsdiagnose zu bestätigen, ist daher eine Laboruntersuchung notwendig (Holschbach und Peek 2018).

Als geeignetes Untersuchungsmaterial für konventionelle bakteriologische Kulturverfahren eignen sich Durchfallkot und Umweltproben sowie Körperflüssigkeiten der betroffenen Organe (Gelenkpunktat, Lungenlavage) oder Sektionsmaterial (Nielsen 2013). Es handelt sich um ein schrittweises Verfahren, bei dem versucht wird, lebende Bakterien aus dem Probenmaterial zu isolieren. *S. Dublin* befindet sich v. a. bei akut infizierten oder klinisch kranken Tieren im Kot. Aktive Träger können mithilfe wiederholter Kotkulturen nachgewiesen werden. Vorteile des kulturellen Erregernachweises sind die Möglichkeit der Serotypisierung sowie der Anfertigung eines Antibioogrammes und eine Spezifität (Sp) von 100 %, allerdings fällt die Sensitivität (Se) mit 16–20 % gering aus (Holschbach und Peek 2018).

Neuere Untersuchungsmethoden zeigen hingegen eine hohe Sensitivität und liefern ein schnelles Ergebnis. Laut Persson et al. (2012) wird bei einer Echtzeit Polymerase-Ketten-Reaktion (rt-PCR) mit Reinkulturen eine Se und Sp von 100 % erreicht. Ebenso weist die traditionelle Polymerase-Ketten-Reaktion (PCR) bei Auswahl der richtigen Zielsequenz eine Se und Sp von 100 % auf (Persson et al. 2012). Als Probenmaterial für eine PCR können Umwelt-, Fäkal-, aber auch Lebensmittelproben verwendet werden. Die traditionelle PCR überprüft das Vorhandensein von genetischem Material des Bakteriums, während der quantitative Nachweis von Erreger DNA mithilfe einer rt-PCR durchgeführt werden kann. Allerdings zeigen sich Beeinträchtigungen in der Serovar-Klassifizierung. Ist das PCR-Untersuchungsergebnis positiv, muss zur Identifizierung des Serovars daher eine bakteriologische Folgekultur angelegt werden. (Holschbach und Peek 2018).

Traditionell werden Salmonellen mittels kultureller Anreicherungsverfahren nachgewiesen. Die dabei eingesetzten Anreicherungsmedien enthalten neben spezifischen Wachstumsförderern auch Hemmstoffe zur Unterdrückung der Begleitkeime. Üblicherweise wird in der Salmonellen-Diagnostik eine Voranreicherung des Probenmaterials in gepufferten Peptonwasser für 24 Stunden bei 37°C durchgeführt. Anschließend werden die Voranreicherungskulturen in selektive Anreicherungsmedien wie Selenit- und Tetrathionat-Bouillon oder auf Rappaport-Vassiliadis-Agar überimpft und erneut bei 37°C (ggf. 43°C) für 24 h bebrütet (Barrow 2013) (Kirchner et al. 2012). Die Anreicherungskulturen werden schließlich auf Selektiv- und Differentialnährböden ausgestrichen und bebrütet (z.B. Rambach-Agar, XLD (Xylose-Lysin-Desoxycholat) Agar), auf denen Salmonellen anhand ihrer koloniemorphologischen Eigenschaften und durch den auf Stoffwechselforgänge beruhenden Farbwechsel des kolonieuengebenden Agars gut erkennbar sind. (Barrow 2013).

Die indirekte Diagnostik erfolgt anhand eines Enzyme-Linked Immunosorbent Assays (ELISA), welcher spezifische Ak gegen *Salmonella* Lipopolysacchariden bzw. gegen O-Antigene von *S. Dublin* erkennt. Als Untersuchungsmaterial kann Milch, eine Milchtankprobe oder Serum verwendet werden (Holschbach und Peek 2018). Während direkte Nachweisverfahren (bakteriologische Methoden) die Gegenwart von Erregern feststellen, erfasst ein ELISA das Vorhandensein von Ak. Daraus kann man schließen, dass *Salmonella* Ak auch ohne ein lebendes Bakterium im Wirt vorhanden sind (HEZIL et al. 2021). Außerdem ist das Ergebnis eines ELISAs ein halbquantitatives Maß für die Ak Menge. Beim Testresultat handelt es sich um ein hintergrundkorrigiertes Verhältnis der optischen Dichte der Testprobe zu einer positiven

Referenzprobe, die in ODC% (corrected optic-density measurements) angegeben wird (Nielsen 2013). Zudem beträgt die Sensitivität dieses Testverfahrens 59 % und die Spezifität 97 % (Barrow 2013).

ELISA-Verfahren werden bei Überwachungsprogrammen mit Tankmilchproben eingesetzt, da sich die Probengewinnung einfach gestaltet und die Testkosten gering sind. Allerdings besteht die Gefahr, dass Milch mit hohem S. Dublin Titer durch die Milch von nicht infizierten Tieren der Herde verdünnt wird und es dadurch zu einem negativen Befund kommt. Außerdem ist die Probennahme von Tankmilch auf laktierende Tiere beschränkt, wodurch keine Information über möglich infizierte Jungtiere oder trockenstehende bzw. Kühe mit Wartezeit aufgrund einer Therapie, deren Milch nicht in den Tank gelangt, erhoben wird (Holschbach und Peek 2018).

3 Tiere, Material und Methoden

Im Rahmen der Diplomarbeit wurden insgesamt 234 Kühe beprobt. Das mittlere Alter der Kühe lag bei fünf Jahren und vier Monaten, wobei das jüngste Rind zwei und das älteste 14 Jahre und vier Monate alt war. Bei der überwiegenden Mehrheit der Kühe handelte es sich mit 80 % um Tiere der Rasse Fleckvieh (FL). Weitere 10 % waren Fleckviehkreuzungen, die Rassenaufteilung ist in Tab. 2 angeführt.

Die Ergebnisse der Milchleistungsprüfung lagen nur für 168 (71,79 %) der im Rahmen der Studie untersuchten Kühe vor, da nur neun der zwölf untersuchten Betriebe Mitglieder des Landeskontrollverbandes waren. Die durchschnittliche Milchmenge pro Melkung betrug bei diesen Tieren 12,5 l mit einem Maximum von 25,4 l und einem Minimum von 4,6 l. Acht Betriebe hatten Anbindehaltung und vier Betriebe Laufstallhaltung.

Tabelle 2: Anzahl und Rassen der untersuchten Rinder

Anzahl	Kurzbezeichnung	Rasse
188	FL	Fleckvieh
11	FL x RF	Kreuzung von Fleckvieh und Red Friesian
10	GV	Grauvieh
5	BV	Braunvieh
4	FL x HF	Kreuzung von Fleckvieh und Holstein Friesian
4	PI	Pinzgauer
3	RF x FL	Kreuzung von Red Friesian und Fleckvieh
2	BV x FL	Kreuzung von Braunvieh und Fleckvieh
2	HF x FL	Kreuzung aus Holstein Friesian und Fleckvieh
2	RF	Red Friesian
1	FL x WG	Kreuzung von Fleckvieh und Guernsey-Rind
1	RF x HF	Kreuzung von Red Holstein und Holstein Friesian
1	WB x BV	Kreuzung aus Welsh-Black mit Braunvieh

3.1 Versuchsdurchführung

Die Untersuchung umfasste zwölf Milchviehbetriebe im Bezirk Kufstein in Tirol mit bekanntem Vorkommen von *S. Dublin*. Die Betriebe wurden anhand positiver Milchtankproben und wiederholt positiver Kotproben im Rahmen der vom Tiroler Tiergesundheitsdienst (T-TGD) durchgeführten Untersuchungen zur Salmonella-Prävalenz in Tirol ausgewählt. Neben dem

bestätigten Vorliegen einer *S. Dublin* Infektion der Herde, erfolgte die Auswahl durch die Bereitschaft der Tierhalter:innen an der Untersuchung teilzunehmen. Die vorliegende Untersuchung ist Teil einer größeren Studie zum Vorkommen von *S. Dublin* in Tiroler Milchviehbetrieben. Das Projekt wurde von der Ethik- und Tierschutzkommission der Veterinärmedizinischen Universität Wien geprüft und befürwortet sowie vom Bundesminister für Bildung, Wissenschaft und Forschung gemäß §§ 26ff. Tierversuchsgesetz 2012 genehmigt (GZ 2021-0.909.888). Die Befunde der Kotproben, auf die sich die Studie bezieht, sind Proben von adulten Kühen, die im Rahmen des T-TGD Überwachungsprogramms gesammelt und auf *S. Dublin* untersucht wurden. Die erste Kotprobenentnahme wurde von den zuständigen Tiroler Tierärzt:innen im November und Dezember 2021 durchgeführt, die zweite Kotprobenuntersuchung im Jänner, Februar und März 2022, wobei auf einem Betrieb die zweite Kotprobenentnahme erst im Mai 2022 stattfand. Die Projektdurchführung erfolgte im Zeitraum von Ende Januar 2022 bis Ende April 2022 auf allen zwölf landwirtschaftlichen Betrieben. Dabei wurden vom gesamten Rinderbestand Blutproben sowie von den laktierenden Kühen Milchproben entnommen und auf spezifische Ak gegen *S. Dublin* untersucht. Gleichzeitig wurde vor Ort der Body Condition Score der Einzeltiere erhoben. Die Fruchtbarkeits- und Leistungsparameter wurden mittels Fragebogen, der im Zuge der Beprobung gemeinsam mit den Landwirt:innen ausgefüllt wurde, sowie durch Auswertung von Leistungsdaten (Landeskontrollverband) ermittelt.

3.2 Probenentnahme

Im Rahmen der vom T-TGD durchgeführten Salmonellenprävalenzuntersuchung in Tirol wurde der Kot von den betreuenden Tierärzt:innen mit einem Rektalhandschuh aus dem Rektum des Rindes entnommen und in einen Universalbecher (Universalbecher PP/PE 120 ml Deckel grün, SEMADENI AG, Österreich) gegeben. Anschließend wurden die Proben zur kulturellen Untersuchung an die AGES in Linz geschickt. Die zweite Kotprobennahme erfolgte mit identischer Vorgehensweise, wobei das kleinste Zeitintervall zwischen den beiden Probenentnahme 57 und das größte 163 Tage betrug.

Die Blutentnahme erfolgte an der *V. caudalis mediana* mithilfe eines Vakuumsystems bestehend aus einer Vacuette (VACUETTE® Tube 9 ml CAT Serum Clot Activator, Greiner Bio-One International GmbH, Österreich) und einer Nadel (VACUETTE® Multiple Use Drawing Needle 20G x 1 ½“, Greiner Bio-One International GmbH, Österreich) wie von Baumgartner und Wittek (2018) beschrieben. Die Vacuette wurde mit einer Zahl, die einer Kuh zugeordnet wurde beschriftet und in die Plastikhalterung gesteckt. Anschließend wurden die

Probenröhrchen mithilfe einer Tierliste auf Vollständigkeit überprüft und im Kühlschrank zwischengelagert, bis sie am nächsten Morgen zur AGES (Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit GmbH) nach Linz gesendet wurden.

Für die Milchprobenentnahme wurde ein präpariertes Probenröhrchen zur Milchkonservierung verwendet (MK 100/15 PP S gD ProClin 150, KABE LABORTECHNIK GmbH, Deutschland). Zu Beginn wurden die Zitzen gereinigt sowie die ersten drei Milchstrahlen jedes Viertels verworfen. Anschließend wurde von allen vier Zitzen in ein beschriftetes Probenröhrchen etwa 2 ml Milch je Viertel gemolken. Die Probenröhrchen wurden mit der dem Tier zugehörigen Zahl beschriftet und in eine Halterung gesteckt. Nach vollendeter Probenentnahme wurde kontrolliert, ob von jeder laktierenden Kuh eine Milchprobe vorhanden ist.

Das gesamte Probenmaterial wurde am Ende auf Vollständigkeit überprüft, gekühlt im Kühlschrank zwischengelagert und am nächsten Morgen nach Linz zur AGES verschickt, wo die labordiagnostische Auswertung erfolgte.

3.3 Labordiagnostik

Die Labordiagnostik der entnommenen Proben erfolgte an der AGES in Linz. Die Blut- und Milchproben wurden mit PrioCHECK™ S. Dublin Ab Strip Kit (PrioCHECK® ELISA (Prionics) PV8299, Thermo Fisher Scientific Inc., Österreich) auf Ak gegen S. Dublin gemäß den Herstellerangaben untersucht. Es handelt sich dabei um einen indirekten ELISA zum Nachweis von Ak gegen Lipopolysacchariden (LPS) des O-Antigens 1, 9, und 12 von Salmonellen.

In den Kotproben wurde S. Dublin durch eine bakteriologische Kultur nachgewiesen. Dazu wurden die Kotproben in Peptonwasser angereichert und auf MSRV-Agar aufgetropft. Bei positivem Schwärmverhalten wurden diese auf Selektivnährböden subkultiviert und verdächtige Kolonien mittels MALDI-TOF bestätigt. Die bestätigten Kolonien wurden dann zur Serotypisierung an das nationale Referenzlabor Graz geschickt.

3.4 Beurteilung des Body Condition Score

Der Body Condition Score (BCS) entspricht der Körperkonditionsbeurteilung mithilfe eines Indexsystems von eins bis fünf, welches in Tab. 3 dargestellt ist. Hierbei bewertet man die Fettreserven der Rinder durch Adspektion und Palpation. Die Beurteilung der Fettpolster erfolgt an der rechten Körperseite sowie im hinteren Bereich und am Rücken (Feldmann und Fetrow 2013). In diesem Zusammenhang achtet man besonders auf die Ankonäen-, Gluteal-, Schenkel- und lange Rückenmuskulatur. Zur Überprüfung der subkutanen Fettreserven

wurden die Schwanzwurzel und die Kniekehle palpiert. Das subjektive Ergebnis wurde auf einer Skala mit Zwischenstufen von 0,5 für Tiere, die zwischen zwei BCS-Werten lagen, bewertet. Außerdem wurden Rasse, Nutzungsart und Produktionszyklus der Kühe bei der Bewertung berücksichtigt.

Tabelle 3: Body-Condition-Scoring beim Rind (Feldmann und Fetrow 2013)

Score	
1	Adipös
2	Sehr Guter Ernährungszustand
3	Guter Ernährungszustand
4	Mittelguter Ernährungszustand
5	Abgemagert

3.5 Auswertung der Leistungsparameter

Insgesamt wurden 234 Tiere beprobt, wobei nur neun Betriebe Mitglieder beim LKV waren und deshalb nur von 168 Kühen die Milchleistungsparameter zur Verfügung standen. Die Tiere ohne Angaben zur Milchleistung wurden daher für die Auswertung der Milchleistungsparameter ausgeschlossen.

Für die Datenauswertung wurden die Ergebnisse der Milchmessung verwendet, die zeitlich am besten zu dem Datum der Beprobung passen. Die zur Verfügung stehenden Milchdaten stammten aus einem Zeitraum von neun Wochen und fünf Tagen vor bis acht Wochen nach der Probennahme (Mittelwert = drei Wochen eineinhalb Tage). Im Falle von trockengestellten Tieren hingegen wurden die Daten der vorherigen oder folgenden Milchmessung herangezogen. Das Fehlen von Milchdaten im entsprechenden Zeitraum der Probenentnahmen führte bei acht Kühen zum Ausschluss der Erhebung.

Des Weiteren wurde anhand der Milchmessergebnisse der Fett–Eiweiß–Quotient (FEQ) erhoben. Die Berechnungen und die gesammelten Werte wurden mithilfe von Microsoft Excel 2010 für Windows (Microsoft Corporation, Redmond, USA) dargestellt. Für die Berechnung des FEQ wurde der Fettgehalt durch den Eiweißgehalt dividiert und das Ergebnis notiert. Ebenfalls ließ sich mit Microsoft Excel das Alter in Tagen der einzelnen Tiere ermitteln. Zur Altersberechnung der Tiere wurde der Tag der Probennahme und das Geburtsdatum des Tiers herangezogen.

3.6 Statistische Auswertung

Insgesamt wurden 234 Kühe untersucht. Die Ergebnisse wurden von November 2021 bis Mai 2022 gesammelt. Die Verarbeitung der Rohdaten erfolgte mit Microsoft Excel 2010 für Windows (Microsoft Corporation, Redmond, USA). Mit dem Programm SPSS-Statistics (IBM Corporation, Armonk, New York) wurde im Anschluss die weitere statistische Analyse durchgeführt. Neben einer deskriptiven Statistik wurde infizierte und nicht infizierte Tiere mittels T-Test und Chi-Quadrat-Test verglichen. Das Signifikanzniveau wurde für alle Analysen mit 5 % ($p < 0,05$) festgelegt.

Um Unterschiede in der Milchleistung und im Alter zwischen gesunden Tieren und Tieren mit positivem Befund festzustellen, wurde eine statistische Untersuchung mittels T-Test durchgeführt. Der Zeitraum zwischen der ersten Kotuntersuchung und der Milchmessung betrug maximal vier Monate. Alle erhobenen Messdaten wurden unverändert verwendet, mit Ausnahme der Zellzahl (ZZ), die logarithmiert wurde, um eine Normalverteilung zu erhalten und im T-Test verwendet werden zu können.

Der Chi-Quadrat-Test nach Pearson wurde verwendet, um den BCS mit den Kotuntersuchungen, Serum- wie auch Blutproben in Beziehung zu setzen und die Signifikanz zu bestimmen.

4 Ergebnisse

Der Mittelwert der im Zuge der Untersuchung erhobenen Milchmenge liegt bei 12,49 l, das Minimum bei 4,6 l und das Maximum bei 25,4 l. Der Fett-Eiweiß-Quotient lag mit einem Mittelwert von 1,2 im physiologischen Bereich. Das Durchschnittsalter der Tiere betrug fünf Jahre drei Monate, wobei das jüngste Tier zwei Jahre und das älteste Tier 16,68 Jahre alt war. Die BCS-Verteilung lag mit einer Häufigkeit von 75,2 % bei einem Score von 3.

Bei den über 24 Monate alten Tieren wurden im November und Dezember 2021 sowie im März 2022 Kotuntersuchungen durchgeführt. Von den insgesamt 216 untersuchten Kühen waren 78 (36,1 %) positiv. Von diesen positiven Rindern wurden 77 im Rahmen einer zweiten Kotuntersuchung zwischen Februar und Mai 2022 erneut untersucht. Ein Rind hatte inzwischen den Betrieb verlassen. Bei der Nachuntersuchung waren 30 (39,0 %) Tiere erneut positiv. Diese 30 Rinder wurden im Rahmen der Untersuchung als Dauerausscheider eingestuft.

Weiters wurden im Rahmen der Studie 234 Serumproben untersucht, von denen 23,1 % (54) positiv und 76,9 % (180) negativ waren. In der Milch waren von 215 untersuchten Milchproben 44,9 % (92) positiv.

Zudem wurden mithilfe eines Fragebogens Informationen zur Reproduktion in den teilnehmenden Betrieben gesammelt. Dabei klagten alle zwölf Betriebe über Probleme im Bereich der Reproduktion. In sieben Herden kam es zu Aborten, in drei Herden wurden auch weitere Reproduktionsstörungen wie z. B. Probleme beim Trächtigen werden beobachtet. Die Zwischenkalbezeit betrug bei 50 % der Betriebe etwa ein Jahr. In fünf Herden wurde eine Zwischenkalbezeit von mehr als einem Jahr und in einem Betrieb von weniger als einem Jahr beobachtet. Außerdem wurden in drei Betrieben Durchfall bei Kühen registriert und 50 % der Herden hatten Probleme mit Mastitiden.

4.1 Milchleistung und erste Kotprobenuntersuchung

In der statistischen Auswertung mittels T-Test wurden signifikante Unterschiede in der Milchmenge und im Laktosegehalt zwischen den beiden Gruppen (Kot - S. Dublin positiv und negativ) festgestellt (Abb. 1). Die mittlere Milchleistung betrug 13,6 l bei den positiven Tieren und 11,8 l bei den negativen Tieren ($p=0,004$).

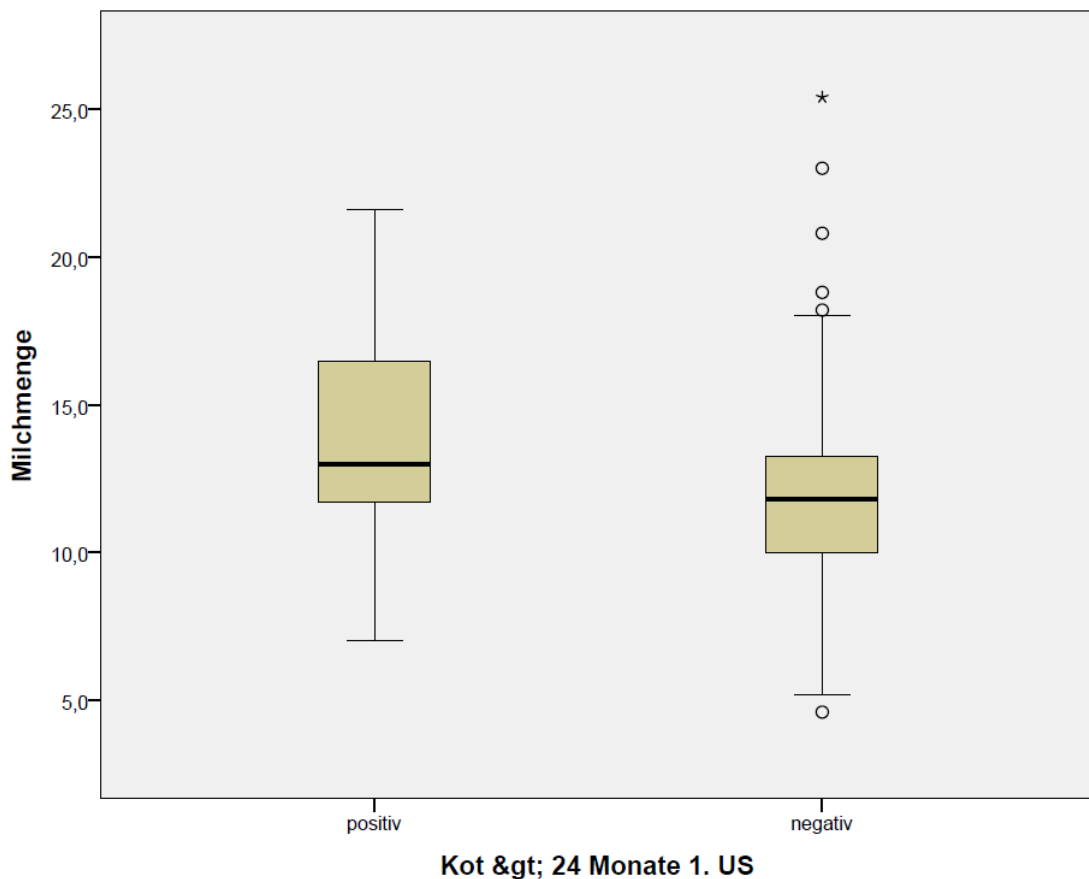


Abbildung 1 Verteilung der Milchmenge in Liter zwischen Rindern mit positivem und negativem S. Dublin Kotbefund bei der ersten Kotuntersuchung

Der mittlere Laktosegehalt der Milch betrug bei den positiven Tieren 4,73 % und bei den negativen Tieren 4,83 % ($p=0,001$). Die anderen Milchparameter wie Eiweiß, Fett und FEQ zeigten keine signifikanten Unterschiede (Abb. 2).

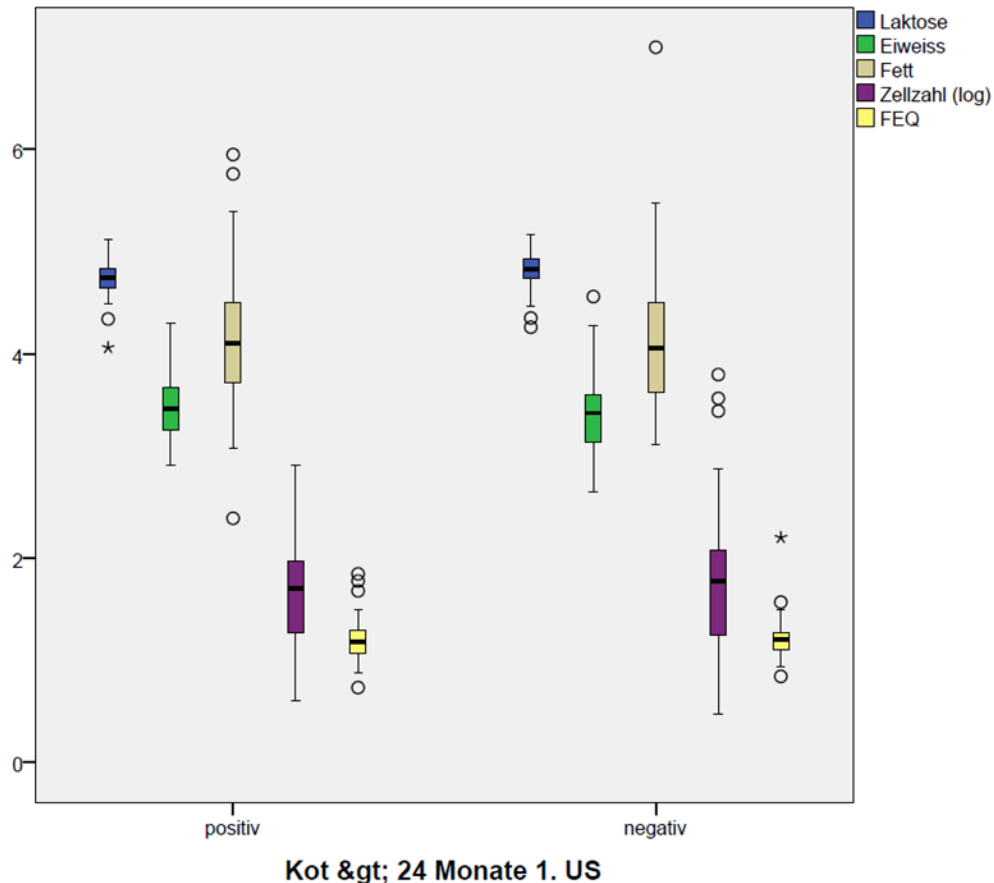


Abbildung 2: optische Darstellung mit Boxplot der positiv und negativ Gruppen bezüglich der Milchdaten

4.2 Milchleistung und Dauerausscheider

Bei der zweiten Kotuntersuchung werden nur die Tiere berücksichtigt, die bei der ersten Untersuchung ein S. Dublin-positives Ergebnis hatten. Ein positives Ergebnis bei der zweiten Kotuntersuchung weist somit auf Dauerausscheider hin. Die Milchmesswerte beziehen sich auf die gleiche Datenerhebung wie bei der ersten Kotuntersuchung. Bei der zweiten Kotuntersuchung wiesen die Milchmenge und der Laktosegehalt keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen auf, während der Fettgehalt und der Fett-Eiweiß-Quotient signifikante Unterschiede aufwiesen. Dauerausscheider hatten einen mittleren Fettgehalt in der Milch von 4,61 % und negative Tiere einen mittleren Fettgehalt von 4,07 %

($p=0,017$). Infizierte Tiere wiesen einen mittleren FEQ von 1,34 auf, während negativ getestete Tiere einen mittleren FEQ von 1,17 aufwiesen ($p=0,01$).

4.3 BCS und erste Kotprobenuntersuchung

Der Chi-Quadrat Test zeigte eine signifikante Korrelation ($p=0,006$) zwischen dem BCS und dem Untersuchungsergebnis der Kotproben. S. Dublin positive Tiere wiesen dabei einen höheren BCS auf. In Tabelle 4 sind die BCS-Werte der jeweiligen Gruppen angeführt.

Tabelle 4: BCS (body condition score) Verteilung im Kot S. Dublin positiver und negativer Rinder

			Kot > 24 Monate 1. US		Gesamt
			positiv	negativ	
BCS 2	Anzahl	2	7	9	
	% innerhalb von BCS	22,2%	77,8%	100,0%	
3	Anzahl	50	111	161	
	% innerhalb von BCS	31,1%	68,9%	100,0%	
4	Anzahl	18	17	35	
	% innerhalb von BCS	51,4%	48,6%	100,0%	
5	Anzahl	8	3	11	
	% innerhalb von BCS	72,7%	27,3%	100,0%	
Gesamt	Anzahl	78	138	216	
	% innerhalb von BCS	36,1%	63,9%	100,0%	

4.4 BCS und Dauerausscheider

Die gleiche statistische Analyse wurde für den BCS der Dauerausscheider im Vergleich zum BCS der negativen Tiere durchgeführt. Es konnte dabei kein signifikanter Unterschied im BCS zwischen positiven und negativen Tieren festgestellt werden ($p=0,73$).

4.5 BCS und Serumproben

Es lagen Serumproben von 234 Tieren vor, von denen 180 Tiere negative Testergebnisse aufwiesen und bei 54 Tieren Ak gegen S. Dublin nachgewiesen wurden. Sowohl bei den positiven (24,4 %) als auch bei den negativen (75,6 %) Tieren überwog ein BCS von drei. Es

gab keinen signifikanten Unterschied zwischen Tieren mit Antikörpern im Serum und Tieren, die noch keinen Kontakt mit Salmonellen hatten ($p=0,13$).

4.6 BCS und Milchproben

Insgesamt wurden 215 Milchproben untersucht, von denen 110 negativ und 105 positiv waren. Ähnlich wie bei den Serumuntersuchungen hatten die meisten Tiere einen BCS von 3. Achtundsiebzig Tiere mit Ak in der Milch und 85 Tiere ohne Ak in der Milch hatten einen BCS von 3. Zur Berechnung der Signifikanz wurde der Chi-Quadrat-Test nach Pearson verwendet. Es konnte kein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Gruppen festgestellt werden ($p=0,882$).

4.7 Alter und erste Kotuntersuchung

Die Korrelation zwischen dem Alter und dem Vorhandensein von *S. Dublin* im Kot wurde mittels T-Test ermittelt. Dabei wurde festgestellt, dass die *S. Dublin* positiven Tiere mit einem Durchschnittsalter von fünf Jahren, vier Monaten und drei Wochen, um drei Monate und zwei Wochen jünger waren als die negativ getesteten Tiere mit einem Durchschnittsalter von fünf Jahren, acht Monaten und zweieinhalb Wochen ($p=0,047$).

4.8 Alter und Dauerausscheider

Im Gegensatz zur ersten Kotuntersuchung waren die positiven Tiere bei der Untersuchung der Dauerausscheider im Durchschnitt ein Jahr und drei Monate älter als die gesunden Tiere. Die Signifikanz wurde mittels T-Test überprüft. Dauerausscheider waren im Mittel sechs Jahre und ein Monat alt, während gesunde Tiere im Mittel vier Jahre und zehn Monate alt waren ($p=0,018$).

4.9 Alter und Serumproben

Das Alter der Tiere mit Ak unterschied sich signifikant von dem der Tiere, die noch keinen Kontakt zu Salmonellen hatten. Positive Tiere waren im Durchschnitt sechs Jahre, drei Monate und zwei Wochen alt, während negative Tiere im Durchschnitt fünf Jahre und drei Wochen alt waren ($p=0,001$).

4.10 Alter und Milchproben

Ein ähnliches Ergebnis ergab sich in Bezug auf den T-Test der Tiere mit positiven Ak in der Milch und dem Alter. Tiere, die Ak in der Milch ausschieden, waren im Mittel fünf Jahre, neun

Monate und zwei Wochen alt und negativ getestet Kühe waren vier Jahre, zehn Monate und eine Woche alt ($p=0,008$).

5 Diskussion

Die vorliegende Arbeit ist Teil einer größeren Untersuchung zum Vorkommen von *S. Dublin* in Tiroler Milchviehbetrieben und zielt darauf ab, die Auswirkungen von *S. Dublin* auf die Leistung von positiv getesteten im Vergleich zu negativen Kühen zu analysieren. Die Ergebnisse der Studie waren überraschend und stimmten in einigen Fällen nicht mit den Ergebnissen anderer Untersuchungen zu diesem Thema überein.

5.1 Kühe mit positivem *Salmonella* Dublin Erregernachweis zeigen im Vergleich zu negativen Kühen Leistungseinbußen

In der vorliegenden Arbeit konnten signifikante Unterschiede in der Milchleistung, dem BCS und dem Alter zwischen der *S. Dublin*-positiven Gruppe und der *S. Dublin*-negativen Gruppe festgestellt werden.

5.1.1 Unterschiede in der Milchleistung zwischen den beiden Gruppen

Die Hypothese, dass *S. Dublin* positive Tiere eine geringere Milchleistung als gesunde Tiere haben, konnte im Zuge der vorliegenden Untersuchung nicht bestätigt werden. Die Ergebnisse zeigten, dass die Tiere, die bei der ersten Kotuntersuchung positiv waren, eine höhere Milchleistung hatten als die negativen Tiere. Die durchschnittliche Milchmenge der *S. Dublin*-positiven Tiere betrug 13,67 l, während die negativ getesteten Tiere eine durchschnittliche Milchmenge von 11,88 l aufwiesen. Außerdem wiesen die infizierten Rinder eine signifikant niedrigere Laktosekonzentration und eine niedrigere ZZ auf.

Die beobachteten Unterschiede in der Milchleistung werfen die Frage auf, ob es sich um ein zufälliges Ergebnis handelt. Ein Vergleich der Ergebnisse mit anderen Studien, die sich mit einem ähnlichen Thema beschäftigen, könnte diese Frage beantworten.

So berichtete Bazeley (2006) von einem Betrieb mit ausgeprägtem Milchrückgang bei klinisch an Salmonellose erkrankten Tieren. Dieser Betrieb hatte 100 Milchkühe mit einer durchschnittlichen Milchleistung von 7.000 Litern. Bei klinisch erkrankten Tieren stellte Bazeley einen Milchleistungsrückgang von 19.430 l innerhalb von zwei Monaten fest (Bazeley 2006). Nur wenige Berichte quantifizieren den Milchleistungsrückgang bei infizierten Kühen ohne klinische Symptome. Auch die Studien von Cummings et al. (2009) und Nielsen et al. (2013) beschreiben im Gegensatz zur vorliegenden Studie hohe Milchverluste bei klinisch erkrankten Tieren. An dieser Stelle stellt sich die Frage, ob der ausgeprägte Milchrückgang nur bei infizierten Tieren mit eindeutigen Symptomen zu beobachten ist. Es ist auch wichtig zu

beachten, dass verschiedene andere Faktoren wie das Management und der allgemeine Gesundheitszustand der Kühe zu diesen unterschiedlichen Ergebnissen führen können. Auch wenn die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung darauf hindeuten, dass *S. Dublin* positive Kühe eine höhere Milchleistung als negative Tiere aufweisen ist dieses Ergebnis zu bezweifeln, steht es doch im Widerspruch zur aktuellen Literatur. Mögliche Ursachen für dieses überraschende Ergebnis könnte in der vergleichsweise geringen Tierzahl und dem teilweise beträchtlichem Abstand zwischen Kotuntersuchung und Erhebung der Milchleistung liegen. Andererseits wäre es im Umkehrschluss auch denkbar, dass Kühe mit hoher Milchleistung anfälliger für Infektionen sind und daher öfter mit *S. Dublin* infiziert sind. Dies bleibt jedoch spekulativ und bedarf weiter, detailliertere Untersuchungen an einer größeren Tierzahl.

5.1.2 Unterschiede im BCS zwischen den beiden Gruppen

Die Auswirkungen einer Infektion mit *S. Dublin* zeigten in unserer Erhebung signifikante Unterschiede im BCS im Vergleich zu negativen Tieren. Dennoch wurde die Hypothese, dass *S. Dublin* positive Tiere einen schlechteren Körperkondition haben als negative Tiere, widerlegt. In der vorliegenden Studie konnte beobachtet werden, dass *S. Dublin* positive Kühe tendenziell einen höheren BCS aufwiesen als negative Tiere. Daraus kann gefolgert werden, dass eine Infektion mit *S. Dublin* mit einer erhöhten Körperkondition einhergehen kann. Dieses Ergebnis kann unterschiedlich interpretiert werden. Eine mögliche Erklärung ist, dass Tiere mit einem höheren BCS anfälliger für eine Infektion mit *S. Dublin* sind oder dass eine *S. Dublin* Infektion zu einer Gewichtszunahme führt. Dies steht im Widerspruch zu zahlreichen Studien. Beispielsweise beschreibt Barrow (2013), dass Tiere, die mit *S. Dublin* infiziert sind, Inappetenz zeigen, was darauf schließen lässt, dass die Tiere Gewicht verlieren sollten. Aus dem BCS allein sollten jedoch keine Rückschlüsse auf die gesundheitlichen Auswirkungen einer Salmonellenerkrankung gezogen werden. Zur weiteren Klärung wären wiederum Untersuchungen an einer größeren Tierzahl mit gegenüber dem BCS objektiveren und sensitiveren Methoden wie der Messung der Rückenfettdicke, Stoffwechsellmarkern oder klinischen Gesundheitsindikatoren sinnvoll, um ein umfassenderes Bild zu erhalten.

5.1.3 Unterschiede im Alter zwischen den beiden Gruppen

Die Untersuchung von *S. Dublin* positiven und negativen Tieren ergab in der vorliegenden Studie einen signifikanten Altersunterschied. Infizierte Tiere waren dabei signifikant jünger als gesunde Rinder, wenn im Schnitt auch nur um drei Monate und zwei Wochen. Dieses Ergebnis

könnte daraufhin deuten, dass jüngere Tiere anfälliger für eine Infektion mit *S. Dublin* sind als ältere Tiere. Laut Nielsen et al. (2004) sind junge Kälber am anfälligsten für *S. Dublin* Infektionen. Da es sich in dieser Arbeit aber nur um Kühe handelt, erscheint diese Aussage wenig relevant. Jedoch beschreibt Nielsen auch, dass Zuchtkalbinnen unter einem größeren Infektionsdruck leiden als adulte Kühe (Nielsen et al. 2004).

5.2 Dauerausscheider zeigen im Vergleich zu erregernegativen Kühen Leistungseinbußen

Die Untersuchung der Auswirkungen von *S. Dublin* Dauerausscheidern im Vergleich zu negativ getesteten Tieren ergab signifikante Unterschiede im Fettgehalt der Milch, im FEQ und im Alter der Tiere.

5.2.1 Unterschiede in der Milchleistung zwischen den beiden Gruppen

Die Ergebnisse der Dauerausscheider zeigten im Gegensatz zur ersten Kotuntersuchung keine signifikanten Unterschiede in der Milchleistung und im Laktosegehalt positiver und negativer Kühe. Bei den Dauerausscheidern konnte jedoch ein signifikant höherer Fettgehalt und damit ein höherer FEQ festgestellt werden.

Der erhöhte Fettgehalt kann ein Zufallsbefund sein, aber auch auf eine erhöhte Fettproduktion oder veränderte Stoffwechselaktivitäten im Körper der Tiere zurückzuführen sein. Ein interessanter Befund war, dass Dauerausscheider im Vergleich zu negativen Tieren eine signifikant geringere Milchleistung aufwiesen. Dies deutet darauf hin, dass sich eine Salmonelleninfektion langfristig negativ auf die Milchleistung auswirken könnte.

In der Studie von Nielsen et al. (2013) wurde die Veränderung der energiekorrigierten Milchleistung (ECM) bei Kühen mit Salmonellose untersucht. Nielsen et al. (2013) stellten dabei fest, dass die Milchmenge bei älteren Kühen sieben bis 15 Monate nach der Infektion um 3,0 kg ECM pro Kuh und Tag reduziert war. Die Infektionsrate korrelierte dabei mit dem geschätzten ECM-Verlust, aber das Management hatte einen größeren Anteil am Verlust. Es ist jedoch zu beachten, dass die Studie mit neu infizierten Herden in der Ausbruchphase simuliert wurde, was zu einem höheren erwarteten Verlust führt (Nielsen et al. 2013).

Die veränderte Milchezusammensetzung, einschließlich eines erhöhten Fettgehalts der Dauerausscheider, lässt vermuten, dass eine chronische Entzündung oder andere physiologische Veränderungen die Milchproduktion beeinflussen. Diese Ergebnisse sind

relevant, da sie darauf hindeuten, dass Salmonelleninfektionen nicht nur kurzfristige Auswirkungen haben, sondern auch zu langfristigen Veränderungen führen könnten. Hiermit wurde die Hypothese, dass Leistungseinbußen in der Milchqualität bei Dauerausscheidern im Vergleich zur Negativgruppe vorliegen widerlegt, während sie für die Einbußen der Milchmenge bei Dauerausscheidern im Vergleich zu gesunden Tieren bestätigt werden konnte. Weitere Untersuchungen sind notwendig, um diese Einbußen genauer zu erfassen und geeignete Bekämpfungs- und Präventionsmaßnahmen zu entwickeln, um die negativen Auswirkungen auf die Milchwirtschaft zu minimieren.

5.2.2 Unterschied im BCS zwischen den beiden Gruppen

Im Gegensatz zu den Ergebnissen der ersten Kotuntersuchung zeigen Dauerausscheider im Vergleich zu gesunden Tieren keine signifikanten Unterschiede im BCS. Ein Grund dafür könnte sein, dass asymptomatische Trägartiere in der Regel keine klinischen Symptome zeigen (Richardson und Watson 1971). Dies deutet auch darauf hin, dass permanente Ausscheider nicht mit einer verminderten Körperkondition in Verbindung gebracht werden können und in betroffenen Betrieben alle Kühe labordiagnostisch auf Salmonellose untersucht werden sollten. Dabei ist jedoch zu bedenken, dass andere Faktoren den BCS durchaus stärker beeinflussen.

5.2.3 Unterschiede im Alter zwischen den beiden Gruppen

Vergleicht man das Alter der Dauerausscheider mit dem der negativen Tiere, so ergibt sich ein signifikanter Altersunterschied, d.h. die Dauerausscheider waren älter als die negativen Tiere. Dieses Ergebnis kann unterschiedlich interpretiert werden. Einerseits kann angenommen werden, dass ältere Tiere möglicherweise ein höheres Risiko haben, Dauerausscheider zu werden, andererseits kann es bedeuten, dass jüngere Tiere die Krankheit eher wieder loswerden. Die erste Interpretation wird von Nielsen et al. (Nielsen et al. 2004) teilweise widerlegt, da er in seiner Studie beschreibt, dass Kalbinnen, die zwischen dem ersten Lebensjahr und der ersten Kalbung infiziert wurden, sowie Kühe um den Kalbungszeitpunkt das höchste Risiko haben, dauerhaft Träger zu werden (Nielsen et al. 2004). Auch hier sind weitere detaillierte Untersuchungen an einer größeren Studienpopulation notwendig, um diese Frage beantworten zu können.

5.3 Kühe mit spezifischen Antikörpern (Ak) gegen *Salmonella* Dublin zeigen im Vergleich zu Kühen ohne Ak Leistungseinbußen

Zur Identifizierung der Ak positiven Tiere wurden 234 Serumproben und 215 Milchproben entnommen. Interessanterweise waren die Ergebnisse unterschiedlich. In den Serumproben wurden 54 (23 %) der Tiere als positiv identifiziert. In der Milch wurde bei 105 (48,8 %) Tieren Ak nachgewiesen. Daraus ergibt sich für die vorliegende Arbeit, dass doppelt so viele Rinder *S. Dublin* Ak in der Milch ausschieden als in den Serumproben nachgewiesen wurden. Laut Jones et al. (1977) korreliert der Milch ELISA aber gut mit dem Ak Nachweis im Serum. Warum dies in der vorliegenden Studie anders war, kann aus den Erhebungen nicht beantwortet werden und bedarf weiterer Untersuchungen.

5.4 Unterschiede zwischen den beiden Gruppen im Alter

Beim Vergleich der Altersgruppen mit dem Auftreten von Antikörpern konnte beobachtet werden, dass Tiere, die bereits Kontakt mit dem Bakterium hatten, älter waren als Tiere, die noch nie mit *S. Dublin* in Kontakt gekommen waren. Dieses Ergebnis lässt den Schluss zu, dass ältere Kühe mehr Zeit hatten, um mit *S. Dublin* in Kontakt zu kommen.

5.5 Betriebe mit positiven Tankmilch Ergebnissen und Problemen in der Reproduktion

Die Ergebnisse des Fragebogens über die Fruchtbarkeit der Tiere konnten leider nicht direkt zwischen den Gruppen verglichen werden, da die Daten für den Betrieb und nicht für das Einzeltier erhoben wurden. Interessant ist jedoch, dass alle zwölf Betriebe, welche eine positiv getestete Tankmilch aufwiesen, über Probleme im Stall klagten. Die auffälligsten Ergebnisse waren, dass in 58,33 % der Betriebe Aborte und in weiteren 50 % Mastitiden auftraten.

Carrique-Mas et al. (2010) beschrieben ähnliche Ergebnisse zum Abort wie in der vorliegenden Arbeit. In ihrer Studie beobachteten sie zwischen 2003 und 2008 in Großbritannien, dass bei 26,7 % von 1.348 adulten Rindern der Abort das vorherrschende klinische Zeichen einer Infektion mit *S. Dublin* war. Im Gegensatz dazu stellten Carrique-Mas et al. (2010) bei allen *Salmonella*-Serovaren Diarrhoe als häufigstes klinisches Symptom bei erwachsenen Rindern fest (Carrique-Mas et al. 2010).

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass eine häufigere Untersuchung der Tiere und die Einbeziehung mehrerer Milchdaten die Fehlklassifikationen reduzieren hätte können. Daher ist es nicht möglich, alle Faktoren zu berücksichtigen, die die Qualität und Quantität der Milch

beeinflussen und einen Einfluss auf den BCS haben können. Trotz der Einschränkungen soll mit dieser Studie gezeigt werden, dass die Detektion von *S. Dublin* positiven Tieren wichtig ist, um langfristige negative Auswirkungen auf die Milchwirtschaft zu reduzieren.

Das Ziel der vorliegenden Studie war es, durch die Analyse der Leistungsparameter der Kühe einen eventuellen Leistungsabfall bei *S. Dublin* positiven Tieren festzustellen. Die Ergebnisse zeigen jedoch, dass *S. Dublin*-positive Kühe eine höhere Milchmenge ($p=0,004$) hatten als negative Tiere und dass die Milch weniger Laktose enthielt ($p=0,001$). Auch die Dauerausscheider zeigten keine signifikanten Einbußen in der Milchleistung, im Gegenteil, der Fettgehalt ($p=0,017$) und das Fett-Eiweiß-Verhältnis ($p=0,01$) waren bei den infizierten Tieren signifikant höher. Vergleicht man die Milchleistung der Dauerausscheider mit der der negativen Tiere, so konnte man eine Abnahme der Milchleistung feststellen, die jedoch nicht signifikant war. Außerdem konnte beobachtet werden, dass Ag-positive Tiere einen signifikant höheren BCS hatten ($p=0,006$). Betreffend das Alter der Rinder konnte festgestellt werden, dass infizierte Tiere jünger waren als Tiere ohne Ag gegen *S. Dublin* ($p=0,047$). Andererseits waren Dauerausscheider ($p=0,018$) und Ag-positive Tiere im Serum ($p=0,001$) und in der Milch ($p=0,008$) signifikant älter.

Diese Ergebnisse können somit die Hypothese, dass erregerpositive Tiere, Dauerausscheider und Ak positive Tiere Leistungseinbußen im Vergleich zur Negativgruppe aufweisen nicht bestätigen. Diese Resultate stehen jedoch im Widerspruch zur verfügbaren Literatur und erfordern weitere Studien, die die Einbußen genauer erfassen. Weiters sind die in dieser Arbeit aufgeworfenen Fragen zu klären, ob Kühe mit höherer Milchleistung anfälliger für Infektionen sind oder ob jüngere Tiere von der Krankheit schneller wieder genesen als ältere Tiere.

Um den Zusammenhang zwischen *S. Dublin* und Leistungsverlusten noch genauer zu erklären, sind weitere Untersuchungen nötig. Dabei sollte besonders auf die Stichprobengröße und eine strengere objektivere Kontrolle, wie z. B. Messen der Rückenfettdichte anstatt des BCS, sowie auf mehreren Untersuchungen geachtet werden. Außerdem wäre der Bezug der Fruchtbarkeitskennzahlen für die Einzeltiere aus dem LKV, sowie eine zeitliche engere Abstimmung mit der Erhebung der Milchleistung empfehlenswert, damit sich die Ergebnisse besser miteinander vergleichen lassen.

6 Zusammenfassung

In der vorliegenden Studie wurde untersucht, ob ein Zusammenhang zwischen einer Infektion mit *S. Dublin* und Leistungsparametern bei Milchkühen besteht. Es wurden dabei die Hypothesen überprüft, dass *S. Dublin* Antikörper positive Rinder, erregerspositive Rinder und Dauerausscheider im Vergleich zu *S. Dublin* negativen Tieren einen Leistungsabfall aufweisen.

Insgesamt wurden 234 Kühe von 12 Betrieben beprobt. Die Tiere wurden in acht Betrieben in Anbindehaltung und in vier Betrieben in Laufställen gehalten. Die Mehrheit der Kühe (80 %) gehörte der Rasse Fleckvieh an. Das Durchschnittsalter der Kühe betrug fünf Jahre und vier Monate (min. = zwei Jahre/max. = 14 Jahre, fünf Monate) und die durchschnittliche Milchleistung pro Melkung lag bei 12,5 l (min. = 4,6 l/max. = 25,4 l). Bei den Ergebnissen der Milchleistungsprüfung ist zu beachten, dass nur Daten von 168 Tieren zur Verfügung standen, da nur neun der zwölf untersuchten Betriebe Mitglied im LKV waren.

Die Auswahl der Herden erfolgte aufgrund wiederholt positiver Testergebnisse auf *S. Dublin*, sowie der Bereitschaft der Tierhalter:innen an der Untersuchung teilzunehmen. Bei den Testergebnissen handelte es sich um Tankmilchproben und wiederholt positive Kotproben von adulten Kühen, die vom Tiroler Tiergesundheitsdienst zur Prävalenz von *S. Dublin* durchgeführt wurden. Die Ergebnisse der Kotproben wurden für die vorliegende Arbeit verwendet, um *Salmonella* positive Tiere und Dauerausscheider zu identifizieren.

Die Projektdurchführung fand in allen zwölf Betrieben im Zeitraum von Ende Januar 2022 bis Ende April 2022 statt. Dabei wurde von der gesamten Rinderherde Blut- und Milchproben entnommen und auf spezifische Antikörper gegen *S. Dublin* untersucht. Gleichzeitig wurde der Body Condition Score der Einzeltiere vor Ort erhoben. Die Fruchtbarkeitsparameter wurden mittels Fragebogen im Zuge der Beprobung erhoben und die Leistungsdaten anhand der Auswertung der Milchkontrolluntersuchungen des LKV (Landeskontrollverbandes) ermittelt. Anschließend wurden alle Proben auf Vollständigkeit überprüft und zur labordiagnostischen Untersuchung an die AGES nach Linz geschickt.

Insgesamt konnten die der Untersuchung zugrunde liegenden Hypothesen nicht bestätigt werden. Lediglich die Milchmenge der *S. Dublin* Dauerausscheider war geringer als die der negativen Tiere, jedoch nicht signifikant ($p=0,53$). Ein weiteres Ergebnis, das der Hypothese widerspricht, war, dass der BCS der *S. Dublin* positiven Tiere in der vorliegenden Untersuchung signifikant höher war als jener von negativen Tieren ($p=0,006$). Auch das Alter

der Tiere schien sich zwischen den Untersuchungszeitpunkten und den positiven und negativen Tieren zu unterscheiden. Während mit *S. Dublin* infizierten Tiere bei der ersten Kotuntersuchung jünger waren, waren sie bei der zweiten Kotuntersuchung sowie bei Vergleich mit den Serum- und Milchproben älter.

Diese Arbeit kann keine endgültigen Antworten zu eventuellen Leistungseinbußen beim Rind durch *S. Dublin* liefern. Es zeigt sich hier die Notwendigkeit weiterer Forschung, insbesondere im Hinblick auf die verminderte Milchleistung bei Dauerausscheidern. Außerdem stellt sich anhand der erhobenen Daten die Frage, ob jüngere Tiere die Infektion mit *S. Dublin* schneller bekämpfen können, da es dazu keine weiterführende Literatur zu geben scheint.

Zusammenfassend kann somit festgehalten werden, dass die vorliegende Studie zu dem Ergebnis kommt, dass eine Infektion mit *S. Dublin* langfristige Auswirkungen auf die Leistung der Tiere hat, die es näher zu erfassen gibt. Es konnte auch gezeigt werden, dass die Körperkondition (BCS) nicht direkt mit einer Infektion in Zusammenhang steht und dass *S. Dublin* Ak positive Tiere sowie Dauerausscheider älter waren als negative Tiere, wobei infizierte Tiere tendenziell jünger waren

In der vorliegenden Studie wiesen zum Untersuchungszeitpunkt nur wenige Betriebe klinische Symptome einer Salmonellose auf. Außerdem ist zu beachten, dass der Stichprobenumfang mit 234 Tieren relativ gering ist. Die Aussagekraft der Daten muss daher kritisch hinterfragt werden. Um die Aussagekraft zu erhöhen, sollten weitere Untersuchungen mit einer höheren Anzahl an Probenahmen und *S. Dublin* positiven Tieren durchgeführt werden.

7 Summary

The present study was part of a Tyrolean project, about the occurrence of *S. Dublin* in Tyrolean dairy farms. The hypotheses were investigated whether *S. Dublin* antibody positive cattle, pathogen positive cattle and carriers show a decrease in performance compared to *S. Dublin* negative animals.

A total of 234 cows from 12 farms were sampled. On eight farms the animals were kept in tethered housing and four cattle herds in playpen housing. The majority of the cows (80 %) belonged to the Fleckvieh breed. The average age of the cows was five years and four months (min. = two years/ max. = 14 years five months) and the average milk yield per milking was 12.5 litres (min. = 4,6 l/ max. = 25,4 l). With regard to the results of the milk yield test, it should be noted that data was only available from 168 animals, as only nine of the twelve farms were members of the LKV.

The selection of the herds was based on repeated positive test results on *S. Dublin*, as well as the willingness of the animal owners to participate in the examination. The test results were bulk tank milk samples and repeatedly positive faecal samples from adult cows, which were taken by the Tyrolean Animal Health Service on the prevalence of *S. Dublin*. The results of the faecal samples were used for the present work to identify *Salmonella* positive animals and carriers.

The project took place in all twelve farms in the period from the end of January 2022 to the end of April 2022. Blood and milk samples were taken from the entire cattle herd and tested for specific antibodies against *S. Dublin*. At the same time, the body condition score of the individual animals was recorded. The fertility parameters were collected by means of a questionnaire during the sampling and the performance data were determined on the basis of the evaluation of the milk control examinations of the LKV (Landeskontrollverband). Subsequently, all samples were checked for completeness and sent to AGES in Linz for laboratory diagnostics.

Overall, none of the underlying hypotheses could be confirmed. Only the milk quantity of the carriers was lower than that of the negative animals, but not significantly ($p=0,53$). Another result contradicting the hypothesis was that the BCS of the *S. Dublin* positive animals in the present study was significantly higher than that of negative animals ($p=0.006$). The age of the animals also appeared to differ. While the infected animals were younger at the first faecal samples, they were older at the second faecal examination as well as in the serum and milk

measurements. This work cannot provide definitive answers on possible performance losses in cattle due to *S. Dublin*, but the study raises further questions that should be investigated. In particular, attention should be paid to the reduced milk yield in carriers. In addition, the data collected raises the question of whether younger animals can fight *S. Dublin* infection more quickly, as there does not seem to be any further literature on this.

In summary, the present study concludes that infection with *S. Dublin* has long-term effects on animal performance that need to be highlighted more detailed. It could also be shown that body condition (BCS) is not directly related to infection and that *S. Dublin* Ab positive animals, as well as carriers, were older than negative animals, but infected animals tending to be younger. In the present study, only a few farms showed clinical symptoms of salmonellosis at the time of the study. It should also be noted that the sample size of 234 animals is relatively small. The significance of the data must therefore be critically questioned. In order to increase the significance, further investigations should be carried out with a higher number of samples and *S. Dublin* positive animals.

8 Literaturverzeichnis

- Allerberger, F.; Liesegang, A.; Grif, K.; Prager, R.; Danzl, J.; Höck, F. et al. (2002): Occurrence of *Salmonella enterica* serovar Dublin in Austria. In: *Euro surveillance : bulletin Europeen sur les maladies transmissibles = European communicable disease bulletin* 7 (4), S. 65–70. DOI: 10.2807/esm.07.04.00325-en.
- Barrow, Paul (Hg.) (2013): *Salmonella* in domestic animals. 2. ed. Wallingford: CABI Publ.
- Bazeley, Katrine (2006): An outbreak of Salmonellosis in a Somerset dairy herd. In: *Livestock* 11 (5), S. 42–46. DOI: 10.1111/j.2044-3870.2006.tb00046.x.
- Carrique-Mas, J. J.; Willmington, J. A.; Papadopoulou, C.; Watson, E. N.; Davies, R. H. (2010): *Salmonella* infection in cattle in Great Britain, 2003 to 2008. In: *The Veterinary record* 167 (15), S. 560–565. DOI: 10.1136/vr.c4943.
- Costa, Luciana F.; Paixão, Tatiane A.; Tsolis, Renée M.; Bäumlner, Andreas J.; Santos, Renato L. (2012): Salmonellosis in cattle: advantages of being an experimental model. In: *Research in veterinary science* 93 (1), S. 1–6. DOI: 10.1016/j.rvsc.2012.03.002.
- Cummings, K. J.; Warnick, L. D.; Alexander, K. A.; Cripps, C. J.; Gröhn, Y. T.; McDonough, P. L. et al. (2009): The incidence of salmonellosis among dairy herds in the northeastern United States. In: *Journal of dairy science* 92 (8), S. 3766–3774. DOI: 10.3168/jds.2009-2093.
- Feldmann, Maren; Fetrow, John (2013): Tierärztliche Bestandsbetreuung beim Milchrind. 3., überarbeitete Auflage. Hg. v. Martina Hoedemaker, Rolf Mansfeld und Aart de Kruif. Stuttgart: Enke. Online verfügbar unter <http://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:bsz:24-epflicht-1941586>.
- Hall, G. A.; Jones, P. W. (1977): A study of the pathogenesis of experimental *Salmonella* dublin abortion in cattle. In: *Journal of Comparative Pathology* 87 (1), S. 53–65. DOI: 10.1016/0021-9975(77)90079-2.
- HEZIL, D.; BENAMROUCHE, N.; TENNAH, S.; BENSEGHIR, H.; ZAATOUT, N.; ZAIDI, S. et al. (2021): Seroprevalence and risk factors associated with *Salmonella* Dublin presence in Algerian dairy farms. In: *J Hellenic Vet Med Soc* 72 (3), S. 3059. DOI: 10.12681/jhvms.28488.

- Hinton, M. (1977): The diagnosis of salmonella abortion in cattle with particular reference to *Salmonella dublin*. A review. In: *The Journal of hygiene* 79 (1), S. 25–38. DOI: 10.1017/s0022172400052815.
- Holschbach, Chelsea L.; Peek, Simon F. (2018): *Salmonella* in Dairy Cattle. In: *The Veterinary clinics of North America. Food animal practice* 34 (1), S. 133–154. DOI: 10.1016/j.cvfa.2017.10.005.
- Jones, P. W.; Smith, G. S.; Bew, J. (1977): The Effect of the Microflora in Cattle Slurry on the Survival of *Salmonella* Dublin. In: *British Veterinary Journal* 133 (1), S. 1–8. DOI: 10.1016/S0007-1935(17)34181-7.
- Kirchner, Miranda J.; Liebana, Ernesto; McLaren, Ian; Clifton-Hadley, Felicity A.; Wales, Andrew D.; Davies, Robert H. (2012): Comparison of the environmental survival characteristics of *Salmonella* Dublin and *Salmonella* Typhimurium. In: *Veterinary microbiology* 159 (3-4), S. 509–514. DOI: 10.1016/j.vetmic.2012.04.009.
- Morisse, J. P.; Cotte, J. P. (1994): Evaluation of some risks factors in bovine salmonellosis. In: *Veterinary research* 25 (2-3), S. 185–191.
- Nielsen, L. R.; Schukken, Y. H.; Gröhn, Y. T.; Ersbøll, A. K. (2004): *Salmonella* Dublin infection in dairy cattle: risk factors for becoming a carrier. In: *Preventive veterinary medicine* 65 (1-2), S. 47–62. DOI: 10.1016/j.prevetmed.2004.06.010.
- Nielsen, Liza Rosenbaum (2013): Review of pathogenesis and diagnostic methods of immediate relevance for epidemiology and control of *Salmonella* Dublin in cattle. In: *Veterinary microbiology* 162 (1), S. 1–9. DOI: 10.1016/j.vetmic.2012.08.003.
- Persson, S.; Jacobsen, T.; Olsen, J. E.; Olsen, K. E. P.; Hansen, F. (2012): A new real-time PCR method for the identification of *Salmonella* Dublin. In: *Journal of applied microbiology* 113 (3), S. 615–621. DOI: 10.1111/j.1365-2672.2012.05378.x.
- Richardson, A.; Watson, W. A. (1971): A Contribution to the Epidemiology of *Salmonella* Dublin Infection in Cattle. In: *British Veterinary Journal* 127 (4), S. 173–183. DOI: 10.1016/s0007-1935(17)37634-0.
- Selbitz, Hans-Joachim; Truyen, Uwe; Valentin-Weigand, Peter (Hg.) (2015): Tiermedizinische Mikrobiologie, Infektions- und Seuchenlehre. Unter Mitarbeit von Gottfried Alber, Gunter Amtsberg, Johann Bauer, Rolf Bauerfeind, Martin Beer, Christa Ewers et al. 10., aktualisierte Auflage. Stuttgart: Enke Verlag.

Small, R. G.; Sharp, J. C. (1979): Association between raw milk and human *Salmonella* dublin infection. In: *British medical journal* 2 (6190), S. 613. DOI: 10.1136/bmj.2.6190.613-a.

Vaessen, M. A.; Veling, J.; Frankena, K.; Graat, E. A.; Klunder, T. (1998): Risk factors for *Salmonella* dublin infection on dairy farms. In: *The veterinary quarterly* 20 (3), S. 97–99. DOI: 10.1080/01652176.1998.9694848.

9 Abbildungsverzeichnis

Tabelle 1: Krankheitssymptome und Sektionsbild der Salmonellose beim Rind auf einen Blick (nach Barrow 2013)	8
Tabelle 2: Anzahl und Rassen der untersuchten Rinder	12
Tabelle 3: Body-Condition-Scoring beim Rind (Feldmann und Fetrow 2013)	15
Tabelle 4: BCS (body condition score) Verteilung im Kot S. Dublin positiver und negativer Rinder	20

10 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Krankheitssymptome und Sektionsbild der Salmonellose beim Rind auf einen Blick (nach Barrow 2013)	8
Tabelle 2: Anzahl und Rassen der untersuchten Rinder	12
Tabelle 3: Body-Condition-Scoring beim Rind (Feldmann und Fetrow 2013)	15
Tabelle 4: BCS (body condition score) Verteilung im Kot S. Dublin positiver und negativer Rinder	20