

## Yersinien in Lebensmitteln: Empfehlungen zum Schutz vor Infektionen

Stellungnahme Nr. 002/2013 des BfR vom 18. Januar 2013

Der Verzehr von Lebensmitteln, die mit Yersinien verunreinigt sind, kann zu Magen-Darm-Infektionen führen. Auslöser der sogenannten Yersiniose sind die Spezies *Y. enterocolitica* und *Y. pseudotuberculosis*. Yersinien sind Stäbchenbakterien, die in der Umwelt weit verbreitet sind. Hauptreservoir für *Yersinia enterocolitica* ist das Schwein, die Bakterien sind daher auch in rohem Schweinefleisch zu finden. Für *Yersinia pseudotuberculosis* sind vermutlich Wildtiere das wichtigste Reservoir.

Im Jahr 2011 wurden in Deutschland rund 3400 Infektionen mit Yersinien gemeldet, die meisten Infektionen wurden durch *Y. enterocolitica* ausgelöst. Damit gehören Yersiniosen – nach Infektionen mit *Campylobacter* und Salmonellen – zu den häufigsten bakteriellen Magen-Darm-Erkrankungen in Deutschland. Besonders häufig sind Kinder bis zum Alter von drei Jahren betroffen, da das Immunsystem in diesem Alter noch nicht vollständig entwickelt ist. Der größte Risikofaktor für eine Infektion mit Yersinien ist der Verzehr von rohen Schweinefleischzeugnissen, beispielsweise als Mett oder Hackepeter.

Yersinien können sich auch bei Temperaturen von 4 °C vermehren, d.h. bei Lagerung im Kühlschrank kann die Keimzahl in einem verunreinigten Lebensmittel und damit das Infektionsrisiko ansteigen. Aus diesem Grund sollten verzehrfertige Lebensmittel keine krankmachenden Yersinien enthalten. Um die Belastung von Lebensmitteln mit Yersinien so weit wie möglich zu reduzieren, sollten bei der Schlachtung und Verarbeitung von Schweinen sehr hohe hygienische Standards eingehalten werden. Die Bakterien befinden sich vor allem in den Mandeln, den Lymphknoten und im Darm der Schweine. Daher sollte beim Schlachten eine Übertragung von dort auf die Körperteile, die zum Verzehr bestimmt sind, vermieden werden.

Verbraucher können sich vor Infektionen mit Yersinien schützen, indem sie bei der Zubereitung von Lebensmitteln die Regeln der Küchenhygiene beachten: Sie sollten Fleisch vor dem Verzehr für mindestens zwei Minuten auf mindestens 70 °C erhitzen und eine Übertragung der Bakterien vom rohen Fleisch auf andere Lebensmittel vermeiden. Eine solche „Kreuzkontaminationen“ kann beispielsweise über die Hände, Schneidbretter oder Messer erfolgen. Besonders empfindliche Personengruppen, dazu zählen Kleinkinder, Schwangere, Senioren und Personen mit geschwächter Immunabwehr, sollten auf den Verzehr von rohem Fleisch verzichten.

### 1 Gegenstand der Bewertung

Das Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) nimmt hiermit Stellung zu möglichen Gefährdungen durch den Verzehr von Lebensmitteln, die mit *Yersinia enterocolitica* (Y.) und *Y. pseudotuberculosis* kontaminiert sind.

### 2 Ergebnis

Durch den Verzehr von Lebensmitteln, die mit *Y. enterocolitica* kontaminiert sind, kann es zu einer gesundheitlichen Gefährdung des Verbrauchers kommen. Das BfR vertritt daher die Auffassung, dass in verzehrfertigen Lebensmitteln keine humanpathogenen *Y. enterocolitica* vorhanden sein sollten, um eine gesundheitliche Gefährdung des Verbrau-

chers, insbesondere bei besonders empfindlichen Risikogruppen wie Kindern, zu vermeiden. Diese Empfehlung gilt in gleichem Maße für alle verzehrsfertigen Lebensmittel, die mit *Y. pseudotuberculosis* kontaminiert sind.

## 4 Begründung

### 4.1 Risikobewertung

#### 4.1.1 Mögliche Gefahrenquelle

Yersinien sind gramnegative, fakultativ anaerobe, nicht sporenbildende Stäbchenbakterien. Die Gattung *Yersinia* (*Y.*) umfasst derzeit 17 Spezies, von denen drei (*Y. pestis*, *Y. enterocolitica*, *Y. pseudotuberculosis*) beim Menschen Infektionskrankheiten auslösen können (Drummond et al., 2012). Während *Y. pestis* der Erreger der Pest ist, werden die durch *Y. enterocolitica* und *Y. pseudotuberculosis* verursachten Krankheitsbilder als Yersiniosen bezeichnet. Hierbei handelt es sich in erster Linie um Magen-Darm-Erkrankungen, hervorgerufen durch den Verzehr kontaminierter Nahrung, insbesondere von Schweinefleischprodukten, aber auch Trinkwasser (Tauxe et al., 1987). Im Jahr 2011 wurden in Deutschland 3.397 Yersiniose-Fälle gemeldet (RKI, 2012a). Die meisten Yersiniosen werden durch *Y. enterocolitica* verursacht (Long et al., 2010). Das Hauptreservoir dieser in der Umwelt weit verbreiteten Spezies ist das Schwein (Fredriksson-Ahomaa et al., 2006; Virtanen et al., 2012). Die Spezies *Y. enterocolitica* besteht aus sechs Biotypen und mehr als 50 unterschiedlichen Serotypen, die bezüglich ihres pathogenen Potenzials heterogen sind. Stämme der Biotypen 1B, 2, 3, 4 und 5 sind als humanpathogen einzustufen, wobei Biotyp 4 (Serotyp O:3) und Biotyp 2 (Serotyp O:9) am häufigsten in Verbindung mit Infektionen beim Menschen in Europa nachgewiesen werden. 86 % der in Deutschland gemeldeten Yersiniosen des Menschen mit Angaben zum Serotyp gehen auf den Bio/Serotyp 4/O:3 zurück (RKI, 2012a). Stämme des Biotyps 1A (Serotyp O:5) werden häufig aus Umweltproben, Fäzes von Menschen und Tieren und auch aus Lebensmitteln isoliert, aber eher selten mit Humaninfektionen in Verbindung gebracht (Tennant et al., 2003). *Y. pseudotuberculosis* ist in der Umwelt weit verbreitet und kann dort lange Zeit überleben. Bei dieser Spezies sind alle Stämme für Menschen und viele Tierarten potenziell pathogen. Der Serotyp I ist bei weitem der häufigste Serotyp, der bei Infektionen von Mensch und Tier in Europa gefunden wird, gefolgt von Serotyp III. Wildtiere sind wahrscheinlich das wichtigste Reservoir für *Y. pseudotuberculosis* in Europa. Nachgewiesen wurde der Erreger außerdem in unbehandeltem Oberflächenwasser. Gemüse kann durch direkten Kontakt mit Wildtierkot oder über kontaminiertes Wasser mit diesem Krankheitserreger verunreinigt werden, beispielsweise bei der Bewässerung, bei der Ernte oder beim Transport (EFSA, 2007a).

Alle pathogenen Yersinien besitzen ein ähnliches, 70 kbp (Kilo-Basenpaare) großes Virulenzplasmid (pYV), auf dem eine Reihe von Genen für Virulenzfaktoren (u. a. für Yops, „*Yersinia outer proteins*“) lokalisiert sind (Cornelis et al., 1987). Diese spielen für die Pathogenität der Bakterien eine große Rolle, indem sie z. B. die Bindung der Bakterien an Epithelzellen ermöglichen, eine toxische Wirkung auf Wirtszellen ausüben oder eine Resistenz gegenüber dem Immunsystem (z. B. Makrophagen) vermitteln. Weitere Virulenzgene befinden sich im Chromosom der Bakterien, z. B. für Invasine, die das Eindringen der Yersinien in eukaryotische Zellen induzieren.

*Y. enterocolitica* und *Y. pseudotuberculosis* wachsen bei Temperaturen zwischen 0°C und 42°C, wobei das Temperaturoptimum bei 28°C liegt. Da sich die Bakterien bei 4°C vermehren können, reichen Kühlschranktemperaturen in der Regel nicht aus, ein Wachstum dieser

Bakterien effizient zu unterdrücken. Auch in gefrorenen Lebensmitteln können Yersinien mehrere Wochen überleben und infektiös bleiben. Bei den üblichen Erhitzungsverfahren, wie Kochen und Pasteurisieren, sterben die Erreger ab. Eine Erhitzung auf mindestens +70°C für zwei Minuten im Inneren des Lebensmittels wird als ausreichend angesehen, um Yersinien abzutöten (BfR, 2012).

Es liegen derzeit noch keine belastbaren Daten zu einer möglichen minimalen Infektionsdosis der Bakterien vor, welche eine Abschätzung der Dosis-Wirkungsbeziehung erlauben würde. Zwar benennt die kanadische Gesundheitsbehörde als Infektionsdosis  $10^6$  Erreger (Public Health Agency of Canada), doch eine derartige Angabe findet sich weder bei anderen Gesundheitsbehörden (z. B. den US Centers for Disease Control and Prevention, CDC), noch lässt sie sich durch eine Quellenangabe überprüfen. Darüber hinaus ist zu vermuten, dass die minimale Infektionsdosis, ähnlich wie bei Salmonellen, abhängig ist von der Lebensmittelmatrix und vom Immunstatus der exponierten Verbrauchergruppen.

#### 4.1.2 Nachweisverfahren für enteropathogene Yersinien in Lebensmitteln und Tieren

Enteropathogene Yersinien können über eine Reihe kultureller, molekularer und immunologischer Methoden nachgewiesen und differenziert werden. Nach der Methode L00.00-90 der amtlichen Sammlung von Untersuchungsverfahren nach § 64 LFGB, welche identisch ist mit der DIN EN ISO 10273 (ISO, 2003), erfolgt der kulturelle Nachweis zunächst über eine Anreicherung der Bakterien in Flüssigmedien mit nachfolgendem fraktionierten Ausstrich auf festen Selektivmedien (z. B. CIN-Agar). Allerdings hat sich gezeigt, dass auf diesen Selektivmedien auch andere Bakterien (insbesondere apathogene *Yersinia*-Spezies) wachsen können, was die Identifizierung pathogener Yersinien erschwert. Ein *Yersinia*-Nachweis kann auch mit Hilfe von PCR-Verfahren durchgeführt werden. Zur Identifizierung pathogener Stämme werden hier meist Virulenzgene, die auf dem Virulenzplasmid oder im Chromosom der Bakterien lokalisiert sind, nachgewiesen. Jedoch geben die durch PCR erhaltenen Ergebnisse keine Auskunft über die Zahl an lebenden Erregern, da diese nur indirekt über ihre Nukleinsäuresequenzen detektiert werden. Mittels serologischer Methoden (ELISA) kann eine Testung auf *Yersinia*-Antikörper auf Bestandesebene erfolgen. Zu diesem Zweck kann entweder Blutserum (lebender Tierbestand) oder auch Fleischsaft (nach der Schlachtung) auf Antikörper untersucht werden. So wurde auf der Basis eines gereinigten Lipopolysaccharids (LPS) von *Y. enterocolitica* O:3 ein indirekter ELISA-Nachweis entwickelt, wobei die Antikörper im Blutserum der Schweine nach frühestens drei Wochen nachweisbar waren und bis zum Zeitpunkt der Schlachtung (sieben Wochen nach der Infektion) persistierten (Nielsen et al., 1996). Seropositive Ergebnisse korrelieren jedoch nicht unbedingt mit aktiven Ausscheidern im Bestand (Nesbakken et al., 2006). Außerdem ist der Serotyp kein verlässlicher Marker für die Pathogenität von *Y. enterocolitica*.

Die Differenzierung von *Yersinia*-Isolaten erfolgt in der Regel über Bio- und Sero-Typisierung. Hierbei werden spezifische biochemische Eigenschaften der Bakterien (z. B. Synthese bestimmter Enzyme) bzw. ihre Oberflächenstrukturen (O-Antigen des LPS) abgefragt. Eine Feindifferenzierung der Bakterien kann auch durch „Multilocus Variable-Number Tandem-Repeat Analysis“ (MLVA) und Pulsfeldgelelektrophorese (PFGE) vorgenommen werden (Sihvonen et al., 2011).

#### 4.1.3 Gefahrencharakterisierung

Yersiniosen treten nach Aufnahme kontaminierter Lebensmittel meist sporadisch auf (EFSA, 2007b; RKI, 2012b). Kleinkinder haben nach einer Infektion in der Regel eine selbstlimitierende akute Gastroenteritis (Fieber, wässriger bis blutiger Durchfall, Erbrechen etc.), während sich bei Schulkindern und Jugendlichen meist eine mesenteriale Lymphadenitis mit Abdominalschmerzen manifestiert. Diese Symptome können eine Blinddarmentzündung vortäuschen. Bei Erwachsenen können auch Symptome wie bei grippalen Infekten mit Pharyngitis vorkommen. Liegen bereits Grunderkrankungen (Diabetes mellitus, Leberzirrhose, Immunsuppression) vor, können extramesenteriale Erkrankungen wie Leberabszesse, Endokarditis, Perikarditis, Pleuritis etc. auftreten. Weitere Spätfolgen ohne den direkten Erregernachweis können reaktive Arthritis, persistente Ileitis (Pseudocrohn) und Erythema nodosum sein (Heesemann, 1998).

In Deutschland sind Darminfektionen des Menschen mit *Y. enterocolitica* meldepflichtig, wogegen andere (extraintestinale) Erkrankungen durch *Y. enterocolitica* und Infektionen mit *Y. pseudotuberculosis* bislang nicht der Meldepflicht unterliegen. Die akuten Yersiniosen stehen nach *Campylobacter*- und *Salmonella*-Infektionen an dritter Stelle der gemeldeten, bakteriell verursachten gastrointestinalen Erkrankungen in Deutschland und Europa (EFSA 2007b). Nach Angaben des Robert Koch-Institutes (RKI) zeigt die altersspezifische Inzidenz der Yersiniose die höchsten Werte bei Kleinkindern im Alter von 1 bis 3 Jahren, mit einem Gipfel bei den Einjährigen. Kleinkinder sind aufgrund eines noch nicht voll ausgereiften Immunsystems wahrscheinlich für eine Infektion und Erkrankung mit *Y. enterocolitica* besonders empfänglich. Die Inzidenz geht mit zunehmendem Alter zurück und verbleibt im Erwachsenenalter auf niedrigem Niveau (RKI, 2012a und b).

#### 4.1.4 Expositionsschätzung

In Europa sind Schweine oft asymptomatische Träger der für den Menschen pathogenen *Y. enterocolitica*-Stämme, insbesondere Stämme des Biotyps 4 (Serotyp O:3) und, weniger häufig, des Biotyps 2 (Serotyp O:9 und O:5,27). Durch molekulargenetische Methoden wie der PFGE konnte gezeigt werden, dass in erkrankten Menschen die gleichen *Y. enterocolitica*-Typen vorkommen wie bei Schweinen (Fredriksson-Ahomaa et al., 2006). Die Bakterien finden sich in der Maulhöhle der Tiere, vor allem in den Tonsillen und Submaxillar-Lymphknoten, und kommen auch im Darm und Kot vor (Fredriksson-Ahomaa, 2012). Stämme des Biotyps 4 (Serotyp O:3) wurden häufig auf der Oberfläche von frisch geschlachteten Schweinen nachgewiesen, da sie durch den Schlachtprozess über Darminhalt und Tonsillen verbreitet werden können. Eine Studie aus Deutschland ergab, dass bei 38,4 % der Schlachtschweine die Tonsillen positiv für pathogene *Y. enterocolitica* waren (Gürtler et al., 2005). In einer ähnlichen Studie aus der Schweiz waren 34 % der Schweinetonsillen positiv (Fredriksson-Ahomaa et al., 2007). In beiden Untersuchungen waren fast alle Isolate dem Bio-/Serotyp 4/O:3 zuzuordnen.

Pathogene *Y. enterocolitica* wurden bereits mehrfach in rohem Schweinefleisch (Schweinezungen und -innereien) nachgewiesen (De Boer und Nouws, 1991; De Boer, 1995; Doyle et al., 1981; Fredriksson-Ahomaa et al., 1999; Fredriksson-Ahomaa et al., 2001). In einer Studie aus den Jahren 2008 und 2009 wurden in Bayern eine Reihe von unbehandelten, rohen Lebensmitteln aus dem Handel auf *Y. enterocolitica* untersucht (Messelhäuser et al., 2011). Während Milchproben (Ziege, Stute, Kuh) PCR-negativ waren, war ein Real-Time-PCR-Nachweis für pathogene *Y. enterocolitica* in 3 (6 %) von 51 Wildfleischproben und in 81 (18 %) von 446 rohen Schweinefleischproben positiv. In insgesamt 46 (ca. 10 %) der

Schweinefleischproben gelang auch ein kultureller Nachweis von *Y. enterocolitica*. Die hohe Nachweisrate für *Y. enterocolitica* in dieser Studie war darauf zurückzuführen, dass 129 Proben aus rohen Schweinezungen untersucht wurden. Von diesen Proben waren 58 (45 %) PCR-positiv und 34 (26 %) konnten kulturell bestätigt werden. Nach Ansicht der Autoren kommt es offensichtlich bei der Schlachtung der Schweine zu einer Kreuzkontamination des Zungenfleisches mit den belasteten Tonsillen. In Proben aus Hackfleisch und anderen rohen Schweinefleischprodukten war die Belastung mit *Y. enterocolitica* deutlich geringer; von 255 Proben waren 15 (6 %) PCR-positiv und 8 (3 %) kulturell positiv. In der Studie wurde ebenfalls versucht, eine Quantifizierung der Belastung bei einigen *Yersinia*-positiven Zungenfleisch-Proben vorzunehmen. Diese Untersuchung wurde bei 28 Proben durchgeführt und ergab, dass bei 18 dieser Proben nur nach Anreicherung über Nacht *Y. enterocolitica* nachweisbar war und der Ursprungstiter der Kolonie-bildenden Einheiten (KbE) damit unter 10 KbE pro Gramm Zungenfleisch lag. Der höchste gemessene Titer in einer Probe betrug  $2,3 \times 10^5$  KbE pro Gramm Fleisch (Messelhäuser et al., 2011).

In einer anderen Studie aus den Jahren 2007 und 2008 wurde in Schlachthäusern in Niedersachsen untersucht, ob Lebern von Schlachtschweinen durch den Schlachtprozess oberflächlich kontaminiert werden. Es konnten bei 4,7 % der genommenen Tupferproben (insgesamt 1500 Proben) humanpathogene *Y. enterocolitica* des Bio-/Serotyps 4/O:3 kulturell nachgewiesen werden (Altrock et al., 2010).

Für den jährlichen Zoonosetrendbericht übermitteln die Länder Untersuchungsergebnisse an das BfR. Danach wurden im Jahr 2011 in drei Ländern Untersuchungen zum Vorkommen von *Y. enterocolitica* in Lebensmitteln durchgeführt. Die Untersuchungen erfolgten mittels PCR (Mäde et al., 2008) und teilweise kulturell. Von 106 Fleischproben (94 davon Schweinefleisch), in denen auch Planproben enthalten waren, waren 5 (5 %) PCR-positiv und 2 (2 %) kulturell positiv. Von 313 Hackfleischzubereitungen vom Schwein waren 13 (4 %) PCR-positiv und 10 (3 %) kulturell positiv. In den Zoonoseberichten des BfR wurde berichtet, dass humanpathogene *Y. enterocolitica* aus einer Reihe von unterschiedlichen Lebensmitteln, im Wesentlichen aber aus Schweinefleisch und Schweinehackfleisch, isoliert werden konnten. 2010 wurden bei 5,1 % der Planproben von Schweinefleisch *Y. enterocolitica* festgestellt, 2009 betraf dies 9,4 %. In Rohfleischerzeugnissen aus Schweinefleisch wurden im Jahr 2010 in 4,4 % (2009: 5,2 %) der Proben *Y. enterocolitica* nachgewiesen. In Sammelmilch (Rohmilch für die Molkereien) konnte *Y. enterocolitica* in 9 % (2009: 9 %) der Proben gefunden werden. Ein einzelner Fund wurde auch aus Vorzugsmilch berichtet.

Insgesamt gelingen Nachweise von humanpathogenen *Y. enterocolitica* in Schweinefleischprodukten des Einzelhandels eher selten (EFSA, 2007a). Aus diesem Grund ist es im Rahmen von Krankheits-Ausbruchsuntersuchungen schwierig, ein ursächliches Vehikel zu identifizieren. Auch ist eine sichere Quantifizierung der Erreger in verdächtigen Lebensmitteln aufgrund der noch zu optimierenden Untersuchungsverfahren (insbesondere des kulturellen Nachweises) in der Praxis bis jetzt nicht möglich. Es ist jedoch damit zu rechnen, dass aufgrund der unzureichenden Selektivität der international standardisierten Methodik zum Nachweis von mutmaßlich pathogenen *Y. enterocolitica* in Lebensmitteln die Prävalenz des Erregers in Lebensmitteln oft höher liegt, als ermittelt wurde. Da in erkrankten Menschen häufig dieselben Stämme identifiziert werden wie in Schweinen, wird davon ausgegangen, dass Infektionen mit *Y. enterocolitica* insbesondere durch den Verzehr von kontaminiertem Schweinefleisch und Erzeugnissen daraus sowie den Verzehr von Milch und Milcherzeugnisse verursacht werden (Ackers et al., 2000; Grahek-Ogden et al., 2007; EFSA, 2007a und 2009a).

Über die Verbreitung von *Y. pseudotuberculosis* in Lebensmitteln ist bisher wenig bekannt, da Lebensmittel nicht routinemäßig auf diesen Keim untersucht werden. Für die Anzucht aus Lebensmittel- und Umweltpollen, die sehr schwierig ist, liegt derzeit kein geeignetes standardisiertes Untersuchungsverfahren vor.

In einer kürzlich veröffentlichten epidemiologischen Studie des RKI wurde festgehalten, dass „der wichtigste Risikofaktor für den Erwerb einer Yersiniose der Verzehr von rohem Schweinehackfleisch ist, wahrscheinlich als Mett oder Hackepeter.“ Dies gilt insbesondere für Kinder unter 5 Jahren, bei denen die Inzidenz von Yersiniosen in Deutschland am größten ist. Auch die vergleichsweise hohe Inzidenz von Yersiniosen in östlichen Ländern lässt sich mit regionalen Verzehrunterschieden erklären. In Brandenburg, Sachsen-Anhalt und Thüringen wurde den Studienergebnissen zufolge mehr rohes Schweinehackfleisch verzehrt als in Bayern und Hessen (Rosner et al., 2012).

#### 4.1.5 Risikocharakterisierung

Die vorliegenden Ergebnisse belegen, dass Schweine häufig mit *Y. enterocolitica* infiziert sind. Dies kann während des Schlachtprozesses sowie der weiteren Verarbeitung zu einer Kontamination von Schweinefleischerzeugnissen und deren Rohverzehr beim Verbraucher zu einer Yersiniose führen. Da die Nachweisverfahren für *Y. enterocolitica* noch verbesserungswürdig sind, muss zudem davon ausgegangen werden, dass die tatsächliche Prävalenz von *Y. enterocolitica* entlang der Lebensmittelkette höher liegt, als bisher ermittelt wurde. Aufgrund der bis jetzt nicht hinreichend geklärten Infektionsdosis für den Menschen und des unterschiedlichen Infektionsrisikos bei Risikogruppen (insbesondere Kleinkindern), lässt sich die Eintrittswahrscheinlichkeit einer Erkrankung nach dem Verzehr eines mit pathogenen *Y. enterocolitica* belasteten Lebensmittels noch nicht abschließend bewerten. Jedoch sprechen die Prävalenzdaten in Schweinefleisch und Hackfleisch sowie die vom RKI veröffentlichte Studie über Risikofaktoren für eine Yersiniose dafür, dass die meisten dieser Erkrankungen durch den Verzehr von rohen oder nicht ausreichend gegarten Schweinefleischerzeugnissen bzw. durch andere Lebensmittel, die mit diesen Bakterien kontaminiert wurden, verursacht werden. Da *Y. enterocolitica* die Fähigkeit besitzt, sich noch bei 4°C zu vermehren und dies zu einem Anstieg der Keimzahl der im Kühlschrank gelagerten Lebensmittel führen kann, ist es wichtig, die Belastung von Lebensmitteln mit diesem Erreger zu minimieren. In verzehrfertigen Lebensmitteln sollten daher keine humanpathogenen *Y. enterocolitica* vorhanden sein, um eine gesundheitliche Gefährdung des Verbrauchers, insbesondere besonders empfindliche Risikogruppen wie Kinder, zu vermeiden. Diese Empfehlung gilt in gleichem Maße für alle verzehrfertigen Lebensmittel, die mit *Y. pseudotuberculosis* kontaminiert sein können.

#### 4.2 Handlungsrahmen, Empfehlung von Maßnahmen:

Die Risikobewertung zeigt sehr deutlich, dass zur Senkung möglicher Gefährdungen durch enteropathogene Yersinien entlang der Lebensmittelkette noch erheblicher Handlungsbedarf besteht. Hierzu ist es zunächst erforderlich, die Nachweisverfahren für diese Bakterien zu optimieren. Das betrifft in erster Linie den kulturellen Nachweis von *Y. enterocolitica* im Lebensmittel, durch den es auch möglich sein muss, eine Quantifizierung des Erregers vorzunehmen. Mit Hilfe eines verbesserten Nachweises können dann weitere Daten zur Verbreitung der Bakterien in der Umwelt, der Primärproduktion (Tierbestand) und in unterschiedlichen verzehrfertigen Lebensmitteln erhoben werden. Darüber hinaus wird der quantitative Nachweis benötigt, die minimale Infektionsdosis für enteropathogene Yersinien exakter bestimmen zu können. Deshalb fordert auch die EFSA, insbesondere das bestehende kultu-

relle Nachweisverfahren zu verbessern. Eine PCR-Diagnostik kann nach Auffassung der EFSA zwar hilfreich sein, benötigt aber auf jeden Fall die kulturelle Bestätigung, um auch den Biotyp des Erregers charakterisieren zu können (EFSA, 2007a). Auf Ebene des European Committee for Standardization (CEN) ist dazu 2012 eine Arbeitsgruppe mit Beteiligung des BfR gebildet worden, die sich mit der Überarbeitung und Modifizierung der DIN EN ISO 10273 beschäftigt. Neue Studien zur Validierung des Nachweisverfahrens sind für das Jahr 2013 vorgesehen.

Zur Erhebung valider Daten über die Prävalenz der Bakterien im porcinen Reservoir wurde auf EU-Ebene die Durchführung einer Grundlagen-Studie zum Vorkommen von humanpathogenen *Y. enterocolitica* in Tonsillen von Schweinen zum Zeitpunkt der Schlachtung vorgeschlagen. Dazu wurde von der EFSA ein harmonisiertes Verfahren entwickelt, um vergleichbare Daten aus allen Mitgliedsstaaten zu erhalten (EFSA, 2009b). Eine Entscheidung über die Durchführung der Studie auf EU-Ebene steht bisher aus. Gegebenenfalls sollte ein Monitoring zum Vorkommen von *Yersinia enterocolitica* beim Schwein in Deutschland durchgeführt werden, sobald verbesserte Nachweismethoden zur Verfügung stehen.

Unabhängig vom Forschungsbedarf gibt es aber schon jetzt Handlungsoptionen, um das Risiko, an einer Yersiniose zu erkranken, zu verringern. Um den Eintrag von humanpathogenen Yersinien in die Lebensmittelkette zu reduzieren, ist die Einhaltung von hohen hygienischen Standards bei der Schlachtung von Schweinen von besonderer Bedeutung. Insbesondere sollte auf die derzeit übliche Spaltung des Schweinekopfes verzichtet werden, da dabei die Tonsillen verletzt werden können. Eine alternative Methode hierzu stellt das Abkneifen der ungespaltenen Köpfe vor dem Spalten der Schlachtkörper dar, wodurch eine Kreuzkontamination durch belastete Tonsillen verhindert wird. Die vorgeschriebene Untersuchung von Lymphknoten im Pharyngealbereich im Rahmen der amtlichen Fleischuntersuchung bleibt mit dieser Methode weiterhin möglich, indem anstelle der Mandibular- die Retropharygeal-lymphknoten untersucht werden. Wenn, wie bei der derzeit rechtlich geforderten Untersuchungstechnik notwendig, ein Anschneiden der Lymphknoten des Rachenringes unter Berücksichtigung der Zwei-Messer-Technik vollzogen wird, sollte eine Desinfektion der Fleischuntersuchungsmesser zwischen den einzelnen Untersuchungsschritten erfolgen, um Kreuzkontaminationen zu vermeiden. Bei Durchführung einer ausschließlich visuellen Untersuchung ohne das Durchtasten und Anschneiden von Organen, wie sie in dafür zugelassenen Schlachtbetrieben bereits Praxis ist, kann das Risiko von Kreuzkontaminationen im Rahmen der Fleischuntersuchung verringert werden. Die Untersuchungen von Altrock et al. (2010) zeigen darüber hinaus auch Defizite bei der Ausschachtung der Schlachtkörper auf. Derzeit üblich ist bei der Entnahme der Brusthöhlen-, Hals- und Kopforgane einschließlich der Leber ein durchgehender Arbeitsschritt, bei dem das sogenannte Geschlinge aus dem Tierkörper in anatomischem Zusammenhang entnommen wird. Ein Messerwechsel oder eine getrennte Entnahme findet jedoch nicht statt. Dass es dabei zu Kreuzkontaminationen kommt, wird durch die Untersuchung anhand der Tupferproben von den Lebern, in denen *Y. enterocolitica* nachzuweisen waren, belegt.

Mit diesen Maßnahmen könnte der Verbreitung von humanpathogenen *Y. enterocolitica* auf das Fleisch und die Innereien entgegengewirkt werden. Auf der Stufe der Verarbeitung wäre es sinnvoll, dass das Kopffleisch der Schweinemaske, das Backenfleisch und die Zunge nur noch für die Herstellung von erhitzten Fleischerzeugnissen verwendet werden (Kochwurstherstellung), um durch den Verarbeitungsprozess den Erreger wirksam zu inaktivieren und damit die Exposition des Verbrauchers zu verringern.

Schließlich kann auch der Verbraucher selbst etwas dazu beitragen, das Risiko einer Infektion mit humanpathogenen Yersinien zu reduzieren, indem er durch Einhaltung der Küchen-

hygiene bei der Verarbeitung von Schweinefleisch Kreuzkontaminationen anderer Lebensmittel vermeidet. Insbesondere bei der Zubereitung von Lebern sollte hierauf geachtet werden. Darüber hinaus sollte auf den Verzehr von rohem Schweinefleisch verzichtet werden. Dies gilt insbesondere für Risikogruppen, also Kleinkinder, Schwangere, Senioren und Personen mit geschwächter Immunabwehr.

## 5 Referenzen

Ackers M L, Schoenfeld S, Markman J, *et al.*, 2000. An Outbreak of *Yersinia enterocolitica* O:8 Infections Associated with Pasteurized Milk. *J. Infect. Dis.* 181:1834-1837.

Altrock A, Roesler U, Merle R, *et al.*, 2010. Prevalence of pathogenic *Yersinia enterocolitica* strains on liver surfaces of pigs and their antimicrobial susceptibility, *J. Food Prot.* 9:1680-1683.

Bundesinstitut für Risikobewertung. Hackepeter und rohes Mett sind nichts für kleine Kinder. Pressemitteilung 11/2012, 12.03.2012.

Cornelis G, Laroche Y, Balligand G, *et al.*, 1987. *Yersinia enterocolitica*, a primary model for bacterial invasiveness. *Rev. Infect. Dis.* 9:64-87.

De Boer E, Nouws J F M, 1991. Slaughter pigs and pork as a source of human pathogenic *Yersinia enterocolitica*. *J. Food Microbiol.* 12:375-378.

De Boer E, 1995. Isolation of *Yersinia enterocolitica* from foods. *Contrib. Microbiol. Immunol.* 13:71-73.

Doyle M P, Hugdahl M B, Taylor S L, 1981. Isolation of virulent *Yersinia enterocolitica* from porcine tongues. *Appl. Environ. Microbiol.* 42:661-666.

Drummond N, Murphy BP, Ringwood T, *et al.*, 2012. *Yersinia enterocolitica*: a brief review of the issues relating to the zoonotic pathogen, public health challenges, and the pork production chain. *Foodborne Pathog. Dis.* 9:179-189.

EFSA, 2007a. Scientific Opinion of the Panel on BIOHAZ on a request from EFSA on monitoring and identification of human enteropathogenic *Yersinia* spp. *The EFSA Journal* 595:1-30.

EFSA, 2007b. Scientific Opinion of the Panel on Biological Hazards and Animal Health Animal Welfare on a request from the European Food Safety Authority (self mandate) to issue a Scientific Opinion on the Review of the Community Summary Report on Trends and Sources of Zoonoses, Zoonotic Agents and Antimicrobial Resistance in the European Union in 2005, *The EFSA Journal* 600:1-32.

EFSA, 2009a. The Community Summary Report on Food-borne Outbreaks in the European Union in 2007, *The EFSA Journal*, 271.

EFSA, 2009b. Technical specifications for harmonised national surveys on *Yersinia enterocolitica* in slaughter pigs on request of EFSA. *The EFSA Journal* 7:1374.

Fredriksson-Ahomaa M, Autio T, Korkeala H, 1999. Efficient subtyping of *Yersinia enterocolitica* bioserotype 4/O:3 with pulse-field gel electrophoresis. *Lett. Appl. Microbiol.* 29:308-312.



Fredriksson-Ahomaa M, Bucher M, Hank C, *et al.*, 2001. High prevalence of *Yersinia enterocolitica* 4:O3 on pig offal in southern Germany: a slaughtering technique problem. *System. Appl. Microbiol.* 24:457-463.

Fredriksson-Ahomaa M, Stolle A, Korkeala H, 2006. Molecular epidemiology of *Yersinia enterocolitica* infections. *FEMS Immunol. Med. Microbiol.* 47:315-29.

Fredriksson-Ahomaa M, Stolle A, Stephan R, 2007. Prevalence of pathogenic *Yersinia enterocolitica* in pigs slaughtered at a Swiss abattoir. *Int. J. Food Microbiol.* 119:207-212.

Fredriksson-Ahomaa M, 2012. Isolation of enteropathogenic *Yersinia* from non-human sources. *Adv. Exp. Med. Biol.* 954:97-105.

Grahek-Ogden D, Schimmer B, Cudjoe K, *et al.*, 2007. Outbreak of *Yersinia enterocolitica* Serogroup O:9 Infection and Processed Pork, Norway. *Emerg. Infect. Dis.* 13:754-756.

Gürtler M, Alter T, Kasimir S, *et al.*, 2005. Prevalence of *Yersinia enterocolitica* in fattening pigs. *Journal of Food Protection*, 68:850-854.

Heesemann J, 1998. Die Gattung *Yersinia*, Yersiniosen. In: Brandis, Eggers, Köhler (Herausgeber) *Lehrbuch der medizinischen Mikrobiologie*, Urban & Fischer Verlag, München 315-329.

ISO (International Organisation for Standardisation), 2003. Microbiology of food and animal feeding stuffs -Horizontal method for the detection of presumptive pathogenic *Yersinia enterocolitica*. ISO 10273-2003.

Long C, Jones TF, Vugia DJ, *et al.*, 2010. *Yersinia pseudotuberculosis* and *Y. enterocolitica* infections, FoodNet, 1996-2007. *Emerg. Infect. Dis.* 16 :566-567.

Mäde D, Reiting R, Strauch E, *et al.*, 2008. A real-time PCR for detection of pathogenic *Yersinia enterocolitica* in food combined with an universal internal amplification control system. *J. Verbraucherschutz Lebensmittelsicherheit* 3:141-151.

Messelhäuser U, Kämpf P, Colditz J, *et al.*, 2011. Qualitative and Quantitative Detection of Human Pathogenic *Yersinia enterocolitica* in Different Food Matrices at Retail Level in Bavaria. *Foodborne Pathog. Dis.* 8:39-44.

Nesbakken T, Iversen T, Eckner K, *et al.*, 2006. Testing of pathogenic *Yersinia enterocolitica* in pig herds based on the natural dynamic of infection. *Int. J. Food Microbiol.* 111:99-104.

Nielsen B, Heisel C, Wingstrand A, 1996. Time course of the serological response to *Yersinia enterocolitica* O:3 in experimentally infected pigs. *Vet. Microbiol.* 48:293-303.

Public Health Agency of Canada (<http://www.phac-aspc.gc.ca/msds-ftss/msds168e-eng.php>)

Robert Koch-Institut, 2012a. Infektionsepidemiologisches Jahrbuch meldepflichtiger Krankheiten für 2011, Robert Koch-Institut, Berlin.

Robert Koch-Institut, 2012b. Yersiniose – Risikofaktoren in Deutschland. *Epidemiol. Bulletin.* Berlin, Nr. 6, 13. Februar 2012.

Rosner BM, Stark K, Höhle M, Werber D, 2012. Risk factors for sporadic *Yersinia enterocolitica* infections, Germany 2009-2010. *Epidemiol Infect.* 140:1738-1747.

Sihvonen LM, Toivonen S, Haukka K, *et al.*, 2011. Multilocus variable-number tandem-repeat analysis, pulsed-field gel electrophoresis, and antimicrobial susceptibility patterns in discrimination of sporadic and outbreak-related strains of *Yersinia enterocolitica*. *BMC Microbiol.* 11:42.

Tauxe RV, Vandepitte J, Wauters G, *et al.*, 1987. *Yersinia enterocolitica* infections and pork: the missing link. *Lancet* 1:1129-1132.

Tennant SM, Grant TH, Robins-Browne RM, 2003. Pathogenicity of *Yersinia enterocolitica* biotype 1A. *FEMS Immunol. Med. Microbiol.* 38:127-37.

Virtanen S, Salonen L, Laukkanen-Ninios R, *et al.*, 2012. Piglets are a source of pathogenic *Yersinia enterocolitica* on fattening-pig farms. *Appl. Environ. Microbiol.* 78:3000-3003.