

Risikofaktoren für infektiöse Zehenerkrankungen auf zwei Schweizer Rinderalpen

M. Schaub¹, M. Alsaad¹, C. Syring¹, J. Becker¹, J. Plüss¹, S. Blatter², F. Rachidi³, A. Starke³, A. Steiner¹

¹Wiederkäuferklinik, Vetsuisse-Fakultät, Universität Bern; ²Institut für Tierpathologie, Vetsuisse-Fakultät, Universität Bern; ³Klinik für Klautiere, Veterinärmedizinische Fakultät der Universität Leipzig, Deutschland

Zusammenfassung

In der vorliegenden Studie wurden mittels Analyse der Tier- und Behandlungsdaten von insgesamt 3256 Tieren der Rindergattung Risikogruppen für infektiöse Zehenerkrankungen auf zwei grossen Schweizer Rinderalpen identifiziert. Beide Alpen waren Teil des Bundesamts für Landwirtschaft (BLW) – Beratungsprojekts «Gesunde Tiere, attraktive Hirtenstellen und weniger Medikamente auf grossen Rinderalpen». Das Projekt wurde im Jahr 2020 aufgrund des vermehrten Vorkommens von Lahmheiten auf diesen Alpen gestartet.

Bakteriologische und histologische Untersuchungen sollten Hinweise geben, ob es sich bei der häufigsten Zehenerkrankung um Phlegmona interdigitalis (PI) handelte oder ob auch Dermatitis digitalis auftrat. Weiter wurden die zeitliche Verteilung der Krankheitsfälle über die Alpzeit und der Einfluss von Alp und Jahr für die Projektjahre 2020 bis 2022 untersucht und interpretiert und die Behandlungsinzidenzen zwischen den Jahren verglichen. Mehrfache Behandlungszyklen beim selben Rind wurden in persistierende Infektionen und Neuinfektionen eingeteilt.

Neunzehn von 394 erstbehandelten Rindern wurden klinisch untersucht, 12 der untersuchten Rinder wurden zusätzlich für bakteriologische und histologische Untersuchungen beprobt. Sowohl klinisch als auch in den Laboruntersuchungen zeigten alle Fälle typische Eigenschaften für PI. Hingegen ergaben sich keine spezifischen Hinweise auf das Vorkommen von Dermatitis digitalis. Bei der Behandlung mit Benzylpenicillin traten keine persistierenden Infektionen auf.

Mittels multivariater logistischer Regressionsanalyse konnten > 365–730 Tage alte Rinder (Odds Ratio OR 8,29), sowie besamte (OR 5,30) und nicht besamte (OR 7,85) Rinder als Risikogruppen für die untersuchte Erkrankung identifiziert werden ($p < 0,05$). Ein Zusammenhang mit der Brunstaktivität unbesamter Rinder und einer generell höheren Bewegungsaktivität bei Rindern im Vergleich zu Kühen – mit entsprechend erhöhtem Verletzungsrisiko – ist

Risk factors for infectious foot disorders on two Swiss cattle mountain pastures

In the present study, risk groups for infectious foot disorders were identified on two large Swiss cattle mountain pastures by analyzing animal and treatment data of a total of 3256 animals of the bovine species. Both mountain pastures were part of the Federal Office for Agriculture (FOAG) consultancy project «Healthy animals, attractive herdsmen positions and less medication on large cattle mountain pastures». The project was launched in 2020 following the increased incidence of lameness on these mountain pastures.

Bacteriological and histological analyses were to provide information as to whether the most common foot disorder was interdigital phlegmon (IP) or whether digital dermatitis also occurred. Further, the temporal distribution of cases over the mountain pasture season and the influence of mountain pasture and year were investigated and interpreted for the project years 2020 to 2022, and treatment incidences were compared between years. Multiple treatment cycles in the same individual were classified into persistent infections and new infections.

Nineteen of 394 first-treated cattle were clinically examined, 12 of them were additionally sampled for bacteriological and histological analyses. All cases examined showed, both clinically and following laboratory analyses, typical characteristics for IP. In contrast, there was no specific evidence for the presence of digital dermatitis. No persistent infections occurred during treatment with benzylpenicillin.

Multivariate logistic regression analyses identified > 365–730-day-old cattle (odds ratio OR 8,29), as well as inseminated (OR 5,30) and non-inseminated (OR 7,85) heifers as risk groups for the disease studied ($p < 0,05$). Association with the oestrus activity of non-inseminated heifers and a generally higher locomotor activity in heifers compared to cows – with a correspondingly increased risk of injury – is conceivable. Meat breeds had a reduced risk compared to dairy breeds (OR 0,29). Breed differences in

<https://doi.org/10.17236/sat00397>

Eingereicht: 22.02.2023
Angenommen: 23.04.2023

Risikofaktoren für infektiöse Zehenerkrankungen auf zwei Schweizer Rinderalpen

M. Schaub et al.

denkbar. Bei Fleischrassen war im Vergleich zu Milchrasen das Risiko vermindert (OR 0,29). Rasseunterschiede im Verhalten und/oder der Effektivität der lokalen Immunantwort könnten einen Einfluss haben. Das Wissen um die Risikogruppen kann zukünftig bei der Selektion der Alptiere und/oder der Planung des Weidemanagements berücksichtigt werden, um die Prävalenz von infektiösen Zehenerkrankungen und damit den Antibiotikaverbrauch zu reduzieren.

Schlüsselwörter: Alpung, Alter, Lahmheit, Phlegmona interdigitalis, Rasse, Rindvieh

behavior and/or the effectiveness of the local immune response might have an impact. Knowing about these risk groups can be put to use in the future when selecting animals to be taken to the mountain pastures and/or when planning pasture management in order to reduce the prevalence of infectious foot disorders and thereby the use of antibiotics.

Keywords: age, breed, cattle, interdigital phlegmon, lameness, mountain pastures

Einleitung

Die vorliegende Studie basiert auf Untersuchungen aus dem vom Bundesamt für Landwirtschaft (BLW) unterstützten Beratungsprojekt «Gesunde Tiere, attraktive Hirtenstellen und weniger Medikamente auf grossen Rinderalpen» (Appendix 1). Das Projekt wurde im Frühjahr 2020 aufgrund des vermehrten Vorkommens von Lahmheiten auf zwei grossen Rinderalpen in einem Bergkanton der Schweiz (im weiteren Text als «Pilotalpen» bezeichnet) gestartet. Im Jahr 2019 mussten dort gut 25 % der gealpten Rinder krankheitsbedingt antibiotisch behandelt werden. Dies ist sowohl aus Sicht der Strategie Antibiotikaresistenzen (StAR) des Bundes (<https://www.star.admin.ch/star/de/home.html>) als auch in Bezug auf die Wirtschaftlichkeit der Alpung als problematisch zu betrachten.

Die betroffenen Tiere zeigten plötzlich auftretende Lahmheiten unterschiedlichen Grades, sowie symmetrische Weichteilschwellungen (bezogen auf die Lokalisation einer Hautverletzung) eines Fusses. Selten waren zwei Gliedmassen gleichzeitig betroffen. Die Symptomatik wies auf die bakterielle Zehenerkrankung Phlegmona interdigitalis (PI) hin. Als verantwortlicher Erreger wird in der Literatur vor allem *Fusobacterium necrophorum* genannt.^{19,24,41} Auch andere gramnegative Anaerobier wie *Porphyromonas levii*, *Dichelobacter nodosus* oder *Prevotella intermedia* wurden in diesem Zusammenhang aus verändertem Gewebe isoliert.^{6,19,25}

Phlegmona interdigitalis wird grundsätzlich als Faktorenkrankheit angesehen, die unter unterschiedlichen Bedingungen auftreten kann.^{23,27,29} Begünstigend wirken unter anderem Umweltfaktoren wie hohe Luftfeuchtigkeit, Feuchtigkeit in der Umgebung oder hohe Temperaturen/Hitzestress.^{1,23} Mazerationen und generell Schädigungen der Hautbarriere (Verletzungen) ermöglichen das Eindringen von Erregern und damit die Entstehung der Erkrankung.^{17,36} Eine tabellarische Auflistung der relevanten Risikofaktoren mit dazugehörigen Massnahmen, die im Rahmen des Beratungsprojekts und teils bereits vor Projektstart getroffen wurden, ist als Anhang verfügbar (Appendix 2).

Zur Therapie ist eine – in der Regel systemische – Antibiotikagabe indiziert.²⁷ Wirkstoff der ersten Wahl zur Behandlung ist Benzylpenicillin.⁷ Neben dem hohen Antibiotikaverbrauch hat das vermehrte Vorkommen von PI auch einen erhöhten Arbeitsaufwand für das Alppersonal zur Folge. Die mit der Erkrankung einhergehenden Schmerzen^{23,27} bedeuten eine Einschränkung des Tierwohls und stellen zusammen mit dem vorhandenen Entzündungsprozess eine Indikation für den Einsatz von nicht-steroidalen Entzündungshemmern dar.⁷

Ziel der vorliegenden Arbeit war, zunächst durch Beschreibung der Klinik sowie gezielte bakteriologische und histologische Untersuchungen bei erkrankten Rindern Hinweise darauf zu erhalten, ob es sich bei den rapportierten Erkrankungen auf den Pilotalpen tatsächlich um PI handelte und ob auch akute Fälle von Dermatitis digitalis auftraten. Mittels Analyse der Tierdaten der behandelten Rinder der Projektjahre 2020 bis 2022 sollten Risikogruppen für die am häufigsten vorkommende Zehenerkrankung auf den Alpen identifiziert und die Resultate mit Erkenntnissen aus der Literatur verglichen werden. Die zeitliche Verteilung der Krankheitsfälle über die Alpzeit, der Einfluss der Alp und des Alpjahres sollten untersucht und interpretiert werden. Die Behandlungsinzidenz (Tage unter Antibiose) sollte ebenfalls ermittelt und zwischen den Jahren verglichen werden. Schliesslich sollten durch die Auswertung der Anzahl persistierender Infektionen im Vergleich zu Neuinfektionen Rückschlüsse auf den Erfolg der Antibiotikabehandlung gezogen werden.

Material und Methoden

Alpauffahrten

Zum Zeitpunkt der Alpauffahrten der beiden Pilotalpen in den Jahren 2020 bis 2022 wurden die ankommenden Rinder vor Ort hinsichtlich Lahmheiten und Verletzungen im Zehenbereich beurteilt. Wurde eine Verletzung festgestellt, wurden die betroffene Gliedmasse und die Ohrmarkennummer notiert. Durch den Vergleich mit dem Behand-

lungsjournal der Alp konnte festgestellt werden, ob das betreffende Rind später an der verletzten Gliedmasse aufgrund einer Infektion behandelt werden musste.

Alpbesuche

Im Jahr 2020 wurde jede der beiden Pilotalpen viermal besucht. Die Besuche erfolgten einmal pro Kalendermonat, vorzugsweise nach einem Weidewechsel. Bei jeweils einem dieser Besuche wurden auf beiden Alpen zu diesem Zeitpunkt akut erkrankte Rinder im Klauenstand untersucht.

In den Alp Jahren 2021 und 2022 wurden die Hirten der beiden Pilotalpen instruiert, telefonisch zu melden, sobald mindestens zwei Rinder eine Lahmheit mit Schwellung im Zehenbereich der betroffenen Gliedmasse zeigten. Die Untergrenze von zwei Rindern wurde aus arbeitswirtschaftlichen Gründen gesetzt. Die betreffende Alp wurde daraufhin von der Erstautorin besucht. Dabei wurden alle erkrankten Rinder, welche noch keine antibiotische Behandlung des akuten Problems erfahren hatten, für bakteriologische und histologische Untersuchungen beprobt. Im Jahr 2021 fanden insgesamt vier Alpbesuche mit Probenentnahmen statt. Im Jahr 2022 konnten aufgrund der im Vergleich zum Vorjahr sehr niedrigen Fallzahlen keine Probenentnahmen durchgeführt werden.

Behandlungsjournal

Die Behandlungsmodalitäten wurden in einem eigens für die Studie entworfenen Behandlungsjournal festgehalten. Es enthielt neben den gesetzlich vorgeschriebenen Angaben gemäss Tierarzneimittelverordnung TAMV (Art. 28)⁹ ab 2021 zusätzlich folgende Felder: betroffene Gliedmasse (HL, HR, VL, VR), Mutterkuh (ja/nein).

Probenentnahmen

Die Probenentnahmen mit dem Ziel der Krankheitsdiagnostik wurden im Rahmen einer Bewilligung des Veterinäramtes der Urkantone durchgeführt.

Folgende Informationen wurden zu allen untersuchten und beprobten Rindern erfasst: Datum des Besuchs, vollständige Ohrmarkennummer, Tierhalter, Lahmheitsgrad nach Sprecher et al.³⁷ auf dem Weg in den Klauenstand, betroffene Gliedmasse mit Lokalisation der Läsion, Vorhandensein von vermehrter Wärme und Anzeichen von Schmerz an der betroffenen Gliedmasse.

Für jedes beprobte Rind wurden 2021 zwecks genauere Beschreibung des klinischen Bildes folgende drei zusätzliche Informationen erfasst: subjektive Beurteilung des Grades der phlegmonösen Hautschwellung anhand der normalerweise gut sichtbaren horizontalen Hautfalte in der Fesselbeuge (geringgradig: Hautfalte gut abgrenzbar; mittelgradig: Hautfalte deutlich abgeflacht; hochgradig: Hautfalte komplett verstrichen) sowie Vorhandensein von faulig-eitrigem Geruch. Vor der Probenentnahme wurde die rektale

Körpertemperatur mit einem digitalen Fieberthermometer gemessen. Werte über 39 °C (Rinder > 6 Monate) bzw. über 39,5 °C (Rinder < 6 Monate) wurden als Fieber gewertet.

Für die Probenentnahmen wurden die Rinder als Erstes in einem Durchtreibe-Klauenstand fixiert und die Ohrmarken-Nummern fotografiert. Die zu beprobende, einzeln fixierte Gliedmasse wurde gründlich mit Wasser und Seife unter Zuhilfenahme einer Kunststoffbürste gereinigt, wobei Einweghandschuhe getragen wurden. Die Bürste wurde nach jedem Gebrauch zuerst mit Leitungswasser gespült und anschliessend für mindestens zehn Minuten zur Zwischendesinfektion in eine vorbereitete Virkon® S 2 % Lösung (Virkon® S Pulver, Arovet AG, Dietikon, Schweiz) eingelegt. Vor der folgenden Anwendung wurde die Bürste erneut mit Leitungswasser gespült. Nach der Reinigung wurde die Gliedmasse fotografiert. Mit einer Schermaschine wurde dorsal der Afterklaue ein circa 4 × 10 cm grosses Hautfeld geschoren und desinfiziert, wobei ein neues Paar Einweghandschuhe getragen wurde. Danach wurde eine regionale intravenöse Stauungsanästhesie (RIVSA) der V. digitalis plantaris communis IV gemäss Beschreibung von Nuss et al.²⁸ unter Verwendung von 20 ml Lidocain 2 % (Lidocain 2 % Streuli ad us. vet., Injektionslösung, Streuli Tiergesundheit AG, Uznach, Schweiz) durchgeführt. In Fällen, in denen die Vene aufgrund der Hautschwellung schlecht punktierbar war, wurde nach entsprechender antiseptischer Vorbereitung mit 20 ml Lidocain 2 % eine Zweipunktanästhesie des N. digitalis palmaris communis III und N. digitalis dorsalis communis III gemäss Nuss et al.²⁸ gesetzt.

Nach einer Wartezeit von mindestens zehn Minuten wurde die Läsion bei Bedarf nochmals mit Leitungswasser gereinigt und mit einem Papiertuch getrocknet. Danach wurden neue Einweghandschuhe angezogen. Mit einem sauberen Klauenmesser wurde an der Oberfläche der Läsion Material abgetragen, bis eine leichte Blutung eintrat. Der sterile Tupfer für die bakteriologische Untersuchung wurde anschliessend direkt in die Läsion eingeführt und mehrmals mit leichtem Druck im Uhrzeigersinn um die eigene Achse gedreht. Danach wurde der Tupfer sofort ins Probengefäss (eSwab™, liquid amies preservation medium, COPAN ITALIA SPA, Brescia, Italien) überführt. Das gleiche Vorgehen wurde zweimal an derselben Stelle mit je einem sterilen Tupfer für die PCR-Diagnostik wiederholt (PrimeStore™MTM Molecular Transport Medium, 1,5 ml, Longhorn™ Vaccines and Diagnostics, Bethesda, USA). Einer der beiden PCR-Tupfer wurde jeweils als Reserve zurückbehalten und bei einer Temperatur von -18 °C gelagert.

Bei fünf Rindern wurde zusätzlich mit einer sterilen 6 mm Stanze (Stiefel Biopsy Punch, 6,0 mm, GlaxoSmithKline AG, Münchenbuchsee, Schweiz) eine Biopsie im Randbereich der Läsion am Übergang zur intakten Haut zur histologischen Untersuchung entnommen. Das entnommene Gewebe wurde sofort in eine 10 % Formalinlösung ver-

Risikofaktoren für infektiöse Zehen-erkrankungen auf zwei Schweizer Rinderalpen

M. Schaub et al.

Risikofaktoren für infektiöse Zehenerkrankungen auf zwei Schweizer Rinderalpen

M. Schaub et al.

bracht. Die Entnahmestelle der Biopsie wurde mittels einer Einzelknopfnaht mit resorbierbarem Nahtmaterial (Kruuse PD-X USP 1, 70 cm, 36 mm, Monofilament, absorbable suture, Covetrus AG, Lyssach, Schweiz) verschlossen. Der Alphirt wurde angewiesen, den angelegten Schutzverband nach drei Tagen zu entfernen. Die Probengefäße mit den Tupferproben wurden bis zur Abgabe an der nächstgelegenen Poststelle in einer Kühlbox bei 4 °C gelagert.

Laboranalysen

Die 2021 entnommenen Tupferproben wurden in den bereits erwähnten Transportmedien im Anschluss an jeden Alpbesuch gekühlt per Paketpost zur Untersuchung nach Leipzig, Deutschland versendet. Nach Extraktion der Nukleinsäure mit dem MPure Tissue Kit (MP Biomedicals, 9 Goddard Irvine, CA 92618 USA) wurde eine konventionelle Endpunkt-PCR mit Gelelektrophorese in Form einer Multiplex-PCR zum Nachweis von *Dichelobacter nodosus*, *Fusobacterium necrophorum* und *Treponema* spp. durchgeführt.

Die Nukleinsäureextrakte wurden zu vergleichenden Mikrobiomanalysen mittels der Illumina-Technik sequenziert (Genewiz/Azenta, Leipzig, Deutschland). Dabei wurden die hypervariablen und somit die Gattungs- und Spezies-spezifischen Regionen V3 und V4 der 16S rDNA amplifiziert und die erhaltenen 2 × 250 bp langen Sequenzen bioinformatisch ausgewertet. Im Ergebnis entstand für jede Probe eine Zusammenfassung des relativen Vorkommens auf Stamm-, Klassen-, Ordnungs-, Familien- und Gattungsebene.

Für die bakteriologische Kultur wurden folgende Fertignährböden (ThermoFisher Diagnostics/Oxoid) verwendet: Columbia mit 7 % Schafblut; Schaedler anaerober Agar mit Schafblut, Haemin und Vitamin K1; Fastidious anaerober Agar mit Pferdeblut. Die aerobe und anaerobe Kultivierung erfolgte über 24–96 Stunden bei 37 °C. Für die anaerobe Kultur wurde ein Anaerobengassystem mit definiertem Gasmischung (Anoxomat® III, Advanced Instruments, 2 Technology Way, Norwood, MA 02062, USA) verwendet. Die Speziesidentifikation erfolgte mittels MALDI-TOF/MS (Bruker Daltronic, Bremen, Deutschland).

Histologische Untersuchungen

Die Stanzbiopsien wurden in 10 %iger Formalinlösung mindestens 24 Stunden lang fixiert und am Institut für Tierpathologie, Vetsuisse-Fakultät, Universität Bern zur histologischen Untersuchung weiterverarbeitet und befundet. Nach maschineller Entwässerung und Einbettung in Paraffin wurden ca. 3 µm dicke Schnitte angefertigt und gefärbt. Die pathomorphologischen Veränderungen der Epidermis, Dermis und Adnexalstrukturen wurden in der Hämatoxylin- und Eosin-Färbung charakterisiert und auf Präsenz von Spirochäten und grampositiven Bakterien in der Whartin Starry Silberfärbung bzw. Gramfärbung untersucht.

Datensammlung

Am Ende der Alpsaison wurden alle Einträge ins Behandlungsjournal als Fotos erfasst. Im Anschluss wurden für jedes aufgrund einer entzündlichen Zehenerkrankung behandelte Rind die folgenden Informationen in Microsoft Excel 2016 (Version 16.0.5278.1000, www.microsoft.com, Seattle, USA) übertragen: Datum des ersten und letzten Behandlungstages, vollständige Ohrmarken-Nummer, Handelsname des therapeutischen Produkts, verabreichter antibiotischer Wirkstoff, Volumen pro Applikation in Milliliter, betroffene Gliedmasse. Aus der Angabe des ersten und letzten Behandlungstages wurde die Behandlungsdauer in Tagen errechnet. Anhand der Tierlisten für die TVD-Nummern der beiden Pilotalpen wurden aus agate.ch (Cattle Stock Overview, <https://www.agate.ch/TVD/>) folgende Angaben ergänzt: TVD-Nummer des Heimbetriebs, Geschlecht, Geburtsdatum, Jahrgang, Rasse des Tieres. Zusätzlich wurde das aktuelle Tieralter in Tagen für den ersten Behandlungstag und für den Tag der Alpauffahrt berechnet.

Im August 2021 wurde via E-Mail Newsletter eine Online-Umfrage (www.limesurvey.org) an Tierärztinnen und Tierärzte mit Mitgliedschaft bei der Schweizerischen Vereinigung für Wiederkäuergesundheit (SVW) verschickt (n = 484). Dabei wurde erfragt, ob im Juni/Juli 2021 im Vergleich zum selben Zeitraum im Vorjahr vermehrt PI in betreuten Betrieben auftrat (Ja/Nein), ebenso wurden mögliche Erklärungen für eine allfällige Häufung per Freitext-Eingabe erfasst. Zudem wurde gefragt, an welchem Standort die Erkrankung 2021 am häufigsten auftrat (auf der Alp/in Talbetrieben/gleiche Verteilung) und welche Tiere vorwiegend betroffen waren (Rinder/Kühe/beide gleichermassen).

Kategorisierung der Variablen

Die gealpten Tiere der Rindergattung wurden in fünf Alterskategorien (1 = ≤ 160 Tage, 2 = > 160–365 Tage, 3 = > 365–730 Tage, 4 = > 730–911 Tage und 5 = ≥ 912 Tage) eingeteilt. Die Unterteilung der drei unteren Altersgruppen (bis und mit 730 Tage) erfolgte gemäss landwirtschaftlicher Begriffsverordnung, Anhang, Art. 27, Abs. 1.³³ Die Obergrenze von 911 Tagen für die Altersgruppe > 730–911 Tage wurde unter Annahme eines Erstkalbealters von maximal 30 Monaten (entspricht 912 Tagen) gesetzt. Für die Altersbestimmung der nicht behandelten Rinder wurde als Stichtag das Datum der Alpauffahrt plus 45 Tage gewählt (Mitte der der 90-tägigen Alpsaison). Für die behandelten Rinder galt das Alter am ersten Behandlungstag. Bei mehreren Behandlungszyklen pro Rind galt nur die Erstbehandlung.

Weiter wurde jedes Rindvieh einer von fünf Tierkategorien (1 = Mutterkühe, 2 = männliche Rinder, 3 = besamte Rinder, 4 = nicht besamte Rinder, 5 = übrige Rinder) zugewiesen. Zu den übrigen Rindern gehörten Kälber unter sechs Monaten und andere Kühe als Mutterkühe. Die Einteilung

in die Tierkategorien erfolgte für alle Tiere zum Zeitpunkt der Alpauffahrt. Zur Unterscheidung von Kühen und Rindern, sowie zur Einteilung der Rinder in besamt und nicht besamt wurde der Datensatz K10 (Besamungs- und Belegungsdaten mit Abkalbedaten) der Qualitas AG für die TVD-Nummern der beiden Pilotalpen verwendet. Da auf den Pilotalpen jeweils weniger als zehn Rinder pro Alpjahr besamt wurden, wurden Besamungen während der Alpsaison vernachlässigt.

Die Rassezugehörigkeit wurde von der Agate Tierliste übernommen und in vier Gruppen eingeteilt: 1 = Milchrasen (Holstein Friesian, Red Holstein, Jersey), 2 = Robustrassen (Original Braunvieh, Grauvieh, Simmental), 3 = Fleischerassen (Angus, Limousin, Dexter, Tuxer, Salers, Highland Cattle, Wagyu, Hereford) und 4 = Andere (Braunvieh (keine nähere Spezifikation ob Original Braunvieh oder Brown Swiss), Swiss Fleckvieh, Rotfleckvieh, Gelbvieh, Hinterwälder, Kreuzungstiere, Andere).

Statistische Datenauswertung

Die Microsoft Excel 2016 Datei mit der Codierung aller relevanten Informationen zu den behandelten Rindern wurde in die Statistiksoftware NCSS10 (NCSS LLC, Kaysville, USA; <http://www.ncss.com>) importiert. Zur univariaten Analyse zwischen dem Outcome «Erstbehandlung» (0 oder 1) und den kategorischen Variablen Alp, Jahr, Alterskategorie, Tierkategorie und Rasse wurden jeweils Kontingenztafeln erstellt. Mittels Pearson Chi-Quadrat Test wurde für jede Variable separat geprüft, ob sich die Verteilung der Kategorien zwischen den Outcomes signifikant unterscheidet. Die Signifikanzschwelle wurde bei $p \leq 0,05$ gesetzt. Danach wurde eine Korrelationsmatrix erstellt und festgestellt, dass nur leichte Korrelationen zwischen den Variablen bestanden (Korrelationskoeffizient $r_s < 0,35$), mit Ausnahme einer moderaten Korrelation zwischen Alterskategorie und Tierkategorie.⁴⁰ Die multivariate Analyse A wurde als binäre logistische Regression (Outcome 0 oder 1) mit den Variablen Alp, Jahr, Rasse und Alterskategorie durchgeführt. Die gleiche Analyse wurde mit den Variablen Alp, Jahr, Rasse und Tierkategorie (Analyse B) wiederholt. Der Output der logistischen Regression wurde als Odds Ratio (OR) bei einem Signifikanz-Level von $p \leq 0,05$ dargestellt.

Zur Beurteilung der zeitlichen Verteilung der Erstbehandlungen über die Alpsaison wurde letztere in drei Drittel mit möglichst gleicher Anzahl Tage (maximal ein Tag Abweichung) aufgeteilt. Für das erste Drittel wurde von der Gesamtzahl gealpter Rinder als empfängliche Population ausgegangen. Für das zweite und dritte Drittel wurde jeweils die Anzahl der Rinder, die in Drittel 1 (respektive 1 und 2) noch keine Erstbehandlung erfahren hatten, als empfängliche Population verwendet. Auf dieser Grundlage wurde eine univariate Analyse in Form einer Kontingenztafel zwischen dem Outcome «Erstbehandlung» (0 oder 1) und

den drei Dritteln als kategorische Variablen in Microsoft Excel 2016 durchgeführt. Mittels Chi-Quadrat Test wurde geprüft, ob sich der Anteil behandelter Rinder zwischen den Dritteln signifikant unterschied ($p \leq 0,05$).

Berechnung der Behandlungsinzidenz

Die Berechnung der Behandlungsinzidenz (gesamte Anzahl Tage unter Antibiose) pro Alp und Jahr wurde gemäss etablierter Methode der European Medicines Agency^{13,14} unter Verwendung der definierten Tagesdosis (defined daily dose DDD) durchgeführt. Bei Behandlungen, bei denen die Anzahl Applikationen nicht bekannt war, wurde die mittlere Anzahl der Applikationen für das entsprechende Antibiotikum im betreffenden Jahr auf der respektiven Alp verwendet. Wo kein Volumen pro Applikation (Dosis in Milliliter) notiert worden war, wurde von einer Standarddosis für ein Rind mit einem Körpergewicht von 500 kg ausgegangen.

Neuinfektionen und persistierende Infektionen

Zur Beurteilung des Ansprechens auf die antibiotische Behandlung wurden alle wiederholten Behandlungszyklen beim selben Rind in Neuinfektionen und persistierende Infektionen eingeteilt. Zudem wurde für jedes Antibiotikum ausgewertet, bei welchem Anteil aller Erstbehandlungen mit diesem Präparat später eine persistierende Infektion auftrat. Die zeitliche Begrenzung für die Definition einer Neuinfektion wurde aus der Studie von Pérez-Cabral und Charfeddine³⁰ abgeleitet. Lagen > 15 Tage (ohne Behandlung) zwischen zwei aufeinanderfolgenden Behandlungszyklen beim selben Rind und/oder es handelte sich nicht um dieselbe Gliedmasse beim folgenden Behandlungszyklus, wurde die Infektion als Neuinfektion gewertet. Betrug der Abstand zwischen zwei aufeinanderfolgenden Behandlungszyklen ≤ 15 Tage und handelte es sich zudem um die gleiche Gliedmasse, wurde dies als persistierende Infektion gewertet. Betrug der Abstand ≤ 15 Tage und die Angabe zur Gliedmasse fehlte, wurde die entsprechende Behandlung als «nicht definierbar» gewertet. Auf Alp A wurden im Jahr 2020 die Kalenderdaten der letzten Behandlungen nicht systematisch erfasst. Zur Beurteilung des Abstands zwischen zwei aufeinanderfolgenden Behandlungen wurde die für diese Alp maximale Behandlungsdauer von sechs Tagen, die in den Folgejahren für das entsprechende Antibiotikum angegeben wurde, verwendet.

Resultate

Erhebung von Gliedmassenverletzungen und Lahmheit im Rahmen der Alpauffahrten

Während der Alpauffahrten der beiden Pilotalpen wurden jeweils bei maximal 0,9% der Rinder Verletzungen im Bereich der Zehen festgestellt. Die Verletzungen waren bei höchstens einem Rind pro Alpauffahrt von einer Lahmheit begleitet. Bei keinem der Rinder, bei dem eine Zehenver-

Risikofaktoren für infektiöse Zehen-erkrankungen auf zwei Schweizer Rinderalpen

M. Schaub et al.

Risikofaktoren
für infektiöse Zehen-
erkrankungen auf
zwei Schweizer
Rinderalpen

M. Schaub et al.

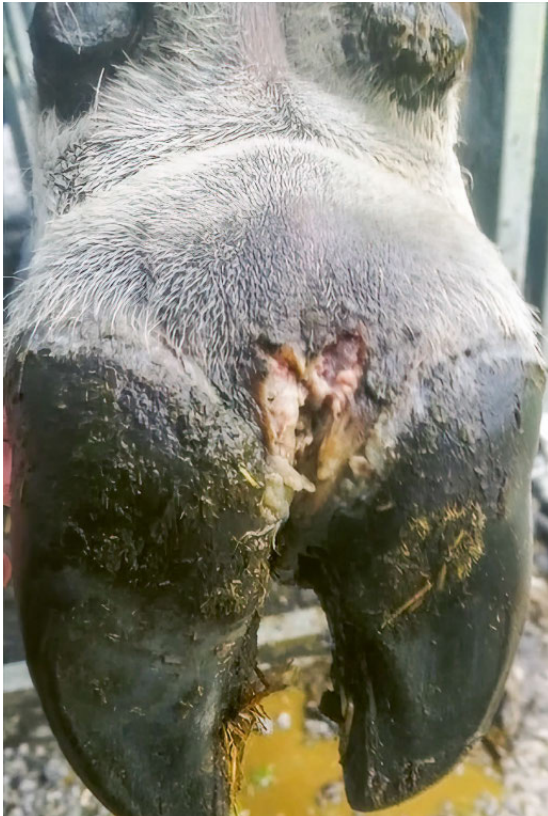


Abbildung 1: Linke Hintergliedmasse mit faulig-eitrig riechender Läsion im Zwischenklauenspalt und ausgeprägter, schmerzhafter Weichteilschwellung im Fesselbereich bei Fall Nr. 2. Lahmheitsgrad 2/5 (© Vetsuisse-Fakultät, Universität Bern).

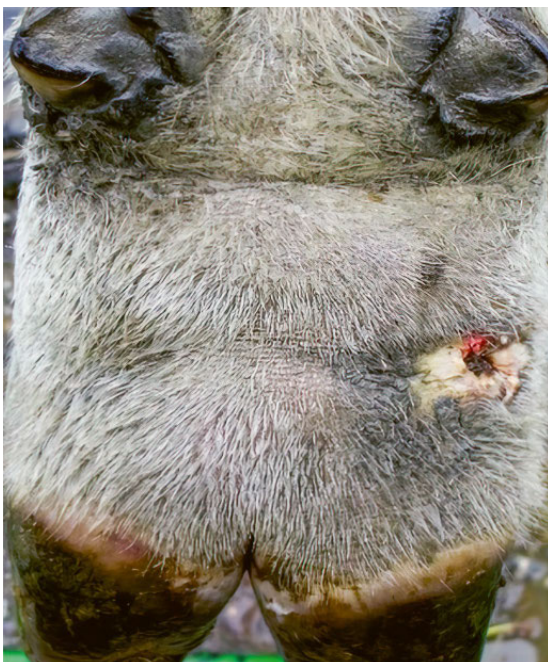


Abbildung 2: Rechte Hintergliedmasse mit faulig riechender, nekrotischer Läsion lateral in der Fesselbeuge und schmerzhafter Weichteilschwellung im Fesselbereich bei Fall Nr. 9. Lahmheitsgrad 2/5 (© Vetsuisse-Fakultät, Universität Bern).

letzung notiert worden war, wurde im Lauf der Alpsaison eine Behandlung aufgrund einer infektiösen Zehenerkrankung an der entsprechenden Gliedmasse dokumentiert.

Fallbeschreibung untersuchter und beprobter Rinder

Betroffene Gliedmassen

In allen drei Alp Jahren und auf beiden Alpen waren grösstenteils (67–95 %) Hintergliedmassen von infektiösen Zehenerkrankungen betroffen (Tabelle 1).

Symptome

Bei der Lahmheitsbeurteilung nach Sprecher et al.³⁷ auf dem Weg in den Klauenstand zeigten 16 von 19 Rindern (84 %) einen Lahmheitsgrad 2 und drei von 19 Rindern (16 %) einen Lahmheitsgrad 3.

Sämtliche beurteilten Rinder (n = 19) wiesen eine symmetrische Weichteilschwellung distal an der betroffenen Gliedmasse auf. Bei zwei von 12 beprobten Rindern (17 %) wurde sie als geringgradig, bei neun Rindern (75 %) als mittelgradig und bei einem Rind (8 %) als hochgradig beurteilt. Die Haut im Bereich der Schwellung wurde bei allen beurteilten Rindern (n = 19) subjektiv als wärmer als das umliegende Gewebe empfunden und aufgrund von Abwehrbewegungen bei leichtem Fingerdruck als schmerzhaft beurteilt. Die Läsionen befanden sich an unterschiedlichen Stellen im Zehenbereich: im Zwischenklauenspalt (7; Beispiel Abbildung 1), im Ballenbereich (5), in der Fesselbeuge (3; Beispiel Abbildung 2), am Kronsaum (2) oder in der Nähe der Afterklauen (2). Bei allen beprobten Rindern (n = 12) wurde ein von der Läsion ausgehender fauliger, teils zusätzlich eitriger Geruch festgestellt. Bei der rektalen Körpertemperaturmessung lag bei keinem dieser Rinder zum Untersuchungszeitpunkt Fieber vor.

Resultate der Laboranalysen und Histologie

Die Resultate von neun der 12 im Jahr 2021 beprobten Rinder waren auswertbar (Tabelle 2). Drei Proben mussten aufgrund einer zu langen Transportdauer von der weiteren Auswertung ausgeschlossen werden. In allen Tupferproben wurde *Fusobacterium necrophorum* mittels PCR nachgewiesen, davon zwei Mal zusammen mit *Treponema* spp.

Beim kulturellen Erregernachweis wurden am häufigsten *Porphyromonas levii*, *Peptoniphilus indolicus* und *Aeromonas* spp (respektive *Aeromonas bestiarum*) identifiziert (in jeweils drei Fällen). Das restliche Erregerspektrum bestand aus unterschiedlichen Spezies wie *Staphylococcus* oder *Streptococcus* spp.

Die Next Generation Sequencing (NGS) Analysen ergaben, dass Fusobakterien in sieben von neun Fällen (78 %) jeweils den grössten Anteil des genetischen Materials ausmachten. In den anderen beiden Fällen traf dies nur auf die Familien-

und Gattungsebene bzw. nur auf die Familienebene zu. Spirochäten machten weniger als 1 % des genetischen Materials aus.

Bei fünf Rindern wurde zusätzlich zu den Tupferproben eine Stanzbiopsie vom Rand der Läsion entnommen. Histologisch lag bei allen Fällen mit Biopsie (Fall-Nr. 7–9, 11 und 12) eine akute bis chronische neutrophile oder gemischtzellige Dermatitis vor. Die Epidermis war in vier der fünf Fälle leichtgradig beziehungsweise mittelgradig hyperplastisch und hyperkeratotisch. Bei Fall 7 und 12 war zudem eine Spongiose der Epidermis, mit Exozytose von Neutrophilen bei Fall 7, vorhanden. Fall 9 wies eine hochgradige epidermale und dermale Nekrose auf. In der Gram-Färbung wurden grampositive Kokken identifiziert. Bei den übrigen Biopsien wurden histologisch keine Erreger nachgewiesen.

Umfrage bei Tierärztinnen und Tierärzten

Es nahmen 49 Tierärztinnen und Tierärzte an der Umfrage vom August 2021 teil. Achtzehn (37 %) verzeichneten im Juni/Juli 2021 in ihrer Praxis eine Häufung von PI-Fällen im Vergleich zum selben Zeitraum im Jahr 2020. Vierzehn Freitextangaben wurden zu möglichen Ursachen für eine vermehrte Erkrankungshäufigkeit gemacht; 13 davon nannten als Grund das sehr regnerische Wetter im Sommer 2021. Diejenigen Personen, die 2021 eine Häufung von Fällen verzeichneten (n = 18), stellten diese vor allem auf Alpen (78 %) und bei Rindern (50 %) fest. Eine Häufung auf Talbetrieben oder eine gleiche Verteilung zwischen Talbetrieben und Alpen wurde von je 11 % dieser Teilnehmenden angegeben. Bei 6 % dieser Befragten waren Kühe häufiger betroffen. Die restlichen 44 % sahen keinen Unterschied in der Erkrankungshäufigkeit zwischen Kühen und Rindern.

Risikofaktoren für infektiöse Zehenerkrankungen auf zwei Schweizer Rinderalpen

M. Schaub et al.

Tabelle 1: Anteil von Vorder- und Hintergliedmassen an der Gesamtzahl Behandlungen mit Gliedmassen-Angabe bei Rindern von zwei grossen Schweizer Rinderalpen mit infektiösen Zehenerkrankungen, ausgewertet pro Alp und Jahr.

Jahr	Alp	Behandlungen mit Angabe der Gliedmasse	Hintergliedmasse n (%)	Vordergliedmasse n (%)
2020	A	117	111 (94,87)	6 (5,13)
	B	3	2 (66,67)	1 (33,33)
2021	A	98	91 (92,86)	7 (7,14)
	B	121	114 (94,21)	7 (5,79)
2022	A	15	11 (73,33)	4 (26,67)
	B	7	5 (71,43)	2 (28,57)

Tabelle 2: Einzel-Ergebnisse der Erregernachweise aus Läsionen von untersuchten und beprobten Rindern von zwei grossen Schweizer Rinderalpen mittels bakteriologischer Kultur und PCR-Analyse der im Jahr 2021 entnommenen Tupferproben mit auswertbarem Resultat (n = 9).

Fall-Nr.	Entnahmestelle	Analyse	Nachgewiesene Erreger
1	Läsion ZKS ¹	Bakteriologie	<i>Peptoniphilus indolicus</i> +++
		PCR	<i>Fusobacterium necrophorum</i>
2	Läsion ZKS ¹	Bakteriologie	<i>Aeromonas</i> spp. +++, <i>Peptoniphilus indolicus</i> +++
		PCR	<i>Fusobacterium necrophorum</i>
3	Läsion Ballen	Bakteriologie	<i>Peptoniphilus indolicus</i> +++, <i>Porphyromonas levii</i> +++
		PCR	<i>Fusobacterium necrophorum</i> , <i>Treponema</i> spp.
4	Läsion ZKS ¹	Bakteriologie	<i>Staphylococcus</i> spp. +++, <i>Porphyromonas levii</i> +++
		PCR	<i>Fusobacterium necrophorum</i>
5	Läsion Ballen	Bakteriologie	<i>Streptococcus dysgalactiae</i> ++, <i>Porphyromonas levii</i> +++
		PCR	<i>Fusobacterium necrophorum</i>
6	Läsion Ballen	Bakteriologie	<i>Streptococcus uberis</i> ++
		PCR	<i>Fusobacterium necrophorum</i> , <i>Treponema</i> spp.
7	Läsion Fesselbeuge	Bakteriologie	<i>Aeromonas bestiarum</i> +++, <i>Streptococcus uberis</i> ++
		PCR	<i>Fusobacterium necrophorum</i>
8	Läsion lateral der Afterklaue	Bakteriologie	<i>Aeromonas</i> spp. +++
		PCR	<i>Fusobacterium necrophorum</i>
9	Läsion Fesselbeuge	Bakteriologie	UMF ² ++
		PCR	<i>Fusobacterium necrophorum</i>

¹ZKS: Zwischenklauenspalt, ²UMF: unspezifische Mischflora

Risikofaktoren für infektiöse Zehenerkrankungen auf zwei Schweizer Rinderalpen

M. Schaub et al.

Risikofaktoren für eine Erstbehandlung von infektiösen Zehenerkrankungen

Univariate Analysen

Das Outcome «Erstbehandlung» für die Indikation einer infektiösen Zehenerkrankung trat auf Alp A in der folgenden Frequenz auf: 92 (19 % der gealpten Rinder, 2020), 88 (19 %, 2021), 16 (3 %, 2022). Auf Alp B gab es 32 (6 % der gealpten Rinder, 2020), 123 (19 %, 2021) respektive 43 (7 %, 2022) Erstbehandlungen. Das Verhältnis der Anzahl erstbehandelter Rinder (Erstbehandlung Ja [1]) zur Anzahl Rinder ohne Behandlung (Erstbehandlung Nein [0]) war für alle Variablen (Alp, Jahr, Alterskategorie, Tierkategorie und Rasse) in der univariaten Analyse signifikant (Tabelle 3).

Multivariate Analysen

Beim Vergleich der Variable «1» (Alp 1 = Alp A, Jahr 1 = 2020, Alterskategorie 1 = ≤ 160 Tage, Rasse 1 = Milchrasen) mit den übrigen Variablen in der multivariaten Analyse A (Tabelle 4) ergab sich ein erhöhtes Risiko für das Outcome «Erstbehandlung» für Jahr 2 (2021) und die Alterskategorie 3 (> 365–730 Tage). Gleichzeitig war das Risiko für Alp 2 (Alp B), das Jahr 3 (2022) und die Rasse 3 (Fleischrasen) vermindert.

Die multivariate logistische Regressionsanalyse B für die Variablen Alp, Jahr, Rasse und Tierkategorie ergab für die Tierkategorie folgende signifikanten Resultate: Die Tierkategorien 3 (besamte Rinder) und 4 (nicht besamte Rinder) wiesen im Vergleich zur Tierkategorie 1 (Mutterkühe) ein 5,3× höheres Risiko (OR 5,30, p-Wert < 0,001) bzw. 7,8× höheres Risiko (OR 7,85, p-Wert < 0,001) für das Outcome «Erstbehandlung» auf. Die Resultate für die Variablen Alp, Jahr und Rasse waren ähnlich den Resultaten von Analyse A.

Zeitliche Verteilung der Erstbehandlungen

Von insgesamt 394 Erstbehandlungen erfolgten 127 (32 %) im ersten Drittel, 243 (62 %) im zweiten Drittel und 24 (6 %) im dritten Drittel der Alpzeit. Der p-Wert für die Kontingenztabelle war statistisch signifikant, mit dem relativ häufigsten Vorkommen der Erstbehandlung im zweiten Drittel (Tabelle 5).

Behandlungsinzidenz

Im Jahr 2021 war die Behandlungsinzidenz auf beiden Alpen am höchsten (Tabelle 6). Die niedrigste Behandlungsinzidenz wurde auf Alp A im Jahr 2022 und auf Alp B im Jahr 2020 erreicht. Entsprechende Resultate ergeben sich, wenn für die Tierzahl je Alp korrigiert wird.

Tabelle 3: Ergebnisse der univariaten Analyse für das Outcome «Erstbehandlung» für die Variablen Alp, Jahr, Alterskategorie, Tierkategorie und Rasse.

Erstbehandlung		Nein n (%)	Ja n (%)	p-Wert
Alp	A	1240 (86.35)	196 (13.65)	0.016
	B	1622 (89.12)	198 (10.88)	
Jahr	2020	924 (88.17)	124 (11.83)	< 0.001
	2021	887 (80.78)	211 (19.22)	
	2022	1051 (94.68)	59 (5.32)	
Alterskategorie ¹	1	39 (97.5)	1 (2.5)	< 0.001
	2	686 (93.59)	47 (6.41)	
	3	1134 (78.97)	302 (21.03)	
	4	218 (91.21)	21 (8.79)	
	5	785 (97.15)	23 (2.85)	
Tierkategorie ²	1	353 (98.06)	7 (1.94)	< 0.001
	2	254 (95.13)	13 (4.87)	
	3	1092 (85.92)	179 (14.08)	
	4	871 (82.25)	188 (17.75)	
	5	292 (97.66)	7 (2.34)	
Rasse ³	1	148 (85.06)	26 (14.94)	< 0.001
	2	302 (88.3)	40 (11.7)	
	3	310 (97.79)	7 (2.21)	
	4	2102 (86.75)	321 (13.25)	

¹Alterskategorie: 1: ≤ 160 Tage, 2: > 160-365 Tage, 3: > 365-730 Tage, 4: > 730-911 Tage, 5: ≥ 912 Tage.

²Tierkategorie: 1: Mutterkühe, 2: männliche Tiere, 3: besamte Rinder, 4: nicht besamte Rinder, 5: übrige Rinder (Kälber < 6 Monate und andere Kühe als Mutterkühe).

³Rasse: 1: Milchrasen, 2: Robustrassen, 3: Fleischrasen, 4: Andere

Neuinfektionen und persistierende Infektionen

Diejenigen Rinder, die im Verlauf einer Alpsaison mehrere Behandlungszyklen aufgrund einer infektiösen Zehenerkrankung durchliefen, wiesen grösstenteils Neuinfektionen auf (Tabelle 7). Persistierende Infektionen machten maximal 19% der mehrfachen Behandlungen einer Alpsaison aus.

Für die antibiotische Behandlung der Erkrankungen wurden das Penicillin-Dihydrostreptomycin-Präparat Cobiotic® N (Cobiotic® N ad us. vet., Injektionssuspension, Virbac AG, Glattbrugg, Schweiz), das Penicillin-Präparat Duplo-

cillin® LA (Duplocillin® LA ad us. vet., Injektionssuspension, MSD Animal Health GmbH, Luzern, Schweiz) und die Amoxicilline Duphamox® L.A. (Duphamox® L.A., ad us. vet., Injektionssuspension, Zoetis Schweiz GmbH, Delémont, Schweiz) und Longamox® (Longamox® ad us. vet., Injektionssuspension, Vetoquinol AG, Bern, Schweiz) in folgender Häufigkeit für Erstbehandlungen (n = 394) eingesetzt: 313× Cobiotic® N, 39× Duplocillin® LA, 40× Duphamox® L.A., 2× Longamox®. Beim am häufigsten verwendeten Präparat Cobiotic® N traten bei 3% der damit erstbehandelten Rinder persistierende Infektionen auf, die einen zweiten Behandlungszyklus erforderten. Bei den an-

Risikofaktoren für infektiöse Zehenerkrankungen auf zwei Schweizer Rinderalpen

M. Schaub et al.

Tabelle 4: Signifikante Ergebnisse der multivariaten logistischen Regressions-Analyse A im Vergleich mit Ausprägung 1 (Alp 1 = Alp A, Jahr 1 = 2020, Alterskategorie 1 = ≤ 160 Tage, Rasse 1 = Milchrasse) der jeweiligen Variable.

Variable ¹	Odds Ratio	p-Wert
Alp 2 (ref: Alp 1)	0,66	< 0,001
Jahr 2 (ref: Jahr 1)	1,96	< 0,001
Jahr 3 (ref: Jahr 1)	0,40	< 0,001
Alter 3 (ref: Alter 1)	8,29	0,039
Rasse 3 (ref: Rasse 1)	0,29	0,007

Ref: Referenz, ¹Alp 2: Alp B, Jahr 2: 2021, Jahr 3: 2022, Alter 3: > 365–730 Tage, Rasse 3: Fleischrasse

Tabelle 5: Verteilung der Erstbehandlungen von Rindern auf die drei Drittel der Alpzeit, ausgehend von der jeweils empfänglichen Population (Anzahl Rinder ohne vorangegangene Erstbehandlung).

Drittel	Erstbehandlung Nein n (%)	Erstbehandlung Ja n (%)	p-Wert
1	3129 (96,10)	127 (3,90)	< 0,001
2	2886 (92,23)	243 (7,77)	
3	2862 (99,17)	24 (0,83)	

Tabelle 6: Anzahl Behandlungen und Behandlungsinzidenz (Anzahl Tage unter Antibiose), pro Alp und Jahr, korrigiert für die Tierzahl gealpeter Rinder.

Jahr	Alp	Anzahl Behandlungen	Behandlungsinzidenz (Anzahl Tage unter Antibiose) ¹	Korrigiert für Tierzahl (n) auf Alp
2020	A	129	645	1,3 (481)
	B	35	162,4	0,3 (567)
2021	A	105	999,6	2,2 (459)
	B	151	662,5	1,0 (639)
2022	A	16	30,1	0,1 (496)
	B	45	244,4	0,4 (614)

¹Basierend auf der definierten Tagesdosis (defined daily dose DDD) gemäss etablierter Methode der European Medicines Agency.^{13,14}

Tabelle 7: Anteil Neuinfektionen und persistierende Infektionen bei mehrfachen Behandlungszyklen, ausgewertet pro Alp und Jahr.

Jahr	Alp	mehrfache Behandlungszyklen	Anteil Neuinfektionen ¹ n (%)	Anteil persistierende Infektionen ² n (%)	Nicht definierbar ³ n (%)
2020	A ⁴	34	27 (79,41)	6 (17,65)	1 (2,94)
	B	2	1 (50)	0 (0)	1 (50)
2021	A	16	13 (81,25)	3 (18,75)	0 (0)
	B	26	18 (69,23)	5 (19,23)	3 (11,54)
2022	A	0	-	-	-
	B	1	1 (100)	0 (0)	0 (0)

¹ > 15 Tage ohne Behandlung zwischen zwei aufeinanderfolgenden Behandlungszyklen und/oder Gliedmasse nicht identisch.

² ≤ 15 Tage ohne Behandlung zwischen zwei aufeinanderfolgenden Behandlungszyklen und Gliedmasse identisch.

³ ≤ 15 Tagen ohne Behandlung zwischen zwei aufeinanderfolgenden Behandlungen ohne Angabe der Gliedmasse.

⁴ Alp A 2020: Kein End-Datum der Behandlungen erfasst. Annahme einer Behandlungsdauer von sechs Tagen (= maximale Anzahl Behandlungstage pro Fall für entsprechendes Antibiotikum auf dieser Alp) für alle mehrfach behandelten Rinder.

Risikofaktoren für infektiöse Zehenerkrankungen auf zwei Schweizer Rinderalpen

M. Schaub et al.

deren Präparaten kam dies nicht vor. Weitere vier persistierende Infektionen traten mit Cobiotic® N nach einem zweiten (3) respektive dritten (1) Behandlungszyklus auf.

Diskussion

Das Hauptziel der vorliegenden Studie war es, auf den untersuchten Alpen für die Tiere der Rindergattung Risikogruppen für infektiöse Zehenerkrankungen zu identifizieren. Folgende Risikogruppen konnten ermittelt werden: ein- bis zweijährige Rinder, besamte und nicht besamte Rinder. Die Zugehörigkeit zu einer Fleischrasse war dagegen ein protektiver Faktor. Die zeitliche Verteilung der Fälle konzentrierte sich grösstenteils auf das zweite Drittel der Alpzeit. Rinder mit mehrfachen Behandlungszyklen wiesen mehrheitlich Neuinfektionen auf. Persistierende Infektionen wurden ausschliesslich nach der Behandlung mit Cobiotic® N registriert.

Bei der initialen Tierkontrolle anlässlich der Alpauffahrten wurden bei maximal 0,9% der gealpten Rinder Zehenverletzungen festgestellt. Der Grossteil der im Rahmen des Projektes registrierten Verletzungen ist folglich erst während der Alpfung aufgetreten. Diese Resultate werden durch die Tatsache gestützt, dass in den ersten ein bis zwei Wochen nach der Alpauffahrt jeweils nur vereinzelte Fälle von infektiösen Zehenerkrankungen auftraten. Nach experimenteller Inokulation mit *Fusobacterium necrophorum* traten für PI typische Läsionen nach fünf Tagen auf.¹⁰

Bei der klinischen Untersuchung wiesen alle untersuchten Rinder (n = 19) eine schmerzhafte, symmetrische Weichteilschwellung distal an der erkrankten Gliedmasse auf, wobei der geschwollene Bereich im Vergleich zum benachbarten Gewebe subjektiv wärmer war. Von der Läsion selbst ging ein fauliger, teils zusätzlich eitriger Geruch aus. Diese Befunde sind typisch für PI.^{20,23,29,35} Auch die Tatsache, dass mehrheitlich Hintergliedmassen betroffen waren, deckt sich mit Angaben aus der Literatur.^{23,32,35} Die Läsionen befanden sich in 7/19 untersuchten Fällen an der für PI typischen Lokalisation im Zwischenklauenspalt, in 12 Fällen in einem anderen Bereich der Zehe. Das Krankheitsbild entsprach auch bei Letzteren ansonsten der PI. Von den beurteilten Rindern zeigten 16 von 19 (84%) bei der Lahmheitsbeurteilung nach Sprecher et al.³⁷ Lahmheitsgrad 2, drei (16%) wurden mit Lahmheitsgrad 3 beurteilt. Je nach Literaturquelle wird für PI eine unterschiedliche Ausprägung der Lahmheit beschrieben.^{8,23,35} Kontturi et al.²⁰ spricht von einer leichtgradigen Lahmheit zu Beginn mit Verstärkung bei fortgeschrittener Infektion. Die im Rahmen der vorliegenden Studie untersuchten Rinder wurden spätestens zwei Tage nach erstmaliger Feststellung der Lahmheit durch den Hirten tierärztlich beurteilt. Die histologisch untersuchten Fälle (n = 5) wiesen jedoch teils auch chronische Läsionen auf. Die Beurteilung des Lahmheits-

grades erfolgte beim Führen in den Klauenstand. Dies ist mit einem gewissen Stress für das Tier verbunden und hat den gezeigten Lahmheitsgrad möglicherweise beeinflusst beziehungsweise die Lahmheit etwas maskiert.

Die Körpertemperatur der 12 beprobten Rinder war nicht erhöht. In einer klinischen Studie von Reinöhl-De Souza und Kofler³² wiesen vor allem Rinder mit Komplikationen einer infektiösen Interdigitalnekrose eine erhöhte Körpertemperatur auf. Die eigenen Untersuchungsergebnisse passen nicht zu einem komplizierten Verlauf, was die normale Körpertemperatur erklärt.

Die verwertbaren bakteriologischen Befunde aller beprobten Rinder ergaben in der PCR-Analyse einen Nachweis von *Fusobacterium necrophorum*. Der Erreger, der in der Literatur mit PI assoziiert wird,^{19,24,41} machte in sieben von neun Fällen (Ausnahme Fall Nr. 3 und 7) auch den grössten Teil des nachgewiesenen genetischen Materials aus. Er kommt bei klinisch gesunden Rindern regelmässig in Mundhöhle, Pansen und Darm vor und ist damit auch in deren Umwelt vorhanden. *Porphyromonas levii*, welcher in drei Fällen im kulturellen Erregernachweis identifiziert wurde, wurde ebenfalls in Zusammenhang mit PI gebracht^{19,35} und kommt natürlicherweise im Pansen vor. *Aeromonas* spp (Umweltkeime) und *Peptoniphilus indolicus* (intestinal Normalflora), die in gleicher Häufigkeit nachgewiesen wurden, können generell an Wundinfektionen beteiligt sein.³⁴ Der Einfluss der beteiligten Erreger auf den Schweregrad beziehungsweise den Verlauf der Erkrankung PI wurde bisher nicht untersucht.

Bei zwei von neun Fällen wurden *Treponema* spp. zusammen mit *Fusobacterium necrophorum* per PCR nachgewiesen. Diese Erreger sind typischerweise in Läsionen von Dermatitis digitalis (DD) vorhanden,^{3,15} wurden aber auch bei PI nachgewiesen.¹⁹

Bei allen Rindern mit Stanzbiopsie (n = 5) fehlte histologisch der für DD typische Verlust des Stratum granulosum der Epidermis. In zwei Fällen war eine Degeneration des Stratum corneum und in einem Fall eine chronische Dermatitis vorhanden, welche bei DD beschrieben werden.¹⁸ Dies sind jedoch eher unspezifische histologische Läsionen, die auch bei anderen Dermatitis vorkommen. Es wurden keine intraläsionalen Spirochäten nachgewiesen.^{12,18}

Auch klinisch wiesen die beprobten (n = 12) und die lediglich klinisch untersuchten Rinder (n = 7) keine für DD typischen Veränderungen auf. Die Anzahl der beprobten Rinder (n = 12, davon n = 9 Resultate verwertbar) war nicht repräsentativ für die Gesamtpopulation der erkrankten Rinder auf den Alpen (394 Rinder mit Erstbehandlung) und erlaubt deshalb nur die Aussage, dass bei den beprobten Rindern durchwegs Anzeichen für das Vorliegen einer PI, jedoch keine spezifischen Anzeichen für eine Beteiligung

von DD vorhanden waren. Die verhältnismässig geringe Probenanzahl ist logistisch begründet (Probenentnahme bei noch nicht antibiotisch behandelten Rindern; Probeversand per Post; mehrstündiger Anfahrtsweg; Zeitbudget der Alphernten).

Die multivariate Analyse ergab für das Jahr 2021 (Jahr 2) im Vergleich zum Jahr 2020 (Jahr 1) ein fast 2× höheres (OR 1,96), für das Jahr 2022 (Jahr 3) dagegen ein vermindertes Risiko (OR 0,40) für eine Erstbehandlung. Hierbei hatte wahrscheinlich das Wetter einen Einfluss. Der Sommer 2021 war in der gesamten Schweiz sehr niederschlagsreich²² und auch auf den Alpweiden war es gemäss Aussagen der Alphernten und eigenen Beobachtungen oftmals sehr feucht. Für PI ist beschrieben, dass die Erkrankung durch Feuchtigkeit begünstigt wird.^{23,26,36} Auch in der Umfrage bei Tierärztinnen und Tierärzten im August 2021 wurde das nasse Wetter von denjenigen Teilnehmenden, die eine Häufung von PI-Fällen im Vergleich zum Vorjahr (2020) verzeichneten, als vermutete Ursache angegeben.

Das Management auf Alp A erfuhr im Jahr 2022 (Jahr 3) diverse Veränderungen gegenüber den Vorjahren, bedingt durch den Wechsel des Alphernten. In den übrigen Jahren wurden auf beiden Alpen vor allem Anpassungen der Massnahmen im Rahmen des Beratungsprojekts vorgenommen, wie beispielsweise die Auszäunung von Feuchtstellen oder die Teilsanierung morastiger Weideabschnitte.

Rindvieh > 365 – 730 Tage (Altersgruppe 3) wies im Vergleich zu ≤ 160 Tage altem Rindvieh (Altersgruppe 1) ein stark erhöhtes Risiko (OR 8,29) für eine Erstbehandlung auf. Alle Altersgruppen können grundsätzlich an PI erkranken, wobei Adulte gemäss Literatur häufiger betroffen zu sein scheinen als Jungtiere.^{6,11,36} Das Brunstverhalten geschlechtsreifer Rinder könnte zu einer erhöhten Bewegungsaktivität und damit zu einer erhöhten Verletzungsgefahr in der Altersgruppe 3 beigetragen haben.

Fleischrassen (Rasse 3) hatten im Vergleich zu Milchrassen (Rasse 1) ein deutlich vermindertes Risiko für eine Erstbehandlung (OR 0,29). Die Hypothese, dass Milchrassen wie Holstein eine geringere Hautdicke aufweisen als Fleischrassen wie Angus, konnte in der Literatursuche nicht abschliessend bestätigt werden. In einer neueren Studie zur Lederbeschaffenheit wurden Roh-Häute von je zehn Rindern von fünf verschiedenen Rinderrassen (Angus, Charolais, Simmental, Limousin, Holstein) aus Deutschland untersucht. Dabei wies die Roh-Haut der Simmentaler Rasse die grösste Hautdicke auf.³⁸ Milch- und Fleischrassen könnten theoretisch auch aufgrund von rassebedingten Unterschieden im Verhalten ein unterschiedliches Verletzungsrisiko aufweisen. Eine Literatur-Recherche zum Thema konnte diese Vermutung weder bestätigen, noch ausschliessen. Ebenso könnten Rasseunterschiede in der Effektivität der lokalen Immunantwort vorliegen. In einer Studie von Gibson et

al.¹⁶ konnten Makrophagen von Brown Swiss Kühen im *in vitro* Versuch effizienter lebende Bakterien (*Salmonella typhimurium*) mittels Phagozytose eliminieren als dieselben Zellen von Kühen der Rasse Holstein Friesian. Auch für andere Bakterien sind Unterschiede in der Immunantwort zwischen unterschiedlichen Kuh-Rassen beschrieben.^{4,5} Daher ist denkbar, dass auch im Hinblick auf PI beziehungsweise *Fusobacterium necrophorum* rassebezüglich relevante Rasseunterschiede existieren.

Besamte und nicht besamte Rinder (Tierkategorie 3 und 4) wiesen im Vergleich zu Mutterkühen (Tierkategorie 1) ein deutlich erhöhtes Risiko (OR 5,30 respektive OR 7,85) für eine Erstbehandlung auf. Bei Alsaad et al.² verbrachten Kühe auf der Alp in der ersten Laktation mehr Zeit in Bewegung (gehend) als ältere Kühe (zweite Laktation oder höher). Rinder dürften als nochmals jüngere Gruppe eine entsprechend noch höhere Bewegungsaktivität aufweisen. Dies könnte – auch zusammen mit dem Brunstverhalten – zu einem erhöhten Verletzungsrisiko bei Rindern im Vergleich zu (Mutter-)Kühen beigetragen haben und die höhere OR für Erstbehandlungen bei unbesamten Rindern erklären.

Die meisten Erstbehandlungen (243) erfolgten im zweiten Drittel der Alpzeit, die wenigsten im dritten Drittel (24). Der Unterschied zwischen den Dritteln war statistisch hoch signifikant ($p < 0,001$). Angesichts der Tatsache, dass < 1 % der Rinder mit Zehenverletzungen auf den Alpen ankam, war eine Häufung von Krankheitsfällen im ersten Drittel nicht zu erwarten. Das zweite Drittel fiel auf den Zeitraum von Mitte Juli bis Mitte August (2020, 2022), beziehungsweise Ende Juli bis Ende August (2021). Der Monat Juli ist in der Schweiz in der Regel der wärmste Monat des Jahres.²¹ Dies war auch in den drei untersuchten Alpjahren an den zu den Pilotalpen nächstgelegenen öffentlichen Messstationen der Fall (<https://www.meteoschweiz.admin.ch/service-und-publikationen/applikationen/ext/climate-overview-series-public.html>). Auch im August wurden im untersuchten Zeitraum höhere Durchschnittstemperaturen registriert als im Juni (Drittel 1) und September (Drittel 3). In der Literatur gibt es Hinweise darauf, dass PI häufiger bei warmen als bei kühleren Aussentemperaturen vorkommt.^{1,23}

Auf Alp A weiteten die Rinder von Anfang (2022) beziehungsweise Mitte Juli (2020, 2021) bis Ende August in einem steinigem, waldigen Gebiet. Dieses wurde im Rahmen von Weidebegehungen für das Beratungsprojekt im Vergleich zum Weidegebiet der übrigen Alpsaison als risikoreicher hinsichtlich Zehenverletzungen beurteilt. Auf Alp B konnte kein entsprechendes Risikogebiet für den Zeitraum mit den meisten Behandlungen identifiziert werden. Dies könnte auch ein Grund dafür sein, dass diese Alp in der multivariaten Analyse im Vergleich zu Alp A ein vermindertes Risiko für Erstbehandlungen aufwies (OR 0,66).

Risikofaktoren für infektiöse Zehen-erkrankungen auf zwei Schweizer Rinderalpen

M. Schaub et al.

Risikofaktoren für infektiöse Zehenerkrankungen auf zwei Schweizer Rinderalpen

M. Schaub et al.

Im Jahr 2020 erfolgten 18 % der mehrfachen Behandlungszyklen auf Alp A aufgrund von persistierenden Infektionen. Im Jahr 2021 waren es auf beiden Alpen je 19 %. 2022 gab es keine persistierenden Infektionen. Sämtliche persistierende Infektionen traten nach Behandlung mit dem Penicillin-Dihydrostreptomycin-Präparat Cobiotic® N auf. Die empfohlene Dosierung von Benzylpenicillin ist im Präparat Duplocillin® LA um 20 % höher als im Präparat Cobiotic® N.

Fusobacterium necrophorum ist grundsätzlich sensitiv für Penicillin und es gibt keine Hinweise respektive Erwähnung einer zunehmenden Antibiotika-Resistenz dieses Erregers.^{31,39}

Der Wirkstoff der ersten Wahl zur Behandlung von PI ist gemäss Therapieleitfaden Benzylpenicillin.⁷ Duplocillin® LA, bei dem keine persistierenden Infektionen auftraten, könnte deshalb empfohlen werden. Zu beachten sind hier die im Vergleich zu Cobiotic® N längeren Absetzfristen für Milch (8 statt 4,5 Tage) und essbares Gewebe (14 statt 8 Tage, plus Verwerfen der Injektionsstelle). Beim Langzeit-Antibiotikum Duplocillin® LA ist nur eine einmalige Behandlung angezeigt (Empfehlung für Cobiotic® N: mindestens drei Tage) (<https://www.vetpharm.uzh.ch/>). Dies reduziert den Arbeitsaufwand für das Alppersonal und den Stress für die behandelten Rinder.

Schlussfolgerungen und Vorschläge für künftige Massnahmen

Zehenerkrankungen mit Wund-Besiedelung durch *Fusobacterium necrophorum* und andere Wundinfektionserreger stellten auf den untersuchten Alpen die wichtigste Lahmheitsursache dar. Zur Reduktion des Antibiotikaeinsatzes könnten künftig besonders steile und steinige Weideabschnitte von der Beweidung mit unbesamten und besamten Rindern ausgeschlossen werden. Eine Beweidung solcher Alpanteile mit weniger gefährdeten Tierkategorien bzw. Tierarten könnte stellvertretend ins Auge gefasst werden.

Rinder von Fleischrassen sind betreffend Auftreten von infektiösen Zehenerkrankungen besser für die Beweidung der untersuchten Alpen geeignet als Rinder der Milchrassen, was bei der Selektion der Alptiere berücksichtigt werden könnte.

Grosse Unterschiede in der Behandlungsinzidenz zwischen den Jahren sind weiterhin zu erwarten und werden durch das jeweils vorherrschende Wetter (Feuchtigkeit und Temperatur; Klimawandel) massgeblich beeinflusst.

Nach der Behandlung mit dem «first line» Antibiotikum Benzylpenicillin als Depotpräparat (Duplocillin® LA) wurden keine persistierenden Infektionen festgestellt.

Um die Wahrscheinlichkeit eines negativen Behandlungsergebnisses tief zu halten, ist grundsätzlich wichtig, auf die korrekte Umsetzung der tierärztlichen Behandlungsempfehlungen zu achten (Appendix 3).

Danksagung

Das Beratungsprojekt «Gesunde Tiere, attraktive Hirtenstellung und weniger Medikamente auf grossen Rinderalpen» wurde durch folgende Institutionen finanziert: Bundesamt für Landwirtschaft BLW, Bundesamt für Lebensmittelsicherheit und Veterinärwesen BLV, Ämter für Landwirtschaft Kantone Uri und Schwyz, Veterinärdienst der Urkantone, Korporation Uri, Agrofutura, Hirteverwaltungen der Pilotalpen. Wir danken Braunvieh Schweiz und der Qualitas AG für die Datenlieferung zu den gealpten Rindern. Besonderer Dank gilt Salome Dürr vom VPH-Institut, Vetsuisse-Fakultät, Universität Bern, für ihren Beitrag zur Methodenfindung bei der multivariaten Analyse. Dr. Tilman Kühn aus dem Forschungslabor der Klinik für Kleintiere, Veterinärmedizinische Fakultät, Universität Leipzig, danken wir für die gute Zusammenarbeit und die mikrobiologische Untersuchung des Probenmaterials.

Facteurs de risque pour les maladies infectieuses des onglons sur deux alpages bovins en Suisse

Dans la présente étude, nous avons identifié, grâce à l'analyse des données concernant les animaux et les traitements d'un total de 3256 animaux de l'espèce bovine, des groupes à risque pour les maladies infectieuses des onglons sur deux grands alpages bovins en Suisse. Les deux alpages faisaient partie du BLW-projet de conseil «Animaux sains, postes de bergers attractifs et moins de médicaments sur les grands alpages bovins». Le projet a débuté en 2020 suite à l'accumulation de problèmes de boiteries sur ces alpages.

Des analyses bactériologiques et histologiques devaient fournir des indications afin de savoir si la maladie des onglons majoritaire était le phlegmon interdigité (PI) ou si la dermatite digitale était également présente. La répartition temporelle des cas de maladies durant la saison d'estivage et l'influence de l'alpage et de l'année pour les années de projet 2020 à 2022 ont été évaluées et interprétées, et les incidences des traitements comparées entre les années. Les cycles de traitement multiples chez le même individu ont été répartis en deux groupes: les infections persistantes et les nouvelles infections.

Dix-neuf des 394 bovins primo-traités ont été évalués cliniquement. Douze de ces 19 animaux ont également été soumis à un échantillonnage bactériologique et histologique. Tous les cas étudiés présentaient, aussi bien cliniquement que suite à l'analyse technique en laboratoire, les caractéristiques typiques d'un PI. Par contre, il n'y a pas eu d'indication quant à la présence de dermatite digitale. Aucune infection persistante n'a été constatée après traitement avec de la Benzylpénicilline.

Les bovins âgés > 365–730 jours (OR 8.29), ainsi que les génisses inséminées (odds ratio OR 5.30) et non inséminées (OR 7.85) ont été identifiés, suite à une analyse de régression logistique multivariée, comme faisant partie de groupes à risque pour la maladie étudiée ($p < 0.05$). Un lien avec l'activité en période de chaleurs des génisses non inséminées et une activité locomotrice généralement plus intensive des génisses par rapport aux vaches – avec par conséquent un risque accru de blessures – est concevable. Le risque était réduit pour les races à viande par rapport aux races laitières (OR 0.29). Des différences de comportement et/ou d'efficacité de l'immunité locale entre les races pourraient avoir une influence. Le fait de connaître ces groupes à risque pourrait être mis à profit à l'avenir lors de la sélection des animaux à monter à l'alpage et/ou lors de la planification de la gestion des prairies, afin de diminuer la prévalence des maladies infectieuses des onglons et ainsi l'utilisation d'antibiotiques.

Mots clés: âge, boiterie, bovins, estivage, phlegmon interdigité, race

Fattori di rischio per le malattie infettive podali bovine in due alpeggi svizzeri

Nel presente studio sono stati identificati gruppi di rischio per le malattie infettive podali in due alpeggi svizzeri, analizzando i dati relativi agli animali e ai trattamenti di un totale di 3256 bovini. Entrambi gli alpeggi facevano parte del BLW progetto di consulenza «Animali sani, posizioni attraenti per i pastori e meno farmaci nei grandi alpeggi bovini». Il progetto è stato avviato nel 2020 a seguito dell'aumento dell'incidenza di zoppie in questi alpeggi.

Le analisi batteriologiche e istologiche dovevano fornire informazioni per stabilire se la patologia podale più comune fosse il flemmone interdigitale (FI) o se si verificasse anche la dermatite digitale. Inoltre, la distribuzione temporale dei casi nella stagione dell'alpeggio e l'influenza dell'alpeggio e dell'anno sono state analizzate e interpretate per gli anni del progetto dal 2020 al 2022 e le incidenze dei trattamenti sono state confrontate tra gli anni. I cicli di trattamento multipli nello stesso individuo sono stati classificati come infezioni persistenti e nuove infezioni.

Diciannove dei 394 bovini trattati per la prima volta sono stati esaminati clinicamente e 12 di essi sono stati sottoposti a un ulteriore campionamento per analisi batteriologiche e istologiche. Tutti i casi esaminati hanno mostrato, sia clinicamente che in seguito ad analisi di laboratorio, le caratteristiche tipiche del FI. Al contrario, non è stata riscontrata alcuna evidenza specifica della presenza di dermatite digitale. Non si sono verificate infezioni persistenti durante il trattamento con benzilpenicillina.

Le analisi di regressione logistica multivariata hanno identificato le bovine di età > 365–730 giorni (odds ratio OR 8.29), nonché le giovenche inseminate (OR 5.30) e non inseminate (OR 7.85) come gruppi a rischio per la malattia studiata ($p < 0.05$). Una correlazione con l'attività di estro delle giovenche non inseminate e un'attività locomotoria generalmente più elevata nelle giovenche rispetto alle vacche, con un corrispondente aumento del rischio di lesioni, è ipotizzabile. Le razze da carne presentano un rischio ridotto rispetto alle razze da latte (OR 0.29). Le differenze di razza nel comportamento e/o nell'efficacia della risposta immunitaria locale potrebbero avere un impatto. La conoscenza di questi gruppi a rischio può essere utilizzata in futuro nella selezione degli animali da portare in alpeggio e/o nella pianificazione della gestione dei pascoli per ridurre la prevalenza delle malattie infettive podali quindi l'uso di antibiotici.

Parole chiave: alpeggi, bovini, età, flemmone interdigitale, razza, zoppia

Risikofaktoren für infektiöse Zehenerkrankungen auf zwei Schweizer Rinderalpen

M. Schaub et al.

Risikofaktoren
für infektiöse Zehen-
erkrankungen auf
zwei Schweizer
Rinderalpen

M. Schaub et al.

Literaturnachweis

- 1 Alban L, Lawson LG, Agger JF. Foul in the foot (interdigital necrobacillosis) in Danish dairy cows – frequency and possible risk factors. *Prev Vet Med.* 1995;24(2):73–82. doi:10.1016/0167-5877(95)00473-A.
- 2 Alsaad M, Dürr S, Iten D, Buescher W, Steiner A. Locomotion behavior of dairy cows on traditional summer mountain farms in comparison with modern cubicle housing without access to pasture. *PLoS One.* 2022;17(3 March). doi:10.1371/journal.pone.0264320.
- 3 Alsaad M, Locher I, Jores J, Grimm P, Brodard I, Steiner A, Kuhnert P. Detection of specific treponema species and chlamydiae nodosus from digital dermatitis (mottled disease) lesions in Swiss cattle. *Schweiz Arch Tierheilkd.* 2019;161(4):207–215. doi:10.17236/sat00201.
- 4 Bartens MC, Gibson AJ, Etherington GJ, Di Palma F, Holder A, Werling D, Willcocks S. Single Nucleotide Polymorphisms in the Bovine TLR2 Extracellular Domain Contribute to Breed and Species-Specific Innate Immune Functionality. *Front Immunol.* 2021;12:1. doi:10.3389/fimmu.2021.764390.
- 5 Benjamin AL, Green BB, Crooker BA, McKay SD, Kerr DE. Differential responsiveness of Holstein and Angus dermal fibroblasts to LPS challenge occurs without major differences in the methylome. *BMC Genomics.* 2016;17(1). doi:10.1186/S12864-016-2565-X.
- 6 Berry SL. Diseases of the digital soft tissues. *Vet Clin North Am Food Anim Pract.* 2001;17(1):129–142. doi:10.1016/S0749-0720(15)30058-X.
- 7 BLV. Umsichtiger Einsatz von Antibiotika bei Rindern, Schweinen, kleinen Wiederkäuern und Neuweltkameliden. Therapieleitfaden für Tierärztinnen und Tierärzte. 2022. <https://www.blv.admin.ch/blv/de/home/tiere/tierarztneimittel/antibiotika/nationale-strategie-antibiotikaresistenzen--star--sachgemaesser-antibiotikaeinsatz.html>. Published 2022. Accessed March 28, 2022.
- 8 Browne N, Hudson CD, Crossley RE, Sugrue K, Huxley JN, Conneely M. Hoof lesions in partly housed pasture-based dairy cows. *J Dairy Sci.* 2022;105(11):9038–9053. doi:10.3168/JDS.2022-22010.
- 9 Bundeskanzlei. SR 812.212.27 – Verordnung vom 18. August 2004 über die Tierarzneimittel (Tierarzneimittelverordnung, TAMV). <https://www.fedlex.admin.ch/eli/cc/2004/592/de>. Published 2020. Accessed March 8, 2022.
- 10 Clark BL, Stewart DJ, Eney DL. The role of *Fusobacterium necrophorum* and *Bacteroides melaninogenicus* in the aetiology of interdigital necrobacillosis in cattle. *Aust Vet J.* 1985;62(2):47–49. doi:10.1111/j.1751-0813.1985.tb14232.x.
- 11 Constable PD, Hinchcliff KW, Done SH, Grünberg W. Bovine Footrot (Infectious Bovine Pododermatitis, Interdigital Phlegmon, Interdigital Necrobacillosis, Foul in the Foot). In: *Veterinary Medicine: A Textbook of the Diseases of Cattle, Horses, Sheep, Pigs and Goats.* 11th ed. Elsevier Ltd., St. Louis, USA; 2017:1432–1434.
- 12 Cruz CEF, Pescador CA, Nakajima Y, Driemeier D. Immunopathological investigations on bovine digital epidermitis. *Vet Rec.* 2005;157(26):834–840. doi:10.1136/vr.157.26.834.
- 13 European Medicines Agency. Defined daily doses for animals (DDDvet) and defined course doses for animals (DCDvet). London, UK. 2016;44(April). www.ema.europa.eu/contact. Accessed December 12, 2022.
- 14 European Medicines Agency. Revised ESVAC reflection paper on collecting data on consumption of antimicrobial agents per animal species, on technical units of measurement and indicators for reporting consumption of antimicrobial agents in animals. *EMA/286416/2012-Rev1.* 2013;44(October):1–29. <https://oarklibrary.com/file/2/e3d8369e-31d5-493c-a411-79bd0c89e169/288b2700-62b7-4a1a-a7ee-097cc3c3e60a.pdf>. Accessed December 12, 2022.
- 15 Evans NJ, Brown JM, Demirkan I, Murray RD, Vink WD, Blowey RW, Hart CA, Carter SD. Three unique groups of spirochetes isolated from digital dermatitis lesions in UK cattle. *Vet Microbiol.* 2008;130(1–2):141–150. doi:10.1016/j.vetmic.2007.12.019.
- 16 Gibson AJ, Woodman S, Pennelegion C, Patterson R, Stuart E, Hosker N, Siviter P, Douglas C, Whitehouse J, Wilkinson W, Pegg SA, Villarreal-Ramos B, Werling D. Differential macrophage function in Brown Swiss and Holstein Friesian cattle. *Vet Immunol Immunopathol.* 2016;181:15. doi:10.1016/J.VETIMM.2016.02.018.
- 17 Janke J. Interdigital Necrobacillosis (Foot Rot) in Cattle. In: Smith BP, ed. *Large Animal Internal Medicine, 5th Edition (VetBooks.Ir).* Elsevier Mosby; 2015:1125–1126.
- 18 Klitgaard K, Boye M, Capion N, Jensen TK. Evidence of multiple *Treponema* phylotypes involved in bovine digital dermatitis as shown by 16S rRNA gene analysis and fluorescence in situ hybridization. *J Clin Microbiol.* 2008;46(9):3012–3020. doi:10.1128/JCM.00670-08/FORMAT/EPUB.
- 19 Kontturi M, Junni R, Simojoki H, Malinen E, Seuna E, Klitgaard K, Kujala-Wirth M, Soveri T, Pelkonen S. *Bacterial Species Associated with Interdigital Phlegmon Outbreaks in Finnish Dairy Herds.* Vol 15. BMC Veterinary Research; 2019. doi:10.1186/s12917-019-1788-x.
- 20 Kontturi M, Kujala M, Junni R, Malinen E, Seuna E, Pelkonen S, Soveri T, Simojoki H. Survey of interdigital phlegmon outbreaks and their risk factors in free stall dairy herds in Finland. *Acta Vet Scand.* 2017;59(1):1–9. doi:10.1186/s13028-017-0313-0.
- 21 MeteoSchweiz. Jahresverlauf Temperatur, Sonnenschein und Niederschlag - MeteoSchweiz. <https://www.meteoschweiz.admin.ch/klima/klima-der-schweiz/jahresverlauf-temperatur-sonnenschein-und-niederschlag.html>. Accessed January 5, 2023.
- 22 MeteoSchweiz. Klimabulletin Jahr 2021 - MeteoSchweiz. <https://www.meteoschweiz.admin.ch/service-und-publicationen/publikationen/berichte-und-bulletins/2022/klimabulletin-jahr-2021.html>. Published 2022. Accessed January 4, 2023.
- 23 Van Metre DC. Pathogenesis and Treatment of Bovine Foot Rot. *Vet Clin North Am - Food Anim Pract.* 2017;33(2):183–194. doi:10.1016/j.cvfa.2017.02.003.
- 24 Mohammed Saleh WM. Clinical and Bacteriological Diagnosis of Foot-rot in Beef bulls in Basra. *Biomed J Sci Tech Res.* 2019;13(5). doi:10.26717/bjstr.2019.13.002472.
- 25 Morck DW, Olson ME, Louie TJ, Koppe A, Quinn B. Comparison of ceftiofur sodium and oxytetracycline for treatment of acute interdigital phlegmon (foot rot) in feedlot cattle. *J Am Vet Med Assoc.* 1998;212(2):254–257. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/9448831/>. Accessed April 20, 2022.

Korrespondenzadresse

Melanie Schaub, med. vet.
Wiederkäuerklinik
Vetsuisse-Fakultät, Universität Bern
Bremgartenstrasse 109a,
CH-3012 Bern
E-Mail: melanie.schaub@unibe.ch

Risikofaktoren
für infektiöse Zehen-
erkrankungen auf
zwei Schweizer
Rinderalpen

M. Schaub et al.

- ²⁶ Nagaraja TG, Narayanan SK, Stewart GC, Chengappa MM. Fusobacterium necrophorum infections in animals: Pathogenesis and pathogenic mechanisms. *Anaerobe*. 2005;11(4):239–246. doi:10.1016/j.anaerobe.2005.01.007.
- ²⁷ Nuss K. Zwischenklauenphlegmone (Phlegmona interdigitalis). In: Fiedler A, Maierl J, Nuss K, eds. *Erkrankungen Der Klauen Und Zehen Des Rindes*. 2nd ed. Georg Thieme Verlag KG, Stuttgart, DE; 2019:112–114. doi:10.1024/0036-7281.146.9.439b.
- ²⁸ Nuss K, Schwarz A, Ringer S. Lokalanästhesien beim Wiederkäuer. *Tierarztl Prax Ausgabe G Grosstiere – Nutztiere*. 2017;45(3):159–173. doi:10.15653/TPG-161061.
- ²⁹ Osová A, Mihajlovičová X, Hund A, Mudroň P. Interdigital phlegmon (foot rot) in dairy cattle - An update. *Wien Tierarztl Monatsschr*. 2017;104(7–8):209–220.
- ³⁰ Pérez-Cabal MA, Charfeddine N. Models for genetic evaluations of claw health traits in Spanish dairy cattle. *J Dairy Sci*. 2015;98(11):8186–8194. doi:10.3168/jds.2015-9562.
- ³¹ Persson Y, Mörk MJ, Pringle M, Bergsten C. A case-series report on the use of a salicylic acid bandage as a non-antibiotic treatment for early detected, non-complicated interdigital phlegmon in dairy cows. *Animals*. 2019;9(4). doi:10.3390/ani9040129.
- ³² Reinöhl-Desouza C, Kofler J. Infektiöse Interdigitalnekrose (infektiöse Interdigitalphlegmone) bei 66 Rindern Teil 1: Klinische Befunde. *Tierärztliche Prax Ausgabe G Grosstiere/ Nutztiere*. 2006;(34):5–14. www.tieraerztliche-praxis.de. Accessed December 13, 2022.
- ³³ Schweizer Bundesrat. Verordnung über landwirtschaftliche Begriffe und die Anerkennung von Betriebsformen. 91091. 1998;22:1–20. <http://www.admin.ch/opc/de/classified-compilation/19983381/index.html>. Accessed November 24, 2022.
- ³⁴ Selbitz H-J, Truyen U, Valentin-Weigand P, eds. *Tiermedizinische Mikrobiologie, Infektions- und Seuchenlehre*. 10th ed. Enke Verlag, Stuttgart; 2015. doi:10.1055/b-002-5219.
- ³⁵ Shearer JK. Infectious Disorders of the Foot Skin. *Curr Vet Ther*. 2009:234–242. doi:10.1016/B978-141603591-6.10052-1.
- ³⁶ Smith B, Van Metre D, Pusterla N. *Large Animal Internal Medicine*. Elsevier; 2019. doi:10.1016/B978-0-323-55445-9.00064-1.
- ³⁷ Sprecher DJ, Hostetler DE, Kaneene JB. A lameness scoring system that uses posture and gait to predict dairy cattle reproductive performance. *Theriogenology*. 1997;47(6):1179–1187. doi:10.1016/S0093-691X(97)00098-8.
- ³⁸ Stenzel S, Schroepfer M, Prade I, Meyer M. Leather properties as a function of cattle breed. In: *35th IULTCS Congress 2019: «Benign by Design» Leather – The Future Through Science and Technology*. ; 2019.
- ³⁹ Swiss Antibiotic Resistance Report 2022 ANRESIS ARCH-Vet IS ABV Usage of Antibiotics and Occurrence of Antibiotic Resistance in Switzerland. www.star.admin.ch. Accessed January 5, 2023.
- ⁴⁰ Taylor R. Interpretation of the Correlation Coefficient: A Basic Review. *J Diagnostic Med Sonogr*. 1990;6(1):35–39. doi:10.1177/875647939000600106.
- ⁴¹ Zhou H, Bennett G, Hickford JGH. Variation in Fusobacterium necrophorum strains present on the hooves of footrot infected sheep, goats and cattle. *Vet Microbiol*. 2009;135(3–4):363-367. doi:10.1016/j.vetmic.2008.09.084.