


**STELLUNGNAHME – RISIKOBEWERTUNG VON  
MILCHERZEUGNISSEN UND  
ROH(WILD)FLEISCHERZEUGNISSEN BEI  
VERDACHT AUF TUBERKULOSE**



Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit GmbH  
Integrative Risikobewertung, Daten und Statistik  
Spargelfeldstraße 191, 1220 WIEN

April 2016

## Zusammenfassung

Die Tuberkulose ist eine Infektionskrankheit, die bei Mensch und Tier auftreten kann. Der häufigste Erreger der Tuberkulose des Menschen ist *Mycobacterium (M.) tuberculosis*. Für die Rindertuberkulose sind *M. bovis* und *M. caprae* verantwortlich. Da *M. bovis* und *M. caprae* auch für Menschen infektiös sind, ist eine Übertragung der Erreger vom Tier auf den Menschen und umgekehrt möglich.

Österreich erhielt 1999 von der EU den Status amtlich anerkannt frei von Tuberkulose OTF (=officially tuberculosis free) für Rinderbestände. In den vergangenen Jahren hat sich in einigen Gebieten Tirols und Vorarlbergs sowie in angrenzenden Gebieten Bayerns ein Reservoir der Wildtiertuberkulose (*M. caprae*) in der dortigen Rotwildpopulation etabliert. Seit 2008 kommt es insbesondere während der Weide- und Alpengangsperiode zu einem Übergreifen der Tuberkulose-Infektion vom Rotwild auf Rinder. Es kann daher die Situation eintreten, dass Rohmilch von amtlich anerkannt tuberkulosefreien Herden an milchverarbeitete Betriebe geliefert wird und der Verdacht auf Tuberkulose bzw. eine Infektion bei einem Tier einer Herde erst zu einem Zeitpunkt festgestellt wird, zu dem die Milch bereits verarbeitet wurde.

Bei Rindern ist die Tuberkulose des Euters die Hauptgefahr für eine Kontamination der Rohmilch. Aus dieser Rohmilch können dann auch „mit Rohmilch“ hergestellte Erzeugnisse, bei denen der Herstellungsprozess keinerlei Wärmebehandlung oder physikalische oder chemische Behandlung umfasst, und Erzeugnisse aus wärmebehandelter Milch (negativer Phosphatsetest) hergestellt worden sein.

Ein mögliches Risiko für Konsumenten, über den Verzehr von unpasteurisierter Milch aus amtlich anerkannt tuberkulosefreien Beständen bzw. aus dieser Milch hergestellter Produkte Mykobakterien aufzunehmen, ist gering, kann aber nicht gänzlich ausgeschlossen werden. Im Verlauf der Käsereifung kann es zu einer Reduktion von Mykobakterien kommen. Definitive Aussagen zu bestimmten Herstellungsbedingungen bzw. Reifezeiten für Käse aus unpasteurisierter Milch, die zu einer Abtötung von *M. bovis* und *M. caprae* führen, können aufgrund der limitierten Datenlage allerdings nicht getroffen werden.

Laut wissenschaftlicher Literatur ist durch die Anwendung eines vorschriftsmäßigen Pasteurisierungsverfahrens der Rohmilch eine ausreichende Sicherheit für den Konsumenten gewährleistet.

Im Zusammenhang mit Roh(wild)fleischerzeugnissen liegen Studien vor, die zeigen, dass Mykobakterien nach Reifeprozessen in Rohwürsten nachweisbar waren. Zur Frage, ob bestimmte Faktoren im Rahmen der Rohwurstreifung ausreichend sind, um Mykobakterien entsprechend zu inaktivieren, kann auf der Grundlage der vorliegenden Daten und Studien keine Aussage getroffen werden.

## 1. HINTERGRUND

In den Jahren 2008 und 2009 hat die Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit das von Milcherzeugnissen ausgehende Risiko bei Verdacht auf TBC bewertet.

Da die Situation eintreten kann, dass Rohmilch von amtlich anerkannt tuberkulosefreien Beständen vor der Feststellung einer Tuberkulose-Infektion an milchverarbeitende Betriebe geliefert worden ist, wurde konkret eine Bewertung für „mit Rohmilch“ hergestellte Erzeugnisse, bei denen der Herstellungsprozess keinerlei Wärmebehandlung oder physikalische oder chemische Behandlung umfasst bzw. für Milcherzeugnisse aus wärmebehandelter Milch (negativer Phosphatatest) durchgeführt.

In einer ergänzenden Stellungnahme wurde erörtert, ob auch in Rohmilchprodukten von nicht negativen Tieren das Vorhandensein von Tuberkuloseerregern zu erwarten ist, falls weder makroskopisch noch mikroskopisch im Euter Tbc-Läsionen vorhanden sind und mittels PCR kein Hinweis auf Vorliegen von Tuberkulose im Euter und Euterlymphknoten gefunden wird.

Aufgrund von vermehrten Nachweisen von TBC in Betrieben in Westösterreich sowie der erhöhten Ansteckungsgefahr von Rindern durch Rotwild bei der Alpung (Fink et al., 2015) wurden die Ergebnisse der Bewertungen aus den Jahren 2008 und 2009 in eine Stellungnahme zusammengeführt und adaptiert bzw. aktualisiert. Zudem wurde das Risiko über den Verzehr von mit Mykobakterien kontaminiertem Roh(wild)fleisch und Erzeugnissen (Rohwürste) daraus bewertet.

## 2. BEWERTUNG

### Gefahrenidentifizierung

Die Tuberkulose ist eine Infektionskrankheit, die bei Mensch und Tier auftreten kann. Der häufigste Erreger der Tuberkulose des Menschen ist *Mycobacterium (M.) tuberculosis*. Für die Rindertuberkulose sind *M. bovis* und *M. caprae* verantwortlich.

Da *M. bovis* und *caprae* auch für Menschen infektiös sind, ist eine Übertragung der Erreger vom Tier auf den Menschen und umgekehrt möglich.

Mykobakterien sind säurefeste Stäbchen mit aerobem Stoffwechsel, die sehr langsam wachsen. Hauptwirt für *M. bovis* ist das Rind, andere Tierarten wie Büffel, Schaf, Ziege und Schwein sind aber auch hochempfindlich.

Der Erreger besitzt eine sehr hohe Tenazität (z.B. in Erdreich und Gülle), kann aber durch direktes Sonnen- und UV-Licht inaktiviert werden. Tuberkel, mit freiem Auge sichtbare knötchenförmige Entzündungsherde, können bei der Schlachtieruntersuchung festgestellt werden; eine (latente) Infektion kann auch immunologisch (Tuberkulintest, Interferon- $\gamma$ -Release-Assay) nachgewiesen werden.

## Gefahrencharakterisierung

### ***Rindertuberkulose***

Die Krankheit verläuft typischerweise in verschiedenen Stadien. In der Primärphase bildet sich bei Infektion ein Entzündungsherd im Eintrittsorgan (Lunge, Darm), der sog. Primärfekt und anschließend via lymphogener Ausbreitung unter Mitbeteiligung des lokalen Lymphknotens der sog. Primärkomplex. Bei Abheilung bleibt nur die Veränderung des Lymphknotens. Bei schlechter Abwehrlage kann es jedoch auch auf (lympho)hämatogenem Weg zur schnellen Ausbreitung des Erregers in anderen Organen bzw. dem Körper kommen (sog. Frühgeneralisation). Durch endogene Reaktivierung oder massive Superinfektion kommt es in der postprimären Phase zum Einbruch in die Kanalsysteme des Organs (Bronchien, Darmlumen, Milchgänge), auch Organtuberkulose genannt. Eine Beteiligung der lokalen Lymphknoten fehlt. In der Niederbruchphase (Spätgeneralisation) schreitet die Erkrankung unter Einbeziehung der Lymphknoten rasch fort. Bei erwachsenen Rindern ist die Haupteintrittspforte die Lunge, bei Kälbern auch der Darm.

Die Inkubationszeit für die Tuberkulose variiert sehr stark und kann zwischen Monaten und mehreren Jahren schwanken. Das Leiden verläuft chronisch und schubweise. Klinische Allgemeinstörungen treten erst nach längerer Erkrankung und nach Generalisierung auf. Sie bestehen u. a. in Abmagerung, Fieberanfällen, Husten mit beschleunigter Atmung (Lungentuberkulose) und Lymphknotenschwellung. Besondere Formen der Tuberkulose sind die Haut-, Hoden- bzw. Nebenhoden-, Uterus-, Euter- und generalisierte Tuberkulose. Die Krankheitsdauer bis zum tödlichen Ausgang kann sich über mehrere Jahre erstrecken. Infizierte Rinder scheiden *M. bovis* schubweise oder in geringen Mengen aus, so dass der Erregernachweis schwierig ist.

Bei der Eutertuberkulose sind im Stadium der Frühgeneralisation und in der Niederbruchphase die Euterlymphknoten geschwollen. Die häufigere infiltrierende Form ist nur im fortgeschrittenen Stadium an derben, schmerzlosen, knotenartigen Verdichtungen des Parenchyms zu bemerken. Bei der akut verkäsenden Form (Niederbruchphase) tritt eine Anschwellung des gesamten betroffenen Euterviertels auf. Das Milchsekret ist nur im fortgeschrittenen Stadium grobsinnlich verändert; zur Sicherung der Diagnose ist ein Erregernachweis unbedingt notwendig.

### Kontamination der Milch

Die Tuberkulose des Euters repräsentiert die Hauptgefahr für die Kontamination der Rohmilch und Milchprodukte. In Großbritannien wurden Tuberkuloseläsionen im Euter und assoziierten Lymphknoten nur selten gefunden. In 0,3% der Euter und 0,4% der Euterlymphknoten aller im Tuberkulintest positiven Reagenten waren Läsionen zu finden (Goodchild, 2001). Routinemäßig durchgeführte Fleischuntersuchungen zeigen, dass der Primärherd der Erkrankung meist in der Lunge ist: eine Ausbreitung in das Euter kann bei ca. 1% der Kühe beobachtet werden (Collins, 2000).

Sind im Euter keine sichtbaren Läsionen vorhanden, kann jedoch nicht daraus geschlossen werden, dass keine Ausscheidung von Mykobakterien in die Milch stattfindet. Tiere mit nicht sichtbaren Läsionen (NVL, non-visible lesion) können sich in einer frühen Phase der Infektion befinden, in der die Läsionen zu klein sind, um sie mit freiem Auge zu erkennen (Corner, 1994). Ergebnisse einer Studie von Whipple und Kollegen (Whipple et al., 1996) weisen darauf hin, dass nicht alle mit *M. bovis* infizierten Tiere sichtbare Läsionen an Stellen entwickeln, die routinemäßig untersucht werden.

In einem Bericht der Europäischen Lebensmittelsicherheitsbehörde (EFSA, 2006) wird festgehalten: *The agent may be shed in milk before clinical signs are observed or before annual tuberculin testing verifies an animal is being infected. Unpasteurised milk from infected animals may contain the infectious agent.*

In entwickelten Ländern spielt eine Ausscheidung von *M. bovis* in Milch, Urin und Faeces aufgrund des geringen Auftretens der generalisierten Tuberkulose bei Rindern eine untergeordnete Rolle (Morris et al., 1994).

Bezüglich der Risikobewertung für Produkte, die vor dem Verlust des Status „official tuberculosis free“ hergestellt wurden, werden in der „Guidance to food authorities in Wales on officially tuberculosis free status and dairy hygiene legislation“ (Anonym, 2005) Faktoren benannt, die berücksichtigt werden sollten. Unter anderem:

- *The number and location of any lesions found at post mortem examination (PME) and tissue culture results.*

*a) If no TB lesions are found, or lesions are confined to one organ or one part of the body other than the mammary gland, the risk of TB bacilli being present in milk would be considered low. If TB lesions were found in the mammary gland or in more than one organ or part of the body in a lactating dairy cow, the risk of TB bacilli being present in milk would be considered significant. TB bacilli may be present in milk even in the absence of obvious udder disease when the disease has been distributed systemically.*

*Where there is evidence of active disease in an animal, then it is likely that withdrawal of batches of the product produced before the date of TB testing would be appropriate as a precaution.*

Auch in einem Report der Food Safety Authority of Ireland (FSAI, 2008) wird argumentiert, dass nach der Feststellung von Tuberkulose in einer Herde, Käse, der aus unpasteurisierter Milch aus dieser Herde seit der letzten Kontrolle oder negativem Tuberkulintest hergestellt wurde, als ungeeignet für den menschlichen Verzehr angesehen werden soll. Es ist nicht möglich, genau abzuschätzen, zu welchem Zeitpunkt eine Infektion in der Herde stattgefunden hat. Außerdem gibt es derzeit keine verfügbare Labormethode, die bestätigen kann, dass ein Produkt frei von lebenden *M. bovis* ist.

Andererseits wird jedoch angemerkt, dass, wenn *M. bovis* in Käse aus unpasteurisierter Milch vorhanden ist, es wahrscheinlich ist, dass die Konzentration sehr gering ist, wenn die Herde einem regelmäßigen Tuberkulintest unterzogen wurde und die Tiere in der Herde keine klinischen Anzeichen oder post-mortem Anzeichen einer Tuberkulose zeigen (FSAI, 2008).

### Infektion des Menschen

Personen können sich aber auch über die Inhalation des Erregers infizieren, da der Erreger im Bronchialschleim ausgeschieden wird. Eine Ansteckung über Haut- bzw. Schleimhautläsionen bzw. den Kontakt beim Umgang mit tuberkulösen Rindern ist möglich. Eine Erregerausscheidung über den Respirationstrakt und Faeces ist bereits früh im Laufe der Infektion möglich, noch bevor eine Tuberkulose klinisch diagnostiziert wird, dabei kann es bereits zu einer Kontamination der Milch kommen.

Eine genaue Infektionsdosis beim Menschen ist nicht bekannt. Es gibt jedoch Hinweise, dass bei oraler Aufnahme des Erregers die Infektionsdosis um ein Vielfaches höher sein muss als bei Exposition über den Respirationstrakt. Schätzungen bewegen sich in der Größenordnung von 10 - 100 Tuberkelbazillen über den Respirationstrakt bis hin zu Millionen auf oralem/gastrointestinalem Weg (O`Reilly, 1995). Eine Infektion des Menschen durch niedrigere Dosen kann jedoch nicht mit hinreichender Sicherheit ausgeschlossen werden.

## Rohmilch und -erzeugnisse

Laut Anhang III Abschnitt IX Kapitel I der Verordnung (EG) Nr. 853/2004 idgF muss Rohmilch von folgenden Tieren stammen:

- Kühen oder Büffelkühen, die einem im Sinne der Richtlinie 64/432/EWG amtlich anerkannt tuberkulosefreien Bestand angehören, oder
- weiblichen Tieren anderer Arten, die im Falle tuberkuloseempfindlicher Arten Beständen angehören, welche im Rahmen eines von der zuständigen Behörde genehmigten Kontrollprogramms regelmäßig auf diese Krankheit untersucht werden.

„Rohmilch von Tieren, die diese Anforderungen nicht erfüllen, darf jedoch mit Genehmigung der zuständigen Behörde verwendet werden, wenn es sich um Kühe oder Büffelkühe handelt, die mit einem negativen Ergebnis auf Tuberkulose getestet wurden und keine Anzeichen der Krankheit zeigen, sofern die Milch so wärmebehandelt wurde, dass der Phosphatsetest negativ ausfällt.“

Es kann jedoch vorkommen, dass Rohmilch von amtlich anerkannten tuberkulosefreien Herden den milchverarbeiteten Betrieben geliefert wird und der Verdacht auf Tuberkulose bzw. eine Infektion bei einem Tier einer Herde erst zu einem Zeitpunkt festgestellt wird, zu dem die Milch bereits verarbeitet wurde. Aus dieser Rohmilch werden auch „mit Rohmilch“ hergestellte Erzeugnisse, bei denen der Herstellungsprozess keinerlei Wärmebehandlung oder physikalische oder chemische Behandlung umfasst und Erzeugnisse aus wärmebehandelter Milch (negativer Phosphatsetest) hergestellt.

Unter der Annahme, dass der Erreger in der Rohmilch vorhanden ist, wird nachfolgend die Überlebensfähigkeit der Mykobakterien betrachtet.

### ***„Mit Rohmilch“ hergestellte Erzeugnisse, bei denen der Herstellungsprozess keinerlei Wärmebehandlung oder physikalische oder chemische Behandlung umfasst***

Bei der Herstellung von Rohmilchkäse (Camembert, Roquefort) wird die Milch auf höchstens 40°C erwärmt. Pathogene Keime und somit auch *M. bovis* können in der Milch weitgehend erhalten bleiben.

Bei gebranntem Hartkäse (Bergkäse, Emmentaler, Parmesan) werden in der Rohmilch möglicherweise enthaltene Krankheitserreger und Toxinbildner wie Salmonellen, koagulasepositive Staphylokokken und *E. coli* infolge der hohen Brenntemperatur (mindestens 48°C), der raschen Säuerung durch thermophile Milchsäurebakterien, des niedrigen aw-Wertes und der langen Reifezeit (mindestens 70 Tage bei Emmentaler, mindestens 3 Monate bei Bergkäse, mindestens 12 Monate bei Parmesan) abgetötet (Leitlinie über mikrobiologische Kriterien für Milch und Milchprodukte, Gutachten des Ständigen Hygieneausschusses, November 2006). Eine Aussage über die minimale Reifezeit zur Abtötung von Tuberkelbakterien wird in dieser Leitlinie nicht gemacht.

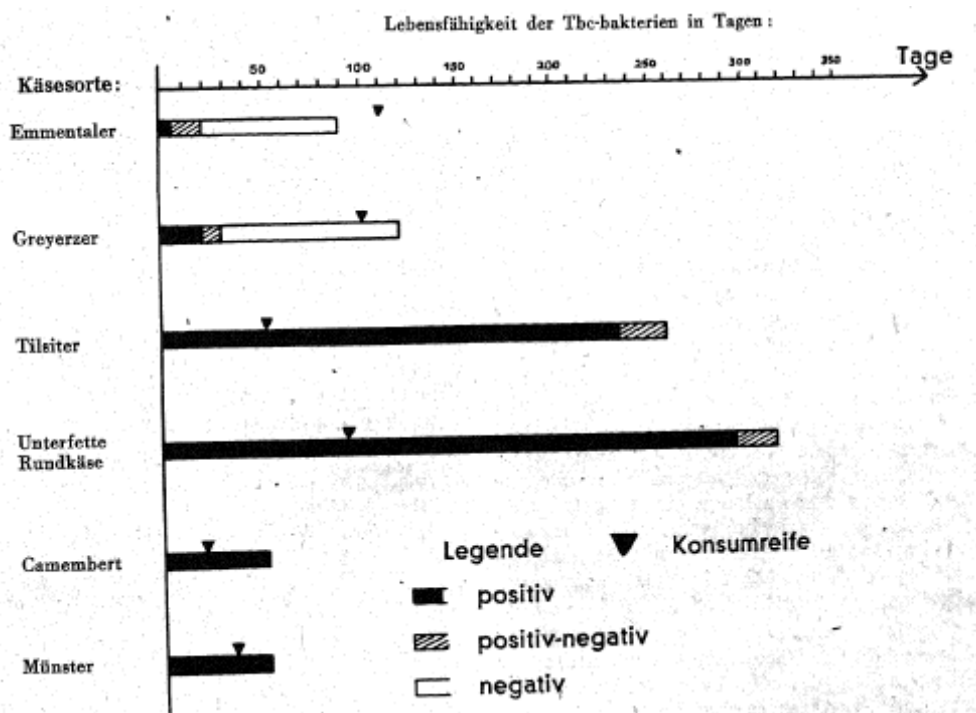
Kästli und Binz (1949) verwendeten in Versuchen natürlich kontaminierte Rohmilch, um verschiedene Käsesorten herzustellen. In Emmentaler konnte *M. bovis* zwar noch nach 5 Tagen, aber nicht mehr nach 22 Tagen im Tierversuch (bei subkutaner Injektion im Meerschweinchen) nachgewiesen werden. In Gruyère überlebten die Erreger keine 31 Tage (Kästli und Binz, 1949). In Camembert und Münster waren Tuberkelbakterien im Käse bis zum 47. Tag nachweisbar.

Im Tilsiterkäse wurde dagegen ein positiver Befund bis zum 232. Tag gefunden. In Greyerzerkäse waren die Tuberkelbakterien im Tierversuch zwar bis zum 22. Tag, aber nicht mehr vom 31. Tag an nachweisbar. In unterfettem Rundkäse waren virulente Tuberkelbakterien bis zum 305. Tag

nachweisbar. Abbildung 1 zeigt die Lebensfähigkeit der Tbc-Bakterien in Tagen in den verschiedenen Käsesorten.

Die Autoren nehmen aufgrund dieser Versuche an, dass Weichkäse, welche im Alter von 2 – 6 Wochen, Tilsiter (Halbweichkäse), welche in der Regel nach 6 - 8 Wochen, sowie unterfette Rundkäse, die im Alter von 3 - 5 Monaten konsumiert werden, virulente Tuberkelbakterien enthalten können (Kästli und Binz, 1949). Literaturstellen zur Überlebensfähigkeit von Tuberkelbakterien in Sauerkäse liegen nicht vor.

Abbildung 1: Lebensfähigkeit der Tbc-Bakterien in Tagen (Kästli und Binz, 1949)



Kästli (1960) lieferte keine Erklärung für die unterschiedliche Resistenz der Tuberkelbakterien, auffallend sei jedoch eine gewisse Parallelität zum Wassergehalt der Käsesorten.

Keogh (1971) kam in einem Review zum Überleben von Mykobakterien in verschiedenen Käsesorten und Milchpulver zum Schluss, dass die Vorgaben für minimale Reifungszeiten in manchen Ländern nicht ausreichen, um ein Risiko für den Konsumenten zu beseitigen, da die Überlebenszeit der Erreger sehr variabel ist und diese Zeiten oft übersteigen kann.

In saurer Milch, Buttermilch, Joghurt, Kefir und Quark blieben die Erreger 14 Tage ansteckungsfähig, in Butter bis zu 100 Tage, in Käseprodukten bis zu 305 Tage, wobei Käsesorten, die 4 - 5 Monate zur Reifung brauchen, keine infektiösen Erreger mehr enthielten (Kästli, 1960).

Harris und Kollegen (Harris et al., 2007) konnten *M. bovis* in Weichkäse aus Mexiko nachweisen, was darauf hindeutet, dass eine Infektion des Menschen über unpasteurisierte Milchprodukte möglich ist.

Da die Milch zur Herstellung von Käse in der Käserei meist von mehreren Lieferanten gemischt wird, kann in diesem Fall aufgrund des Verdünnungseffektes mit einer geringeren Kontamination in der zu verarbeitenden Milch gerechnet werden.

Eine Infektion mit Tuberkulose über den Verzehr von mit Rohmilch hergestellten Erzeugnissen erscheint gering, kann aber nicht ausgeschlossen werden. Definitive Aussagen zu bestimmten Herstellungsbedingungen bzw. Reifezeiten für Käse aus unpasteurisierter Rohmilch, die zu einer Abtötung von *M. bovis* führen, können aufgrund der limitierten Datenlage jedoch nicht getroffen werden. Zur Käsereifung hält das BfR (2012) fest: *Es ist davon auszugehen, dass es im Verlauf der Käsereifung zu einer Reduktion von M. bovis kommt. Das zuverlässige Absterben der Bakterien bei der Käseherstellung ist aber nicht gesichert.*

Das Bayerische Landesamt für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit (LGL; [https://www.lgl.bayern.de/gesundheitschutz/infektionsschutz/infektionskrankheiten\\_a\\_z/tuberkulose/faq\\_tuberkulose\\_mensch.htm](https://www.lgl.bayern.de/gesundheitschutz/infektionsschutz/infektionskrankheiten_a_z/tuberkulose/faq_tuberkulose_mensch.htm)) schlägt vor:

*Wird in einem Bestand der Verdacht auf Tuberkulose festgestellt, wird mit den bereits hergestellten Rohmilchkäsen wie folgt verfahren:*

- *die Reifungszeit von Rohmilch-Hartkäse, wie z. B. Emmentaler und Bergkäse wird auf mindestens 120 Tage verlängert. Danach ist laut Bundesinstitut für Risikobewertung von einer gesundheitlichen Unbedenklichkeit auszugehen.*
- *Rohmilch-Weichkäse sowie halbfester Schnittkäse werden im Sinne des vorbeugenden Verbraucherschutzes entsorgt.*

### **Erzeugnisse aus wärmebehandelter Milch (negativer Phosphatasetest)**

Laut Verordnung (VO) EG Nr. 853/2004 idgF müssen Lebensmittelunternehmer sicherstellen, dass bei der Wärmebehandlung von Rohmilch bestimmte Anforderungen eingehalten werden. Die vorgegebenen Spezifikationen müssen bei den folgenden Verfahren erfüllt sein: Pasteurisierung durch eine Behandlung in Form einer Kurzzeiterhitzung (mindestens 72°C für 15 Sekunden), einer Dauererhitzung (mindestens 63°C für 30 Minuten) oder jeder anderen Zeit-Temperatur-Kombination mit gleicher Wirkung, so dass die Erzeugnisse auf einen gegebenenfalls unmittelbar nach der Behandlung durchgeführten Alkalinphosphatasetest negativ reagieren.

Als Pasteurisationsverfahren werden vor allem die Dauererhitzung bei mindestens 62° - 65°C für 30 bis 32 min und die Kurzzeiterhitzung (>72°C, 15 – 30 sec) eingesetzt.

Inaktivierungsversuche mit drei verschiedenen *M. bovis*- Stämmen ( $10^4$  –  $10^6$  Zellen/ml) zeigten, dass die Zellen bei Temperaturen von 64 – 69°C abgetötet werden. Die Verklumpung der Zellen hatte keinen Einfluss auf das Ergebnis (Kells and Lear, 1960).

Auch Harrington und Karlson (1965) zeigten in Untersuchungen mit Magermilch, dass *M. tuberculosis* und *M. bovis* eine thermische Behandlung bei 62,8°C für 30 min bzw. bei 71,7°C für 15 sec nicht überleben.

Ergebnisse einer Studie von Grant et al. (1996) zeigten, dass *M. bovis* bei der Erhitzung auf 63,5°C für 30 min. abgetötet wird.

Die New Zealand Food Safety Authority schlussfolgerte aufgrund der Ergebnisse von Kells und Lear (1960), dass Pasteurisierungsbedingungen einen ausreichenden Sicherheitsspielraum bieten, selbst wenn *M. bovis* in einer Konzentration von  $10^4$ /ml in der Rohmilch auftritt (Hudson et al., 2003).



Laut wissenschaftlicher Literatur ist durch die Anwendung eines vorschriftsmäßigen Pasteurisierungsverfahrens der Rohmilch eine ausreichende Sicherheit für den Konsumenten gewährleistet.

### **Rohes (Wild)Fleisch und Roh(wild)fleischerzeugnisse (Rohwürste)**

Zur Frage, ob die Rindertuberkulose über den Verzehr von Rindfleisch auf den Menschen übertragen werden kann, hält das BfR fest (BfR, 2013):

*„Die Ansteckung des Menschen mit *M. bovis* kann auch durch den Verzehr von nicht erhitztem Fleisch tuberkulöser Tiere erfolgen. Für den wenig wahrscheinlichen Fall, dass bei der amtlichen Fleischuntersuchung die charakteristischen Merkmale der generalisierten Tuberkulose in den Organen und den Lymphknoten der Muskulatur nicht erkannt werden oder Schlachtkörper von gesunden Tieren mit solchen von infizierten Tieren in Kontakt gekommen sind, kann es vorkommen, dass mit *M. bovis* kontaminiertes Fleisch zum Verbraucher gelangt.*

*In der Regel wird Rindfleisch gegart verzehrt. Das BfR empfiehlt, beim Garen von Fleisch eine Kerntemperatur von mindestens 70°C für 2 Minuten einzuhalten. Allerdings werden aus Rindfleisch auch Produkte erzeugt, die zumindest zum Teil roh verzehrt werden: So ist es besonders bei hochwertigen Teilstücken des Rindes bei bestimmten Verzehrgeohnheiten üblich, diese beim Braten nur soweit zu erhitzen, dass sie beim Verzehr im Inneren noch blutig sind. Weitere Beispiele für roh verzehrte Spezialitäten sind Rindertartar oder Schabefleisch, aus Rindfleisch hergestelltes Carpaccio oder luftgetrocknete Waren wie Bündner Fleisch. Auch Rinderwürste nach Salamiart sind Rohwaren, die ohne einen Erhitzungsschritt hergestellt werden. Die Überlebensfähigkeit der Erreger ist abhängig von der Reifezeit, dem Salzgehalt und der pH-Wert-Entwicklung in diesen Produkten.“*

Aus einer Information der Landesregierung Tirol: *„Eine gewisse Übertragungsgefahr geht von Rohprodukten aus (Rohmilch, aus Rohmilch hergestellte Produkte, Rohwürste, Rohschinken). Durch die Pasteurisierung der Milch bzw. die küchenmäßige Zubereitung von Rohprodukten werden die Tuberkulose-Bakterien jedoch abgetötet.“* (<https://www.tirol.gv.at/gesundheitsvorsorge/veterinaer/tbc/>)

In Bezug auf Rohwürste im Speziellen sind in der Literatur einerseits Angaben zum kulturellen Nachweis von Mykobakterien zu finden, aber auch generelle Einschätzungen von Behörden und Agenturen (siehe oben oder Literaturverweise zu BfR, Tirol.gv), die vor dem Hintergrund der vorliegenden Bewertung nur bestätigt werden können. Im Folgenden wesentliche Stellen aus der vorliegenden Literatur:

*"It was found that the viability and pathogenicity of the tuberculosis mycobacteria in the raw-dried loukankas persist up to the 180th day from contamination, and in the raw-fumigated loukankas they were established up to the 150th day." (Savov D., 1975).*

*Three species of mycobacteria (*M. chelonae*, *M. kansasii*, and *M. intermedium*) were detected in 8.0% of the environmental samples from a pig slaughterhouse and in 9.3% of raw and 7.7% of processed meat, respectively." (Shitaye et al., 2009).*

In Tabelle 1 ist die Überlebensfähigkeit von Bakterien des *M.-tuberculosis*-Komplexes in Fleischerzeugnissen dargestellt.

**Tabelle 1: Überlebensfähigkeit von Bakterien des *M.-tuberculosis*-Komplexes in Fleischerzeugnissen (adaptiert aus Messelhäuser und Rampp, 2014).**

<b>Fleischerzeugnisse</b>	<b>Zubereitung/Temperaturmanagement</b>	<b>Überlebensdauer</b>
Rohwurst	abhängig von der Kontaminationshöhe	120–180 Tage
gepökelte Fleischerzeugnisse		ca. 45 Tage
Brühwürste	Brühtemperatur während der Herstellung: + 50°C	keine Reduktion
	Brühtemperatur während der Herstellung: + 55°C	ca. 75min
	Brühtemperatur während der Herstellung: + 60°C	5min
Brühwürste mit Kaliber 15–20mm	Erhitzung der fertigen Würste auf + 85°C	15–30min
Brühwürste mit Kaliber 30–40mm	Erhitzung der fertigen Würste auf + 85°C	60min
Trockenfleisch (Biltong)	20g Stücke eingelegt für 12h und anschließend getrocknet (aw-Wert <0,95)	kein Überleben feststellbar

Die Autoren (Messelhäuser und Rampp, 2014) stellen fest: *„Für die Überlebensfähigkeit von Bakterien des M.-tuberculosis-Komplexes in Fleischzubereitungen (z.B. marinierte Steaks, Tatar) und Fleischerzeugnissen (z.B. Rohwurstwaren) existieren nur wenige wissenschaftlich belastbare Daten. Zusammenfassend ist festzustellen, dass ausschließlich eine adäquate Erhitzung zu einer vollständigen Abtötung von Bakterien des M.-tuberculosis-Komplexes führt. Ob die technologischen Hürden bei der Rohwurstreifung oder der Rohschinkenherstellung ebenfalls ausreichend sind, lässt sich aufgrund des vorliegenden Datenmaterials nicht abschließend bewerten.“*

Vergleicht man die Problematik der Rohwurstreifung mit der Herstellung und Reifung von Rohmilchkäse ist generell davon auszugehen, dass ein „Verdünnungseffekt“, wie er in großen Molkereien vorkommen kann, bei Rohwürsten eher in geringerem Ausmaß zu beobachten sein wird. Weiters kann angenommen werden, dass, wenn eine Erkrankung eines Tieres nicht erkannt wurde, und Fleisch mit Tuberkuloseknötchen verarbeitet und im Zuge der Wurstproduktion zerkleinert wird, eine größere Anzahl von Mykobakterien im Produkt auftreten kann.

Eine generelle Aussage zur Sicherheit von Reifeverfahren für Rohwürste kann grundsätzlich nicht getroffen werden, da sich die Sicherheitsfaktoren wie beispielsweise die Reifezeit, die Temperatur, die Ansäuerung, das Ausmaß und die Geschwindigkeit der Abtrocknung bei diesen Verfahren von Fall zu Fall erheblich unterscheiden können.

## Expositionsabschätzung

Im Rahmen einer Expositionsabschätzung soll eine qualitative und/oder quantitative Beurteilung der wahrscheinlichen Aufnahme des biologischen, chemischen oder physikalischen Agens über die Nahrung bzw. das Futtermittel sowie gegebenenfalls über Belastungen durch andere Quellen durchgeführt werden.

Zur Verbreitung von *M. bovis* in der Milch bzw. in Milchprodukten liegen weder aus Österreich noch international valide Informationen vor. Aufgrund der fehlenden Daten kann daher keine Abschätzung einer möglichen Exposition von Konsumenten gegenüber *M. bovis* vorgenommen werden.

## Risikocharakterisierung

Die humane Tuberkulose wird hauptsächlich durch *M. tuberculosis* verursacht. Tuberkulosefälle ausgelöst durch *M. bovis* sind vor allem in Entwicklungsländern zu finden, wo die Überwachung und Kontrolle oft mangelhaft ist und eine Pasteurisierung selten durchgeführt wird. In Industrieländern haben Tuberkulosekontrollen und Bekämpfungsprogramme, sowie die Milchpasteurisierung, die Inzidenz der durch *M. bovis* verursachten Erkrankungen bei Mensch und Tier drastisch reduziert (Cosivi et al., 1998).

### Situation bei Tieren

Österreich erhielt 1999 von der EU den Status amtlich anerkannt frei von Tuberkulose OTF (=officially tuberculosis free) für Rinderbestände. Dabei darf laut EU Richtlinie 64/432 der Prozentsatz von infizierten Rinderherden nicht mehr als 0,1% der Herden ausmachen. Das nationale Überwachungsprogramm basiert auf der gesetzlich vorgeschriebenen Schlachttier-, und Fleischuntersuchung.

Der klassische Erreger der Rindertuberkulose, *Mycobacterium bovis*, konnte seit Erlangen der TBC-Freiheit in Österreich in keinem Fall mehr nachgewiesen werden. Jedoch konnte sich in den vergangenen Jahren, unterstützt durch Fehler in der jagdlichen Bewirtschaftung, in einigen Gebieten Tirols und Vorarlbergs sowie in angrenzenden Gebieten Bayerns ein Reservoir der Wildtiertuberkulose (*M. caprae*) in der dortigen Rotwildpopulation etablieren.

Wesentlich für eine Übertragung der Tuberkulose vom Rotwild auf das Rind ist der hohe Infektionsdruck, der in deutlich überhöhten Rotwildbeständen – welche trotz entsprechender jagdrechtlicher Bestimmungen in den jeweiligen Landesgesetzen in einzelnen Regionen vorkommen – herrschen kann.

Seit 2008 kam es daher in Österreich durch die Nutzung der gleichen Weideflächen Rind und Rotwild, insbesondere während der Weide- und Alpungsperiode, auch zu einem Übergreifen der Infektion vom Rotwild auf Rinder.

Zur Feststellung der Situation im Rinderbestand werden seit einigen Jahren in einzelnen Regionen Tirols und Vorarlbergs Sonderuntersuchungsgebiete und Sonderüberwachungsgebiete (siehe Rinder-TBC-VO) amtlich ausgewiesen, in welchen Rinder nach der Alpungsperiode mittels TBC-Test auf Tuberkulose untersucht werden. Diese Untersuchungen werden an die festgestellte epidemiologische Situation angepasst und gegebenenfalls entsprechende Gebietsanpassungen vorgenommen (<https://www.verbrauchergesundheit.gv.at/tiere/krankheiten/tbc.html>, 17.3.2016).

## Situation beim Menschen

Die Anzahl der kulturell bestätigten Tuberkulosefälle beim Menschen in **Österreich** wurde den Zoonosenberichten aus den Jahren 2010 – 2014 entnommen (AGES 2011-2015).

Im Jahr **2010** wurden beim Menschen 324 kulturell bestätigte Fälle von Tuberkulose gemeldet. Vier Fälle waren mit *M. bovis* infiziert, drei mit *M. caprae*.

Im Jahr **2011** wurden beim Menschen 461 kulturell bestätigte Fälle von Tuberkulose gemeldet. Zwei waren mit *M. caprae* infiziert, es wurde kein *M. bovis*-Fall bekannt.

Im Jahr **2012** wurden beim Menschen 404 kulturell bestätigte Fälle von Tuberkulose gemeldet. Ein Fall war mit *M. caprae*, ein weiterer mit *M. bovis* infiziert.

Im Jahr **2013** wurden beim Menschen 465 kulturell bestätigte Fälle von Tuberkulose gemeldet. Zwei Fälle waren mit *M. caprae*, einer mit *M. bovis* infiziert.

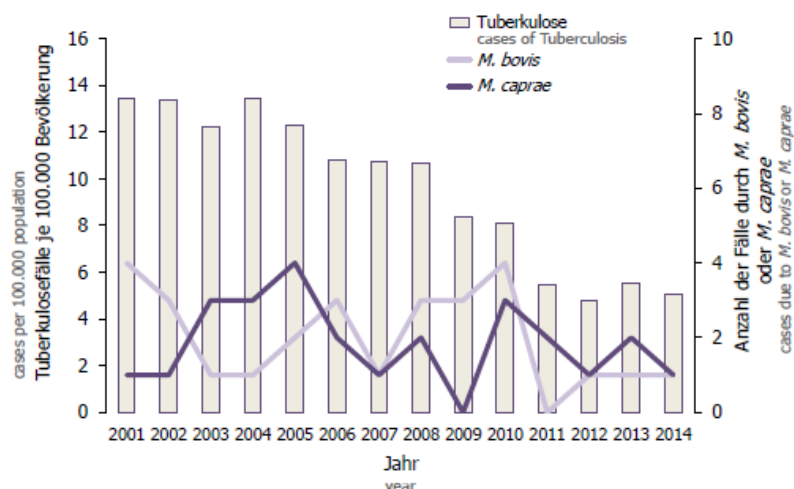
Im Jahr **2014** wurden beim Menschen 428 kulturell bestätigte Fälle von Tuberkulose gemeldet. Je ein Fall war mit *M. caprae* und *M. bovis* infiziert.

Laut den Zoonosenberichten von 2010 bis 2014 konnte ein Zusammenhang humaner *M. caprae*-Infektionen mit dem rezenten Auftreten von *M. caprae* im Tierbestand in Westösterreich durchwegs ausgeschlossen werden.

Im Jahr **2015** wurden für den Humanbereich 577 Erkrankungsfälle gemeldet (Jahresstatistiken meldepflichtiger Infektionskrankheiten - vorläufiger Jahresbericht 2015 - Stand per 10.02.2016, [http://www.bmg.gv.at/home/Schwerpunkte/Krankheiten/Epidemiologie/Jahresstatistiken\\_meldepflichtiger\\_Infektionskrankheiten\\_seit\\_dem\\_Jahr\\_2000](http://www.bmg.gv.at/home/Schwerpunkte/Krankheiten/Epidemiologie/Jahresstatistiken_meldepflichtiger_Infektionskrankheiten_seit_dem_Jahr_2000)). Bei genauerer Analyse zweier Erkrankungsfälle in Vorarlberg wurde festgestellt, dass es sich bei diesen *M. caprae* Fällen um denselben Erreger wie bei Rotwild und im Viehbestand handelt. (Landessanitätsdirektion Vorarlberg 2016).

In Abbildung 2 ist die Anzahl der Tuberkulosefälle nach ursächlichem Agens in Österreich von 2001 – 2014 dargestellt.

**Abbildung 2:** Tuberkulosefälle je 100.000 Bevölkerung sowie Fälle verursacht durch *M. bovis* bzw. *M. caprae* in Österreich von 2001-2014 (nationale Referenzzentrale für Tuberkulose, Stand 26.05.2015)\*



\*entnommen aus dem Bericht über Zoonosen und ihre Erreger in Österreich im Jahr 2014, AGES

Die Ergebnisse einer US-Epidemiologiestudie zur humanen *M.bovis*-Tuberkulose zeigen, dass in den Jahren 1995 - 2005 1,4% der Tuberkulosefälle durch *M. bovis* verursacht wurden (Hlavsa et al., 2008).

In Australien ist *M. bovis* für ungefähr 1% der Tuberkulosefälle in den Jahren 1970 – 1994 verantwortlich. Ein Großteil der Erkrankungen (71,6%) verlief pulmonal, bedingt durch die Reaktivierung einer chronischen Infektion, die möglicherweise durch Konsum von Milch erworben wurde, bevor eine Pasteurisierung routinemäßig durchgeführt wurde (Cousins and Dawson, 1999).

*M. bovis* wurde 1995 in 0,5% der bestätigten Tuberkulosefälle (38 von 7075 Fällen) in Frankreich isoliert. Der Verzehr unpasteurisierter Milch wurde in 3 Fällen berichtet. Die Tatsache, dass der Großteil der betroffenen Personen vor der Einführung von Kontrollmaßnahmen geboren ist, weist auf eine mögliche Reaktivierung einer latenten Infektion, die in der Kindheit erworben wurde, hin. Nicht pulmonale Infektionen bei älteren Personen können auf eine Infektion über Lebensmittel in der Kindheit und eine kürzliche Reaktivierung hindeuten (Robert et al., 1999).

Im Zeitraum 1999 – 2001 wurden 31% der *M. bovis*-assoziierten Tuberkulosefälle in Deutschland durch *M. bovis* subsp. *caprae* verursacht. *M. bovis* subsp. *caprae* konnte vor allem in den südlichen Regionen Deutschlands gefunden werden (Kubica et al., 2003).

In Westösterreich wurden 12 durch *M. caprae* verursachte Infektionen bei Rotwild, Rindern und Menschen im Zeitraum 1994 bis 2000 beobachtet. Der Kontakt mit Rindern steht in Zusammenhang mit 3 von 4 humanen Fällen (Prodinger et al., 2002).

In Kroatien wurde ein Fall von Tuberkulose durch *M. caprae* bei einem Kind berichtet. Eine Übertragung über den Konsum von Rohmilch oder nicht pasteurisierten Milchprodukten wird vermutet (Cvetnic et al., 2007).

Untersuchungen im Vereinigten Königreich zeigen, dass im Zeitraum 1990 bis 2003 nur ein Fall einer bestätigten *M. bovis* Infektion, aus einer tierischen Quelle kürzlich erworben, dokumentiert ist. Für die überwältigende Mehrheit der Bevölkerung erscheint daher das Risiko an einer von Tieren ausgehenden *M. bovis* Infektion zu erkranken äußerst gering (De la Rua-Domenech, 2006).

Es gibt nur wenige Hinweise für eine lebensmittelbedingte Übertragung von *M. bovis/caprae* auf den Menschen in Ländern, wo die Pasteurisierung von Milch verpflichtend bzw. weit verbreitet ist. Bei den durch *M. bovis/caprae* verursachten Tuberkulosefällen dürfte es sich hauptsächlich um früher erworbene Infektionen mit anschließender Reaktivierung oder importierte Fälle handeln. Basierend auf Ergebnissen wissenschaftlicher Studien erscheint das Risiko über den Konsum von pasteurisierter Milch bzw. Milcherzeugnissen vernachlässigbar.

### Bewertung des Risikos

Bei Veränderungen des Euters oder Anzeichen einer Infektion darf keine Abgabe der Milch an den Verarbeitungsbetrieb erfolgen. Eine Erregerausscheidung ohne klinische Anzeichen ist aber wie bereits beschrieben möglich. Falls die Milch dieser Tiere aber im Zuge der Herstellung von Milchprodukten, beispielsweise in einer Molkerei, mit der Milch einer größeren Anzahl unauffälliger Tiere vermischt wird, ist von einer geringen Kontamination der Milch auszugehen. Weiters wird angenommen werden, dass sich die Erreger in Lebensmitteln nicht vermehren (Messelhäußer und Rampp, 2014).

Ein mögliches Risiko für den Konsumenten über den Verzehr von aus möglicherweise mit Tuberkelbakterien kontaminierter Milch hergestellten Produkten wie z.B. Käse erscheint aus diesem Grund zwar gering, kann aber nicht restlos ausgeschlossen werden. Analog dazu, hält das BfR das Risiko einer Infektion des Menschen durch den Verzehr von Rohmilchhartkäse, der möglicherweise aus mit Tuberkelbakterien kontaminierter Milch hergestellt ist, für sehr gering. Um die Keimzahlen

weiter zu senken, wäre laut BfR denkbar, gegenüber den herkömmlichen Reifezeiten verlängerte Fristen für die verschiedenen Käsesorten zu etablieren, wobei es jedoch nicht möglich ist, einen genauen Zeitrahmen zu beziffern, wann der Käse als unbedenklich anzusehen ist (BfR, 2012).

Im Zusammenhang mit Roh(wild)fleischerzeugnissen liegen Studien vor, die zeigen, dass Mykobakterien nach Reifeprozessen in Rohwürsten nachweisbar waren. Zur Frage, ob bestimmte Faktoren im Rahmen der Rohwurstreifung ausreichend sind, um Mykobakterien entsprechend zu inaktivieren, kann auf der Grundlage der vorliegenden Daten und Studien keine Aussage getroffen werden. Informationen oder Einschätzungen, ob der Verzehr von Roh(wild)fleischerzeugnissen zu Erkrankungen des Menschen geführt hat, liegen keine vor.

## Literatur

- AGES (2011-2015): Bericht über Zoonosen und ihre Erreger in Österreich. <http://www.ages.at/service/service-oeffentliche-gesundheit/berichte-und-folder/zoonosenberichte/>
- BMG (2015): Tuberkulose. <https://www.verbrauchergesundheit.gv.at/tiere/krankheiten/tbc.html>, 17.3.2016
- Anonym (2005): Guidance to food authorities in Wales on officially tuberculosis free status and dairy hygiene legislation. Food Standards Agency. <http://www.food.gov.uk/multimedia/pdfs/otfwalesguidance2005.pdf>
- BfR (2012): Stellungnahme zum Thema Käse, der unter Verwendung von Milch aus Tuberkulose positiven Milchviehbeständen (*Mycobacterium bovis* subsp. *caprae*) hergestellt wurde. Anlage zu 41-3413-00-6918549 vom 10.09.2012.
- BfR (2013): Fragen und Antworten zur Rindertuberkulose, 17. Januar 2013. [http://www.bfr.bund.de/de/fragen\\_und\\_antworten\\_zur\\_rindertuberkulose-132506.html#topic\\_132514](http://www.bfr.bund.de/de/fragen_und_antworten_zur_rindertuberkulose-132506.html#topic_132514)
- Collins C. H. (2000): The bovine tubercle bacillus. *British Journal of Biomedical Science* 57: 234-240.
- Corner L. A. (1994): Post mortem diagnosis of *Mycobacterium bovis* infection in cattle. *Veterinary Microbiology* 40: 53-63
- Cosivi O., Grange J.M., Daborn C.J., Raviglione M.C., Fujikura T., Cousins D., Robinson R.A., Huchzermeyer H.F.A.K., de Kantor I., Meslin F.-X. (1998): Zoonotic tuberculosis due to *Mycobacterium bovis* in developing countries. *Emerging Infectious Diseases* 4(1).
- Cousins D.V., Dawson D.J. (1999): Tuberculosis due to *Mycobacterium bovis* in the Australian population: cases recorded during 1970-1994. *International Journal of Tuberculosis and Lung Disease*, 3(8): 715-721.
- Cvetnic Z., Katalinic-Jankovic V., Sostaric B., Spicic S., Obrovac M., Marjanovic S., Benic M., Kirin B. K., Vickovic I. (2007): *Mycobacterium caprae* in cattle and humans in Croatia. *International Journal of Tuberculosis and Lung Disease*, 11(6): 652-58.
- De la Rúa-Domenech R. (2006): Human *Mycobacterium bovis* infection in the United Kingdom: Incidence, risks, control measures and the review of zoonotic aspects of bovine tuberculosis. *Tuberculosis* 86: 77-109.
- EFSA (2006): Animal health risks of feeding animals with ready to use dairy products without further treatment. Annex to the EFSA Journal 347, 1-21.
- Fink M., Schleicher C., Gonano M., Prodingler W. M., Pacciarini M., Glawischnig W., Ryser-Degiorgis M. P., Walzer C., Stalder G. L., Lombardo D., Schobesberger H., Winter P., Büttner M. (2015): Red Deer as Maintenance Host for Bovine Tuberculosis, Alpine Region. *Emerging Infectious Diseases* 21: 464-467.
- FSAI (2008): Zoonotic Tuberculosis and Food Safety, 2<sup>nd</sup> Edition. Dublin, Ireland.
- Goodchild A. V., Clifton-Hadley R.S. (2001): Cattle-to-cattle transmission of *Mycobacterium bovis*. *Tuberculosis* 81(1/2): 23-41.

- Grant I.R., Ball H.J., Rowe M.T. (1996): Thermal inactivation of several *Mycobacterium* spp. in milk by pasteurization. *Lett Appl Microbiol.* 22(3):253-6.
- Harrington J.R. and Karlson A.G. (1965): Destruction of various kinds of *Mycobacteria* in milk by pasteurization. *Appl Microbiol.* 13(3):494-5.
- Harris B. N., Payeur J., Bravo D., Osorio R., Stuber T., Farrell D., Paulson D., Treviso S., Mikolon A., Rodriguez-Lainz A., Cernek-Hoskins S., Rast R., Ginsberg M., Kinde H. (2007): Recovery of *Mycobacterium bovis* from soft fresh cheese originating in Mexico. *Applied and Environmental Microbiology*, 73(3), 1025-28.
- Hlavsa M.C., Moonan P.K., Cowan L.S., Navin T.R., Kammerer J.R., Morlock G.P., Crawford J.T., LoBue P.A. (2008): Human Tuberculosis due to *Mycobacterium bovis* in the United States, 1995-2005. *Clinical Infectious Diseases* 47:168-75.
- Hudson A., Wong T., Lake R. (2003): Pasteurisation of dairy products: times, temperatures and evidence for control of pathogens, p. 20.
- Kästli, P. und Binz M. (1949): Die Lebensfähigkeit von *Mycobacterium tuberculosis* in verschiedenen Käsesorten. *Milchwissenschaft* 4: 391-94.
- Kästli, P. (1960): Die Lebensfähigkeit von Tuberkelbakterien in Milch und Milchprodukten. *Schweizer Archiv für Tierheilkunde* 10:541-547.
- Kells H.R., Lear S.A. (1960): Thermal death time curve of *Mycobacterium tuberculosis* var. *bovis* in artificially infected milk. *Appl Microbiol.* 8:234-6.
- Keogh B. P. (1970): Reviews of the progress of dairy science. Section B. The survival of pathogens in cheese and milk powder. *J. Dairy Res.*; 38(1): 91-111.
- Kubica T., Rüscher-Gerdes S., Niemann S. (2003): *Mycobacterium bovis* subsp. *caprae* caused one-third of human *M. bovis*-associated tuberculosis cases reported in Germany between 1999 and 2001. *Journal of Clinical Microbiology*, 41(7): 3070-77.
- Messelhäußer U. und Rapp A. (2014): Lebensmittelbedingte Übertragung von Tuberkulose – ein vergessener Infektionsweg? *Krankenhaushygiene* up2date 9. <https://www.thieme-connect.com/products/ejournals/html/10.1055/s-0034-1377585#N67258>
- Morris R. S., Pfeiffer D. U., Jackson R. (1994): The epidemiology of *Mycobacterium bovis* infections. *Vet Microbiol.* 40(1-2): 153-77.
- O'Reilly L. M., Daborn C. J. (1995): The epidemiology of *Mycobacterium bovis* infections in animals and man: a review. *Tubercle and Lung Disease* 76, Supplement 1: 1-46.
- Prodinger W. M., Eigentler A., Allerberger F., Schönbauer M., Glawischnig W. (2002): Infection of red deer, cattle, and humans with *Mycobacterium bovis* subsp. *caprae* in Western Austria. *Journal of Clinical Microbiology*, 40(6): 2270-72.
- Robert J., Boulahbal F., Trystram D., Truffot-Pernot C., de Benoist A.-C., Vincent V., Jarlier V., Grosset J. and the Network of Microbiology Laboratories in France (1999): A national survey of human *Mycobacterium bovis* infection in France. *International Journal of Tuberculosis and Lung Disease*, 3(8): 711-714.
- Savov D. (1975): [Resistance of tuberculosis mycobacteria in raw-dried and raw-fumigated sausages]. *Vet Med Nauki*, 12(7): 39-43. [Article in Bulgarian]
- Shitaye J.E., Horvathova A., Bartošova L., Moravkova M., Kaevska M., Donnelly N., Pavlik I. (2009): Distribution of non-tuberculosis mycobacteria in environmental samples from a slaughterhouse and in raw and processed meats. *Czech J. Food Sci.*, 27: 194-202.

Verordnung der Bundesministerin für Gesundheit, Familie und Jugend zur Verhinderung der Einschleppung und Verbreitung der Tuberkulose der Rinder (Rindertuberkuloseverordnung) idF BGBl. II Nr. 384/2008.

Landessanitätsdirektion Vorarlberg (2016): Routinemäßige Tuberkulose-Untersuchungen.  
<http://presse.vorarlberg.at/land/dist/vlk-51122.html>, 18.3.2016

Whipple D. L., Bolin C. A., Miller J. M. (1996): Distribution of lesions in cattle infected with *Mycobacterium bovis*. J Vet Diagn Invest 8: 351-54.