

Tuberkulose der Rinder (*Mycobacterium (M.) bovis*, *M. caprae*, *M. tuberculosis*)

1. Erreger

Erreger der Tuberkulose des Rindes sind Mykobakterien, die zum *Mycobacterium (M.) tuberculosis*-Komplex (MTC) gehören und Zoonoseerreger sind. Im engeren Sinne ist dies *M. bovis*, aber auch *M. caprae* und *M. tuberculosis* werden dazugezählt ^{1, 2}.

Die Infektion erfolgt in der Regel über Aerosole, ist aber auch oral über kontaminiertes Futter möglich. Da die Erreger eine lange Überlebensdauer in der Umwelt aufweisen, muss auch eine Infektion über kontaminierte Umwelt bedacht werden, wenn Rinder beim Grasen Erde mit aufnehmen. Hauptlokalisation des Erregers bei erkrankten Rindern ist die Lunge, aber auch eine primär mit dem Gastrointestinaltrakt assoziierte Form ist bekannt. Zudem finden sich Berichte über Euterinfektionen.

Die Ausscheidung der Mykobakterien bei infizierten Rindern kann über Aerosole, Kot oder Milch erfolgen, seltener konnte *M. bovis* auch im Urin, Vaginalsekret und Sperma nachgewiesen werden ^{3, 4}.

1.1. Empfängliche Spezies

Neben den Rindern sind *M. bovis*/*M. caprae* auch für eine Vielzahl anderer Säugtierarten (Haus-, Zoo- und Wildtiere; Karnivoren, Herbivoren und Omnivoren), Papageien und Raubvögel, sowie den Menschen (Zoonose!) pathogen. In Deutschland ist als Reservoirtier im Alpenraum das Rotwild beschrieben, in anderen Ländern stellen andere Tierarten das Hauptreservoir, so z. B. der Dachs in England, das Wildschwein in Spanien oder der Weißwedelhirsch in Nordamerika.

Die benötigte Infektionsdosis ist für empfängliche Tierarten, insbesondere Rinder (Kälber), sehr niedrig ⁵. Für die meisten anderen Tierarten und in der Regel auch für den Menschen sind höhere Infektionsdosen zum Entstehen einer klinisch manifesten Tuberkulose erforderlich. Die Infektionsdosis ist auch abhängig von der Infektionsroute, so sind aerogen über die Lunge weniger Erreger für eine Infektion nötig, als bei oraler Aufnahme ⁶.

1.2. Tenazität

Die Zellwand der Mykobakterien besitzt einen hohen Lipidanteil, der eine höhere Tenazität als die von vielen anderen Bakterienspezies, bewirkt. Die Überlebenszeit der Bakterien in der Umwelt variiert je nach Temperatur, UV-Exposition und Feuchtigkeit, kann aber im Boden oder Kotproben 12 Monate und länger ⁷⁻⁹, in Gülle 6 Monate ¹⁰, in Kot 6-9 Monate ¹¹ betragen. Gegen Austrocknung sind die Mykobakterien sehr resistent und können in Stäuben monatelang überleben ^{12, 13}.

Die Bakterien besitzen eine hohe Säure- und Laugenresistenz; so muss ein pH von über 12 erreicht werden, um die Zellwand zu beschädigen ^{14, 15}. Dagegen führt Hitze (100 °C) in kurzer Zeit zur Abtötung und so sind für Milch die Kurzzeitpasteurisierung (71-74 °C) und Hoherhitzung (80-85 °C) geeignet ^{9, 16}. Experimentell konnte *M. bovis* in Mist inaktiviert werden, wenn dieser über 30 Tage mindestens auf 54 °C erhitzt wurde (Vera et al. 1988 zitiert nach Hashey ¹⁷).

1.3. Vektoren

1.3.1. Belebt

Für verschiedene Mäuse wurde eine Empfänglichkeit für *M. bovis* nachgewiesen, die Rolle der Nager als Überträger auf Rinder ist aber nicht bekannt. Potentiell empfängliche Nagetiere sind Gelbhalsmaus, Waldmaus, Feldmaus, Grauhörnchen, Wühlmäuse, Hausmäuse¹⁸⁻²⁰, Wanderratten erwiesen sich dagegen als relativ resistent gegenüber einer experimentellen Infektion¹⁹.

1.3.2. Unbelebt

Ca. 4 % der infizierten Rinder scheiden Mykobakterien über die Milch aus⁹.

2. Entwesung

Erforderlich, siehe Kapitel II

3. Anzuwendende Desinfektionsverfahren

Handelsdesinfektionsmittel (nach Kapitel V 3.2.; Spalte 5a der DVG-Liste)

Als wirksam gegenüber Mykobakterien gelten Formaldehyd, Peressigsäure, Phenolderivate, Alkohole, Glutaraldehyd^{9, 11}, wobei Alkohole nach BiozidV nicht für PT3 (Hygiene im Veterinärbereich) genehmigt sind. Andere Grundchemikalien wurden als nicht oder nur mäßig wirksam beschrieben (quartäre Ammoniumverbindungen, Iodophore oder Chlorhexidin^{11, 15, 21-23}).

3.1. Laufende Desinfektion

Die üblichen Hygienevorschriften sind zu beachten.

3.2. Vorläufige Desinfektion

erforderlich

Nach RindTbV § 6 hat der Tierhalter, nach amtlicher Feststellung der Tuberkulose, Behälter, Gerätschaften und sonstige Gegenstände, die in Ställen oder sonstigen Standorten des Bestandes benutzt worden sind, nach näherer Anweisung der zuständigen Behörde zu reinigen und zu desinfizieren. Außerdem haben sich die mit der Beaufsichtigung, Wartung und Pflege der Rinder betrauten Personen nach Verlassen des Stalles nach näherer Anweisung der zuständigen Behörde zu reinigen und zu desinfizieren. Zudem ist die Milch von Kühen, bei denen Tuberkulose festgestellt worden ist, unschädlich zu beseitigen.

3.3. Schlussdesinfektion

erforderlich

Nach RindTbV § 8 sind (1) Behälter, in denen Milch von Kühen, bei denen Verdacht auf Tuberkulose festgestellt worden ist, an eine Sammelmolkerei geliefert wird, von der Sammelmolkerei nach ihrer Entleerung unverzüglich zu reinigen und zu desinfizieren. (2) Nach Entfernung der Rinder, bei denen Tuberkulose oder Verdacht auf Tuberkulose festgestellt worden ist, aus dem Bestand oder von ihren sonstigen Standorten sind nach näherer Anweisung der zuständigen Behörde

1. die Ställe oder sonstigen Standorte dieser Tiere, insbesondere die Stallgänge, Jaucherinnen, Futtergänge, die verwendeten Gerätschaften und sonstigen Gegenstände, die Träger des Ansteckungsstoffes sein können, unverzüglich zu reinigen und zu desinfizieren;
2. der Dung aus den Ställen oder sonstigen Standorten an einem für empfängliche Tiere unzugänglichen Platz zu packen, zu desinfizieren und mindestens drei Wochen zu lagern;
3. flüssige Abgänge aus den Ställen oder sonstigen Standorten, soweit sie nicht dem Dung beigegeben werden, zu desinfizieren.

(3) Die zuständige Behörde kann zulassen, dass die Desinfektion nach Absatz 2 Nummer 1 auf die Standplätze der Tiere und die diesen benachbarten sowie gegenüberliegenden Standplätze oder auf die Stallabteilungen beschränkt wird, in denen die Tiere gestanden haben.

3.3.1. Reinigung

erforderlich; siehe Kapitel IV und Abschnitt 1 Erreger

3.3.2. Flächendesinfektion

erforderlich

Handelsdesinfektionsmittel (nach Kapitel V 3.2.; Spalte 5a der DVG-Liste)

3,5 % Formaldehyd, Einwirkzeit 4 h^{9, 24}

3.3.3. Desinfektion von Festmist

erforderlich

Nach RindTbV § 8 ist der Dung aus den Ställen oder sonstigen Standorten an einem für empfängliche Tiere unzugänglichen Platz zu packen, zu desinfizieren und mindestens drei Wochen zu lagern.

Hierbei sollte eine Temperatur von 60-70 °C erreicht werden, da nur bei diesen Temperaturen über 3 Wochen *M. bovis* abgetötet werden kann^{6, 10}.

nach Kapitel V 4.5.:

Brantkalk, gekörnt 100 kg/m³ in Düngerpackung¹¹, Lagerung mind. 5 Wochen²⁴

10 % Formaldehyd²⁴

3.3.4. Flüssigmist- und Jauchedesinfektion

erforderlich

Gemäß RindTbV § 8 sind flüssige Abgänge aus den Ställen oder sonstigen Standorten, soweit sie nicht dem Dung beigegeben werden, zu desinfizieren.

Dies ist wichtig, da *M. bovis* in Gülle lange überleben kann und insbesondere beim Ausbringen von Gülle Aerosole entstehen können, die leicht zu einer Verbreitung der Tuberkulose führen können.

nach Kapitel V 4.6.; möglich sind:

Formaldehyd: 5 l/m³²⁴ bzw. 7 l/m³ über mind. 4 Tage¹¹ bzw. 35-37 % Formaldehyd bei einem Mischverhältnis von 25 l/m³ über 14 Tage (bei 4 °C und 20 °C)^{11, 25}

Kalkstickstoff: 20 kg/m³ über 1 Monat, wobei mit einem starken Rührwerk das Absetzen verhindert werden muss^{11, 25}. Kalkstickstoff ist nach BiozidV nicht genehmigt und kann somit nur bei fehlender Alternativen nach Ausnahmegenehmigung nach Art. 55 BiozidV (siehe Kapitel V. 3.4.) verwendet werden.

Als Präventionsmaßnahme gegen die Verbreitung von Mykobakterien bei der Gülleausbringung mit anschließendem sofortigem Unterpflügen:

Kalkmilch: mindestens 11,25-20 kg Calciumhydroxid/m³ (entsprechend 28,125 bis 50 l 40 %ige Kalkmilch/m³; Einwirkzeit 24 h), wenn dabei nachweislich ein pH von mindestens 12 erreicht wird²², sonst 60 l 40 %ige Kalkmilch/m³, Einwirkzeit 4 Tage.

3.3.5. Desinfektion von Gegenständen, Geräten und Textilien

erforderlich

Nach RindTbV § 8 sind die [...] verwendeten Gerätschaften und sonstigen Gegenstände, die Träger des Ansteckungsstoffes sein können, unverzüglich zu reinigen und zu desinfizieren [...] und die Behälter, in denen Milch von Kühen, bei denen Verdacht auf Tuberkulose festgestellt worden ist, an eine Sammelmolkerei geliefert wird, von der Sammelmolkerei nach ihrer Entleerung unverzüglich zu reinigen und zu desinfizieren.

nach Kapitel V 4.4.

Handelsdesinfektionsmitteln nach DVG Spalte 5a

Kontaminierte Wäsche sollte bei mindestens 60 °C mit einem handelsüblichen Vollwaschmittel gewaschen werden²⁶.

4. Rechtsvorschriften

Verordnung zum Schutz gegen die Tuberkulose des Rindes (Tuberkulose-Verordnung; RindTbV) in der jeweils geltenden Fassung

5. Literatur

- Rodriguez S., Bezos J., Romero B., de Juan L., Alvarez J., Castellanos E., Moya N., Lozano F., Javed M.T., Saez-Llorente J.L. *et al.*: **Mycobacterium caprae** infection in livestock and wildlife, Spain. *Emerg Infect Dis* 2011, 17(3):532-535.
- Romero B., Rodriguez S., Bezos J., Diaz R., Copano M.F., Merediz I., Minguez O., Marques S., Palacios J.J., Garcia de Viedma D. *et al.*: **Humans as source of Mycobacterium tuberculosis infection in cattle, Spain.** *Emerg Infect Dis* 2011, 17(12):2393-2395.
- Neill S.D., Hanna J., O'Brien J.J., McCracken R.M.: **Excretion of Mycobacterium bovis by experimentally infected cattle.** *Vet Rec* 1988, 123(13):340-343.
- Spickler A.R.: **Bovine Tuberculosis** [http://www.cfsph.iastate.edu/Factsheets/pdfs/bovine_tuberculosis.pdf] letzter Zugriff am 11.12.2018
- Tschäpe H.: **Lebensmittelbedingte Infektionskrankheiten durch Bakterien.** . *Bundesgesundheitsbl - Gesundheitsforsch - Gesundheitsschutz* 10•2000 2000, 43:758-769.

6. Phillips C.J., Foster C.R., Morris P.A., Teverson R.: **The transmission of Mycobacterium bovis infection to cattle.** *Res Vet Sci* 2003, **74**(1):1-15.
7. Williams R.S., Hoy W.A.: **The Viability of B. tuberculosis (bovinus) on Pasture Land, in Stored Faeces and in Liquid Manure.** *J Hyg (Lond)* 1930, **30**(4):413-419.
8. Ghodbane R., Mba Medie F., Lepidi H., Nappez C., Drancourt M.: **Long-term survival of tuberculosis complex mycobacteria in soil.** *Microbiology* 2014, **160**(Pt 3):496-501.
9. Blaha T.: **Angewandte Epizootiologie und Tierseuchenbekämpfung:** VEB Gustav Fischer Verlag Jena; 1988.
10. Haheisy T., Scanlon M., Carton O.T., Quinn P.J., Lenehan J.J.: **Cattle Manure and the Spread of Bovine Tuberculosis.** *Irish Vet J* 1992, **45**(4-6):122-123.
11. Strauch D., Böhm R.: **Reinigung und Desinfektion in der Nutztierhaltung und Veredelungswirtschaft:** Enke; 2002.
12. ABAS Beschluß 14/2013: **Begründungspapier zur Einstufung von Mycobacterium bovis in Risikogruppe 3 nach Biostoffverordnung.** 2013
13. Bange F.-C., Hahn H., Kaufmann S.H.E., Ulrichs T.: **Mykobakterien.** In: *Medizinische Mikrobiologie und Infektiologie.* edn. Edited by Suerbaum S., Hahn H., Burchard G.-D., Kaufmann S. H. E., Schulz T. Berlin-Heidelberg: Springer; 2012: 341-355.
14. Maris P.: **Modes of action of disinfectants.** *Rev Sci Tech* 1995, **14**(1):47-55.
15. European Association of Zoo and Wildlife Veterinarians: **Transmissible Disease Handbook; Chapter 08_Guidelines for Cleaning and Disinfection in Zoological Gardens** [https://eazwv.site-ym.com/page/inf_handbook] letzter Zugriff am 05.12.2018
16. Selbitz H.J., Truyen U., Valentin-Weigand P.: **Tiermedizinische Mikrobiologie, Infektions- und Seuchenlehre,** 9 edn. Stuttgart: Enke Verlag über MVS Medizinverlage Stuttgart; 2011.
17. Haheisy T.: **A survey of temperatures in cattle manure recorded on five farms in Co. Dublin.** 1996
18. Jespersen A.: **Multiplication of Mycobacterium-Tuberculosis and Mycobacterium-Bovis in Microtus-Agrestis (Field Vole).** *Acta Path Micro Im B* 1976, **84**(1):57-60.
19. Clarke K.A.R., Fitzgerald S.D., Zwick L.S., Church S.V., Kaneene J.B., Wismer A.R., Bolin C.A., Hattey J.A., Yuzbasiyan-Gurkan V.: **Experimental inoculation of meadow voles (Microtus pennsylvanicus), house mice (Mus musculus), and norway rats (Rattus norvegicus) with Mycobacterium bovis.** *J Wildl Dis* 2007, **43**(3):353-365.
20. Delahay R.J., Smith G.C., Barlow A.M., Walker N., Harris A., Clifton-Hadley R.S., Cheeseman C.L.: **Bovine tuberculosis infection in wild mammals in the South-West region of England: A survey of prevalence and a semi-quantitative assessment of the relative risks to cattle.** *Vet J* 2007, **173**(2):287-301.
21. Best M., Sattar S.A., Springthorpe V.S., Kennedy M.E.: **Efficacies of selected disinfectants against Mycobacterium tuberculosis.** *J Clin Microbiol* 1990, **28**(10):2234-2239.
22. McCallan L., McNair J., Skuce R.: **A review of the potential role of cattle slurry in the spread of bovine tuberculosis** [<https://www.daera-ni.gov.uk/sites/default/files/publications/dard/tb-slurry-lit-review.pdf>] letzter Zugriff am 11.12.2018
23. Block S.: **Disinfection, sterilization, and preservation,** 5th edn. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2001.
24. Bisping W.: **Kompendium der staatlichen Tierseuchenbekämpfung:** Hippokrates-Verlag; 1999.
25. Ley T., Bohm R.: **Desinfektion und Rindergülle - unter Berücksichtigung von Salmonella dublin und Mycobacterium paratuberculosis.** *Tierärztliche Umschau* 1993, **48**(11):742-750.
26. Ziegler R., Just H.-M., Castell S., Diel R., Gastmeier P., Haas W., Hauer B., Loytved G., Mielke M., Moser I. *et al.*: **Infektionsprävention bei Tuberkulose - Empfehlungen des DZK.** *Pneumologie* 2012, **66**:269-282.

Autorin:

- **Dr. Stefanie Barth**
 Friedrich-Loeffler-Institut, Institut für molekulare Pathogenese, Jena