Risikobewertung des Rohmilchverzehrs und mögliche Konsequenzen

Céline Heinemann[1] & Martin Hamer[2]

[1] Universität Bonn - Institut für Ernährungs- und Lebensmittelwissenschaften (IEL)

[2] Hochschule Bonn-Rhein-Sieg - Internationales Zentrum für Nachhaltige Entwicklung (IZNE)

Mai 2016

Die Erstellung der Studie wurde unter dem AZ 17 06.02.01 – 7/2015 gefördert durch:

Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen

DOI: 10.14761/000018

Inhalt

1. Einleitung ... 3
2. Rechtliche Grundlagen ... 4
3. Situation in NRW ... 7
3.1. Milchkuhbestände in NRW ... 7
3.2. Verkauf von Rohmilch über Verkaufsautomaten ... 8
4. Allgemeine Gefahrenabschätzung ... 10
4.1. Mögliche Kontaminationswege der Milch ... 10
4.2. Potentielle Gefahren, die durch den Konsum von Rohmilch verursacht werden ... 11
5. Spezielle Gefahrenabschätzung ... 14
5.1. *Campylobacter* spp. ... 14
5.2. *Salmonella* spp. ... 15
5.3. Shiga-toxin bildende *E. coli* (STEC) ... 16
5.4. *Brucella melitensis* ... 17
5.5. *Mycobacterium bovis* ... 19
5.6. Frühsommer-Meningoenzephalitis (FSME) ... 20
5.7. *Coxiella burnetii* ... 21
5.7.1. Q-Fieber beim Menschen ... 23
5.7.2. Q-Fieber in der Schwangerschaft ... 24
5.7.3. Q-Fieber in Deutschland ... 24
5.7.4. *C. burnetii* in Rohmilch ... 26
6. Maßnahmen zur Gefahrenminimierung ... 27
6.1. Maßnahmen zur Information der Erzeuger ... 28
6.2. Maßnahmen zur Information der Verbraucher ... 28
6.3. Einführung von gesetzlich festgelegten Grenzwerten für Milch ab Hof ... 29
6.3.1. Grenzwerte für *Campylobacter* spp. ... 29
6.3.2. Grenzwerte für *Enterobacteriaceae* ... 29
6.3.3. Grenzwerte für *Salmonella* spp. ... 30
7. Zusammenfassung ... 30
Abkürzungsverzeichnis ... 32
Tabellenverzeichnis ... 33
Literatur ... 34
Anhang ... 41

1. Einleitung

Der zunehmende Wunsch der Verbraucher nach einem natürlichen Lebensstil führt unter anderem zu einem erhöhten Konsum von Rohmilch und Milchprodukten aus unpasteurisierter Milch (Hudopisk et al., 2013). Rohmilchkonsumenten bevorzugen Rohmilch zum Einen wegen des subjektiven Eindrucks eines besseren Geschmacks und zum Anderen versprechen sie sich gesundheitliche Vorteile, wie eine reduzierte Empfindlichkeit gegen Allergien und eine bessere Qualität der enthaltenen Nährstoffe, durch den Verzehr unbehandelter Milch (Claeys et al., 2014). Mit dem Konsum von Rohmilch gehen allerdings mikrobiologische Risiken einher, da Rohmilch aufgrund ihres neutralen pH-Wertes, dem hohen Nährstoffgehalt und der hohen Wasseraktivität einen guten Nährboden für mikrobielles Wachstum darstellt. Das Wachstum von verschiedenen Mikroorganismen wird dabei größtenteils durch die Temperatur, die kompetitive Begleitflora und die Anwesenheit von Hemmstoffen beeinflusst (Claeys et al., 2013).Mögliche Kontaminationen der Rohmilch resultieren entweder aus einer direkten Abgabe von Mikroorganismen durch das Euter, als Konsequenz von Entzündungen oder durch eine indirekte Kontamination während des Melkvorgangs oder der späteren Handhabung (EFSA, 2015).

Durch den Verzehr kontaminierter Rohmilch kann es daher zu lebensmittelbedingten Krankheitsausbrüchen kommen. Hierbei liegt die Annahme, dass ein Krankheitsausbruch lebensmittelbedingt ist immer dann vor, wenn eine Erkrankung zwei oder mehr Personen betrifft und diese mit demselben Lebensmittel assoziiert werden kann (Hartung et al., 2015). Häufig führt der Konsum kontaminierter Rohmilch zu Gastroenteritis, von der größtenteils Kinder unter 5 Jahren betroffen sind und die durch unterschiedliche pathogene Erreger ausgelöst werden kann. Bei einer Studie in Minnesota wurde bei 3,7% der an Gastroenteritis erkrankten Patienten bei deren Befragung festgestellt, dass diese im Expositionszeitraum Rohmilch konsumiert hatten (Robinson et al., 2014). Die Europäische Behörde für Lebensmittelsicherheit (EFSA) hat daher Anfang des Jahres 2015 eine neue Stellungnahme zu den Gefahren, die von Rohmilchkonsum ausgehen können, veröffentlicht (EFSA, 2015). In ihrer Stellungnahme werden die mikrobiologischen Hauptrisiken, die sich für die öffentliche Gesundheit aus dem Konsum von Rohmilch ergeben können genannt, die Wahrscheinlichkeit, dass Rohmilch antibiotikaresistente Keime enthält geprüft und der Verkauf von Rohmilch durch Verkaufsautomaten hinsichtlich eines zusätzlichen Sicherheitsrisikos abgeschätzt. Die Ergebnisse der von der EFSA durchgeführten Studie werden in diesem Bericht zusammengefasst. Daneben wird der rechtliche Hintergrund für den Verkauf und die Herstellung von Rohmilch dargelegt. Neben den von der EFSA aufgeführten mikrobiologischen Hauptgefahren wird die Möglichkeit über alimentäre Exposition an Q-Fieber zu erkranken kritisch beleuchtet. Anhand der erhaltenen Daten über die Risiken, die sich aus dem Konsum von Rohmilch für die öffentliche Gesundheit ergeben, werden mögliche Maßnahmen zur Gefahrenminimierung vorgestellt.

2. Rechtliche Grundlagen

Gemäß Anh. VII Teil III Nr. 1 VO (EU) 1308/2013 ist der Ausdruck „Milch“ ausschließlich dem normalen durch ein- oder mehrmaliges Melken gewonnenem Erzeugnis der normalen Eutersekretion, ohne jeglichen Zusatz oder Entzug, vorbehalten.

Unter „Rohmilch“ versteht man nach Anh. I Nr. 4.1. VO (EG) 853/2004 und nach Anh. VII Teil IV Nr. 1a VO (EU) 1308/2013 das unveränderte Gemelk von Nutztieren, das nicht über 40°C erhitzt und keiner Behandlung mit ähnlicher Wirkung unterzogen wurde.

Für die Erzeugung von Rohmilch gelten besondere Hygienevorschriften, die in Anh. III Abschn. IX Kap. I C VO (EG) 853/2004 dargelegt sind. Dazu zählen allgemeine und besondere Anforderungen an Tier- und Eutergesundheit, besondere Hygienevorschriften für Milcherzeugerbetriebe sowie Kriterien für die Überprüfung der Rohmilch. Zu den mikrobiolo-gischen Bedingungen gehört, dass rohe Kuhmilch bei max. 30°C eine Keimzahl von 100.000 pro ml nicht überschreiten darf. Für die Rohmilch von anderen Tierarten darf bei 30°C eine Keimzahl von 1.500.000 pro ml nicht überschritten werden. Bei den Grenzwerten handelt es sich um die über zwei Monate ermittelten geometrischen Mittelwerte bei mindestens zwei Probenahmen je Monat. Für rohe Kuhmilch gilt des Weiteren ein Maximalgehalt an soma-tischen Zellen von 400.000 pro ml, wobei es sich hierbei um den über drei Monate ermittelten, geometrischen Mittelwert bei mindestens einer Probenahme je Monat handelt, es sei denn, die zuständige Behörde schreibt eine andere Methode vor, die saisonalen Schwankungen der Produktionsmenge Rechnung trägt. Genügt die Rohmilch den genannten Anforderungen nicht, so muss der LM-Unternehmer dies der zuständigen Behörde melden und durch geeignete Maßnahmen Abhilfe schaffen. Lebensmittelunternehmer sind gem. Art. 3 Nr. 3 VO (EG) 178/2002 die natürlichen oder juristischen Personen, die dafür verantwortlich sind, dass die Anforderungen des Lebensmittelrechts in dem ihrer Kontrolle unterstehenden Lebensmittelunternehmen erfüllt werden. Die genannten Anforderungen gelten gemäß Art. 1 Abs. 3c VO (EG) 2073/2005 nicht für die direkte Abgabe kleiner Mengen von Primärerzeugnissen durch den Erzeuger an den Endverbraucher oder an örtliche Einzelhandelsunternehmen, die die Erzeugnisse direkt an den Endverbraucher abgeben.
Für den Verkauf von Rohmilch gilt auf nationaler Ebene ein Verkehrsverbot mit Erlaubnisvorbehalt. Nach §17 TierLMHV ist es generell verboten Rohmilch an Verbraucher abzugeben. Allerdings darf Rohmilch in Fertigpackungen unter der Verkehrsbezeichnung „Vorzugsmilch“ an Verbraucher abgegeben werden, wenn sie in einem behördlich genehmigten Betrieb gewonnen und behandelt wurde, sie den mikrobiologischen Anforderungen nach Anl. 9 Kap. I Nr. 3 TierLMHV entspricht und in der Zeit von der Abfüllung bis zur Abgabe eine Temperatur von +8°C nicht überschritten wurde. Außerdem ist die Fertigpackung mit dem Verbrauchsdatum, dem vorangestellten Hinweis „Rohmilch“ sowie dem nachgestellten Hinweis „Aufbewahren bei höchstens +8°C“ zu kennzeichnen. Ein Verbrauchsdatum ist gem. Art. 24

Abs.1 VO (EU) 1169/2011 immer dann vorgeschrieben, wenn es sich bei dem Produkt um ein in mikrobiologischer Hinsicht sehr leicht verderbliches Lebensmittel handelt, von dem folglich nach kurzer Zeit eine unmittelbare Gefahr für die menschliche Gesundheit ausgehen kann. Ein Verkauf des Produktes nach Ablauf des Verbrauchsdatums ist verboten. Das Verbrauchsdatum darf hierbei eine Frist von 96 h nach der Gewinnung nicht überschreiten.

In Anl. 9 TierLMHV sind die Anforderungen für das Gewinnen und Behandeln sowie an die Beschaffenheit von Vorzugsmilch aufgeführt.
Demnach sind die Nutztiere vor der ersten Gewinnung von Vorzugsmilch und anschließend einmal monatlich von einem Tierarzt klinisch auf Krankheiten, welche die gewonnene Milch negativ beeinflussen können, zu untersuchen. Zusätzlich sind monatlich zytologische Einzelmilchproben zu untersuchen. Bei Überschreitung der nachfolgend aufgeführten Werte ist eine bakteriologische Untersuchung von antiseptisch gewonnenen Anfangsgemelkproben jedes Euterviertels bzw. jeder Euterhälfte durchzuführen. Es gelten die nachstehend aufgeführten Grenzwerte.

Zellgehalte:

- Rinder und Schafe: ≥ 250.000 pro ml
- Pferde: ≥ 10.000 pro ml
- Ziegen: ≥ 1.000.000 pro ml

Im Falle eines Mastitisnachweis sind die Tiere von der Gewinnung von Vorzugsmilch auszuschließen.

Die gewonnene Vorzugsmilch muss bei monatlichen Stichproben im Erzeugerbetrieb zudem den in Tabelle 1 angegebenen Anforderungen genügen.

Tabelle 1: Anforderungen an Vorzugsmilch

	m[*1)]	M[*2)]	n[*3)]	c[*4)]
Keimzahl/ml bei 30°C[*5)]	20.000	50.000	5	2
Enterobacteriaceae/ml bei 30°C[*5)]	10	100	5	2
Koagulase-positive Staphylokokken[*5)]	10	100	5	2
Anzahl somatischer Zellen (Milch von Rindern und Schafen)	200.000	300.000	5	2
Salmonellen in 25 ml[*5)]	0	0	5	0
Pathogene Mikroorganismen oder deren Toxine dürfen in der Milch von Rindern, Schafen, Ziegen und Pferden nicht in Mengen vorhanden sein, die die Gesundheit des Verbrauchers beeinträchtigen können.				
Hämolysierende Streptokokken dürfen in der Milch von Pferden bei einer monatlich durchzuführenden Kontrolle in 1 ml Milch nicht nachweisbar sein.				
Bei der sensorischen Kontrolle der Milch von Rindern, Schafen, Ziegen und Pferden dürfen keine Abweichungen erkennbar sein.				
Der Phosphatasetest muss bei der Milch von Rindern positiv reagieren.				

[*1)]m=Schwellenwert; das Ergebnis gilt als ausreichend, wenn die einzelnen Proben diesen Wert nicht überschreiten.

[*2)] M=Höchstwert; das Ergebnis gilt als nicht ausreichend, wenn die Werte einer oder mehrerer Proben diesen Wert überschreiten.

[*3)]n=Anzahl der Proben.

[*4)]c=Anzahl der Proben mit Werten zwischen „m“ und „M“; das Ergebnis gilt als akzeptabel, wenn die Werte der übrigen Proben höchstens den Wert „m“ erreichen.

[*5)] Die Werte in der Tabelle beziehen sich, soweit nicht anders vermerkt, auf die von Rindern, Schafen, Ziegen und Pferden gewonnene Milch.

Für das Behandeln von Vorzugsmilch muss eine Kühlungseinrichtung vorhanden sein, die eine Kühlung der Milch innerhalb von zwei Stunden auf nicht mehr als +4°C gewährleistet. Diese Temperatur darf bis zur Abfüllung nicht überschritten werden.

Neben der sogenannten „Vorzugsmilch“, die in Fertigpackungen in den Handel gelangen darf, sind in der TierLMHV noch Vorschriften für die sogenannte „Milch ab Hof“ dargelegt. Nach §17 Abs. 4 TierLMHV darf Rohmilch unmittelbar an Verbraucher abgegeben werden, wenn die Abgabe im Milcherzeugungsbetrieb erfolgt und die Rohmilch im eigenen Betrieb gewonnen und behandelt worden ist. Die Milch muss hierfür am gleichen oder am vorhergehenden Tag gewonnen worden sein. An der Abgabestelle ist zudem gut sichtbar und lesbar der Hinweis „Rohmilch, vor dem Verzehr abkochen“ anzubringen. Die Abgabe von Rohmilch muss zuvor der zuständigen Behörde angezeigt worden sein. Die Abgabe von „Milch ab Hof“ ist daher anzeige- aber nicht zulassungspflichtig, vorausgesetzt es handelt sich dabei um eine nebensächliche Einzelhandelstätigkeit (=Verkauf von max. 1/3 der Gesamtproduktion und im Umkreis von nicht mehr als 100 km gem. Art. 1 Abs. 3 VO(EG) 853/2004). Für die Abgabe von „Milch ab Hof“ sind keine besonderen hygienischen Anforderungen auf

nationaler Ebene gesetzlich vorgeschrieben. Es gelten lediglich die Grenzwerte für Gesamtkeimzahl und Gehalt an somatischen Zellen gemäß der VO (EG) 853/2004. Generell ist die Abgabe von Rohmilch, sowohl von „Milch ab Hof“ als auch von Vorzugsmilch, an Einrichtungen der Gemeinschaftsverpflegung verboten. Zudem sind die rechtlichen Anforderungen der VO (EG) 2073/2005 zu beachten. Nach Art. 3 Abs. 1 i. V. m. Anh. I Kap. 1 Nr. 1.2. VO (EG) 2073/2005 müssen die Lebensmittelunternehmer sicherstellen, dass die Lebensmittel die im Anhang genannten mikrobiologischen Kriterien einhalten. Demnach gilt für verzehrfertige Lebensmittel, die die Vermehrung von *Listeria monocytogenes* begünstigen können, wozu Rohmilch zu zählen ist, dass in 25 g keine Listerien nachweisbar sein dürfen. Dieser Grenzwert gilt für den Zeitraum bevor das Lebensmittel die unmittelbare Kontrolle des Lebensmittelunternehmers, der es hergestellt hat, verlassen hat. Des Weiteren gilt für *L. monocytogenes* ein Grenzwert von 100 KbE/g für in Verkehr gebrachte Erzeugnisse während der Haltbarkeitsdauer.

3. Situation in NRW

3.1. Milchkuhbestände in NRW

Im Jahr 2015 waren in NRW 418.900 Milchkühe gemeldet. Durchschnittlich bestehen die Bestände aus 61 Milchkühen pro Haltung in 6.900 Milchkuhhaltungen (Milchindustrie-Verband, 2015). Bei Betrachtung der letzten 15 Jahre lässt sich der Trend erkennen, dass es weniger Milchkuhbestände gibt, aber die Bestandsgrößen wachsen.

Tabelle 2: Milchkuhbestände in NRW

	2000	2010	2013	2014	2015
Milchkuhbestände (x 1.000 Tiere)	391,3	396,0	410,2	422,5	418,9
Zahl der Milchkühe je Haltung	32,5	45,7	54,7	59,5	60,9
Zahl der Milchkuhhaltungen (x 1.000 Tiere)	11,9	8,7	7,5	7,1	6,9

Quelle: Milchindustrie-Verband, 2015

Eine Übersicht über die gemeldeten Milchziegen- und Schafbestände liegt nicht vor, allerdings ist davon auszugehen, dass der Konsum von Ziegen- und Schafrohmilch nur einen geringen Anteil am Gesamtrohmilchkonsum in NRW hat. Deutschlandweit liegt der Anteil an der Anlieferungsmilch von Ziegen und Schafen bei 0,04%, was die geringe Marktbedeutung verdeutlicht (BLE, 2015).

Nach aktuellen Erhebungen sind in NRW 353 Milchviehbetriebe registriert, die Rohmilch direkt an den Verbraucher abgeben (LANUV NRW, persönliche Mitteilung, 2016).

Generell muss die Erzeugung von Rohmilch gemäß den Anforderungen der GHP (gute Hygienepraxis) erfolgen.

3.2. Verkauf von Rohmilch über Verkaufsautomaten

Die Abgabe der gewonnenen Rohmilch erfolgt heute häufig über Rohmilchautomaten, aus denen sich der Verbraucher die gekühlte Milch in gewünschter Portionsgröße abfüllen kann. In NRW sind nach Angabe des Landesamtes für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (LANUV) derzeit 75 Milchautomaten in Betrieb, von denen einer jedoch pasteurisierte Milch abgibt und bei einem zurzeit die Abgabe eingestellt ist. Die unten angeführte Tabelle gibt Rückschluss auf die Verteilung der Milchautomaten in NRW. Größtenteils stammt die abgegebene Rohmilch von Kühen. Lediglich für den Rhein-Sieg-Kreis ist ein Automat angemeldet über den Ziegenrohmilch vertrieben wird. Die Tendenz des Vertriebs von Rohmilch über Verkaufsautomaten ist steigend. In den Verkaufsautomaten sollte generell eine Lagertemperatur unterhalb von 4°C herrschen. Erhöhte Temperaturen, die ein Wachstum von pathogenen Mikroorganismen begünstigen können, erfolgen meistens während des Transports zwischen Milcherzeugung und Verkaufsautomat oder durch den Verbraucher im Zeitraum zwischen Kauf und Verzehr (EFSA, 2015). In einer Studie aus Italien wurden Rohmilchkonsumenten zu ihrem Verbraucherverhalten befragt. Dabei gaben nur 18% der Befragten an, dass sie für den Transport isolierte Kühltaschen verwenden. In Abhängigkeit von der Transportdauer kann dies die Qualität der Rohmilch negativ beeinflussen. Weiterhin wurden die Konsumenten interviewt ob sie die gekaufte Rohmilch vor dem Verzehr abkochen. Dabei gaben 23% an, dass sie die Rohmilch unerhitzt verzehren und 20% der Befragten erhitzen die Rohmilch in der Mikrowelle ohne den Siedepunkt zu erreichen (Giacometti et al., 2012). Durch derartiges Konsumentenverhalten können sich potentielle pathogene Mikroorganismen derart erhöhen, dass sie Infektionen auslösen können. Da sich in Deutschland in der Regel die Rohmilchautomaten in der Nähe des Produktionsortes oder auf dem gleichen Gelände befinden, stellt eine Unterbrechung der Kühlkette zwischen Erzeugung und Befüllen der Automaten ein eher nebensächliches Risiko dar. Die Verkaufsautomaten bilden meist ein geschlossenes System, weshalb eine nachträgliche Kontamination mit pathogenen Keimen nur während des Füllvorgangs bzw. während des Abfüllvorgangs problematisch ist. Der sensibelste Punkt ist dabei die Abfüllkammer, in der die Milch aus dem Vorratsbehälter in Flaschen abgefüllt wird. Rückstände können dabei in den Ventilen stagnieren, wodurch sich die Möglichkeit eines Überlebens und Wachstums von Mikroorganismen erhöht.

Tabelle 3: Rohmilchautomaten NRW

Anzahl Milchtankstellen Oktober 2015			
KOB	vorhanden	geplant	Anmerkung
Bochum	0	0	
Dortmund	0	0	
Hagen	0	0	
Hamm	1	0	
Ennepe-Ruhr-Kreis	0	0	
Hochsauerlandkreis	3	0	
Märkischer Kreis	1	0	
Olpe, Kreis	4	0	
Kreis Siegen-Wittgenstein	0	0	
Soest, Kreis	1	0	
Unna, Kreis	0	0	
Bielefeld	0	0	
Gütersloh, Kreis	3	0	
Herford	0	0	
Höxter	1	0	
Kreis Lippe	3	0	
Minden-Lübbecke	1	1	
Paderborn	4	1	
Düsseldorf	0	0	
Duisburg	0	0	
Essen	0	0	
Krefeld	0	0	
Mönchengladbach	0	0	
Mülheim a.d.R.	0	0	
Oberhausen	0	0	
Remscheid, Solingen, Wuppertal	2	0	je 1 Wuppertal/Solingen
Kleve	4	4	
Mettmann	2	0	
Rhein-Kreis Neuss	1	0	
Viersen	1	0	
Wesel	4	5	
Bonn	0	0	
Köln	0	0	
Leverkusen	0	0	
Städteregion Aachen	3	1	
Düren	1	0	
Rhein-Erft-Kreis	0	0	

Euskirchen	3	0	
Heinsberg	1	1	z.Zt. Abgabe eingestellt
Oberbergischer Kreis	3	0	
Rheinisch-Bergischer Kreis	3	0	
Rhein-Sieg-Kreis	4	0	3x Kuhmilch; 1x Ziegenmilch
Bottrop	0	0	
Gelsenkirchen	0	0	
Münster	1	0	
Borken	5	3	
Coesfeld	6	0	1 Abgabeautomat nicht in Betrieb, geplant: Abgabe pasteurisierter Milch
Recklinghausen (incl. Herne)	5	0	
Steinfurt	2	0	
Warendorf	2	1	

Quelle: LANUV NRW, 2015 (persönliche Mitteilung)

4. Allgemeine Gefahrenabschätzung

4.1. Mögliche Kontaminationswege der Milch

Ein Eintrag von Bakterien in Rohmilch kann auf verschiedene Wege erfolgen. Zu den intrinsischen Kontaminationswegen gehören systemische Infektionen der milchproduzierenden Tiere, als auch Lokalinfektionen wie z.B. Mastitis. Die Zahl an somatischen Zellen und die aerobe Gesamtkeimzahl, die gemäß VO (EG)853/2004 für Rohmilch bestimmt werden müssen, geben Aufschluss über den Gesundheitsstatus des Euters der Tiere und können somit als Kontrollinstrument für mögliche Mastitisinfektionen innerhalb des Milchviehbestands dienen (Pyz-Lukasik, 2015). Mikroorganismen werden auf dem intrinsischen Weg direkt aus dem Euter in die Rohmilch abgegeben. Daneben sind extrinsische Kontaminationen mit pathogenen Keimen möglich. Ein wichtiger potentieller Transmissionsweg ist die Verschmutzung des Euters durch Kot und die unzureichende Reinigung des Euters vor dem Melken. Auf diesem Weg können von den Tieren ausgeschiedene Erreger wie Salmonellen oder *E. coli* in die Rohmilch gelangen. Eine ungenügende Reinigung des Melkgeschirrs, sowie umweltbedingte Faktoren (Luft, Wasser, Boden u.a.) können ebenfalls zu einer Kontamination von Rohmilch führen. Daneben können auftretende Kontaminationen auch humanen Ursprungs sein. Auch wenn Maßnahmen getroffen werden um die bakterielle Belastung von Rohmilch zu minimieren, kann die Anwesenheit von pathogenen und verderbserregenden Mikroorganismen nicht vollständig verhindert werden (EFSA, 2015).

4.2. Potentielle Gefahren, die durch den Konsum von Rohmilch verursacht werden

Nach VO (EG) 178/2002 Art. 3 Nr. 14 versteht man unter einer Gefahr, ein biologisches, chemisches oder physikalisches Agens in einem Lebensmittel […], welches eine Gesundheitsbeeinträchtigung verursachen kann. Die hier beschriebenen Gefahren beziehen sich ausschließlich auf solche, die durch Mikroorganismen hervorgerufen werden. Um die mikrobiologischen Hauptgefahren die von Rohmilch für die menschliche Gesundheit ausgehen zu identifizieren, wurde von der EFSA eine Deduktion nach dem im Anhang abgebildeten Entscheidungsbaum durchgeführt. Als Grundlage dienten mikrobiologische Gefahren die bereits in früheren wissenschaftlichen Stellungnahmen der EFSA mit Aspekten der Milchkuhhaltung in Verbindung gebracht wurden (EFSA, 2009). Des Weiteren wurden Stellungnahmen, in denen biologische Gefahren identifiziert wurden, die sich bei der Fleischbegutachtung von Rindern, kleinen Wiederkäuern und Einhufern ergeben können, berücksichtigt (EFSA, 2013a, 2013b, 2013c). Anhand dieser umfassenden Aufstellung möglicher mikrobiologischer Gefahren, wurde durch die Fragen „Gibt es einen Hinweis, dass die Gefahr durch Milch übertragbar ist?“ und „Gibt es einen Hinweis, dass die Gefahr in milchproduzierenden Tieren in der EU vorhanden ist?“ eine Deduktion zu einer präziseren Liste erstellt. Diese präzisere Shortlist, mit potentiellen mikrobiologischen Gefahren, die sich aus dem Verzehr von roher Trinkmilch ergeben und prinzipiell in Milchviehbeständen in der EU auftreten können, umfasst folgende Bakterienarten: *Campylobacter* spp. (thermophil), *Salmonella* spp., shigatoxinproduzierende *Escherichia coli* (STEC), *Bacillus cereus*, *Brucella abortus*, *Brucella melitensis*, *Listeria monocytogenes*, *Mycobacterium bovis*, *Staphylococcus aureus*, *Yersinia enterocolitica*, *Yersinia pseudotuberculosis*, *Corynebacterium* spp. und *Streptococcus suis* subsp. *zooepidemicus*. Neben den genannten Bakterien sind die Parasiten *Taxoplasma gondii* und *Cryptosporidium parvum* sowie das zeckenübertragene Frühsommer-Meningoenzephalitis-Virus FSME (engl: TBEV = tick-borne encephalitisvirus) als potentielle Gefahren einzustufen. Für eine engere Eingrenzung wurde das Ausmaß, das von der biologischen Gefahr für die menschliche Gesundheit ausgehen kann, gemessen an der Inzidenz gemeldeter Fälle und die Schwere der verursachten Erkrankung, gemessen an den gemeldeten Todesfällen, berücksichtigt. Gemäß der Meinung der EFSA ergibt sich aus dem Entscheidungsbaum eine deutliche Verbindung zwischen dem Konsum von roher Trinkmilch und menschlichen Infektionen mit *Campylobacter* spp., *S. typhimurium*, STEC, FSME, *B. melitensis* und *M. bovis*, die vor allem bei empfindlichen Personengruppen, wie Schwangeren, Kindern, älteren oder immunsupprimierten Menschen zu schweren Schädigungen der Gesundheit führen können. Nach Ansicht des BfR ist Campylobacter der häufigste Infektionserreger in Rohmilch (BfR, 2014 a, BfR, 2009). Daneben werden auch EHEC, Salmonellen, Listerien und Coxiellen als potentielle Krankheitserreger, die in Rohmilch vorkommen können, angesehen. Allerdings wird die durch *Coxiella burnetii* ausgelöste Infektionskrankheit Q-Fieber durch alimentäre Übertragung in der wissenschaftlichen Literatur kontrovers

diskutiert. Die Meinungen über eine Infektion durch Ingestion von Rohmilch werden in diesem Bericht kritisch beleuchtet.

Die Mikroorganismen *B. cereus*, *B. abortus*, *S. aureus*, *Y. enterocolitica*, *Y. pseudotuberculosis* und *C. parvum* sind laut EFSA zwar durch Rohmilch übertragbar, werden aber nicht als Hauptgefahr betrachtet, da ihre Bedeutung für die menschliche Gesundheit nicht als ausreichend angesehen wird.

Zur Gefahrenabschätzung wurden von der EFSA epidemiologische Erhebungen über die mit dem Konsum von Rohmilch assoziierten Ausbrüche in der EU aus den Jahren 2007 bis 2012 betrachtet. In diesem Zeitraum wurden 27 Ausbrüche gemeldet. Von diesen Ausbrüchen waren 21 durch *Campylobacter* spp. (hauptsächlich *C. jejuni*), einer durch *Salmonella typhimurium*, zwei durch STEC und drei durch FSME verursacht. Von den genannten 27 Krankheitsausbrüchen wurden vier durch den Konsum von roher Ziegenmilch, die restlichen 23 wurden durch den Verzehr von roher Kuhmilch ausgelöst. Neben den genannten Bakterienarten wird in der Literatur auch von Krankheitsausbrüchen durch *B. melitensis* und *M. bovis* berichtet.

Eine Abschätzung der Gefahr die bei dem Verzehr von Rohmilch durch *L. monocytogenes* ausgelöst wird, konnte von der EFSA aufgrund einer mangelnden Datenlage nicht vorgenommen werden. Es liegen zwar Berichte über eine Verbindung von Infektionen durch *L. monocytogenes* und den Konsum von Rohmilch vor, allerdings wird angenommen, dass eine Infektion eher durch den Verzehr von Rohmilchprodukten als durch rohe Trinkmilch ausgelöst wird. Zudem wird das Wachstum von Listerien meist kompetitiv von der Begleitflora gehemmt. Auch sind für eine Infektion relativ hohe Infektionsdosen erforderlich (Claeys et al., 2013). Ein Risikofaktor bei *L. monocytogenes* ist, dass diese in einem sehr breiten Temperaturspektrum von 0,5-45°C wachstumsfähig sind. Zudem können sie osmotischen Stress, wie eine Salzkonzentration bis zu 10% NaCl, Einfrieren und Trocknen tolerieren (Lund, 1990). Nach Ansicht des Bundesinstituts für Risikobewertung (BfR, 2008) geht von *L. monocytogenes* eine besondere Gefahr für die Gesundheit von Schwangeren, Säuglingen, älteren und immunsupprimierten Menschen aus. Daher weist das BfR auch darauf hin, dass Personen die einer der genannten Risikogruppen angehören auf den Verzehr von Rohmilch oder Milchprodukten die aus Rohmilch hergestellt wurden verzichten sollten, sofern sie nicht auf mindestens 70°C im Inneren erhitzt wurden (Hartung et al., 2015). Das Gesundheitsrisiko für Menschen, die keiner der genannten Risikogruppe angehören, wird als eher gering eingeschätzt, so dass sie bei einer Infektion keine oder nur leichte Symptome zeigen. Aufgrund der Eigenschaft sich bei Kühltemperaturen zu vermehren, der Wahrscheinlichkeit des Auftretens in Rohmilch und der Schwere einer möglichen Listeriose, kommt die EFSA zu dem Schluss, dass weitere Studien, die sich mit dem Zusammenhang zu Rohmilch beschäftigen, benötigt werden (EFSA, 2015).

4.3. Berücksichtigung der gemeldeten Infektionsfälle der letzten Jahre

Um eine Gefahrenabschätzung vornehmen zu können, sollte für diesen Bericht eine Korrelation von gemeldeten Infektionsfällen unter Berücksichtigung der Anamnese und einem möglichen Rohmilchkonsum vorgenommen werden. Bei einer Meldung nach Infektionsschutzgesetz (IfSG) werden an das Landeszentrum für Gesundheit NRW unter anderem Angaben zum wahrscheinlichen Infektionsweg und dem wahrscheinlichen Infektionsrisiko übermittelt. Bei der Übermittlung der Meldedaten gibt es allerdings Unterschiede hinsichtlich der Qualität der Daten. Bei Ausbruchsmeldungen mit Lebensmittelbezug können verschiedene verdächtige Lebensmittel aus einer Liste ausgewählt oder gezielte Angaben zu der verdächtigen Lebensmittelkategorie angegeben werden. Bei der Angabe von verdächtigen Lebensmitteln handelt es sich jedoch häufig lediglich um eine Vermutung der Betroffenen. Ein Labornachweis ist nur selten möglich. Auch epidemiologische Studien werden nur in den seltensten Fällen durchgeführt. Für eine evidenzbasierte Identifizierung der Infektionsquelle ist jedoch eines von beiden notwendig. Weiterhin wird die Identifizierung von Infektionsquellen dadurch erschwert, dass nicht alle Patienten zum Arzt gehen und auch nicht alle Ärzte eine Diagnostik veranlassen. Eine direkte Korrelation von Infektionen mit alimentärerer Aufnahme von Rohmilch als Auslöser ist daher schwierig (Jurke, A., 2015). In den infektionsepidemiologischen Jahrbüchern des Robert-Koch-Institutes (RKI) sind u.a. explizit lebensmittelbedingte Ausbrüche angegeben, die bei der Abschätzung des durch Milch ausgelösten Infektionsgeschehens helfen. Es ist bei Betrachtung der Daten jedoch zu beachten, dass zum einen eine Mehrfachnennung von Lebensmittelvehikeln möglich ist und, dass es zum anderen keine spezielle Kategorie „Rohmilch“ gibt, sondern lediglich Milch und Milchprodukte erfasst werden. Im Folgenden sind die Daten der Jahre 2010 bis 2014 aufgeführt, in denen Milch und Milchprodukte als Lebensmittelvehikel für Infektionen mit den Erregern *Campylobacter* spp., *Salmonella* spp. und enterohämorrhagische *E. coli* (EHEC) genannt wurden.

Tabelle 4: Ausbrüche mit vermuteter Infektionsquelle "Milch" oder "Milchprodukt"

Jahr	*Campylobacter* spp.	*Salmonella* spp.	EHEC
2014	19	6	1
2013	13	6	4
2012	13	13	3
2011	14	5	5
2010	20	9	3

Quelle: RKI, 2011-2015

Die drei aufgeführten Mikroorganismen gehören gleichzeitig, nach Meinung der EFSA, zu den bakteriologischen Hauptgefahren in Zusammenhang mit Rohmilch. Es handelt sich um ubiquitär vorkommende pathogene Keime, die mit einer hohen Wahrscheinlichkeit in milchproduzierenden Tieren und der von ihnen gewonnenen Milch gefunden werden (EFSA, 2015).

5. Spezielle Gefahrenabschätzung

5.1. *Campylobacter* spp.

Bei *Campylobacter* spp. handelt es sich um gramnegative, polar begeißelte, mikroaerophile Stäbchen. Als Erreger von Campylobacteriose spielen vor allem die Spezies *C. jejuni*, *C. lari* und *C. coli* eine Rolle. *Campylobacter* spp. kommen ubiquitär vor. Im Kot von Tieren werden häufig sehr hohe Konzentrationen an *Campylobacter* spp. nachgewiesen. Der Infektionsweg erfolgt daher meist über mit Faeces kontaminierte Lebensmittel, wie rohes Fleisch und nicht pasteurisierte Milch. Auch eine Übertragung über kontaminiertes Trinkwasser oder durch den engen Kontakt zu infizierten Tieren, auch Haustieren, ist möglich. *Campylobacter* spp. können in Lebensmitteln vor allem bei niedrigen Umgebungstemperaturen eine Zeit lang überleben, sich aber in der Regel nicht vermehren, da sie besondere Ansprüche, hinsichtlich Luftfeuchtigkeit und Gaszusammensetzung, an ihre Umgebung haben. Die Inkubationszeit bei einer Campylobacteriose beträgt durchschnittlich 2-5 Tage. Zu den klinischen Symptomen zählen neben vorausgehenden Kopfschmerzen, Müdigkeit und Myalgien, meistens Diarrhöen, Abdominalschmerzen und –krämpfe, sowie Fieber (RKI, 2005a).

Infektionen mit Campylobacter zählten 2013, laut BfR (2015b) zu den häufigsten, zoonotisch ausgelösten Infektionen des Menschen. So wurden dem RKI für das Jahr 2014 insgesamt 70.972 Erkrankungen gemeldet, was einer Inzidenz von 87,9 Fällen pro 100.000 Einwohner entspricht (RKI, 2015a). Insgesamt steigt die Zahl an gemeldeten Campylobacter-Infektionen seit dem Jahr 2005 europaweit kontinuierlich an. Das Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (BVL) vermutet, dass der Anstieg aus einer erhöhten Wahrnehmung des Pathogens und damit einhergehenden gezielteren Untersuchungen resultiert (BVL, 2015). Die EFSA geht allerdings davon aus, dass nicht alle Campylobacter-Fälle erkannt und gemeldet werden und daher eine große Dunkelziffer herrscht (EFSA, 2010).

Nach Angabe des RKI zeigen die gemeldeten Campylobacteriose-Fälle einen jahreszeitlichen Trend mit den höchsten Fallzahlen in den Monaten Juni bis September (RKI, 2015a). Die gemeldeten Infektionsfälle in Deutschland und NRW sind in der unten angegebenen Tabelle für die Jahre 2010 bis 2014 aufgeführt.

Tabelle 5: dokumentierte Campylobacter-Infektionen der Jahre 2010 bis 2014 in Deutschland und NRW

Jahr	Anzahl dokumentierte Fälle in D	Anzahl dokumentierte Fälle in NRW
2014	70.972	18.454
2013	63.649	16.015
2012	62.926	15.902
2011	71.312	17.468
2010	65.741	16.779

Quelle: RKI, 2011-2015a

Laut Berichten des BfR (2011-2014b) und den infektionsepidemiologischen Jahrbüchern des RKI (RKI, 2011-2015a) sind lebensmittelbedingte Campylobacteriose-Fälle häufig auf den Konsum von Rohmilch zurückzuführen. Im Jahr 2011 waren drei Ausbrüche mit dem Konsum von Rohmilch direkt im Erzeugerbetrieb assoziiert. In zwei Fällen konnte in den untersuchten Tankmilchproben *C. jejuni* nachgewiesen werden (BfR, 2012). Drei Ausbrüche von Campylobacteriose ereigneten sich 2012 durch die alimentäre Aufnahme von unzureichend erhitzter Rohmilch direkt beim Erzeuger bzw. in einem Zeltlager. Von einem der Ausbrüche war eine Schulklasse betroffen, die einen Erzeugerbetrieb besichtigt hatte. In zwei der Ausbruchsfälle konnte *C. jejuni* in den Tankmilchproben nachgewiesen werden (BfR, 2013). Auch 2013 wurde ein Ausbruch durch den Konsum von Rohmilch bei einer Kindergartengruppe, die einen Bauernhof besuchte berichtet (BfR, 2014b). Im Jahr 2014 ereignete sich ein Campylobacter-Ausbruch nachdem mehrere Personen während eines Bauernhofbesuches unerhitzte Rohmilch zu sich nahmen. Sowohl bei den Erkrankten, als auch in der Tankmilch konnte als Erreger *C. jejuni* nachgewiesen werden. Weiterhin wurde im Rahmen einer EHEC-Erkrankung, die durch den Konsum von Rohmilch ausgelöst wurde, in der untersuchten Tankmilchprobe neben EHEC auch Campylobacter gefunden (BfR, 2015a).

5.2. *Salmonella* spp.

Bei Salmonellen handelt es sich um gramnegative, peritrich begeißelte, fakultativ anaerobe Stäbchen. Sie werden in der Gattung *Salmonella* zusammengefasst und gehören zu der Familie der *Enterobacteriaceae*. Hauptreservoir für *Salmonella* spp. sind Tiere wie Rinder, Schweine und Geflügel, wobei diese selber selten an Salmonellose erkranken. Neben einer direkten Übertragung über die genannten Nutztiere, stellen aus ihnen bzw. von ihnen erzeugte Lebensmittel eine mögliche und wahrscheinlichere Infektionsquelle dar. Durch den Verzehr von infizierten oder kontaminierten Lebensmitteln, wie z.B. Rohmilch oder unzureichend erhitztem Fleisch kann es zu einer klassischen Lebensmittelinfektion kommen. Eine Kontaktinfektion, auf fäkal-oralem Weg ist möglich. Nach einer Inkubationszeit von 6-72 h kommt es zu einer akuten Enteritis mit plötzlich einsetzender Diarrhö. Zu den Symptomen zählen Kopf- und Bauchschmerzen, Unwohlsein, Erbrechen und häufig auch leichtes Fieber. Bei Säuglingen, Kleinkindern sowie älteren oder abwehrgeschwächten Menschen kann es im Krankheitsverlauf zu Komplikationen kommen. Aufgrund der hohen Infektionsdosis (10^4-10^6 Keime) erkranken gesunde Menschen, die keiner der genannten Risikogruppen angehören selten an Salmonellen (RKI, 2009). Zu den häufigsten Salmonellenstämmen die Lebensmittelinfektionen auslösen gehören *S. typhimurium*, gefolgt von *S. enteritidis* (Hartung et al., 2015).

Im Jahr 2014 wurden dem RKI insgesamt 16.222 Fälle von Salmonellosen übermittelt (siehe Tabelle 6, Seite 16). Es handelt sich daher nach Campylobacterinfektionen um die zweithäu-

figste bakterielle Erkrankung. Im Vergleich zum Vorjahr sank die Zahl der gemeldeten Fälle um 15% (18.985 Fälle). Generell ist seit 2001 die Anzahl gemeldeter Fälle rückläufig, mit Ausnahme der Jahre 2006 und 2007. Die Inzidenz lag 2014 bei 20,1 Erkrankten pro 100.000 Einwohner und entspricht der niedrigsten Inzidenz seit Einführung des Infektionsschutzgesetzes. Die meisten Fälle an Salmonella-Enteritis ereignen sich im III. Quartal des Jahres, betroffen waren in den meisten Fällen Kleinkinder. Die beschriebenen größeren Ausbrüche, bei denen ein verdächtiges Lebensmittel-Vehikel identifiziert werden konnte, waren durch Fleisch- und Wurstwaren ausgelöst. Eine Assoziation mit Rohmilch als Auslöser wurde nicht erwähnt (RKI, 2015a). In den Jahren 2011 bis 2014 konnte vom BfR keine Verbindung zwischen aufgetretenen Salmonelleninfektionen und Rohmilch oder anderen Milchprodukten gezogen werden (BfR, 2012, 2013, 2014b, 2015a).

Tabelle 6: dokumentierte Salmonellen-Infektionen der Jahre 2010 bis 2014 in Deutschland und NRW

Jahr	Anzahl dokumentierte Fälle in D	Anzahl dokumentierte Fälle in NRW
2014	16.222	3.281
2013	18.985	3.895
2012	20.863	4.430
2011	24.520	5.332
2010	25.310	5.343

Quelle: RKI, 2011-2015

5.3. Shiga-toxin bildende *E. coli* (STEC)

Bakterien der Gattung *Escherichia coli* sind gramnegative, fakultativ anaerobe Stäbchen mit weltweitem Vorkommen. Sie dienen als Fäkalindikator, da sie ausschließlich im Darm von Mensch und Tier vorkommen. Eine Untergruppe der Shiga-toxin bildenden *E. coli* bilden die pathogenen, enterohämorrhagischen *E. coli* (EHEC). Im Sinne des vorbeugenden Verbraucherschutzes werden alle STEC als EHEC angesehen, da eine vollständige Unterscheidung derzeit nicht möglich ist. Als Reservoir für STEC und damit auch EHEC gelten Wiederkäuer wie Rinder, Ziegen und Schafe, die selber nicht erkranken, die Erreger aber mit dem Kot ausscheiden. Mögliche Infektionswege sind neben dem direkten Kontakt zu infizierten Personen, der direkte Tierkontakt oder der Verzehr von infizierten oder kontaminierten Lebensmitteln wie Rohmilch, Rohwurst oder auch kontaminiertes Trinkwasser. Die Infektionsdosis zur Ausbildung einer Erkrankung ist mit 100 Zellen sehr niedrig (Juffs & Deeth, 2007). Die Inkubationszeit beträgt durchschnittlich 3-4 Tage. Bei einer Infektion treten als Symptome häufig wässrige Diarrhö, Übelkeit, Erbrechen, gelegentlich Fieber und zunehmende Abdominalschmerzen auf. Gefährdet sind vor allem Säuglinge, Kleinkinder sowie ältere und abwehrgeschwächte Menschen. Vor allem bei Kleinkindern kommt es als Folge einer EHEC-Infektion häufig zur Ausbildung des hämolytisch-urämischen Syndroms (HUS), wobei es sich

um eine Erkrankung handelt, die zu akutem Nierenversagen, Blutgerinnungsstörungen und einer Zerstörung der roten Blutkörperchen führt und tödlich verlaufen kann (BfR, 2014c). Einen Überblick über die dem RKI gemeldeten Fälle an EHEC und HUS gibt die unten aufgeführte Tabelle.

Tabelle 7: dokumentierte EHEC- und HUS-Infektionen der Jahre 2010 bis 2014 in Deutschland und NRW

	EHEC (außer HUS)		HUS	
Jahr	D	NRW	D	NRW
2014	1.650	305	85	13
2013	1.618	294	77	13
2012	1.533	316	70	5
2011	4.907	750	880	137
2010	918	177	65	11

Quelle: RKI, 2011-2015

Der bisher größte Ausbruch an EHEC-Infektionen in Deutschland ereignete sich im Jahr 2011. Ausgelöst wurden die Infektionen durch den Verzehr roher Bockshornkleesamen, die aus Ägypten importiert wurden. Insgesamt wurden vom RKI in diesem Jahr 4.907 EHEC-Infektionen in Deutschland und 750 in NRW registriert. Zusätzlich wurden 880 HUS-Fälle in Deutschland und davon 137 in NRW dokumentiert. Nach Angaben des RKI handelt es sich gemessen an der Zahl der HUS-Erkrankungen um den größten weltweit beschriebenen derartigen Ausbruch (BfR, 2012). In den Jahren 2011 bis 2014 konnte nur ein EHEC-Fall eindeutig auf den Konsum von Rohmilch zurückgeführt werden. Im Jahr 2014 erkrankte ein Kleinkind einer Familie mit eigener Kuhhaltung im Anschluss an eine Antibiotikabehandlung an EHEC. Im Zuge dessen wurden die weiteren fünf Familienmitglieder getestet und als symptomlose Ausscheider identifiziert und daher bei der Einstufung als Ausbruch mit berücksichtigt. Der Ausbruchsstamm wurde bei der Aufklärung des Infektionsgeschehens in der Tankmilch des familieneigenen Betriebes nachgewiesen. Zusätzlich wurde in der Tankmilch Campylobacter nachgewiesen (BfR, 2014b).

5.4. *Brucella melitensis*

Bei *Brucella melitensis* handelt es sich um ein Bakterium aus der Gattung *Brucella*, welches die Infektionskrankheit Brucellose, auch bekannt als Maltafieber, auslösen kann. Es ist ein gram-negatives, unbewegliches, aerobes, stäbchenförmiges Bakterium. Brucellen kommen im Urogenitaltrakt von Nutztieren wie Kühen, Schafen, Ziegen und Schweinen vor und können bei einer Übertragung auf den Menschen sehr selten generalisierte Infektionen auslösen (RKI, 2005b). Infektionsquelle für Brucellose sind größtenteils ausgewachsene weibliche Tiere (Juffs & Deeths, 2007). Die Transmission auf den Menschen erfolgt hierbei über den Verzehr kontaminierter Produkte, wozu vor allem Rohmilch und nicht pasteurisierte Produkte

aus Rohmilch gehören. Daneben ist auch eine Infektionsmöglichkeit über den direkten Kontakt zu infizierten Tieren oder deren Ausscheidungen möglich. Ein erhöhtes Risiko besteht bei landwirtschaftlichem Personal, welches regelmäßigen Umgang mit potentiell erkrankten Tieren hat. Sehr selten ist eine Übertragung von Mensch zu Mensch möglich. Die Inkubationszeit bei Brucellose liegt bei 5-60 Tagen. Bei schleichender oder plötzlicher Brucellose kann es zu Beginn zu Müdigkeit, Übelkeit, Kopfschmerzen und Fieber kommen, wobei die Fieberschübe von einem 2-5 tägigen fieberfreien Intervall unterbrochen sein können. Auch ein chronischer Verlauf ist möglich.

Deutschland gilt als amtlich frei von *B. melitensis* und *B. abortus* hinsichtlich der Rinder-, Ziegen- und Schafbestände. Auftretende Infektionen sind daher in der Regel durch Importe im Bereich des Tierhandels ausgelöst. Eine Übertragung von Brucellose ist auch durch den Kontakt von Wild- mit Nutztieren möglich. Eine Impfung von Rindern, Schweinen, Schafen und Ziegen gegen Brucellose sowie Heilungsversuche sind nach Kap. II Nr. 1 §2 BrucelloseV in Deutschland verboten. Einen Überblick über bei Menschen aufgetretene Brucellose-Fälle der Jahre 2010 bis 2014 gibt die unten aufgeführte Tabelle. Häufig ist bei den in Deutschland dokumentierten Brucellose-Fällen eine vorangegangene Reise in Infektionsländer der Auslöser.

Tabelle 8: dokumentierte Brucellose-Infektionen der Jahre 2010 bis 2014 in Deutschland und NRW

Jahr	Anzahl dokumentierte Fälle in D	Anzahl dokumentierte Fälle in NRW
2014	47	11
2013	28	2
2012	28	5
2011	24	4
2010	22	5

Quelle: RKI, 2011-2015

5.5. *Mycobacterium bovis*

Bei *M. bovis* handelt es sich um einen Stamm innerhalb des sogenannten *Mycobacterium tuberculosis*-Komplexes. *Mycobacteriaceae*n sind unbewegliche, gram-positive, aerobe, stäbchenförmige Zellen. Erregerreservoir für durch *M. bovis* ausgelöste Tuberkulose sind Menschen, Rinder und Wildtiere. Eine Infektion kann neben der Ansteckung durch Aerosole auch über den Genuss von Rohmilch erfolgen. Laut LZG NRW (2014b) ist dieser Übertragungsweg zwar möglich, aber in Mitteleuropa nicht mehr von Bedeutung, da die Rinderbestände hier weitestgehend tuberkulosefrei sind. Auch nach Meinung des RKI erfolgt die Übertragung der Tuberkuloseerreger in der Regel aerogen von Mensch zu Mensch und gehört nicht zu den typischerweise durch Lebensmittel übertragenen Erregern (RKI, 2015). Die Inkubationszeit kann 6-8 Wochen betragen. In 80% der Infektionsfälle wird die Lunge befallen, wobei prinzipiell jedes Organ betroffen sein kann. Zu den Symptomen zählen Einschränkungen des Allgemeinbefindens, Appetitmangel, Gewichtabnahme, leichtes Fieber sowie Zeichen eines grippalen Infektes. Im Fall einer Lungentuberkulose sind Husten mit oder ohne Auswurf, der in seltenen Fällen auch blutig sein kann, Thoraxschmerzen und Atemnot die Leitsymptome.
Die Anzahl gemeldeter Tuberkulosefälle ist in den letzten fünf Jahren konstant geblieben. Sie liegt deutschlandweit bei ca. 4.300 Fällen pro Jahr mit ca. 1.000 Fällen in NRW. Die dokumentierten Tuberkulose-Fälle der Jahre 2010 bis 2014 sind in Tabelle 9 aufgeführt.

Tabelle 9: dokumentierte Tuberkulose-Infektionen der Jahre 2010 bis 2014 in Deutschland und NRW

Jahr	Anzahl dokumentierte Fälle in D	Anzahl dokumentierte Fälle in NRW
2014	4.488	1.076
2013	4.319	1.020
2012	4.217	1.051
2011	4.318	1.101
2010	4.362	1.052

Quelle: RKI, 2011-2015

Eine Auswertung der Daten des RKI zur Speziesidentifizierung der gemeldeten Tuberkulosefälle der letzten fünf Jahre zeigt, dass in 97% der Fälle die Infektion durch *M. tuberculosis* und ca. 1,5% der Infektionen durch *M. bovis* ausgelöst wurden (s. Tabelle 10).

Tabelle 10: nachgewiesene Tuberkulosespezies

Jahr	Speziesidentifizierung durchgeführt	*M. tuberculosis* nachgewiesen	*M. bovis* nachgewiesen
2014	3.009	2.930 (97,4%)	47 (1,6%)
2013	3.072	2.994 (97,5%)	45 (1,5%)
2012	2.796	2.721 (97,3%)	50 (1,8%)
2011	2.839	2.769 (97,5%)	44 (1,5%)
2010	2.817	2.759 (97,9%)	42 (1,5%)

Quelle: RKI, 2011-2015

Zudem gilt Deutschland seit Ende der 1960er Jahre als Rindertuberkulose-frei. Dieser Status wird vergeben wenn in 99,9% der Rinderbestände seit ≥10 Jahren keine durch *M. bovis* hervorgerufene Tuberkulose mehr nachgewiesen werden konnte. Weiterhin besteht in Deutschland kein epidemiologisch bedeutendes Wildreservoir für Rindertuberkulose, welches die hiesigen Rinderbestände infizieren könnte. Lediglich im Alpenraum und sporadisch in Bayern wurde Tuberkulose bei Rotwild festgestellt (Moser, 2012). Daher stellt derzeit eine Infektion des Menschen mit dem Erreger der Rindertuberkulose eine Ausnahme dar.

5.6. Frühsommer-Meningoenzephalitis (FSME)

Die Frühsommer-Meningoenzephalitis ist ein humanpathogenes Virus aus der Familie der *Flaviviridae* und wird über den Biss infizierter Zecken übertragen. Als Hauptkrankheitsüberträger gelten hierbei vor allem in Zentraleuropa Zecken der Gattung *Ixodes ricinus*. Daneben spielt die Gattung *Ixodes persulcatus* im baltischen und finnischen Raum sowie in Asien eine Rolle. Die Verbreitungsgebiete in Deutschland sind hauptsächlich Baden-Württemberg, Bayern, Thüringen und Süd-Hessen. In diesen Verbreitungsgebieten sind ca. 0,1-5% der Zecken mit dem Flavivirus infiziert. (RKI, 2015b). Als Reservoir gelten Kleinsäuger, insbesondere Mäuse, aber auch Vögel, Rehe und Rotwild. Laut LZG NRW und RKI ist, wenn auch sehr selten, eine Infektion auf alimentärem Weg durch virusinfizierte Milch von Ziegen, Schafen und in Ausnahmefällen auch Kühen möglich. Eine Übertragung von Mensch zu Mensch ist nicht möglich (LZG NRW, 2014a, RKI, 2015b). Die Inkubationszeit liegt gewöhnlich bei 7-14 Tagen und kann in Einzelfällen bis zu 28 Tagen betragen. Die Erkrankung zeigt einen biphasischen Verlauf, wobei die erste Phase von grippeähnlichen Symptomen mit mäßigem Fieber, Kopfschmerzen und Erbrechen geprägt ist. Im Anschluss kann sich nach einem fieberfreien Intervall von 7-20 Tagen eine Meningoenzephalitis mit Fieber, Erbrechen und meningealen Reizerscheinungen anschließen. Dies tritt bei ca. 10% der Infizierten auf (LZG NRW, 2014a).Die dem RKI gemeldeten Fälle der letzten fünf Jahre sind in unten angegebener Tabelle aufgeführt. Aus den recherchierten Daten ist der Infektionsauslöser nicht ersichtlich.

Tabelle 11: dokumentierte FSME-Infektionen der Jahre 2010 bis 2014 in Deutschland und NRW

Jahr	Anzahl dokumentierte Fälle in D	Anzahl dokumentierte Fälle in NRW
2014	265	3
2013	420	7
2012	195	3
2011	423	3
2010	260	5

Quelle: RKI, 2011-2015

Obwohl es sich bei einer Infektion über die Aufnahme von Rohmilch erkrankter Tiere um eine Ausnahme handelt, weist das RKI ausdrücklich darauf hin, dass Rohmilch aus FSME-Risikogebieten nicht unpasteurisiert konsumiert werden sollte, da in jüngster Zeit in verschiedenen Publikationen von Infektionen durch den Konsum von Rohmilch infizierter Tiere berichtet wurde (RKI, 2015b, Hudopisk et al., 2013, Caini et al., 2012). Bei den dabei beschriebenen Fällen handelt es sich um Infektionsgeschehen aus dem Ausland. Eine ähnliche Publikation zu einem durch Rohmilchingestion ausgelösten FSME-Infektionsfall in Deutschland ist nicht bekannt. In der Studie von Rieger et al. (1998) wird berichtet, dass das Virus in Rohmilch von Kühen aus Süd-West-Deutschland zwar nachweisbar war, aber dass das Risiko über Rohmilchkonsum zu erkranken jedoch vernachlässigbar gegenüber dem Risiko durch einen Zeckenbiss in Endemiegebieten mit FSME infiziert zu werden ist. Gemäß der Auffassung der EFSA (EFSA, 2015) kann die Verwendung von Zeckenrepellentien Nutzvieh vor Zeckenbissen und einer möglichen FSME-Infektion schützen. Gezielte Behandlungen mit Ixodiziden, aus der Gruppe der Akarizide, stellen dabei das weitverbreitetste Mittel zur Vermeidung von einer Übertragung von Infektionserregern dar.

5.7. *Coxiella burnetii*

Bei *Coxiella burnetii* handelt es sich um pleomorphe, gram-negative Bakterien, die in fast allen Teilen der Welt, abgesehen von Neuseeland und der Antarktis, endemisch sind (Gale et al., 2014). Sie gehören zur Ordnung der *Legionellales* in der Abteilung der *Proteobacteria* und haben eine Länge von 0,4-1,0 µm und einen Durchmesser von 0,2-0,4 µm (Maurin & Raoult, 1999). Durch ihre obligat intrazelluläre Lebensweise wachsen *C. burnetii* ausschließlich in eukaryotischen Zellen und sind außerhalb der Wirtszelle nicht vermehrungsfähig, wodurch der Nachweis und die Kultur von *C. burnetii* sich als schwierig erweisen. Man unterscheidet bei *C. burnetii* eine kleine Zellvariante (small cell variant = SCV) und eine große Zellvariante (large cell variant = LCV). Anders als andere obligat intrazelluläre Bakterien können *C. burnetii* durch die SCV eine sporenähnliche Form ausbilden, welche bei der Zelllyse freigesetzt wird und so jahrelang in der Umwelt überleben kann (Angelakis & Raoult, 2010). Durch die Ausbildung dieser sporenähnlichen Formen sind die Bakterien zusätzlich

sehr resistent gegenüber chemischen, osmotischen und physikalischen Stress, wozu auch Desinfektionsmittel, Austrocknung, UV-Licht und Ultraschallbehandlung zählen (McCaul & Williams, 1981). An ihrer Hitzeresistenz orientiert sich auch der in den 50er Jahren aufgestellte und bis heute gültige Standard der Milchpasteurisierung, nach dem Milch bei 63°C für 30 Minuten oder 72°C für 15 Sekunden erhitzt werden soll (Juffs & Deeths, 2007). Die gebildete SCV-Form ist metabolisch inaktiv und kann in Staub und Erde über Jahre aktiv bleiben. Durch Wind können die Bakterien v.a. bei trockenem Wetter in einem Umkreis von bis zu 18 km verteilt werden (EFSA, 2010).

Durch *C. burnetii* kann die Infektionskrankheit Q-Fieber ausgelöst werden, die von Tieren auf Menschen übertragbar ist. Die EFSA definiert Q-Fieber als Zoonose, mit einer beschränkten Wirkung für die öffentliche Gesundheit, außer unter bestimmten epidemiologischen Umständen für besondere Risikogruppen (EFSA, 2010). Q-Fieber gehört zu den meldepflichtigen Erkrankungen nach § 7 Abs. 1 IfSG. Durch die fast weltweite Verbreitung von *C. burnetii* sollte Q-Fieber als grundlegendes Gesundheitsrisiko in den meisten Ländern betrachtet werden. Der Hauptinfektionsweg für Q-Fieber findet aerogen über erregerhaltige Stäube statt. *C. burnetii* werden hauptsächlich und in großen Mengen von infizierten Wiederkäuern bei der Geburt oder Aborten in Geburtsnebenprodukten (Plazenta, Vaginalschleimhaut, Fruchtwasser etc.) ausgeschieden (Maurin & Raoult, 1999, Juffs & Deeth, 2007). Gefährdet sind daher vor allem Personen die direkten Umgang mit infizierten Tieren haben, wie Landwirte, Veterinäre, Schäfer und Schlachthofpersonal (Dorko et al., 2012). Daneben können infizierte Tiere den Erreger auch über Urin, Faeces und Milch ausscheiden. Schafe setzen *C. burnetii* vermehrt über Faeces und Vaginalschleim frei, wohingegen bei Rindern und Ziegen die Ausscheidung hauptsächlich über die Milch stattfindet (Rodolakis et al., 2007). Erregerreservoir für humane Infektionen sind hauptsächlich Schafe, Rinder und Ziegen. Weiterhin gelten Zecken als Reservoir und Vektoren. Die Bedeutung von Zecken als Vektoren bei der Übertragung von Q-Fieber wird in der Literatur allerdings kontrovers diskutiert. In einem Review von Maurin & Raoult (1999) heißt es, dass Zecken nicht als essentiell im natürlichen Infektionskreislauf bei Nutztieren angesehen werden. Zecken können demnach aber eine wichtige Rolle bei der Übertragung von Coxiellose bei Wildtieren wie v.a. Nagern, Hasenartigen und Wildvögeln spielen. Diese Ansicht vertreten auch Dorko et al. (2012). Eine Übertragung durch Zecken auf Nutztiere wird jedoch als möglich erachtet (EFSA, 2010; Honarmand, 2012; RKI, 2012a). Nach Kimmig (2010) können verschiedene Zeckenarten, wie infizierte Schafzecken, abhängig von ihrem Entwicklungsstatus auch große Säugetiere wie Rotwild oder Weidetiere wie Schafe, Ziegen und Rinder befallen und so *C. burnetii* übertragen. Als Vektor für eine Infektion des Menschen werden sie jedoch nicht als relevant angesehen. Jedoch ist die Ausscheidung der Zecken zumeist stark mit dem Erreger kontaminiert, so dass durch Einatmen von Staubpartikeln aus dem Zeckenkot, der sich z.B. im Fell von Schafen sammelt, auch eine Infektion bei Menschen ausgelöst werden kann (RKI, 2003; Dorko et al., 2012). Haustiere wie Hunde und Katzen können ebenfalls ein Reservoir für *C. burnetii* darstellen (Maurin & Raoult, 1999; Honarmand, 2012, EFSA, 2010).

Tiere haben häufig eine chronische *C. burnetii* Infektion, zeigen dabei aber normalerweise keine Krankheitssymptome (Kim et al., 2005). Eine chronische Infektion ist i.d.R. für infizierte Tiere nicht schädlich, kann jedoch zu einer erhöhten Rate an Fehlgeburten bei Schafen und Ziegen, geringerem Geburtsgewicht sowie Unfruchtbarkeit bei Rindern führen (Maurin & Raoult, 1999; Boden et al., 2012). Coxiellose bei Rindern ist meist durch einen chronischen Verlauf mit einer langfristigen Persistenz des Erregers und seiner Manifestation im Euter gekennzeichnet. Bei Schafen und Ziegen zeigt sich zumeist ein akuter Verlauf mit einer Persistenz der Coxiellen von mehreren Wochen. Betroffene Organe sind vor allem Uterus und Plazenta, was sich in einer stark erhöhten Ausscheidung des Erregers während des Geburtsvorgangs äußert (Kimmig, 2010).

Zum Nachweis von *C. burnetii* in Rinderherden ist eine Untersuchung des Kotes nicht geeignet, da der Erreger nur selten darin nachweisbar ist. Besser ist eine Untersuchung von Staub aus Luft, Oberflächen und Boden geeignet, um die umweltbedingten Parameter zu kontrollieren. Ein Nachweis von Coxiellen in Umweltproben gilt als Indiz für aktive Ausscheider in der Herde (Szymańska et al., 2014). Tritt die Ausscheidung von Coxiellen vermehrt bei älteren Rindern auf, während die Ergebnisse der Coxiellenuntersuchung bei jüngeren Rindern negativ sind, so ist davon auszugehen, dass keine akute Infektion vorliegt, sondern eine bereits länger zurückliegende (Szymańska et al. 2014).

5.7.1. Q-Fieber beim Menschen

Die klinischen Anzeichen einer humanen Q-Fieber-Infektion sind sehr variabel und reichen von einer asymptomatischen oder milden symptomatischen Serokonversion bis zu tödlich verlaufenden Krankheiten (Angelakis & Raoult, 2010). Nach Veröffentlichung des RKI (2012a) verlaufen ca. 50% der Q-Fieberfälle asymptomatisch oder mit leichten Grippesymptomen und heilen i.d.R. nach ein bis zwei Wochen spontan aus. Die Inkubationszeit beträgt zwei bis drei Wochen, abhängig von der Expositionsdosis (RKI, 2006). Häufig treten Symptome einer leichten Grippe auf, sowie hohes Fieber, welches von starken Kopf- und Muskelschmerzen begleitet sein kann. Daneben gibt es akute Formen mit Lungenentzündung oder Hepatitis (EFSA, 2010). Die Infektion kann jedoch auch asymptomatisch verlaufen und unbemerkt ausheilen, weshalb eine Vielzahl an Infektionsfällen nicht erfasst wird. Es wird berichtet, dass in seltenen Fällen Komplikationen auftreten können und die Krankheit tödlich enden kann. In der Regel lassen sich Erkrankungen jedoch gut mit Antibiotikagabe behandeln. Es sind auch chronische Verläufe von Q-Fieber dokumentiert, bei der sich die Infektion erst Jahre nach der Ansteckung manifestiert (Gale et al., 2014). Eine chronische Infektion tritt bei weniger als 5% der infizierten Personen auf (Signs et al, 2011). Eine Ansteckung von Mensch zu Mensch ist selten, aber durch Bluttransfusionen oder über sexuelle Übertragung möglich (Honarmand, 2012). Es wird berichtet, dass für eine Infektion über aerogenem Weg

die Infektionsdosis sehr gering ist und schon ein einzelner Erreger ausreichen kann (Juffs & Deeth, 2007). Die Humaninfektion erfolgt hauptsächlich aerogen durch die inhalative Aufnahme von Staub und Tröpfchen, die mit dem Erreger kontaminiert sind. Allerdings wird vom BfR (2010) eine mögliche Infektion über alimentärem Weg nicht ausgeschlossen. Die Ausbildung von Q-Fieber auf diesem Weg ist allerdings strittig und steht bis auf weiteres in der Diskussion. Nach Signs et al. (2011) gehören Schwangere, Menschen mit Herzklappenschäden oder Herzklappentransplantaten und immunsupprimierte Menschen zu einer Gruppe mit erhöhtem Risiko für chronisches Q-Fieber. Ein diagnostischer Nachweis von Q-Fieber beim Menschen erfolgt serologisch, meistens mittels Immunfluoreszenztest.

5.7.2. Q-Fieber in der Schwangerschaft

In der Literatur wird einerseits beschrieben, dass unbehandeltes Q-Fieber während der Schwangerschaft zu nachteiligen Auswirkungen wie spontanen Aborten, intrauterinem Fetaltod, Frühgeburten oder auch einem niedrigen Geburtsgewicht in bis zu 81% der Fälle führen kann (Langley et al., 2003). Andrerseits war nach van der Hoek et al. (2011) der Nachweis von Antikörpern gegen *C. burnetii* während der frühen Schwangerschaftsphase nicht signifikant mit negativen Schwangerschaftsauswirkungen assoziiert. Zum gleichen Ergebnis kommen auch Boden et al. (2012). Die Autoren beider Studien kommen jedoch zu dem Schluss, dass eine endgültige Bewertung über die Risiken von Q-Fieber-Infektionen aufgrund der unzureichenden Datenlage nicht möglich ist. Das BfR (2010) empfiehlt daher gewonnene Milch aus infizierten Herden einer Wärmebehandlung zu unterziehen und Rohmilch aus diesen Herden nicht an Verbraucher abzugeben.

5.7.3. Q-Fieber in Deutschland

In Deutschland wurden die ersten Q-Fieber-Infektionsfälle nach dem zweiten Weltkrieg in Baden-Württemberg und Bayern verzeichnet. Der erste große Ausbruch ereignete sich 1958 in Krefeld mit über 500 dokumentierten Fällen. Inzwischen wird Q-Fieber als endemisch in ganz Deutschland erachtet (EFSA, 2010). Eine bundesweite Überwachung von Nutzvieh zur Erhebung des Infektionsstatus ist nicht vorgeschrieben. Zwei große Ausbrüche in den letzten Jahren sind aus Jena und Soest bekannt. In Soest kam es 2003 zu einer großen Infektionswelle, hervorgerufen durch ein infiziertes Mutterschaf, was auf einem Bauernmarkt gelammt hatte. Der Markt wurde von rund 3.000 Menschen besucht. Von diesen 3.000 Besuchern wurden insgesamt nachgewiesen 299 Menschen mit Q-Fieber infiziert. Es handelt sich dabei um einen der größten dokumentierten Ausbrüche an Q-Fieber (RKI, 2003). Bei dem anderen

großen Ausbruch in Jena 2005, infizierten sich insgesamt 350 Menschen, vermutlich durch eine respiratorische Aufnahme. In der Nähe eines Wohngebietes, in dem es gehäuft zu Q-Fieber-Fällen kam, hatte zuvor eine Schafherde geweidet. In dieser Schafherde befanden sich ca. 500 Muttertiere. Auf der Weidefläche kamen kurz vor Infektionsausbruch 35 Lämmer zur Welt (RKI, 2006). In beiden Fällen waren die humanen Ausbrüche mit dem Lammungsvorgang von infizierten Schafen assoziiert.

Laut BfR (2015b) wurden 2013 dem FLI (Friedrich-Löffler-Institut) insgesamt 205 Ausbrüche von Q-Fieber in Tierbeständen gemeldet. Davon waren 198 Fälle mit Rinderbeständen assoziiert, fünf mit Schafbeständen, einer mit einem Ziegenbestand und einer in einem nicht weiter spezifizierten Bestand. Insgesamt wurden 2013 von neun Bundesländern Mitteilungen über *C. burnetii* in Schafherden an das BfR übermittelt. Die bakteriologische Nachweisrate lag bei Schafherden bei 6,6% (2012: 7,9%) und bei Einzeltieren bei 1,8% (2012: 1,8%). Bei 13,6% (2012: 13,0%) der Schafherden und 6,4% der Einzeltiere konnten Antikörper nachgewiesen werden. Ein positiver Nachweis bei molekularbiologischen Untersuchungen lag bei 7,1% der Schafherden und 3,1% der Einzeltiere vor. Der bakterielle Nachweis bei Rinderherden sank 2013 gegenüber dem Vorjahr von 10,0% auf 7,8%. Antikörper gegen *C. burnetii* bei Einzeltieren konnten bei 13,5% nachgewiesen werden (2012: 14,5%). Bei Ziegen lag die mikrobiologische Nachweisrate 2013 bei 3,0% (2012: 6,7%). Es wurden hierbei aus sechs verschiedenen Ländern positive Befunde übermittelt. Die bakteriologische Nachweisrate sank 2013 gegenüber dem Vorjahr drastisch von 29,7% auf 0,8%. Der Antikörpernachweis bei Einzeltieren stieg gegenüber dem Vorjahr von 0,7% auf 2,5%.

Die in den Infektionsepidemiologischen Jahrbüchern des Robert-Koch-Institutes dokumentierten Q-Fieber Fälle der letzten Jahre in Deutschland und davon in NRW sind in der nachstehenden Tabelle aufgeführt.

Tabelle 12: dokumentierte Q-Fieber-Infektionen der Jahre 2010 bis 2014 in Deutschland und NRW

Jahr	Anzahl dokumentierte Fälle in D	Anzahl dokumentierte Fälle NRW	Letal
2014	262	10	0
2013	115	9	1
2012	200	15	1
2011	287	71	1
2010	360	11	0

Quelle: RKI, 2011-2015

Zu den Todesfällen: 2013 handelte es sich um eine 72-jährige Frau, 2012 gehörte der Verstorbene in die Altersgruppe von 60-69, der Verstorbene 2011 litt an einer chronischen Lungenerkrankung und fiel in die Altersgruppe > 69 Jahre.

5.7.4. *C. burnetii* in Rohmilch

Nach Stellungnahme der EFSA (2010) ist für lebensmittelbedingte Risiken die SCV-Variante von *C. burnetii* verantwortlich. Diese Endosporen-ähnliche Form ist gegenüber äußeren Einflüssen sehr resistent. In Milch können die Organismen bei 4-6°C bis zu 42 Monate überleben.

Dass mit *C. burnetii* infizierte Milchkühe den Erreger mit der Milch ausscheiden, ist hinreichend bekannt (Maurin & Raoult, 1999). Die Tiere müssen dabei selber nicht immer klinische Symptome zeigen. Neben dem direkten, endogenen Kontaminationsweg über eine Ausscheidung des Erregers über das Euter, kann die Milch auch exogen während oder nach dem Melkvorgang mit Coxiellen verunreinigt werden. Verschiedene Autoren berichten über die Möglichkeit einer oralen Infektion durch die Ingestion von mit *C. burnetii* kontaminierter Milch (EFSA, 2010; Kimmig 2010; Signs et al., 2012). Die Signifikanz eines alimentären Übertragungsweges wird in der Literatur kontrovers diskutiert (Review von Angelakis & Raoult, 2010). In einem Review von Cerf & Condron (2006) wird berichtet, dass zudem für eine Übertragung auf alimentärem Weg hohe Dosen des Erregers notwendig sind. Hilbert et al. (2015) bemerken jedoch, dass aufgrund der relativ hohen Prävalenzen in Rohmilch und der sehr niedrigen erforderlichen Infektionsdosis der Genuss von Rohmilch ein höheres Infektionsrisiko für den Menschen darstellen könnte als bisher angenommen. Allerdings stellen sie auch fest, dass sich in der modernen Literatur keine Berichte über ausschließlich durch alimentäre Exposition gegenüber Rohmilch verursachten Einzelerkrankungen oder Ausbrüche beim Menschen finden lassen. Fraglich ist auch, ob das Trinken von mit *C. burnetii* kontaminierter Milch zu einer nachweislichen Erkrankung an Q-Fieber führt oder ob dadurch lediglich eine Serokonversion ausgelöst wird, was auf eine mögliche Infektion hindeutet, ohne eine klinische Erkrankung auszulösen. Zudem ist es wahrscheinlich, dass auch die Aufnahme von inaktivierten Zellen eine Serokonversion verursachen kann (Cerf & Condron, 2006). Weiterhin steht zur Diskussion, ob eine mögliche Infektion durch alimentäre Aufnahme von der Spezies des Erregers und dessen Virulenz abhängig ist (EFSA, 2010). Nach aktueller Stellungnahme der EFSA (2015) wird *Coxiella burnetii* nicht als eine mögliche Gefahr angesehen, die von Rohmilchkonsum ausgehen kann. In Milch können nach Maurin & Raoult (1999) große Mengen an *C. burnetii* enthalten sein, doch stellt Milch als Vehikel eine eher untergeordnete Rolle dar. In der Literatur wird jedoch von Fällen berichtet, bei denen kontaminierte Rohmilch Q-Fieber-Ausbrüche bei Menschen auslöste. So wurde 2011 in Michigan kontaminierte Rohmilch eines Betriebes für 5 mögliche Q-Fieber-Fälle bei Menschen als Infektionsursache in Betracht gezogen. Eine Ansteckung über andere Infektionswege bei der Abholung der Milch auf dem Hof kann in zwei Fällen ausgeschlossen werden, weshalb eine Infektion über den Konsum der Rohmilch, laut Autoren als einzige Möglichkeit für diese zwei Krankheitsfälle in Betracht kommt. Alle Patienten zeigten entweder einen serologischen und/oder einen klinischen Hinweis auf eine Q-Fieber-Infektion. (Signs et al., 2012).

Nach Hilbert et al. (2015) finden bisher zur Überwachung des Coxiellenbefalls in Viehherden meistens serologische Untersuchungen mittels Blutproben statt. Ein Problem bei diesem Vorgehen ist jedoch, dass nicht alle infizierten Tiere eine Serokonversion zeigen und so ein Nachweis mittels ELISA zu einem falsch-negativen Ergebnis führen kann. Durch den häufig inapparenten Krankheitsverlauf wird die Auswahl von Tieren der Herde zur Untersuchung erschwert. Ein weiteres Problem ist, dass die Erregerausscheidung intermittierend stattfinden kann und so ein negativer Nachweis nicht zwangsläufig auch bedeutet, dass die Herde coxiellenfrei ist. Um einen Überblick über den Infektionsstatus in der Herde zu erhalten, wird daher von Hilbert et al. (2015) empfohlen, Tankmilchproben als Untersuchungsmaterial zu verwenden. Dies bietet, neben einem geringen Aufwand bei der Probengenerierung, den Vorteil, dass bei einer Probe sowohl Erreger- als auch Antikörper nachgewiesen werden können. Durch regelmäßige Wiederholungsuntersuchungen lässt sich so der Infektionsdruck in der Herde abschätzen. In der genannten Studie werden des Weiteren auch Vorschläge vorgestellt, mit denen eine Einschätzung des Infektionsgeschehens in Milchviehherden erleichtert werden soll. Dazu gehören regelmäßige Untersuchungen der Tankmilchproben mittels Serologie und PCR. Wiederholungen der Untersuchungen sind hierbei notwendig um infizierte Tiere trotz der Problematik der Serokonversion und der intermittierenden Ausscheidung zu identifizieren. Wurde bei einer Probe ein positiver Nachweis erbracht, so sollten zusätzliche Einzelmilchuntersuchungen bzw. Poolproben einzelner Gruppen innerhalb der Herde mittels Serologie und PCR durchgeführt werden. Darüber hinaus sollten Entscheidungen über eine mögliche Impfung des Bestandes oder Merzung bzw. Keulung einzelner Tiere vorbereitet werden. Auch sollte ein Konzept prophylaktischer Maßnahmen zum Schutz von Beschäftigten und Besuchern erarbeitet werden, in dem Regelungen zum Hygienemanagement, der Entsorgung von Nachgeburten und sonstigen kontaminierten Geburtsprodukten und Zugangsbeschränkungen für Besucher oder Zugangsverbote für Schwangere usw. festgelegt sind.

6. Maßnahmen zur Gefahrenminimierung

Generell kann festgehalten werden, dass eine ordnungsgemäße Erhitzung das Gefahrenpotential, das von Rohmilchkonsum ausgeht, minimiert. Nach Stellungnahme der EFSA (2015) würde das Risiko durch den Konsum von Rohmilch zu erkranken durch eine ordnungsgemäße Erhitzung sogar vollständig eliminiert. Dies scheint jedoch von vielen Verbraucherinnen und Verbrauchern nicht verinnerlicht zu sein. Festzuhalten ist, dass es der Eigenverantwortung jedes Konsumenten obliegt, ob er die Rohmilch vor Verzehr abkocht. Trinken Verbraucher Rohmilch ohne diese vorher zu erhitzen um potentiell enthaltende pathogene Mikroorganismen abzutöten, so liegt dies nicht in der Verantwortung des Erzeugers, sofern er gem. §17 Abs. 4 TierLMHV an der Abgabestelle gut sichtbar und deutlich lesbar den Hinweis

„Rohmilch vor dem Verzehr abkochen“ angebracht hat. Nichtsdestotrotz können verschiedene Maßnahmen auf unterschiedlichen Ebenen getroffen werden um das Infektionsrisiko zu senken. Mögliche Ansatzpunkte sind dabei die Erzeuger, die amtliche Kontrolle sowie der Verbraucher selber.

6.1. Maßnahmen zur Information der Erzeuger

Da in der Literatur häufig Erkrankungsfälle nach dem Konsum von unerhitzter Rohmilch direkt beim Landwirt beschrieben werden (BfR, 2012; 2013; 2014a; 2014b; 2015a), sollte eine Information der Landwirte über die Risiken des Rohmilchverzehrs erfolgen. Eine Aufklärung kann beispielsweise durch ein Merkblatt über die Risiken, die durch Rohmilchkonsum verursacht werden stattfinden. Ein solches Merkblatt könnte von den Kreisordnungsbehörden an die Landwirte bei der behördlichen Anmeldung der Abgabe von Rohmilch ausgegeben werden. Eine Teilnahme von Landwirten an Schulungen für Erzeuger der Primärproduktion zur direkten Abgabe in Hofläden wäre wünschenswert. Derartige Schulungen, deren Teilnahme freiwillig ist, gibt es bereits in anderen Bundesländern. So werden z.B. Hygieneschulungen und -seminare von der Landwirtschaftskammer Niedersachsen oder Schleswig-Holstein für Mitarbeiter in der Direktvermarktung angeboten.

6.2. Maßnahmen zur Information der Verbraucher

Im Allgemeinen sollten für Verbraucher und insbesondere die betroffenen Risikogruppen Aufklärungskampagnen über die möglichen Risiken von Rohmilch durchgeführt werden. Vor allem pädagogisches Personal, wie Erzieher und Lehrer sollten informiert werden, da gerade Kinder für eine Vielzahl an möglichen Infektionen ein erhöhtes Gefährdungspotential besitzen. Weiterhin gehören Schwangere zu der besonders infektionsgefährdeten Personengruppe. Hier erscheint eine Aufklärung über mögliche Gefahren im Rahmen von Geburtsvorbereitungskursen oder der ärztlichen Kontrolle ratsam. In der Regel erfolgt bereits jetzt eine Aufklärung über Lebensmittel die in der Schwangerschaft nicht verzehrt werden sollten, wozu auch Rohmilch und daraus hergestellte Produkte gehören, im Rahmen der ärztlichen Kontrolluntersuchungen. Da Risikogruppen generell auf den Konsum von Rohmilch verzichten sollten, können auch andere öffentliche Einrichtungen (Altenheime, Familienbildungsstätten etc.) z.B. über Broschüren oder Aushänge über mögliche Gefahren informieren.

6.3. Einführung von gesetzlich festgelegten Grenzwerten für Milch ab Hof

Desweiteren könnten gesetzlich festgelegte Grenzwerte ein wirkungsvolles Instrument zur Vermeidung von durch Rohmilchkonsum bedingten Infektionen darstellen und die amtliche Kontrolle bei der Abschätzung möglicher Gesundheitsrisiken unterstützen.

6.3.1. Grenzwerte für *Campylobacter* spp.

Infektionen mit *Campylobacter* spp. gehörten in den letzten Jahren zu den häufigsten zoonotisch ausgelösten Infektionen (BfR 2015b) und zeigten auch den größten Anteil an Ausbrüchen mit der Infektionsursache „Milch“ oder „Milchprodukt“ (RKI 2011-2015a). Aufgrund der häufig auftretenden Infektionen mit *Campylobacter* spp. sollte für Rohmilch der Kategorien „Vorzugsmilch“ und „Milch ab Hof“ ein Grenzwert eingeführt werden. Bislang gilt für Vorzugsmilch nur die generelle Vorschrift gem. Anl. 9 Kap. I Nr. 3 i.V.m. § 17 Abs. 2 Nr. 2 TierLMHV, dass Vorzugsmilch an Verbraucher abgegeben werden darf, sofern pathogene Mikroorganismen […] nicht in Mengen vorhanden sind, die die Gesundheit des Verbrauchers beeinträchtigen können. Einen gesetzlich festgelegten Grenzwert für *Campylobacter* spp. gibt es in der EU derzeit noch nicht, allerdings wird ein Wert von 1.000 KbE/g für den Bereich Hähnchenfleisch diskutiert (EFSA 2011). Aufgrund der niedrigen Infektionsdosis von ≥ 500 Zellen (RKI 2005a) wird für Rohmilch ein Grenzwert von 0 KbE in 25 ml vorgeschlagen. Dieser Grenzwert sollte in „Vorzugsmilch“ und „Milch ab Hof“ nicht überschritten werden. Die Quantifizierung der enthaltenen Campylobacter kann anhand der ISO-Norm 10272-1:2015 erfolgen.

6.3.2. Grenzwerte für *Enterobacteriaceae*

Neben Campylobacter stellen EHEC-Infektionen eine Gefahr bei dem Konsum unerhitzter Rohmilch dar. So konnte 2014 eine EHEC-Erkrankung eindeutig auf den Verzehr von Rohmilch zurückgeführt werden (BfR, 2014b). Zur Minimierung des Risikos sollte auch hier die für Vorzugsmilch geltenden Grenzwerte für *Enterobacteriaceaen* der TierLMHV übernommen werden. Demnach gelten ein Schwellenwert von 10 KbE/ml und ein Höchstwert von 100 KbE/ml. Ob ein zusätzlicher gezielter Test auf shigatoxin-produzierende *E. coli,* bei Einhaltung des vorgeschlagenen Grenzwertes für *Enterobacteriaceaen,* eine signifikante Reduzierung des Risikos bewirkt, sollte überprüft werden.

6.3.3. Grenzwerte für *Salmonella* spp.

Weiterhin könnte für „Milch ab Hof“ ein Grenzwert für Salmonellen festgelegt werden. Zwar konnten in den Jahren 2010 bis 2015 keine Verbindung zwischen Salmonelleninfektionen und kontaminierter Milch oder Milchprodukten festgestellt werden, jedoch erscheint die Festlegung eines Grenzwertes sinnvoll, da es sich bei Salmonellose um die zweithäufigste bakterielle lebensmittelverursachte Erkrankung handelt (RKI 2011-2015a). Eine Erkrankung ist hierbei besonders wahrscheinlich bei infektionsgefährdeten Risikogruppen wie Kindern. Zum vorbeugenden Infektionsschutz könnte für „Milch ab Hof“ der für Vorzugsmilch geltende Grenzwert von 0 KbE in 25 ml übernommen werden.

Zur Vermeidung möglicher Gesundheitsgefährdungen der Verbraucher könnten auf nationaler Ebene die mikrobiologischen Kontrollen, die für „Milch ab Hof“ gelten auf weitere Parameter ausgeweitet werden. Eine Angleichung an die für Vorzugsmilch geltenden Kriterien könnte eine mögliche Option zur Risikominimierung bedeuten. Auch eine Umstellung der Probenahme oder –häufigkeit im Rahmen der amtlichen Kontrolle kann das Infektionsrisiko verringern. Derzeit wird für die Abgabe von „Milch ab Hof“ eine monatliche Kontrolle der gewonnen Tankmilch durchgeführt, während für die Gewinnung von Vorzugsmilch jedes Tier einzeln beprobt werden muss.

Generell wird darauf hingewiesen, dass eine Infektion durch den Genuss von Rohmilch in der aktuellen Literatur selten Erwähnung findet und daher ein eher nebensächliches Risiko darstellt. Ob eine Anpassung der Grenzwerte für „Milch ab Hof“ an die für Vorzugsmilch festgelegten Kriterien eine sinnvolle Ergänzung ist oder ob ein generelles Verbot für den Verkauf von „Milch ab Hof“ zur Verminderung des Infektionsrisikos beiträgt ohne eine zu starke Bevormundung des Verbrauchers darzustellen ist zu diskutieren. Zur abschließenden Bewertung des Risikos, welches durch den Verkauf und Konsum von Rohmilch der Kategorien Vorzugsmilch und „Milch ab Hof“ verursacht wird, wird vorgeschlagen Studien durchzuführen, welche zum Einen das Konsumentenverhalten und den tatsächlichen Verbrauch in NRW und zum Anderen die mikrobiologische Beschaffenheit der angebotenen Rohmilch erfasst.

7. Zusammenfassung

Aus der Gefahrenabschätzung der EFSA geht hervor, dass es eine eindeutige Verbindung zwischen der alimentären Aufnahme von Rohmilch und Humaninfektionen mit *Campylobacter* spp., *S. typhimurium*, STEC, TBEV, *B. melitensis*, *M. bovis* besteht. Die gesundheitliche Relevanz die von *Campylobacter* spp., *S. typhimurium*, STEC und TBEV ausgeht, konnte durch Recherche der gemeldeten Infektionsfälle in Deutschland und NRW bestätigt werden. Ein Zusammenhang zu Rohmilchkonsum konnte für die Erreger *Campylobacter* spp. und

STEC bzw. EHEC verifiziert werden. Durch Rohmilch hervorgerufene Erkrankungen mit *B. melitensis* und *M. bovis,* den Erreger der zoonotischen Erkrankung Tuberkulose, können nach eingehender Literaturrecherche als geringeres Risiko angesehen werden, da Deutschland amtlich als Brucellose- und Rindertuberkulose-frei gilt. Auftretende menschliche Erkrankungen dieser Erreger sind in der Regel durch Viehimporte oder Auslandsreisen verursacht. Die Gefahr einer durch Rohmilchkonsum ausgelösten FSME-Erkrankung stellt laut RKI eine Ausnahme dar. Trotzdem wird vom RKI empfohlen, Rohmilch aus FSME-Risikogebieten nicht unerhitzt zu verzehren, da in der Literatur von Fällen aus anderen FSME-Risikoländern von FSME-Erkrankungen, die durch den Verzehr von Rohmilch ausgelöst wurden, berichtet wird (RKI,2015b). Die Gefahr durch Rohmilchverzehr in NRW an FSME zu erkranken wird als eher gering eingeschätzt. Dies ist zum einen durch das geringe Erkrankungsrisiko über alimentäre Exposition begründet und zum anderen darin, dass NRW nicht zu den endemischen Risikogebieten für FSME in Deutschland gehört.

Die Meinungen zu einer Infektionsgefahr mit *Coxiella burnetii* durch den Verzehr von Rohmilch werden kontrovers diskutiert. Laut Stellungnahme der EFSA gibt es keine dokumentieren Fälle über eine Übertragung von *Coxiella burnetii* durch Milch, weshalb in der Publikation über die durch Rohmilch ausgelösten Risiken für die öffentliche Gesundheit nicht weiter auf den Erreger eingegangen wird (EFSA, 2015). Allerdings wurden in einem früheren Bericht der EFSA (2010) berichtet, dass die Möglichkeit einer Infektion über die orale Aufnahme kontaminierter Milch besteht. Auch das BfR schließt eine Erkrankung an Q-Fieber auf alimentärem Weg nicht aus (BfR, 2010). Eine abschließende Bewertung, des durch Rohmilchkonsum hervorgerufenen Risikos an Q-Fieber zu erkranken, steht daher bis auf weiteres zur Diskussion. Zur Verminderung des Q-Fieber-Geschehens und als Langzeitkontrolle in Milchviehbeständen wird eine Impfung empfohlen, was eine mögliche Infektionsgefahr des Menschen durch Rohmilchverzehr an Q-Fieber zu erkranken ebenfalls senken würde (Petruzzelli et al, 2013).
Die Gefahr für die öffentliche Gesundheit die sich aus dem Rohmilchverzehr durch eine Kontamination mit *Listeria monocytogenes* ergibt, sollte kritisch geprüft werden. Nach Stellungnahme der EFSA kann die Gefahr einer Listeriose aufgrund der mangelnden Datenlage nicht beurteilt werden.

Im Bericht der EFSA wird weiterhin angemerkt, dass für eine abschließende Bewertung über Antibiotikaresistenzen von pathogenen Keimen, die mit Rohmilch in Verbindung gebracht werden, die momentane Datenlage unzureichend ist. Generell kommt die EFSA in ihrer Stellungnahme zu dem Schluss, dass zum einen weitere Studien zu mikrobiologischen Gefahren, die mit dem Konsum von Rohmilch assoziiert sind, durchgeführt werden sollten und systematisch Daten zur Zuordnung von Infektionsursachen gesammelt werden sollten. Zum anderen sollte die Gefahrenidentifikation regelmäßig wiederholt werden, aufgrund der großen Vielfalt an potentiellen mikrobiologischen Risiken.

Abkürzungsverzeichnis

BfR	=	Bundesinstitut für Risikobewertung
BLE	=	Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung
BVL	=	Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit
EHEC	=	enterohämorrhagische *Escherichia coli*
EFSA	=	European Food Safety Authority
FLI	=	Friedrich Löffler Institut
FSME	=	Frühsommer-Meningoenzephalitis
GHP	=	gute Hygienepraxis
HACCP	=	Hazard Analysis and Critical Control Points
HUS	=	hämolytisch-urämisches Syndrom
IfSG	=	Infektionsschutzgesetz
KbE/g	=	Koloniebildende Einheiten pro Gramm
LANUV	=	Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz NRW
LCV	=	large cell variant
LM	=	Lebensmittel
LZG NRW	=	Landezentrum Gesundheit NRW
NaCl	=	Natriumchlorid
RKI	=	Robert-Koch-Institut
SCV	=	small cell variant
spp	=	species pluralis
STEC	=	Shigatoxin-produzierende *Escherichia coli*
TBEV	=	*tick-borne encephalitis virus*
TierLMHV	=	Tierische Lebensmittel Hygiene-Verordnung

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Anforderungen an Vorzugsmilch 6

Tabelle 2: Milchkuhbestände in NRW 7

Tabelle 3: Rohmilchautomaten NRW 9

Tabelle 4: Ausbrüche mit vermuteter Infektionsquelle "Milch" oder "Milchprodukt" 13

Tabelle 5: dokumentierte Campylobacter-Infektionen der Jahre 2010 bis 2014 in Deutschland und NRW 14

Tabelle 6: dokumentierte Salmonellen-Infektionen der Jahre 2010 bis 2014 in Deutschland und NRW 16

Tabelle 7: dokumentierte EHEC- und HUS-Infektionen der Jahre 2010 bis 2014 in Deutschland und NRW 17

Tabelle 8: dokumentierte Brucellose-Infektionen der Jahre 2010 bis 2014 in Deutschland und NRW 18

Tabelle 9: dokumentierte Tuberkulose-Infektionen der Jahre 2010 bis 2014 in Deutschland und NRW 19

Tabelle 10: nachgewiesene Tuberkulosespezies 20

Tabelle 11: dokumentierte FSME-Infektionen der Jahre 2010 bis 2014 in Deutschland und NRW 21

Tabelle 12: dokumentierte Q-Fieber-Infektionen der Jahre 2010 bis 2014 in Deutschland und NRW 25

Literatur:

Angelakis E. &Raoult D. (2010): Q fever. Veterinary Microbiology 140 (2010), 297-309.

Boden K., Brueckmann A., Wagner-Wiening C., Hermann B., Henning K., Junghanss T., Seidel T., Baier M., Straube E., Theegarten D. (2012): Maternofetal consequences of *Coxiella burnetii* infection in pregnancy: a case series of two outbreaks. BMC Infectious Diseases 2012, 12:359, 1-7.

Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (2015): Milchwirtschaft auf einen Blick in Deutschland nach Kalenderjahren. Erstellungsdatum: 25.11.2015. http://www.ble.de/DE/01_Markt/09_Marktbeobachtung/01_MilchUndMilcherzeugnisse/TabellenMilchDeutschland.html

Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) (2008):*Listeria monocytogenes*: Der Überlebenskünstler unter den Keimen. Presseinformation 06/2008, 31.03.2008.

Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) (2009): Hofbesuch ohne Bauchschmerzen. Presseinformation 11/2009, 29.05.2009.

Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) (2010): Q-Fieber: Übertragung von *Coxiella burnetii* von Lebensmitteln tierischer Herkunft unwahrscheinlich. BfR-Stellungnahme Nr. 018/2010, 15.03.2010.

Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) (2012): An Krankheitsausbrüchen beteiligte Lebensmittel in Deutschland im Jahr 2011. BfR-Stellungnahme Nr. 035/2012, 19.09.2012.

Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) (2013): An Krankheitsausbrüchen beteiligte Lebensmittel in Deutschland im Jahr 2012. BfR-Stellungnahme Nr. 019/2013.

Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) (2014 a): Rohmilch: Abkochen schützt vor Infektionen. Presseinformation 11/2014, 20.05.2014.

Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) (2014 b): An Krankheitsausbrüchen beteiligte Lebensmittel in Deutschland im Jahr 2013. BfR-Stellungnahme Nr. 030/2014, 08.08.2014.

Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) (2014c): Verbrauchertipps: Schutz vor Infektionen mit enterohämorrhagischen *E. coli* (EHEC). BfR-Verbrauchertipps vom 02.05.2014.

Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) (2015 a): An Krankheitsausbrüchen beteiligte Lebensmittel in Deutschland im Jahr 2014. BfR-Stellungnahme Nr. 039/2015, 15.10.2014.

Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) (2015 b): Erreger von Zoonosen in Deutschland im Jahr 2013. BfR Wissenschaft 02/2015.

Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (BVL) (2015): Report 9.4. Berichte zur Lebensmittelsicherheit. Zoonosen-Monitoring 2013.

Caini S., Szomor K., Ferenczi E., Székelyné-Gáspár Á., Csohán Á., Krisztalovics K., Molnár Z., Horváth J. K.(2012): Tick-borne encephalitis transmitted by unpasteurised cow milk in western Hungary, September to October 2011. Euro Surveill. 2012;17(12),1-8. http://www.eurosurveillance.org/ViewArticle.aspx?ArticleId=201288

Cerf O. & Condron R. (2006):*Coxiella burnetii* and milk pasteurization: an early application of the precautionary principle? Epidemiol. Infect. (2006), 134, 945-951.

Claeys W., L., Cardoen S., Daube G., DeBlock J., Dewettinck K., Dierick K., DeZutter L., Huyghebeart A., Imberechts H., Thiange P., Vandenplas Y., Herman L. (2013): Raw or heated cow milk consumption: Review of risks and benefits. Food Control 31 (2013) 251-262.

Claeys W. L., Verraes C., Cardoen S., De Block J., Huyghebaert A., Raes K., Dewettinck K., Herman L. (2014): Consumption of raw or heated milk from different species:
An evaluation of the nutritional and potential health benefits. Food Control 42 (2014)188-201.

Dorko E., Rimárová K., Pilipčinec E. (2012): Influence of the environment and occupational exposure on the occurrence of Q Fever. Cent Eur J Public Health 20 (3), 208–214.

EFSA Panel on Animal Health and Welfare (AHAW) (2010): Scientific Opinion on Q Fever. EFSA Journal 2010; 8 (5):1595

European Food Safety Authority (EFSA) (2009): Scientific Opinion of the Panel on Biological Hazards on a request from the European Commission on food safety aspects of dairy cow housing and husbandry systems. EFSA Journal 2009; 1189, 1-27.

European Food Safety Authority (EFSA) (2011): Scientific Opinion on Campylobacter in broiler meat production: control options and performance objectives and/or targets at different stages on the food chain. EFSA Journal 2011; 9(4):2105.

EFSA Panel on Biological Hazards (BIOHAZ) (2013a): Scientific Opinion on the public health hazards to be covered by inspection of meat (bovine animals). EFSA Journal 2013; 11(6):3266, 261 pp.

EFSA Panel on Biological Hazards (BIOHAZ) (2013b): Scientific Opinion on the public health hazards to be covered by inspection of meat from sheep and goats. EFSA Journal 2013; 11(6):3265, 186 pp.

EFSA Panel on Biological Hazards (BIOHAZ) (2013c): Scientific Opinion on the public health hazards to be covered by inspection of meat (solipeds). EFSA Journal 2013; 11(6):3263, 161 pp.

EFSA Panel on Biological Hazards (BIOHAZ) (2015): Scientific Opinion on the public health risks related to the consumption of raw drinking milk. EFSA Journal 2015; 13(1):3940.

Eldin C., Angelakis E., Renvoise A., Raoult D. (2013): *Coxiella burnetii* DNA, But Not Viable Bacteria, in Dairy Products in France. Am. J. Trop, Med. Hyg. 88 (4), 765-769.

Friesecke I., Biederbick W., Boecken G., Gottschalk R., Koch H.-U., Peters G., Peters S., Sasse J., Stich A. (2007): Biologische Gefahren II – Entscheidungshilfen zu medizinisch angemessenen Vorgehensweisen in einer B-Gefahrenlage. Hrsg.: BBK und RKI, 30.09.2007.

Gale P., Kelly L., Hill A., Mearns R., Duggan J., Vipond R., Brooks T., Snary E. (2013): FS 101016: Q fever risk to human health from the consumption of contaminated unpasteurized milk and milk products. Deliverable Report D 04/02

Gale P., Kelly L., Mearns R., Duggan J., Snary E. L. (2015): Q fever through consumption of unpasteurized milk and milk products – a risk profile and exposure assessment. Journal of Applied Microbiology 118, 1083-1095.

Giacometti F., Serraino A., Finazzi G., Daminelli P., Losio M. N., Tamba M., Garigliani A., Mattioli R., Riu R., Zanoni R. G. (2012): Field handling conditions of raw milk sold in vending machines: experimental evaluation of the behavior of *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli* O157:H7, *Salmonella Typhimurium* and *Campylobacter jejuni*. Italian Journal of Animal Science, 11, 132-136.

Hartung M., Tenhagen B.-A., Käsbohrer A. (2015): Erreger von Zoonosen in Deutschland im Jahr 2013. BfR-Wissenschaft 02/2015.

Hilbert A., Andres T., Werner R., Wehr R., Fröhlich A., Conraths F. J., Henning K. (2015): Nachweis von *Coxiella burnetii* beim Rind in Tank- und Einzelmilchproben im Rahmen von Abklärungsuntersuchungen. BerlMünchTierärztlWochenschr 128, Heft 7/8 (2015), 271-277.

Honarmand H. (2012): Q Fever: An Old but Still a Poorly Understood Disease. Interdisciplinary Perspectives on Infectious Diseases 2012 (Article ID 131932), 1-8.

Hudopisk N., Korva M., Janet E., Simetinger M., Grgič –Vitek M., Gubenšek J., Natek V., Kraigher A., Strle F., Avšič-Županc T. (2013): Tick-borne Encephalitis Associated with Consumption of Raw Goat Milk, Slovenia, 2012. Emerging Infectious Diseases, Vol. 19, No. 5, May 2013, 806-808.

Juffs H. &Deeth H. (2007): Scientific Evaluation of Pasteurisation for Pathogen Reduction in Milk and Milk Products. Food Standards Australia New Zealand, 2007. http://www.foodstandards.gov.au

Jurke A., Landeszentrum Gesundheit NRW (2015); persönliche Mitteilung vom 05.11.2015.

Kim S. G., Kim E. H., Lafferty C. J., Dubovi E. (2005): *Coxiella burnetii* in Bulk Tank Milk Samples, United States. Emerging Infectious Diseases, Vol. 11 No. 4 (2005), 619-621.

Kimmig P. (2010): Q-Fieber – Eine Infektion mit komplexer Epidemiologie. Krank durch Anthropoden, Denisia 30 (2010), 593-604.

Landeszentrum Gesundheit Nordrhein-Westfalen (LZG NRW) (2014a): Steckbrief Infektionskrankheit Frühsommer-Meningoenzephalitis (FSME). 09/2014. https://www.lzg.nrw.de/jb2014/steckbrief/Fruehsommer%20FSME.pdf

Landeszentrum Gesundheit Nordrhein-Westfalen (LZG NRW) (2014b): Steckbrief Infektionskrankheit Tuberkulose. 09/2014. https://www.lzg.nrw.de/jb2014/steckbrief/Tuberkulose.pdf

Langley J. M., Marrie T. J., LeBlanc J. C., Almudevar A., Resch L., Raoult D. (2003): Coxiella burnetii seropositivity in parturient women is associated with adverse pregnancy outcomes. Am J Obstet Gynecol Vol. 189 No. 1, 228-232.

Le Jeune J. T. & Rajala-Schultz P. J. (2009): Unpasteurized Milk: A Continued Public Health Threat. Clinical Infectious Diseases 2009 (48), 93-100.

Lund B. (1990): The Prevention of Foodborne Listeriosis. British Food Journal, Vol. 92 No. 4, 13 – 22.

Maurin M. &Raoult D., (1999): Q fever. Clinical Microbiology Reviews Vol. 12 No. 4 (1999), 518-553.

McCaul T.F. & Williams J.C. (1981): Developmental cycle of *Coxiella burnetii*: structure and morphogenesis of vegetative and sporogenic differentiations. Journal of Bacteriology 147, 1063-1076.

Milchindustrie-Verband e.V. (2015): Milchkuhbestände in Deutschland. Stand: Juli 2015. http://www.milchindustrie.de/uploads/tx_news/Milchkuhbestaende__Haltungen_DE_2000-2015_Homepage.pdf

National Agricultural Biosecurity Centre (NABC) (2007): Q fever. Stand: 20.12.2015. http://www.cfsph.iastate.edu/Factsheets/pdfs/q_fever.pdf

Moser I. (2012): Tuberkulose bei Nutz- und Wildtieren und ihre Bedeutung in Deutschland. Epidemiologisches Bulletin 12/2012, Robert-Koch-Institut, 104-105.

Petruzzelli A., Amagliani G., Micci E., Foglini M., Di Renzo E., Brandi G., Tonucci F. (2013): Prevalence assessment of *Coxiella burnetii* and verocytotoxin-producing *Escherichia coli* in bovine raw milk through molecular identification. Food Control 32, 532-536.

Pyz-Lukasik R., Paszkiewicz W., Tatara M. R., Brodzki P., Belkot Z. (2015): Microbiological quality of milk sold directly from producers to consumers. J. Dairy Sci. 98:4294-4301.

Rieger M. A., Nübling M., Kaiser R., Tiller F. W., Hofmann F. (1998): Tick-Borne Encephalitis Transmitted by Raw Milk - What is the Significance of this Route of Infection? Investigations in the Endemic Regions of South-Western Germany. Das Gesundheitswesen 07/1998; 60(6), 348-356.

Robert-Koch-Institut (RKI) (2003): Zu einem Q-Fieber – Ausbruch im Landkreis Soest. Epidemiologisches Bulletin, 44/2003, 1-3.

Robert-Koch-Institut (RKI) (2005a): Campylobacter-Enteritis. Ratgeber für Ärzte. Januar 2005, Erstveröffentlichung: Epidemiologisches Bulletin 35/1999. http://www.rki.de/DE/Content/Infekt/EpidBull/Merkblaetter/Ratgeber_Campylobacter.html

Robert-Koch-Institut (RKI) (2005b): Brucellose. Ratgeber für Ärzte. Februar 2005, Erstveröffentlichung: Epidemiologisches Bulletin 4/2005.

Robert-Koch-Institut (RKI) (2006): Großer Q-Fieber – Ausbruch in Jena, Juni 2005. Epidemiologisches Bulletin, 45/2006, 1-5.

Robert-Koch-Institut (RKI) (2009): Salmonellose. Ratgeber für Ärzte. April2009, Erstveröffentlichung: Epidemiologisches Bulletin 03/2009.
http://www.rki.de/DE/Content/Infekt/EpidBull/Merkblaetter/Ratgeber_Salmonellose.html

Robert-Koch-Institut (RKI) (2011): Infektionsepidemiologisches Jahrbuch meldepflichtiger Krankheiten für 2010. Robert Koch-Institut, 01.03.2011, Berlin.

Robert-Koch-Institut (RKI) (2012a): Q-Fieber. Ratgeber für Ärzte. Aktualisierte Fassung Mai 2005. Erstveröffentlichung: Epidemiologisches Bulletin 37/2002. http://www.rki.de/DE/Content/Infekt/EpidBull/Merkblaetter/Ratgeber_Q-Fieber.html

Robert-Koch-Institut (RKI) (2012b): Infektionsepidemiologisches Jahrbuch meldepflichtiger Krankheiten für 2011. Robert Koch-Institut, 01.03.2012, Berlin.

Robert-Koch-Institut (RKI) (2013a). Infektionsepidemiologisches Jahrbuch meldepflichtiger Krankheiten für 2012. Robert Koch-Institut, 01.03.2012, Berlin.

Robert-Koch-Institut (RKI) (2013b): Tuberkulose. Ratgeber für Ärzte. Aktualisierte Fassung Januar 2013. Erstveröffentlichung: Epidemiologisches Bulletin 11/2000.

Robert-Koch-Institut (RKI) (2014): Infektionsepidemiologisches Jahrbuch meldepflichtiger Krankheiten für 2013. Robert Koch-Institut, 01.03.2014, Berlin.

Robert-Koch-Institut (RKI) (2015a): Infektionsepidemiologisches Jahrbuch meldepflichtiger Krankheiten für 2014. Robert-Koch-Institut, 01.03.2015, Berlin.

Robert-Koch-Institut (RKI) (2015b): Frühsommer-Meningoenzephalitis (FSME). Ratgeber für Ärzte. Aktualisierte Fassung August 2015. Erstveröffentlichung: Epidemiologisches Bulletin 16/1999.

Robinson T. J., Scheftel J. M., Smith K. E. (2014): Raw Milk Consumption among Patients with Non-Outbreak related Enteric Infections, Minnesota, USA, 2001-2010. Emerging Infectious Diseases, Vol. 20, No. 1, 38-44.

Rodolakis A., Berri M., Héchard C., Caudron C., Souriau A., Bodier C. C., Blanchard B., Camuset P., Devillechaise P., Natorp J. C., Vadet J. P., Arricau-Bouvery N. (2007): Comparison of Coxiella burnetii Shedding in Milk of Dairy Bovine, Caprine and Ovine Herds. J. Dairy Sci. 90:5352-5360.

Signs K. A., Stobierski M. G., Gandhi T. N. (2012): Q Fever Cluster Among Raw Milk Drinkers in Michigan, 2011. Clinical Infectious Diseases 55 (10), 1387-1389.

Szymańska - Czerwińska M., Niemczuk K., Mitura A. (2014): Prevalence of *Coxiella burnetii* in dairy herds – diagnostic methods and risks to humans – a review. Bull Vet Inst Pulawy 58, 337-340.

Van der Hoek W., Meekelenkamp J., Leenders A., Wijers N., Notermans D., Hukkelhoven C. (2011): Antibodies against Coxiella burnetii and pregnancy outcome during the 2007-2008 Q fever outbreaks in the Netherlands. BMC Infectious Diseases 11:44, 1-9

Verraes C., Vlaemynck C., Van Weyenberg S., De Zutter L., Daube G., Sindic M., Uyttendaele M., Herman L. (2015): A review of the microbiological hazards of dairy products made from raw milk. International Dairy Journal 50, 32-44.

Gesetze:

VO (EG) Nr. 2073/2005 der Kommission vom 15.. November 2005 über mikrobiologische Kriterien für Lebensmittel, in der Fassung vom 7.3.2014.

VO (EG) Nr. 853/2004 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 29. April 2004 mit spezifischen Hygienevorschriften für Lebensmittel tierischen Ursprungs, in der Fassung vom 27.10.2014.

Verordnung über Anforderungen an die Hygiene beim Herstellen, Behandeln und Inverkehrbringen von bestimmten Lebensmitteln tierischen Ursprungs (**Tier-LMHV**) vom 8. August 2007, in der Fassung vom 10.11.2011.

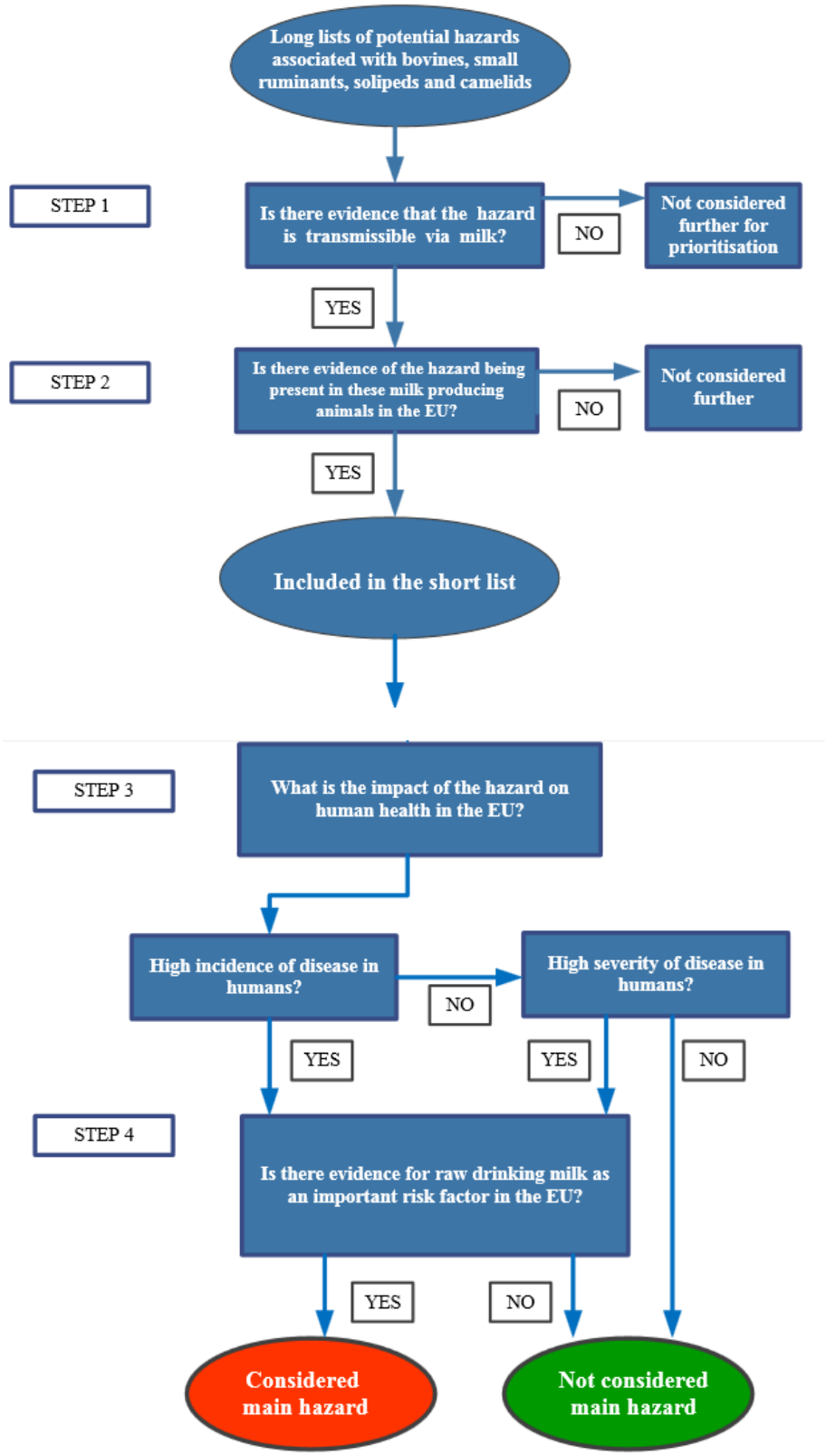
Verordnung (EU) Nr. 1308/2013 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 17. Dezember 2013 über eine gemeinsame Marktorganisation für landwirtschaftliche Erzeugnisse und zur Aufhebung der Verordnungen (EWG) Nr. 922/72, (EWG) Nr. 234/79, (EG) Nr. 1037/2001 und (EG) Nr. 1234/2007, in der Fassung vom 17.12.2013.

Verordnung (EU) Nr. 1169/2011 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 25. Oktober 2011 betreffend die Information der Verbraucher über Lebensmittel, in der Fassung vom 22.11.2013.

Gesetz zur Verhütung und Bekämpfung von Infektionskrankheiten beim Menschen (**Infektionsschutzgesetz – IfSG**) vom 20. Juli 2000, in der Fassung vom 7.8.2013.

Verordnung zum Schutz gegen die Brucellose der Rinder, Schweine, Schafe und Ziegen (**BrucelloseVerordnung**) vom 20. Dezember 2005, in der Fassung vom 29.12.2014.

Anhang



Quelle: EFSA, 2015