

Paratuberkulose: Internationale Entwicklung und Situation in der Schweiz

Elena Di Labio¹, Mireille Meylan², Jörg Hummerjohann³

¹Bundesamt für Lebensmittelsicherheit und Veterinärwesen BLV, Fachbereich Tierseuchenbekämpfung, 3003 Bern, Schweiz

²Universität Bern, Wiederkäuerklinik, 3012 Bern, Schweiz

³Agroscope, Fachbereich Mikrobielle Systeme von Lebensmitteln, 3003 Bern, Schweiz

Auskünfte: Jörg Hummerjohann, E-Mail: joerg.hummerjohann@agroscope.admin.ch

<https://doi.org/10.34776/afs15-266> Publikationstermin: 26. September 2024



Schweizer Kuh mit Paratuberkulose. (Foto: Universität Bern, Wiederkäuerklinik)

Zusammenfassung

Paratuberkulose (ParaTB) ist eine chronische Erkrankung von Rindern und anderen Wiederkäuern. Sie äussert sich vor allem in Durchfall und Abmagerungserscheinungen und wird durch *Mycobacterium avium* subsp. *paratuberculosis* (MAP) verursacht. Weil der Erreger bei der Pasteurisation der Milch zwar sehr stark reduziert, aber nicht vollständig abgetötet wird, kann der Mensch beim Konsum von Milch MAP aufnehmen. Seit Jahrzehnten wird kontrovers diskutiert, ob es einen kausalen Zusammenhang zwischen MAP und dem sogenannten Morbus Crohn, einer chronischen entzündlichen Darmerkrankung des Menschen, und anderer Krankheiten gibt. Der vorliegende Übersichtsartikel präsentiert einige jüngste Highlights aus dem Stand der Wissenschaft, wobei der Schwerpunkt auf der Eindämmung von ParaTB, der Tiergesundheit, der Lebensmittelsicherheit und den ökonomischen Verlusten

durch ParaTB liegt. Neben der internationalen Entwicklung wird auch die Situation in der Schweiz bezüglich ParaTB beleuchtet. Die Seroprävalenz in Milchviehhaltungen ist hierzulande im internationalen Vergleich sehr niedrig und die Tierhaltenden nehmen, auch aufgrund fehlender Kenntnisse, die Krankheit kaum wahr. Ein national koordiniertes Programm zur Überwachung und Bekämpfung der ParaTB existiert nicht. Umso wichtiger ist es, durch verstärkte Information das Bewusstsein der Tierhaltenden für die Krankheit zu steigern, damit Infektionen erkannt und Massnahmen getroffen werden für eine bessere Tiergesundheit und Lebensmittelsicherheit.

Keywords: paratuberculosis, *Mycobacterium avium* subsp. *paratuberculosis*, Johne's disease, Crohn's disease, Swiss dairy herds.

Einleitung

Paratuberkulose (ParaTB) ist eine chronische Erkrankung von Rindern und anderen Wiederkäuern. Sie wird auch Johnesche Krankheit genannt und äussert sich in einer chronischen Darmentzündung mit anhaltendem, wässrigem Durchfall, Abmagerungserscheinungen, wobei teilweise Unfruchtbarkeit auftreten kann. Dabei kann es in Spätstadien der Krankheit auch zu einer Reduktion der Milchleistung und einem erhöhten Gehalt an somatischen Zellen kommen.

Auslöser der ParaTB ist *Mycobacterium avium* subsp. *paratuberculosis* (MAP), ein Erreger, der bereits im jungen Alter (meistens im ersten Lebensjahr) vom Muttertier oder von anderen adulten Tieren auf das Kalb übertragen wird, in der Regel fäkal, via kontaminierte Oberflächen, kontaminierte Milch, Futter und Wasser; nur selten durch intrauterine Infektion. Die nun folgende subklinische Phase ohne Auftreten von Symptomen ist sehr lang und es dauert in der Regel mehrere Jahre, bis sich die oben genannten klinischen Symptome manifestieren, welche letztendlich zum Tod des betroffenen Tieres führen.

Wichtig zu wissen ist es, dass sowohl subklinisch infizierte als auch erkrankte Rinder MAP mit Kot und z.T. direkt in die Milch ausscheiden können. Dadurch werden häufig unbemerkt nicht nur andere Tiere angesteckt, sondern die Umgebung des landwirtschaftlichen Betriebes wird ebenso oft grossflächig kontaminiert. Der Erreger überlebt in der Umwelt aussergewöhnlich gut und lange.

Da MAP bei der Pasteurisation der Milch zwar sehr stark reduziert, aber nicht vollständig abgetötet wird, kann der Mensch beim Konsum von Milch MAP aufnehmen.

MAP kann aber auch im Trinkwasser, Gemüse und Salat vorkommen, und dadurch ebenso in die Nahrungsmittelkette gelangen.

Seit über drei Jahrzehnten wird kontrovers diskutiert, ob es einen kausalen Zusammenhang zwischen MAP und dem sogenannten Morbus Crohn, einer chronischen entzündlichen Darmerkrankung des Menschen, und anderer Krankheiten gibt.

Der vorliegende Artikel präsentiert einige jüngste Highlights aus dem Stand der Wissenschaft, wobei der Schwerpunkt auf der Eindämmung von ParaTB, der Tiergesundheit, der Lebensmittelsicherheit und den ökonomischen Verlusten durch ParaTB liegt.

ParaTB kommt in der Schweiz endemisch vor. Ende 2015 wurden auf nationaler Ebene obligatorische Bekämpfungsmassnahmen gegen die Tierseuche festgelegt, hauptsächlich um den Zugang zum internationalen Markt (Export von Milch und Milchprodukten) zu sichern. Die Massnahmen zielen nicht auf die Ausrottung von MAP

in der betroffenen Tierhaltung ab. Ziel ist es vielmehr, Tiere, die den Erreger in grossen Mengen ausscheiden, zu identifizieren und zu eliminieren, und damit den Infektionsdruck im Bestand und das potentielle Risiko eines Eintrages von MAP in die Lebensmittelkette zu verringern.

Ein nationales Programm für eine Überwachung und nachhaltige Bekämpfung der ParaTB ist in der Schweiz bislang nicht etabliert worden.

Internationale Entwicklung

Der erste Teil des vorliegenden Artikels fasst das aktuelle Wissen zusammen. Dabei wurden neben wissenschaftlichen Publikationen auch Informationen vom «International Conference on Paratuberculosis, ICP, 2022 Dublin», einem Kongress der internationalen Gesellschaft für ParaTB, verwendet.

Einen ersten Überblick geben Over *et al.*, 2011 und vertieft Behr *et al.*, 2020 (ePDF:eISBN : 978-1-78924-342-0)

Bekämpfung von ParaTB

ParaTB kommt weltweit vor, insbesondere in Regionen mit intensiver Tierhaltung. In vielen Ländern sind mehr als 20 % der Rinderherden mit MAP infiziert. In zahlreichen Ländern laufen, teilweise bereits seit Jahren, nationale oder regionale Programme zur Bekämpfung der ParaTB. Das Ergreifen von Massnahmen gegen die ParaTB auf nationaler Ebene wird am häufigsten mit der Tiergesundheit begründet, aber auch die Sicherung des Zugangs zum internationalen Markt und der Schutz der öffentlichen Gesundheit (zoonotisches Potential von MAP) sind weitere Faktoren. Eine gute Übersicht über die Bekämpfung der ParaTB in verschiedenen Ländern gibt Whittington *et al.*, 2019. Nur wenige Länder haben obligatorische Programme mit dem Ziel der Ausrottung von MAP, wie bspw. Norwegen oder Schweden. Mehrheitlich sind die Programme freiwillig, wie bspw. in den Niederlanden, in Italien oder in einigen Bundesländern Deutschlands. Sie zielen nicht unbedingt auf die Eliminierung des Erregers in der betroffenen Herde oder auf die Ausrottung der Krankheit in dem betreffenden Gebiet ab, sondern auf die Reduktion des Infektionsdruckes in den Betrieben und die Verbesserung des Gesundheitsstatus der Herden. Dies ist auf die Schwierigkeiten bei der ParaTB-Bekämpfung zurückzuführen, denn die Bekämpfung gestaltet sich als langwierig und ist mit einem hohen Aufwand für die Tierhaltenden verbunden. Die Diagnostik der ParaTB ist schwierig, was eine grosse

Herausforderung in der Überwachung und Bekämpfung der ParaTB darstellt. Sensitivität und Spezifität der verschiedenen Nachweismethoden von MAP variieren je nach Krankheitsstadium und Alter der Tiere, wobei allgemein direkte diagnostische Methoden (MAP-Nachweis mittels Kultur oder molekularbiologischen Methoden wie Gennachweis mittels PCR) deutlich zuverlässiger sind als indirekte (Nachweis der Immunantwort auf den Erreger, d.h. von Antikörpern durch Serologie in Blut oder Milch z.B. durch einen ELISA-Test). Dafür sind direkte Methoden aufwendiger und teurer, was die Anzahl Tiere, welche getestet werden können und die Häufigkeit, mit welcher die Testung wiederholt werden kann, negativ beeinflusst. Leider ist die Zuverlässigkeit der serologischen Methoden beschränkt, insbesondere diejenige der serologischen Untersuchung von Milchproben, welche einfach zu sammeln wären. Bei praktisch allen Untersuchungsmethoden ist die Sensitivität, v.a. in der Phase, in der die Tiere noch keine Symptome zeigen, relativ schlecht, was zu falsch negativen Resultaten bei der Diagnostik führt. Zudem ist, besonders bei serologischen Methoden, aufgrund der unzureichenden Spezifität auch mit falsch positiven Resultaten zu rechnen. Somit wird eine Überwachung und Bekämpfung der ParaTB massiv erschwert. Durch regelmässiges Testen auf Herdenebene kann die Zuverlässigkeit der Aussage in Bezug auf die ParaTB-Situation in einem Betrieb (infiziert oder ParaTB-frei) verbessert werden, jedoch bleibt die Interpretation der Tests aufgrund der beschriebenen diagnostischen Limitationen schwierig.

Bezüglich Risikofaktoren und Bekämpfungsmassnahmen muss unterschieden werden zwischen der Situation in nicht infizierten Betrieben, wo es darum geht, dass die Krankheit nicht in die Herde eingeschleppt wird, und in infizierten Betrieben, wo die Beschränkung der Verluste und die Minimierung der Übertragung von MAP auf Jungtiere im Vordergrund stehen. Bei negativen Betrieben geht es in erster Linie darum, keine infizierten Tiere in die Herden einzuführen, denn ParaTB ist eine «Handelsseuche». Durch die Mängel der Diagnostik ist es aber beim einzelnen Tier nicht möglich, auch wenn das Tier vor dem Zukauf auf ParaTB getestet wird, ausreichend sicher zu sein, dass es nicht infiziert und nicht noch in der subklinischen Phase der Krankheit ist. Die Zuverlässigkeit der Aussage kann verbessert werden, indem im Rahmen von Zertifizierungsprogrammen die ganze Herde wiederholt getestet wird. Damit kann nicht zertifiziert werden, dass die Herde ParaTB-frei ist, sondern dass sie x-mal negativ getestet wurde. Je mehr negative Resultate vorliegen und je länger die Testperiode ist, umso kleiner ist das Risiko, dass ein Tier, welches

aus dieser Herde zugekauft wird, ParaTB in eine andere Herde bringen könnte. Für einen risikoarmen Handel von Rindern zwischen Tierhaltungen wären solche Zertifizierungsprogramme eine Voraussetzung, v.a. in Ländern wie die Schweiz mit intensivem Tierverkehr. Doch sie sind teuer und müssten über viele Jahre zuverlässig und mit adäquaten Methoden durchgeführt werden, um einen Mehrwert zu haben. Weiter müsste neben diesen gezielten Massnahmen bezüglich ParaTB das Bewusstsein der Landwirte für die Wichtigkeit von allgemeinen Biosicherheitsmassnahmen bspw. betreffend Tiertransporte und -handel, Tierausstellungen oder das Zusammenführen von Tieren auf gemeinsamen Weiden, verbessert werden.

In infizierten Herden muss die möglichst frühe Identifizierung und die Ausmerzung von infizierten Tieren im Vordergrund stehen, um die Durchseuchung der Umgebung und somit das Risiko von neuen Infektionen im Betrieb zu limitieren, aber auch um die Verluste, welche mit der klinischen Phase der Krankheit verbunden sind, zu minimieren. Besonders wichtig ist die Vermeidung von Kontakt der Kälber mit (potentiell MAP-haltigem) Kot der erwachsenen Tiere, sei es durch direkten Tierkontakt oder über kontaminierte Milch, Futtermittel, Weide oder Stallgeräte (Künzler *et al.* 2014; Klopstein *et al.* 2021).

Die ParaTB verursacht, insbesondere in Milchviehhaltungen, erhebliche wirtschaftliche Verluste. Einbussen entstehen v.a. durch den Verlust von kranken Tieren, Reduktion der Milchleistung, Verminderung der Schlachterlöse, tierärztliche Behandlungskosten, Diagnostik und den Ersatz von Tieren. Eine Meta-Analyse von Rieger *et al.* zeigte, dass bei einer angenommenen Einzeltier-Prävalenz von 6% in Milchviehhaltungen die ParaTB in der Schweiz einen jährlichen Gesamtverlust von schätzungsweise rund 12 Mio. CHF verursacht (Rieger *et al.* SAT 2021). Die ParaTB ist auch eine Krankheit mit erheblichen Auswirkungen auf das Wohlergehen der Tiere.

Aufgrund der obengenannten Schwierigkeiten und des damit verbundenen hohen Aufwandes sind Tierhaltende jedoch für eine Bekämpfung der ParaTB schwer zu motivieren, insbesondere in Tierhaltungen mit niedriger Prävalenz. Eine rein freiwillige Teilnahme genügt folglich nicht für ein erfolgreiches ParaTB-Bekämpfungsprogramm. Es braucht eine gewisse obligatorische Komponente. In einigen Ländern mit erfolgreichen ParaTB-Programmen herrscht starker Druck seitens der Branche auf die Milchproduzenten, insbesondere dort, wo der Milchsektor stark international ausgerichtet ist (z.B. in den Niederlanden und in Italien). Anreize durch öffentliche Gelder könnten helfen, die Tierhaltenden an einer Teilnahme im Programm zusätzlich zu motivieren.

Für ein erfolgreiches und nachhaltiges ParaTB-Bekämpfungsprogramm ist eine stabile, langfristige Finanzierung von zentraler Bedeutung. In Ländern wie bspw. Kanada und Australien, in denen die Finanzierung durch öffentliche Gelder nach einigen Jahren heruntergefahren oder ganz gestoppt wurde, wurden die Programme nicht mehr weitergeführt. Sie sind jedoch zur Grundlage für nationale Biosicherheitsprogramme für Rinder geworden. Diese Programme umfassen Massnahmen zur Vermeidung einer Einschleppung von Krankheitserregern in eine Tierhaltung und deren Verbreitung im Tierbestand sowie zur Vermeidung der Verschleppung von Erregern aus dem Bestand. Der Einbezug der ParaTB in ein breiteres Biosicherheitskonzept wäre generell wünschenswert.

Zoonotisches Potenzial & Lebensmittelsicherheit

Morbus Crohn beim Menschen wird als multifaktorielle Krankheit angesehen (Economou und Pappas, 2008; Gajendran *et al.*, 2018). Klar ist, dass es neben einem vererbten Faktor auch noch einen anderen Trigger zur Entwicklung von Morbus Crohn braucht, wie Zwillingsstudien ergeben haben. Ein interessanter Aspekt ist, dass Morbus Crohn z.T. eher als Immundefizienz- und nicht mehr als Autoimmun-Krankheit betrachtet wird (Lalande and Behr, 2010).

Zwei Entdeckungen starteten eine intensive Diskussion über das zoonotische Potenzial von MAP.

Erstens wurde 2004 MAP aus dem Blut von Morbus Crohn-Patienten isoliert (Naser *et al.*). Dann wurden, nachdem bereits die unvollständige Abtötung des Keimes bei der Pasteurisierung von Milch in Modellversuchen bekannt war (Zusammenfassung: Lund 2002), lebende MAP in kommerzieller, pasteurisierter Milch nachgewiesen (Grant *et al.*, 2002; Ayele *et al.*, 2005; Gerard *et al.*, 2018). Letzteres war ein sehr aufwändiges Unterfangen, da der Erreger aus pasteurisierter Milch und daraus hergestellten Produkten nur sehr schwierig und sehr langsam anzüchtbar ist.

Es startete aber nicht nur eine intensive Diskussion über das zoonotische Potenzial von MAP (z.B. Waddell *et al.*, 2015; Kuenstner *et al.*, 2017; Acharya *et al.* 2020), sondern eine Reihe von Ländern lancierten Programme gegen ParaTB, um dem möglichen zoonotischen Potenzial von MAP entgegenzutreten.

Heutzutage wird die Problematik eher unter einem ganzheitlichen Ansatz betrachtet, also statt Einzelmassnahmen wird ein integratives Herdenmanagement zur Förderung der Tiergesundheit und des Tierwohles unter Einbezug ökonomischer Fragen praktiziert. Dieser Ansatz hätte dann auch positive Folgen für die öffentliche Gesundheit.

Auf dem ICP2022 standen daher diese Aspekte im Fokus. Die grossen Diskussionen am ICP zum zoonotischen Potenzial von MAP wie vor ein paar Jahren scheinen nun weniger zentral. So statuierte der einzige Humanmediziner, der eine Keynote Lecture auf der Konferenz hielt (Prof. Marcel Behr, Kanada), dass das «Grübeln (rumination)» um die Ursachenforschung zu Morbus Crohn auch nach zwei Dekaden noch nicht vorüber ist, da die Wissenschaft nur sehr langsam Fortschritte auf dem Gebiet mache. Besonders die nach wie vor schlechte Isolierbarkeit von MAP aus Patienten bzw. der schwierige Nachweis des Erregers in klinischem Material seien immer noch ein Hemmnis und klinische Studien müssten unbedingt validierte Labormethoden zum MAP-Nachweis verwenden. Weiterhin würden klinische Studien, die eine Antwort auf Antibiotikabehandlungen betrachten, formell nicht die MAP-Morbus Crohn-Hypothese ansprechen, da sie eigentlich «nur» fragen, welche spezifische Behandlung Patienten hilft. Bis heute würden wichtige klinische Studien fehlen, in welchen zuerst der MAP-Status der Patienten gescreent und dann nach einer Randomisierung die Effekte einer Behandlung angeschaut werden.

Eine Beurteilung der EFSA zum möglichen zoonotischen Potenzial von MAP fehlt bislang.

Eine Übersicht zum MAP-Nachweis in Tieren, Lebensmitteln, Wasser etc. geben Wadell *et al.* (2016).

Zwei Anmerkungen zur MAP-Analytik: Die Kultivierung des anspruchsvollen und langsam wachsenden Bakteriums ist eine Herausforderung (Übersicht: Dane *et al.*, 2023). Für den Nachweis von Antikörpern gegen MAP in Serum wird ELISA verwendet. In Fäkalien wird der Erreger in der klinischen Diagnostik bei Tieren durch PCR detektiert, wobei hier zu beachten ist, dass mittels PCR auch tote Zellen erfasst werden und nicht jeder positive Befund bedeutet, dass infektiöse Erreger vorhanden sind. Auch wenn seit Jahren bekannt ist, dass IS900 als PCR-Target ungenügend spezifisch für MAP ist und bessere Alternativen zur Verfügung stehen (Over *et al.*, 2011), wird es immer noch eingesetzt. Dr. Larissa Martins (Kanada) wies an der ICP2022 deshalb darauf hin, dass es sehr wichtig sei, entweder nur ein MAP-spezifisches Target zu verwenden oder nach dem Screening mit IS900 einen zweiten spezifischen Test anzuschliessen.

Kultivierbare MAP konnte weder in Schweizer Rohmilch (Hummerjohann *et al.* 2005) noch in Schweizer Rohmilchkäsen (Stephan *et al.* 2007) nachgewiesen werden, wobei in letzterer Studie 4,2 % der Proben F57-PCR-positiv für MAP waren.

Der einzige Vortrag an der ICP2022 über MAP in Lebensmitteln wurde von Dr. Filippo Barsi (Italien) gehalten.

Er machte auf die komplexe Inaktivierungs-Kinetik von MAP während der Mozzarella-Herstellung aufmerksam, welche die genaue Berechnung von wichtigen Parametern erschwerten. Es wurden während der Bruch-Ausziehung D-Werte (= Zeit, um 90 % der Keime abzutöten) von 4.22 min bis 0.15 min bei 60°C bzw. 75°C und ein z-Wert (= Temperaturerhöhung, die notwendig ist, um den D-Wert auf ein Zehntel zu reduzieren) von 10,2°C bestimmt (Barsi *et al.*, 2022).

Diese Resultate zeigten, dass Challenge-Tests zum Überleben von MAP in Lebensmitteln nach wie vor wichtig sind. Nach der initialen Studie von Agroscope zum Überleben von MAP in Hart- und Halbhartkäse (Spahr & Schafroth 2001) werden ähnliche Versuche in der Schweiz erst wieder mit dem neuen BSL3-Pilot Plant von Agroscope in Posieux möglich sein, der den verschärften Anforderungen an die Biosicherheit vollumfänglich Rechnung trägt.

Situation in der Schweiz

Die ParaTB ist in der Schweiz seit 1995 eine anzeigepflichtige Tierseuche. Ein national koordiniertes ParaTB-Bekämpfungsprogramm existiert nicht. Seit Ende 2015 gibt es jedoch auf nationaler Ebene obligatorische Bekämpfungsmassnahmen (Tierseuchenverordnung TSV SR 916.401, Art. 236a ff.). Die vorgeschriebenen Bekämpfungsmassnahmen gelten für Rinder, Schafe und Ziegen, für Büffel und Neuweltkameliden sowie für Wildwiederkäuer, die in Gehegen gehalten werden. Ein Fall von ParaTB ist definiert als ein Tier, das klinische Anzeichen oder pathologisch-anatomische Läsionen aufweist, die den Verdacht auf ParaTB nahelegen, und bei dem darüber hinaus der Erreger durch Labordiagnostik nachgewiesen wird. Im Falle von ParaTB wird ein Verbringungsverbot über alle Tiere der betroffenen Tierhaltung verhängt. Die infizierten Tiere, d. h. die Tiere mit klinischen Symptomen und positivem Erregernachweis, werden getötet und die Kadaver entsorgt. Die Milch von verdächtigen oder infizierten Tieren darf nicht an andere Tiere verfüttert werden. Aufgrund des zoonotischen Potentials von MAP darf sie auch nicht in die Nahrungskette gelangen und muss entsorgt werden. Die Nachkommen infizierter weiblicher Tiere, die in den letzten 12 Monaten geboren wurden und sich im Bestand befinden, werden mit einer Verbringungssperre belegt und müssen spätestens im Alter von 12 Monaten geschlachtet werden. Weiter müssen alle empfänglichen Tiere im Betrieb klinisch auf ParaTB untersucht werden, um die Anwesenheit anderer verdächtiger Tiere auszuschliessen. Die Sperre über die Tierhaltung wird aufgehoben,

nachdem die klinische Untersuchung abgeschlossen ist und keine verdächtigen Tiere festgestellt wurden, und nachdem die verseuchten Tiere getötet und entsorgt und die Ställe gereinigt und desinfiziert wurden. Die Tierhaltenden erhalten eine finanzielle Entschädigung für die Tiere, die auf behördliche Anordnung geschlachtet oder getötet werden müssen. Die aktuellen Bekämpfungsmassnahmen mit der aktiven Entfernung klinisch kranker Tiere aus dem Bestand, die in der Regel MAP in hohen Mengen ausscheiden, haben zum Ziel, den Infektionsdruck im Betrieb zu senken und einer Weiterverbreitung von MAP entgegenzuwirken. Sie tragen zudem dazu bei, dass der Eintrag von MAP in die Lebensmittelkette reduziert wird. Eine obligatorische Sanierung des ganzen Bestandes, in dem ParaTB-infizierte Tiere nachgewiesen wurden, ist vom Gesetzgeber nicht vorgesehen. Die Eliminierung von MAP aus einem Betrieb ist aus den genannten Einschränkungen der Diagnostik, welche die Identifizierung der infizierten, aber noch nicht erkrankten Tiere stark erschweren, äusserst schwierig zu erreichen. Diese müsste auf privater Schiene erfolgen und durch die Tierhaltenden organisiert werden, was finanziell von den Tierhaltenden jedoch kaum getragen werden kann.

Aufgrund der geringen Betriebsgrösse und der relativ wenig intensiven Landwirtschaft in der Schweiz ist die ParaTB hierzulande weniger ein Problem als in Ländern mit grossen Betrieben und intensiver Tierhaltung. Die Resultate einer jüngst durchgeführten Studie von Ottardi *et al.* (2024) bestätigten die im europäischen Vergleich tiefe Herdenprävalenz in Schweizer Rinderhaltungen. Im Rahmen der Studie wurden 9610 Blutproben von Rindern aus 163 Schweizer Milchviehbetrieben auf Antikörper gegen MAP getestet. Von den in der ganzen Schweiz verteilten 163 untersuchten Milchviehherden waren nur neun positiv, auf Herdenebene wurde eine wahre Seroprävalenz von 3,6 % gerechnet. In den neun positiven Betrieben betrug die beobachtete Seroprävalenz auf Tierebene ebenfalls 3,6 % (Median, 2,3 bis 5,5 %). Aufgrund der tiefen Prävalenzwerte, konnten mit Ausnahme einer signifikanten Assoziation zwischen Herdengrösse und positivem Serostatus keine Risikofaktoren für einen positiven Infektionsstatus oder für eine hohe Prävalenz in seropositiven Herden identifiziert werden. Die Erfahrungen aus anderen Ländern zeigen, dass Aussicht auf Erfolg in der ParaTB-Bekämpfung nur besteht, wenn die Tierhaltenden motiviert sind, Massnahmen gegen die ParaTB zu treffen und diese langfristig umsetzen. In einer Schweizer Studie wurde vor einigen Jahren festgestellt, dass auch in infizierten Betrieben, selbst wenn Tierverluste infolge ParaTB verzeichnet werden,

die Motivation zur konsequenten Implementierung von Kontrollmassnahmen tief ist (Klopfstein *et al.* 2021). Rein freiwillige Programme funktionieren nicht. Es würde gewisse obligatorische Komponenten bzw. einen gewissen Druck oder finanziellen Anreiz benötigen, damit die Tierhaltenden längerfristig an einem Programm teilnehmen. Vor allem müsste die Information der Schweizer Tierhaltenden über die Krankheit verbessert werden, da ihre Kenntnisse über die Krankheit meistens sehr bescheiden sind (Künzler *et al.* 2014; Ottardi *et al.* 2024), d.h. die Krankheit und ihre Bedeutung werden kaum oder nicht wahrgenommen.

Literatur

- Acharya, K. R., Plain, K. M., Whittington, R. J., & Dhand, N. K. (2020). Australian Veterinarians' Perceptions Regarding the Zoonotic Potential of *Mycobacterium avium* Subspecies Paratuberculosis. *Vet Sci*, *7*(1). <https://doi.org/10.3390/vet-sci7010033>
- Ayele, W. Y., Svastova, P., Roubal, P., Bartos, M., & Pavlik, I. (2005). *Mycobacterium avium* subspecies paratuberculosis cultured from locally and commercially pasteurized cow's milk in the Czech Republic. *Appl Environ Microbiol*, *71*(3), 1210–1214. <https://doi.org/10.1128/AEM.71.3.1210-1214.2005>
- Barsi, F., Dalzini, E., Russo, S., Cosciani-Cunico, E., Monastero, P., Arrigoni, N., Garbarino, C. A., Cortimiglia, C., Losio, M. N., & Ricchi, M. (2022). Isothermal inactivation of *Mycobacterium avium* subsp. paratuberculosis in curd simulating the stretching phase in pasta-filata cheese process. *Front Microbiol*, *13*, 1052222. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2022.1052222>
- Behr, M. A., Divangahi, M., & Lalonde, J. D. (2010). What's in a name? The (mis) labelling of Crohn's as an autoimmune disease. *Lancet*, *376*(9736), 202–203. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(10\)60282-6](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(10)60282-6)
- Dane, H., Stewart, L. D., & Grant, I. R. (2023). Culture of *Mycobacterium avium* subsp. paratuberculosis: challenges, limitations and future prospects. *J Appl Microbiol*, *134*(1). <https://doi.org/10.1093/jambio/ixac017>
- Economou, M., & Pappas, G. (2008). New global map of Crohn's disease: Genetic, environmental, and socioeconomic correlations. *Inflamm Bowel Dis*, *14*(5), 709–720. <https://doi.org/10.1002/ibd.20352>
- Gajendran, M., Loganathan, P., Catinella, A. P., & Hashash, J. G. (2018). A comprehensive review and update on Crohn's disease. *Dis Mon*, *64*(2), 20–57. <https://doi.org/10.1016/j.disamonth.2017.07.001>
- Gerrard, Z. E., Swift, B. M. C., Botsaris, G., Davidson, R. S., Hutchings, M. R., Huxley, J. N., & Rees, C. E. D. (2018). Survival of *Mycobacterium avium* subspecies paratuberculosis in retail pasteurised milk. *Food Microbiol*, *74*, 57–63. <https://doi.org/10.1016/j.fm.2018.03.004>
- Grant, I. R., Hitchings, E. I., McCartney, A., Ferguson, F., & Rowe, M. T. (2002). Effect of commercial-scale high-temperature, short-time pasteurization on the viability of *Mycobacterium paratuberculosis* in naturally infected cows' milk. *Appl Environ Microbiol*, *68*(2), 602–607. <https://doi.org/10.1128/AEM.68.2.602-607.2002>
- Hummerjohann, J., Ulmann, B., & Schällibaum, M. (2008). Häufigkeit von Paratuberkulose-Erregern in Schweizer Rohmilch. *Agrarforschung*, *15* (2), 104–107.
- Klopfstein, M., Leyer, A., Berchthold, B., Torgerson, P.R., & Meylan, M. (2021). Limitations in the implementation of control measures for bovine paratuberculosis in infected Swiss dairy and beef herds. *PLoS One*, *16*:1–16. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0245836>
- Kuenstner, J. T., Naser, S., Chamberlin, W., Borody, T., Graham, D. Y., McNeese, A., Hermon-Taylor, J., Hermon-Taylor, A., Dow, C. T., Thayer, W., Biesecker, J., Collins, M. T., Sechi, L. A., Singh, S. V., Zhang, P., Shafran, I., Weg, S., Telega, G., Rothstein, R., Oken, H., Schimpff, S., Bach, H., Bull, T., Grant, I., Ellingson, J., Dahmen, H., Lipton, J., Gupta, S., Chaubey, K., Singh, M., Agarwal, P., Kumar, A., Misri, J., Sohal, J., Dhama, K., Hemati, Z., Davis, W., Hier, M., Aitken, J., Pierce, E., Parrish, N., Goldberg, N., Kali, M., Bendre, S., Agrawal, G., Baldassano, R., Linn, P., Sweeney, R. W., Fecteau, M., Hofstaedter, C., Potula, R., Timofeeva, O., Geier, S., John, K., Zayanni, N., Malaty, H. M., Kahlenborn, C., Kravitz, A., Bulfon, A., Daskalopoulos, G., Mitchell, H., Neilan, B., Timms, V., Cossu, D., Mameli, G., Angermeier, P., Jelic, T., Goethe, R., Juste, R. A., & Kuenstner, L. (2017). The Consensus from the *Mycobacterium avium* ssp. paratuberculosis (MAP) Conference 2017. *Front Public Health*, *5*, 208. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2017.00208>
- Künzler, R., Torgerson, P., Keller, S., Wittenbrink, M., Stephan, R., Knubben-Schweizer, G., Berchthold, B., & Meylan, M. (2014). Observed management practices in relation to the risk of infection with paratuberculosis and to the spread of *Mycobacterium avium* subsp. paratuberculosis in Swiss dairy and beef herds. *BMC Vet Res*, *10*: 132. <https://doi.org/10.1186/1746-6148-10-132>
- Lalonde, J. D., & Behr, M. A. (2010). Mycobacteria in Crohn's disease: how innate immune deficiency may result in chronic inflammation. *Expert Rev Clin Immunol*, *6*(4), 633–641. <https://doi.org/10.1586/eci.10.29>
- Lund, B. M., Gould, G. W., & Rampling, A. M. (2002). Pasteurization of milk and the heat resistance of *Mycobacterium avium* subsp. paratuberculosis: a critical review of the data. *Int J Food Microbiol*, *77*(1–2), 135–145. [https://doi.org/10.1016/S0168-1605\(02\)00057-0](https://doi.org/10.1016/S0168-1605(02)00057-0)
- Naser, S. A., Ghobrial, G., Romero, C., & Valentine, J. F. (2004). Culture of *Mycobacterium avium* subspecies paratuberculosis from the blood of patients with Crohn's disease. *Lancet*, *364*(9439), 1039–1044. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(04\)17058-X](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(04)17058-X)
- Ottardi, M., Lechner, I., Wang, J., Schmitt, S., Schneeberger, M., Schmid, R.M., Stephan, R., & Meylan, M. (2024). Seroprevalence of *Mycobacterium avium* subsp. paratuberculosis in Swiss dairy herds and risk factors for a positive herd status and within-herd prevalence. *Front Vet Sci*, *11*, <https://doi.org/10.3389/fvets.2024.1409694>
- Over, K., Crandall, P. G., O'Bryan, C. A., & Ricke, S. C. (2011). Current perspectives on *Mycobacterium avium* subsp. paratuberculosis, Johne's disease, and Crohn's disease: a review. *Crit Rev Microbiol*, *37*(2), 141–156. <https://doi.org/10.3109/1040841X.2010.532480>
- Spahr, U., & Schafroth, K. (2001). Fate of *Mycobacterium avium* subsp. paratuberculosis in Swiss hard and semihard cheese manufactured from raw milk. *Appl Environ Microbiol*, *67*(9), 4199–4205. <https://doi.org/10.1128/AEM.67.9.4199-4205.2001>
- Stephan, R., Schumacher, S., Tasara, T., & Grant, I. R. (2007). Prevalence of *Mycobacterium avium* subspecies paratuberculosis in Swiss raw milk cheeses collected at the retail level. *J Dairy Sci*, *90*(8), 3590–3595. <https://doi.org/10.3168/jds.2007-0015>
- Waddell, L., Rajic, A., Stark, K., & McEwen, S. A. (2016). *Mycobacterium avium* ssp. paratuberculosis detection in animals, food, water and other sources or vehicles of human exposure: A scoping review of the existing evidence. *Prev Vet Med*, *132*, 32–48. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2016.08.003>
- Waddell, L. A., Rajic, A., Stark, K. D., & Mc, E. S. (2015). The zoonotic potential of *Mycobacterium avium* ssp. paratuberculosis: a systematic review and meta-analyses of the evidence. *Epidemiol Infect*, *143*(15), 3135–3157. <https://doi.org/10.1017/S095026881500076X>