

Q-Fieber: Übertragung von *Coxiella burnetii* durch den Verzehr von Lebensmitteln tierischer Herkunft unwahrscheinlich

Stellungnahme Nr. 018/2010 des BfR vom 15. März 2010

Q-Fieber ist eine Erkrankung, die vom Tier auf den Menschen übertragen werden kann. Verursacht wird diese Zoonose durch das Bakterium *Coxiella (C.) burnetii*. Anzeichen für eine Erkrankung können leichte grippeähnliche Symptome, aber auch hohes Fieber, begleitet von starken Kopf- und Muskelschmerzen sein. Es können aber auch Lungenentzündungen und andere schwere Krankheitsverläufe auftreten. In den Niederlanden kam es zeitgleich mit Infektionen in Milchziegenherden auch vermehrt zu gemeldeten Q-Fieber-Fällen beim Menschen.

Der Erreger, *Coxiella (C.) burnetii*, wurde nicht nur bei Tieren wie Ziegen, Schafen oder Rindern nachgewiesen, sondern auch in Lebensmitteln tierischer Herkunft wie Rohmilch, Rohmilchweichkäse, Butter aus Rohmilch und im Fleisch infizierter Tiere. Wie groß das Risiko für den Menschen ist, durch kontaminierte Lebensmittel an Q-Fieber zu erkranken, hat das Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) bereits in einer früheren Stellungnahme vom 17. Juni 2003 vorläufig abgeschätzt. Der Mensch infiziert sich mit *Coxiella (C.) burnetii* hauptsächlich durch Staub und Tröpfchen über die Atemwege. Diese Annahme wird auch durch neuere Veröffentlichungen bestätigt. Das Risiko, durch eine lebensmittelbedingte Infektion an Q-Fieber zu erkranken, wird nach wie vor als niedrig eingeschätzt. Eine Übertragung über Lebensmittel ist jedoch nicht vollständig auszuschließen und steht weiter in der Diskussion.

Die Erreger des Q-Fiebers sind heute mit molekularbiologischen Methoden wie der PCR in Rohmilch gut nachzuweisen. Allerdings erlauben diese Methoden nicht, zwischen abgetöteten und noch vermehrungsfähigen Erregern zu unterscheiden. Für andere Matrices wie Käse oder Fleisch gibt es derzeit noch keine routinemäßig einsetzbaren Nachweisverfahren.

Aus Vorsorgegründen empfiehlt das BfR weiterhin, Milch aus infizierten Herden grundsätzlich einer Wärmebehandlung zu unterziehen. Rohmilch und Rohmilchprodukte aus solchen Beständen sollten nach Ansicht des Institutes nicht an den Verbraucher abgegeben werden.

1 Gegenstand der Bewertung

Coxiella (C.) burnetii, der Erreger des Q-Fiebers, einer Zoonose, wird vorwiegend auf aerogenem Weg auf den Menschen übertragen. Seit vielen Jahren wird die Möglichkeit der Übertragung durch kontaminierte tierische Lebensmittel, insbesondere Rohmilch und Rohmilchprodukte, diskutiert und es wird nach Belegen für diesen Verdacht gesucht.

Vor dem Hintergrund der Q-Fieber-Ausbrüche in Milchziegenbetrieben in den Niederlanden, die dort im Jahr 2009 zu einem rasanten Anstieg humaner Infektionen geführt haben, hat das Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) die Möglichkeit einer oralen Übertragung der Coxiellen mit Rohmilch und Rohmilchprodukten bewertet. Des Weiteren hat das Institut geprüft, welche Nachweisverfahren zu vermehrungsfähigen Q-Fieber Erregern in verschiedenen Lebensmittelmatrices wie Rohmilch, Rohmilchkäse, Butter aus Rohmilch und Fleisch verfügbar sind.

2 Ergebnis

Eine Recherche der aktuellen Literatur hat ergeben, dass es keine neuen Aussagen zur alimentären Übertragung der Coxiellen gibt. Der Hauptübertragungsweg erfolgt über die Atemwege durch das Einatmen von Coxiellen-haltigem Staub oder Tröpfchen. In einer Publikation von O. Cerf und R. Condron (2006) wird zusammenfassend festgestellt, dass alle Beobachtungen aus den vergangenen Jahrzehnten dafür sprechen, dass die inhalative Aufnahme von *C. burnetii* zu klinischen Erkrankungen des Menschen führen kann, während die orale Aufnahme eine Serokonversion hervorruft, aber in der Regel nicht zur Ausbildung von klinischen Symptomen führt. Nach wie vor ist die alimentäre Übertragung nicht vollständig auszuschließen, sondern steht weiterhin in der Diskussion. Der orale Übertragungsweg spielt offensichtlich jedoch nur eine unbedeutende Rolle.

Für den Nachweis von *C. burnetii* sind PCR gestützte Methoden für Rohmilch verfügbar. In wieweit sie auch für andere Lebensmittelmatrizes (Käse, Fleisch) anwendbar sind, ist aus der aktuellen Literatur nicht ersichtlich. Die PCR-Verfahren erlauben keine Unterscheidung zwischen vermehrungsfähigen und toten Organismen.

3 Der Erreger

C. burnetii ist ein pleomorphes (stäbchenförmiges, kokkoides, lanzettförmiges), gramvariables Bakterium aus der Familie der *Rickettsiaceae*. Der Keim ist mit einer Länge von 0,4 bis 1,0 µm und einem Durchmesser von 0,2 bis 0,4 µm im Lichtmikroskop gerade noch erkennbar. Er lebt obligat intrazellulär und kann sich außerhalb der Wirtszelle nicht vermehren.

C. burnetii zeichnet sich durch eine hohe Widerstandsfähigkeit gegenüber chemischen und physikalischen Einflüssen aus. Insbesondere in getrockneten Matrizes ist die Überlebensdauer sehr lang. Die folgende Aufstellung zeigt Durchschnittswerte für Überlebenszeiten auf oder in verschiedenen Materialien:

Milch	bei 4-6 °C	90-273 Tage
Butter, Weichkäse	bei 20 °C	42 Tage
Staub und Wolle (trocken)	bei 4 °C	1-2 Jahre
	bei 20 °C	7-9 Monate
Zeckenkot (trocken)		1-2 Jahre

Der Erreger ist weltweit verbreitet. Er besitzt ein breites Wirtsspektrum, wird jedoch überwiegend bei Schafen, Ziegen, Rindern und auch bei Wildwiederkäuern festgestellt. In Naturherden zirkuliert *C. burnetii* zwischen Wildsäugetieren, Vögeln und Zecken. Letztere dienen als Reservoir, aber auch als Vektor. Die Zecken bleiben ein Leben lang infiziert und können den Erreger transovariell an ihre Nachkommen weitergeben. Ein klassischer Infektionsweg für Tiere und auch für den Menschen (bereits 1940 beschrieben) ist die Inhalation infizierten Zeckenkots, der bis zu 10^{11} Coxiellen pro Gramm enthalten kann. Die Verbreitung von *C. burnetii* ist jedoch nicht ausschließlich an Zecken gebunden. Infizierte Tiere können den Erreger mit allen Sekreten und Exkrementen ausscheiden, so dass eine von Zecken unabhängige Übertragung von Tier zu Tier bzw. auf den Menschen erfolgen kann.

Nach dem Eindringen des Erregers in ein Wirtstier erfolgt die Verbreitung über den Blutkreislauf. Die Coxiellen haben einen besonderen Tropismus zum Uterus und zur Milchdrüse, wo sie sich über Monate festsetzen, ohne dass das infizierte Tier klinische Symptome aufweisen muss. Bei Schafen und Rindern wurden als klinische Erscheinungen Aborte beobachtet, ins-

besondere beim Rind sind die Coxiellen auch Ursache für Fruchtbarkeitsstörungen. Auch Fälle von subklinischer Mastitis durch *C. burnetii* bei Milchkühen sind beschrieben.

Unter der Geburt werden die Coxiellen bei Wiederkäuern in großer Zahl freigesetzt, sie werden intermittierend auch mit der Milch ausgeschieden. Auch in Fleisch und Organen infizierter Rinder wurde *C. burnetii* nachgewiesen.

4 Übertragungswege der Bakterien auf den Menschen

Der Hauptübertragungsweg der Coxiellen auf den Menschen ist der aerogene durch die Aufnahme von kontaminiertem Staub oder über Aerosole in einer von Tieren kontaminierten Umgebung. Sehr häufig tritt die Infektion des Menschen als sogenannter explosionsartiger Ausbruch in Erscheinung, wenn sich Personengruppen z.B. auf Wegen, die auch von Schafherden genutzt wurden, durch Stäube infizieren oder wenn einzelne Personen in der Nähe von Tierbeständen, in Schlachtbetrieben oder Tierkliniken erregerhaltigen Aerosolen und Stäuben ausgesetzt sind. Die wichtigsten Infektionsquellen für den Menschen sind mit Zickenkot kontaminierter Staub, Nachgeburten infizierter Tiere, Fruchtwasser und Lochialsekret. Bei Personen, die wegen ihres Berufes (z.B. Schlachthauspersonal, Landwirte, Schäfer, Schafscherer, Tierärzte) häufig Kontakt mit Wiederkäuern hatten, war der Anteil an Personen mit positivem Antikörpernachweis signifikant höher als in der Normalbevölkerung.

Die alimentäre Übertragung über unpasteurisierte Milch, aus Rohmilch hergestellte Milcherzeugnisse und rohes Fleisch wird diskutiert. So wurde in dem Bericht eines Workshops über Q-Fieber vom 2. bis 5. September 1986 an der Justus Liebig-Universität, Giessen, der folgende Sachverhalt festgehalten: "*Ingestion of contaminated food such as milk can result in infection and seroconversion and in some circumstances may trigger disease. These special circumstances require to be defined.*" Berichte über klinische Erkrankungen mit Q-Fieber beim Menschen nach dem Verzehr von rohen tierischen Lebensmitteln sind jedoch sehr selten und nicht unstrittig.

In einer Publikation aus dem Jahr 1992 wird über eine psychiatrische Einrichtung in Frankreich berichtet, in der ein Ausbruch mit Q-Fieber unter den Patienten festgestellt wurde. Bei 66 % der Personen wurden Antikörper gegen *C. burnetii* nachgewiesen. Die serologisch positiven Patienten entwickelten häufiger klinische Symptome wie Schwäche, Arthralgie und Kopfschmerzen als die serologisch negativen Patienten. Personen, die in einem landwirtschaftlichen Betrieb mit gegen *C. burnetii* geimpften Ziegen arbeiteten, und solche, die dort Rohmilch getrunken hatten, waren signifikant häufiger serologisch positiv, als Personen die keinen Zugang zu dem Betrieb und keine Rohmilch getrunken hatten. Die Wahrscheinlichkeit klinische Symptome zu entwickeln, war für Patienten mit Tierkontakt höher als für Patienten, die Rohmilch getrunken hatten.

In der aktuellen Literatur ab 2003 finden sich keine Berichte über nur durch **alimentäre Exposition** (Rohmilch/-erzeugnisse, Rohfleisch/-erzeugnisse) verursachte Einzelerkrankungen bzw. Ausbrüche von Q-Fieber. In mehreren wissenschaftlichen Publikationen wird jedoch dargelegt, dass bei Personen, die regelmäßig Rohmilch getrunken hatten, deutlich häufiger Antikörper gegen *C. burnetii* nachgewiesen wurden als bei den Kontrollgruppen.

5 Verbreitung des Erregers in Deutschland

5.1 In Tierbeständen

Untersuchungen in Deutschland aus der Vergangenheit zeigen, dass eine steigende Prävalenz in den Rinderbeständen zu verzeichnen ist. Es wurde bisher geschätzt, dass ca. 30 % der Bestände infiziert sind. Süddeutschland ist als Folge des Vorkommens der Schafszecke (*Dermacentor marginata*) stärker betroffen als Norddeutschland, aber auch dort ist der Erreger verbreitet. Insgesamt erlauben die vorliegenden Daten zur Verbreitung der Infektionen von Wiederkäuern mit *C. burnetii* keine zuverlässigen epidemiologischen Analysen.

Die Daten zur Untersuchung und zum Vorkommen der Coxiellen in Wiederkäuerbeständen werden im Rahmen der jährlichen Zoonosemonitoringprogramme an das BfR gemeldet. Da häufig nur sporadisch geringe Probenzahlen untersucht wurden und keine flächendeckenden Erhebungen erfolgten, insbesondere für Schaf- und Ziegenbetriebe, sind die Daten nicht sehr aussagekräftig.

5.2 Beim Menschen

Q-Fieber beim Menschen ist meldepflichtig. Das Robert Koch-Institut (RKI) erfasst die Meldedaten aus den Ländern. Die folgende Tabelle zeigt die Zahlen aus den Jahren 2003 bis 2008.

Gemeldete Q-Fieberfälle beim Menschen*					
2003	2004	2005	2006	2007	2008
386	114	416	204	83	370

* Stand jeweils 1. März des Folgejahres.

Im Jahr 2005 war die hohe Zahl der gemeldeten Fälle auf einen größeren Ausbruch, verursacht durch eine Wanderschafherde, zurückzuführen. Die Herde hatte in der Nähe eines Wohngebietes in Jena für ca. 2 Wochen geweidet. Es waren in der Zeit 35 Lämmer zur Welt gekommen. Insgesamt 248 Personen waren erkrankt. Offensichtlich war die Entfernung zwischen Wohnort und Weide von weniger als 500 m verantwortlich für die Infektionen.

In einer vom Robert Koch Institut (RKI) durchgeführten Studie zum Q-Fieber in Deutschland wurde festgestellt, dass die durchschnittliche jährliche Inzidenz von 1979 bis 1989 bei 0,8 Personen/1 Million lag und von 1990 bis 1999 auf 1,4 Personen/1 Million angestiegen ist. Ob es sich um einen echten Anstieg der Infektionen gehandelt hat oder den gestiegenen Zahlen eine verbesserte Nachweis- und Meldetechnik zugrunde liegt, kann nicht beurteilt werden. Auf jeden Fall ist davon auszugehen, dass die Dunkelziffer bei den Meldedaten hoch ist. Vielfach zeigen sich bei der Infektion nur leichte grippeähnliche Symptome oder unspezifische Pneumonien, so dass Q-Fieber als Differentialdiagnose häufig nicht in Betracht gezogen wird.

6 Bekämpfung von Infektionen mit *C. burnetii* in Wiederkäuerbeständen

Q-Fieber ist eine meldepflichtige Zoonose. Anlässlich von Sitzungen der Kommission "Zoonosen und Tierseuchendiagnostik" wurde verschiedene Male über die Notwendigkeit für ein Bekämpfungsprogramm diskutiert, das jedoch bisher, außer in Fällen schwerwiegender Fruchtbarkeitsstörungen in Beständen, nicht als vorrangig angesehen wurde. Wegen der weiten Verbreitung des Erregers in den Rinderbeständen, aufgrund des Vorkommens und der Verbreitung der Zecken und weil infizierte Tiere häufig keine klinischen Symptome aufweisen, wurde ein generelles Bekämpfungsprogramm als nur schwer durchführbar erachtet.

Im Jahr 1995 wurde allerdings für Vorzugsmilchbetriebe die Forderung erhoben, Milchtiere zu untersuchen, positive Reagenten aus der Herde herauszunehmen und den Rest der Tiere zu impfen, weil eine Neuinfektion nicht ausgeschlossen werden kann. Ende der neunziger Jahre wurde die Herstellung des einzigen in Deutschland zugelassenen Impfstoffs eingestellt, die Impfung konnte nicht mehr durchgeführt werden. An diesem Impfstoff war allerdings auch kritisiert worden, dass er bei der Boosterung erhebliche Nebenwirkungen durch allergische Reaktionen verursachte. Durch den Einsatz von Impfstoffen konnte lediglich eine Verbesserung der Fruchtbarkeitssituation in den Viehbeständen erreicht werden. Eine Ausscheidung des Erregers wird durch die bisher bekannten Impfstoffe nicht verhindert.

Voraussetzung für eine Bekämpfung des Q-Fiebers in den Tierbeständen ist die Verfügbarkeit einer praktikablen, in der Routine einsetzbaren Nachweismethode, um eine sichere Bestandsdiagnostik durchführen zu können.

7 Nachweis vermehrungsfähiger Erreger aus Lebensmittelmatrizes

Der Nachweis von Coxiellen in Rohmilch ist heutzutage problemlos möglich und erfolgt meist über PCR-gestützte Verfahren. Hierzu kann die DNA der Bakterien mit Hilfe kommerziell erhältlicher Kits direkt aus der Milch extrahiert werden. Die Detektion der *Coxiella*-DNA wird dann durch Standard-PCRs oder quantitativ über Real Time-PCR vorgenommen (Klee et al., 2006, Henning et al., 2007). Als Zielsequenz für die quantitative PCR dient häufig das Insertionselement IS1111, das in multiplen (bis 110) Kopien im Chromosom der Coxiellen vorkommt. Hierdurch ist ein sehr sensitiver Nachweis (bis ca. 6 Genomäquivalente) der Coxiellen möglich und die Zahl der Bakterien pro ml Milch kann recht genau bestimmt werden. Allerdings erlauben es PCR-Verfahren nicht, zwischen lebenden und toten Bakterienzellen zu differenzieren. Es kann nur die Gesamtzellzahl rechnerisch ermittelt werden, die ggf. höher liegt als die Lebendzellzahl.

Mit Hilfe der beschriebenen Methodik wurden schon mehrere Studien zur Belastung von Rohmilch mit Coxiellen durchgeführt (Kim et al., 2005; Guatteo et al., 2006; Guatteo et al., 2007; Rodolakis et al., 2007; Garcia-Perez et al., 2009). Dabei zeigte sich, dass insbesondere Rohmilch von Rindern und Ziegen häufig mit Coxiellen belastet ist. In einer Studie wurden auch Eier auf *C. burnetii* getestet (Fretz et al., 2007). Hier konnte jedoch keine *Coxiella*-DNA nachgewiesen werden.

8 Schlussfolgerungen

8.1 Gesundheitlichen Risiken für den Menschen durch den Erreger in Rohmilch und Rohmilchprodukten

Die Übertragung von Coxiellen erfolgt in erster Linie durch Staub und Tröpfchen über die Atemwege. Seit langem ist bekannt, dass Berufsgruppen wie Schäfer, Schafscherer, Schlachthofpersonal, Landwirte und Tierärzte einem höheren Risiko ausgesetzt sind, an einer Q-Fieberinfektion zu erkranken, als andere Personenkreise. Es wurde festgestellt, dass der ständige Umgang mit möglichen Infektionsherden zu höheren Antikörpernachweisen bei den betroffenen Personen führt.

Auch wenn der alimentäre Übertragungsweg eine untergeordnete Rolle spielt, sollten Rinder-, Schaf- oder Ziegenbestände, bei denen die Infektion mit *C. burnetii* festgestellt wurde, weder Vorzugsmilch noch Rohmilch unmittelbar an den Verbraucher abgeben, sondern die Milch sollte einem Erhitzungsverfahren unterzogen werden. Bei der Herstellung von Weich-

käse und Butter aus Rohmilch wurde in den fünfziger Jahren eine Überlebensfähigkeit der Coxiellen von 42 Tagen festgestellt, so dass bei der Herstellung dieser Produkte ebenfalls eine Pasteurisierung der Milch vorgenommen werden sollte. Allerdings fehlen bei diesen frühen Untersuchungen quantitative Bestimmungen des Erregers, die eine Modellierung des Absterbeverhaltens erlauben würden. Bei der Herstellung von Hartkäse kann davon ausgegangen werden, dass die Coxiellen im Verlauf der Reifung absterben, bevor der Käse verkauft wird.

8.2 Verfügbarkeit von Nachweismethoden für vermehrungsfähige Coxiellen in Lebensmittelmatrizes

Ein Nachweis von Coxiellen in Rohmilch ist über diverse PCR-Verfahren möglich. Allerdings kann hier nicht zwischen vermehrungsfähigen und inaktivierten Bakterien unterschieden werden. Für andere Matrizes (z.B. Käse) müssen entsprechende Verfahren erst noch etabliert werden.

9 Referenzen

Angelakis, E., Raoult, D., 2010. Q fever. *Vet. Microbio.* 140 (3-4), 297-309.

Arricau-Bouvery, N., Rodolakis, A., 2005. Is Q Fever an emerging or re-emerging zoonosis? *Vet. Res.* 36, 327-349.

Barlow, J., Rauch, B., Welcome, F., Kim, S.G., Dubovi, E., Schukken, Y., 2008. Association between *Coxiella burnetii* shedding in milk and subclinical mastitis in dairy cattle. *Vet. Res.* 39, 23-31.

Benson, W.W., Brock, D.W., Mather, J., 1963. Serologic Analysis of a Penitentiary Group Using Raw Milk From a Q Fever Infected Herd. *Public Health Reports* 78 (8), 707-710.

Cerf, O., Condron, R., 2006. *Coxiella burnetii* and milk pasteurisation: an early application of the precautionary principles? *Epidemiol Infect.* 134, 946-951.

Fishbein, D. B., Raoult, D., 1992. A cluster of *Coxiella burnetii* infections associated with exposure to vaccinated goats and their unpasteurized dairy products. *Am. J. Trop. Med. Hyg.*, 47 (1), 35-40.

Fretz, R., Schaeren, W., Tanner, M., Baumgartner, A., 2007. Screening of various foodstuffs for occurrence of *Coxiella burnetii* in Switzerland. *Int. J. Food Microbiol.* 116, 414-418.

García-Pérez, A.L., Astobiza, I., Barandika, J.F., Atxaerandio, R., Hurtado, A., Juste, R.A., 2009. Short communication: investigation of *Coxiella burnetii* occurrence in dairy sheep flocks by bulk-tank milk analysis and antibody level determination. *J. Dairy Sci.* 92 (4), 1581-1584.

Guatteo R., Beaudeau F., Berri M., Rodolakis A., Joly A., Seegers H., 2006. Shedding routes of *Coxiella burnetii* in dairy cows: implications for detection and control. *Vet. Res.* 37 (6), 827-833.

Guatteo, R., Beaudeau, F., Joly, A., Seegers, H., 2007. *Coxiella burnetii* shedding by dairy cows. *Vet. Res.* 28, 849-860.

Henning, K., Kilwinski, J., Hotzel, H., Panning, M., 2007. Nachweis des Q-Fieber-Erregers *Coxiella burnetii* in Milch. *J. Verbr. Lebensm.* 2, 228-229.

Hellenbrand, W., Breuer, T., Petersen, L., 2001. Changing Epidemiology of Q Fever in Germany 1947-1999. In: *CDC Emerging Infectious Diseases*.

- Kim S.G., Kim E.H., Lafferty C.J., Dubovi E., 2005. *Coxiella burnetii* in bulk tank milk samples, United States. *Emerg. Infec. Dis.* 11, 619-621.
- Klee, S.R., Tyczka, J., Ellerbrok, H., Franz, T., Linke, S., Baljer, G., Appel B., 2006. Highly sensitive real-time PCR for specific detection and quantification of *Coxiella burnetii*. *BMC Microbiol.* 6, 2.
- Kloppert, B., Kabisch, D., Hamann, H.-P., Frost, J.W., 2004. *Coxiella burnetii* als Zoonoseerregere unter besonderer Berücksichtigung der Lebensmittelhygiene. *Dtsch. Tierärztl. Wschr.* 111 (8), 321-323.
- Kopp, Julia, 2000. Untersuchungen über Zusammenhänge von *C. burnetii*- und Chlamydien-Infektionen in Rinderbeständen und der in diesen Betrieben tätigen Personen. Dissertation an der Freien Universität Berlin.
- Krumbiegel, E.R., Wisniewski, H.J., 1970. Q fever in the Milwaukee area. II. Consumption of infected raw milk by human volunteers. *Arch. Environ. Health* 21, 365-368
- Porten, K., Rissland, J., Tigges, A., Broll, S., Hopp, W., Lunemann, M., van Treeck, U., Kimmig, P., Brockmann, S. O., Wagner-Wiening, Ch., Hellenbrand, W., Buchholz, U., 2006. A super-spreading ewe infects hundreds with Q fever at a farmers' market in Germany. *BMC Infectious Diseases*, 147 (6), 1-13.
- Raoult, D., Tissot-Dupont, H., Foucault, C., Gouvernet, J., Fournier, P.E., Bernit, E., Stein, A., Nesri, M., Harle, J.R., Weiller, P.J., 2000. Q fever 1985-1998. clinical and epidemiologic features on 1383 infections. *Medicine (Baltimore)* 79 (2), 109-123.
- Robert Koch-Institut, 2005. Infektionsepidemiologisches Jahrbuch meldepflichtiger Krankheiten für 2004.
- Robert Koch-Institut, 2007. Infektionsepidemiologisches Jahrbuch meldepflichtiger Krankheiten für 2006.
- Robert Koch-Institut, 2008. Infektionsepidemiologisches Jahrbuch meldepflichtiger Krankheiten für 2007.
- Robert Koch-Institut, 2009. Infektionsepidemiologisches Jahrbuch meldepflichtiger Krankheiten für 2008.
- 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 (12), 5352-5360.
- Rodolakis, A., 2009. Q Fever in Dairy Animals. *Annals of the New York Academy of Sciences* 1166, 90-93.
- Rolle, M., Mayr, A., 1993. Mikrobiologie, Infektions- und Seuchenlehre. 6. Auflage, Enke Verlag, Stuttgart.
- Rousset, E., Berri, M., Durand, B., Dufour, P., Prigent, M., Celcroix, T., Touratier, A., Rodolakis, A., 2009. *Coxiella burnetii* Shedding routes and Antibody Response after Outbreaks of Q Fever-Induced Abortion in Dairy Goat Herds. *Appl. Envir. Microbiol.* 75 (2), 428-433.

Schaal, E., 1965. Untersuchungen über das Vorkommen von *Rickettsia burnetii* in Fleisch und Organen Q-fieberinfizierter Rinder. Die Fleischwirtschaft 45 S. 127.

Schaal, E., 1972. Die hygienische Bedeutung von Rickettsien (*C. burnetii*) in Lebensmitteln tierischer Herkunft. Dtsch. Med. Wschr. 97 S. 699.

Schaal, E., Kleinsorgen, A., 1973. Zur oralen Übertragung des Q-Fieber-Erregers (*C. burnetii*) durch infizierte Milch. Dtsch. Tierärztl. Wschr. 80 S. 394.

Schaal, E., 1980. Zur Kontamination der Milch mit Rickettsien. Tierärztl. Umschau 7 S. 431.

Schließer, Th., Krauss, H. 1982. Bekämpfung des Q-Fiebers. Tierärztl. Praxis 10 S. 11.

WHO Workshop on Q-Fever, 2. - 5. September 1986.