

## **In Deutschland gibt es aus wissenschaftlicher Sicht keine Region mit einem vernachlässigbaren *Trichinella*-Risiko**

Stellungnahme Nr. 034/2007 des BfR vom 21. Mai 2007

Trichinellen, früher Trichinen genannt, sind Fadenwürmer, die im Fleisch von Haus- und Wildtieren wie Hausschwein, Wildschwein, Fuchs und Marderhund vorkommen und beim Menschen zu schweren Erkrankungen führen können. Der Mensch infiziert sich durch den Verzehr von rohem oder ungenügend zubereitetem trichinösen Fleisch oder daraus hergestellten Produkten, wie Rohwurst oder Rohschinken. Nach dem Fleischhygienegesetz müssen deswegen alle geschlachteten Schweine auf Trichinellen untersucht werden, bevor sie für den Verzehr zugelassen werden. Gemäß einer neuen EU-Verordnung können die Mitgliedstaaten aber Regionen bestimmen, in denen Trichinenuntersuchungen an Hausschweinen nicht notwendig sind, wenn das Trichinenrisiko für das betreffende Gebiet amtlich als vernachlässigbar anerkannt wurde. Das Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) hat aus wissenschaftlicher Sicht geprüft, ob Deutschland oder einzelne Bundesländer als eine solche Region in Frage kommen.

Im BfR ist das nationale Referenzlabor für *Trichinella* angesiedelt. Das Institut bearbeitet und forscht zu Fragen zu der Diagnostik und Epidemiologie der Trichinellose. Diese Lebensmittelinfektion kommt in Deutschland sehr selten vor. Sie ist bei Tieren, die für den Verzehr bestimmt sind, und beim Menschen meldepflichtig. Die Ergebnisse veröffentlicht das BfR in seinem jährlichen Trendbericht. Demnach sind die gemeldeten Trichinellose-Fälle beim Menschen in der Mehrzahl auf so genannte „importierte Erkrankungen“ aus Ländern zurückzuführen, in denen dieser Zoonoseerreger, insbesondere beim Hausschwein, noch verbreitet ist. In den vergangenen 40 Jahren gab es in Deutschland einige größere Trichinellose-Ausbrüche. Bei diesen Fällen handelte es sich neben den „importierten Erkrankungen“ ausschließlich um Schweine, die sich in der Freilandhaltung durch das Fressen von Wildtieren mit Trichinellen infiziert hatten. Die Mastschweinebestände sind so gut wie *Trichinella*-frei. Es wird aber über *Trichinella*-Funde bei Marderhunden, Füchsen und Wildschweinen berichtet. Damit kann nicht ausgeschlossen werden, dass sich Hausschweine beispielsweise über die Freilandhaltung mit dem Parasiten infizieren und so zu einer Infektionsquelle für Verbraucher werden. Nach Auffassung des BfR sollte in Deutschland daher keine „Region mit vernachlässigbarem Trichinenrisiko bei Hausschweinen“ anerkannt werden. Allerdings wären aus wissenschaftlicher Sicht Ausnahmeregelungen für Mastschweinebetriebe mit geschlossener Intensivhaltung vertretbar.

### **1 Gegenstand der Bewertung**

Nach Artikel 3 Abs. 2, Buchstabe b der Verordnung (EG) Nr. 2075/2005 brauchen Schlachtkörper oder Fleisch von Hausschweinen, die ausschließlich zur Mast und Schlachtung gehalten werden, nicht auf Trichinen untersucht zu werden, sofern die Tiere aus einer Region stammen, in der das Risiko von Trichinen bei Hausschweinen amtlich als zu vernachlässigen anerkannt wurde. Das Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) hat eine Anerkennung Deutschlands oder einzelner Bundesländer als Region mit vernachlässigbarem Trichinenrisiko bei Hausschweinen aus wissenschaftlicher Sicht geprüft.

### **2 Ergebnis**

*Trichinella* wird beim Hausschwein in Deutschland nur noch sehr selten nachgewiesen. Allerdings ist *der Erreger* im silvatischen Zyklus bei verschiedenen Wildtieren, wie Marderhund, Fuchs und Wildschwein, autochthon. Es ist somit nicht auszuschließen, dass sich Haus-

schweine aus Freilandhaltung über Wildtiere mit diesem Parasiten infizieren und zu einer Infektionsquelle für den Menschen werden. Aus wissenschaftlicher Sicht ist es deshalb nicht vertretbar, dass Deutschland oder einzelne Länder als Region mit vernachlässigbarem Trichinenrisiko bei Hausschweinen anerkannt werden.

Unter Berücksichtigung der in Deutschland vorliegenden Bedingungen, d.h. einem hohen Anteil von Mastschweinen aus geschlossener Intensivhaltung, sieht das BfR jedoch alternativ die Möglichkeit, einer Ausnahmeregelung gemäß Artikel 3 Nr. 2 Buchstabe a zuzustimmen. Danach werden Hausschweine, die ausschließlich zur Mast und Schlachtung gehalten werden, nicht auf Trichinen untersucht, sofern die Tiere aus einem Betrieb oder einer Kategorie von Betrieben stammen, die von der zuständigen Behörde amtlich als *Trichinella*-frei anerkannt wurden.

### 3 Begründung

#### 3.1 Gefahrenidentifizierung

Bei der Bewertung eines Trichinellose-Risikos und der Untersuchung möglicher Infektionsketten wird zwischen dem domestischen und silvatischen Zyklus unterschieden, in denen wiederum unterschiedliche *Trichinella*-Spezies vorkommen. Diese haben sich im Laufe der Evolution an bestimmte geographische und wirtsspezifische Besonderheiten adaptiert (Pozio, 1998).

*Trichinella spiralis* ist die im domestischen Zyklus vorkommende Spezies. In den EU-Mitgliedstaaten erfolgt die Infektion von Hausschweinen beispielsweise durch unzureichend erhitzte Küchenabfälle, die Fleisch infizierter Schweine enthalten, sowie durch infizierte Ratten, insbesondere in bestimmten Gebieten Spaniens und Südfinnlands (Pozio, 1998).

Typische Wirtstiere im silvatischen Zyklus sind wildlebende Fleischfresser wie Fuchs und Marderhund, wobei sich auch Wildschweine mit Trichinellen infizieren und somit eine Gefahrenquelle für den Menschen darstellen. In Europa kommt bei den genannten Wildtieren neben *Trichinella spiralis* (außer in Portugal, Italien, der Schweiz und Griechenland) auch *Trichinella britovi* in Zentral- und Südeuropa, in südlichen Regionen Schwedens und seltener in Finnland vor (Pozio, 2000). Bei *Trichinella nativa* handelt es sich um eine kälteresistente Spezies bei Wildtieren (z.B. Eisbär) der nördlichen Gebiete Schwedens und Finnlands. Alle bisher genannten *Trichinella*-Spezies bilden in der Muskulatur der Wirtstiere typische Kapseln aus. Im Gegensatz dazu verläuft die Infektion mit *Trichinella pseudospiralis*, die bei Wildtieren bisher in Italien, Spanien, Frankreich und Finnland nachgewiesen wurde, ohne Kapselbildung in der Muskulatur, wobei neben Säugetieren auch Vögel infiziert sein können (La Rosa et al., 2001). Auch Hausschweine können sich unter bestimmten Voraussetzungen (wie Freilandhaltung, Waldmast) aus dem silvatischen Zyklus mit *Trichinella spiralis*, *Trichinella britovi* und *Trichinella pseudospiralis*, nicht jedoch mit *Trichinella nativa* infizieren (Pozio, 2001). Unter welchen Umständen sich pflanzenfressende Pferde mit Trichinen infizieren, insbesondere mit *Trichinella spiralis*, ist bisher nicht endgültig geklärt.

#### 3.2 Gefahrencharakterisierung

Die Trichinellose ist eine weltweit vorkommende und beim Menschen mild bis tödlich verlaufende Lebensmittelinfektion mit Fadenwürmern der Gattung *Trichinella*; sie ist auf den Verzehr von trichinenhaltigem Fleisch zurückzuführen, welches nicht oder nicht ordnungsgemäß untersucht bzw. nicht ordnungsgemäß einer Kältebehandlung (diese ist nach geltendem EU-

Recht als Alternative zur Trichinenuntersuchung bei Schweinefleisch möglich) unterzogen wurde.

Das Risiko, an Trichinellose im Falle eines nicht oder nicht ordnungsgemäß untersuchten *Trichinella*-positiven Tieres klinisch zu erkranken, steht in engem Zusammenhang mit der Infektionsdosis im rohen Fleisch oder in der Fleischzubereitung. Über die Anzahl der Larven, die eine klinische Trichinellose beim Menschen hervorrufen kann, gibt es unterschiedliche Angaben. Danach sollen bereits insgesamt 70 Larven für eine Erkrankung ausreichend sein (Piekarski, 1954). Neuere Angaben gehen davon aus, dass der Mensch nach dem Verzehr von Fleisch mit einer Trichinen-Befallsrate von mehr als 1 Larve pro Gramm Muskulatur erkrankt, was beispielsweise bei einem Verzehr von 150 g Fleisch einer Infektionsdosis von 150 Trichinenlarven entsprechen würde (Zimmermann, 1983). Dabei muss die Zubereitung eines Lebensmittels berücksichtigt werden, beispielsweise verringert sich die Infektionsfähigkeit der Trichinellen in der Mettwurst mit zunehmender Lagerungszeit (Lötzsch und Leistner, 1979; Terrell et al., 1982). Nach den Ergebnissen experimenteller Untersuchungen nahm die Infektionsfähigkeit von *Trichinella spiralis* in Mettwurst vom 1. bis zum 8. Tag nach der Herstellung kontinuierlich ab und ging danach verloren (Nöckler und Kolb, 2000). Außerdem muss berücksichtigt werden, dass trichinienhaltige Mettwürste, die in ausreichend gekochter Form (z.B. als Suppeneinlage) verzehrt werden, keine Gefahr mehr für den Verbraucher darstellen. Neben der Infektionsdosis sind auch die individuellen Faktoren des Menschen für einen klinischen oder asymptomatischen Krankheitsverlauf von Bedeutung. So ist beispielsweise die Empfänglichkeit bei immunsupprimierten Personen im Falle einer Infektion deutlich höher. Bei Kindern kann die Trichinellose milder verlaufen, die Wahrscheinlichkeit von kardiovaskulären und neurologischen Komplikationen nimmt mit dem Alter zu (Dupouy-Camet et al., 2002).

Während Haus- und Wildtiere gegenüber den einzelnen genannten *Trichinella*-Spezies eine unterschiedliche Empfänglichkeit besitzen und die Infektion in der Regel subklinisch verläuft, ist der Mensch für jede der genannten *Trichinella*-Spezies sowohl aus dem domestischen als auch aus dem silvatischen Zyklus empfänglich. Die Inkubationszeit für die Trichinellose des Menschen, d.h. der Zeitraum vom Zeitpunkt der Infektion bis zum Auftreten erster klinischer Symptome, beträgt im Allgemeinen 5 bis 14 Tage. Sie kann aber auch in Abhängigkeit verschiedener Faktoren 45 bis 46 Tage dauern (American Public Health Association, 1995). Inkubationszeit und Symptomatik hängen dabei von der Anzahl der mit dem rohen Fleisch aufgenommenen infektiösen Trichinenlarven sowie von der individuellen immunologischen Reaktionslage des Menschen ab (Grove et al., 1975; Merkblatt Trichinellose, 1999). Nach Berichten aus den USA können Infektionen beim Menschen mitunter völlig ohne Symptome bzw. unerkant verlaufen. Ein rechtzeitiges Erkennen der für Trichinellose typischen Krankheitssymptome ist erfahrungsgemäß kompliziert, da im Verlauf der Erkrankung zwei verschiedene Infektionsphasen ablaufen, die mit unterschiedlichen, insbesondere in der ersten Phase unspezifischen Symptomen einhergehen. Pathogenese und Klinik der Trichinellose sind grundsätzlich durch eine Darmphase und eine Wanderphase gekennzeichnet. Während die ersten klinischen Symptome in der Darmphase (Übelkeit, Bauchschmerzen, Erbrechen) unspezifisch sind, kommt es in der Wanderphase (Wanderung der Larven über das Blut- und Lymphgefäßsystem in die quergestreifte Muskulatur) zu den für Trichinellose typischen Symptomen. Die in der Wanderphase hervorgerufenen klinischen Symptome sind im Vergleich zu denen der Darmphase wesentlich charakteristischer, woraus sich auch erklären lässt, dass die Trichinellose häufig erst relativ spät diagnostiziert wird (Dupouy-Camet et al., 2002). Erschwerend für die rechtzeitige Diagnose ist außerdem die Tatsache, dass die Trichinellose in Deutschland sehr selten vorkommt und deshalb bei vielen Ärzten Unerfahrenheit herrscht. Einzelerkrankungen, wie so genannte „importierte“ Fälle aus Ländern, in denen Trichinellose endemisch auftritt (z.B. in Osteuropa), werden mitunter erst sehr spät diagnostiziert. Im Vergleich dazu sind bei einem Trichinellose-Ausbruch immer mehrere Personen

betroffen, die sich durch eine gemeinsame Quelle infiziert haben, wobei Inkubationszeit, klinische Symptome und Diagnose in einem engen örtlichen und zeitlichen Zusammenhang stehen. Dieses trifft insbesondere dann zu, wenn das einzelne mit Trichinellen befallene Tier (Schwein oder Wildschwein) an Ort und Stelle nach dem Schlachten bzw. Erlegen weiterverarbeitet und in Form eines Rohproduktes, wie Hackfleisch oder Rohwurst, zu einem bestimmten Zeitpunkt an einem bestimmten Ort in die menschliche Nahrungskette gelangt (Nöckler, 2003).

### 3.3 Expositionsabschätzung

Zur Anerkennung eines Landes oder einer Region mit vernachlässigbarem Trichinenrisiko bei Hausschweinen hat der betroffene Mitgliedstaat gemäß Artikel 3 Nr. 2 Buchstabe b Unterbuchstabe i der o.a. Verordnung an die Kommission und die anderen Mitgliedstaaten eine Notifikation und einen ersten Bericht mit den in Anhang IV Kapitel II Buchstabe D geforderten Informationen (a bis h und j) zu übermitteln. Mit Bezug auf Deutschland und die Bundesländer ist die aktuelle Situation wie folgt zu bewerten:

- a) Zahl (eingeschleppter und autochthoner) menschlicher Krankheitsfälle einschließlich der epidemiologischen Daten

Die Trichinellose ist in Deutschland eine nach dem Infektionsschutzgesetz (IfSG) meldepflichtige Erkrankung. Nach § 7 (1) ist der direkte oder indirekte Erregernachweis meldepflichtig, soweit er auf eine akute Infektion hinweist. Grundlage für die Übermittlung der gemeldeten Fälle ist die gemäß § 4 (2) IfSG festgelegte Falldefinition. Bei klinischen Symptomen wie Muskelschmerzen, Fieber und Ödemen sowie einer Eosinophilie ( $>1000/\text{mm}^3$ ) wird die Bestätigungsuntersuchung zum Nachweis spezifischer Antikörper mittels serologischer Methoden (IFAT, ELISA) durchgeführt. Der direkte Erregernachweis, bei dem Bioplate aus dem Musculus deltoideus auf Trichinen (Larve 1) untersucht werden, ist bei schwachen Infektionen nicht immer zuverlässig. Tabelle 1 stellt die für Deutschland gemeldeten Trichinellose-Fälle beim Menschen für die Jahre 1997 bis 2006 dar.

**Tabelle 1: Gemeldete Trichinellose-Fälle beim Menschen (Deutschland, 1997-2006); Quelle: SurvStat, Robert Koch-Institut**

| Jahr | Fälle | Bundesland (Anzahl der Fälle)                    |
|------|-------|--|
| 1997 | 9     | BW (6), BAY (1), RP (1), SA (1)                  |
| 1998 | 51    | NRW (42), BAY (6), BW (2), SA (1)                |
| 1999 | 22    | NRW (11), BAY (4), HH (4), B (1), HS (1), RP (1) |
| 2000 | 4     | HH (2), NRW (1), BW (1)                          |
| 2001 | 5     | B (1), HH (1), NRW (1), NS (2)                   |
| 2002 | 10    | BW (2), BAY (1), B (2), HS (3), NRW (2)          |
| 2003 | 3     | BW (3)   |
| 2004 | 5     | B (1), NRW (4)                                   |
| 2005 | 0     | -  |
| 2006 | 22    | MV (16), B (2), HS (2), BAY (1), S (1)           |

Nach den gemeldeten Fällen ist die Trichinellose des Menschen eine in Deutschland selten auftretende Zoonose, die zumeist unter die Rubrik „importierte Erkrankungen“ fällt. Insbesondere bei Aufenthalten in Risikogebieten, in denen die Trichinellose endemisch ist (z.B. osteuropäische Länder) und die Fleischuntersuchung auf Muskellarven nicht oder nicht ordnungsgemäß erfolgte (insbesondere bei Hausschlachtungen), kann es zu einer Infektion kommen. So erkrankten im Januar 2007 drei Familienmitglieder nach ihrem Aufenthalt in Rumänien an Trichinellose. Dort hatten sie aus einer Hausschlachtung (Schwein) hergestellte Lebensmittel (u.a. Hackfleisch, Wurst, Speck) verzehrt. Von der Schlachtung wurden meh-

rere Paprikawürste (grob, streichfähig) und durchwachsener Speck für den privaten Konsum mitgenommen. Die spätere Untersuchung dieser Lebensmittel im Nationalen Referenzlabor (NRL) für *Trichinella* des BfR ergab einen hohen Befall der Paprikawurst mit 441 *Trichinella*-Larven pro g (Nöckler et al., 2007).

In den vergangenen vierzig Jahren ereigneten sich in Deutschland mehrere Trichinellose-Ausbrüche mit einer größeren Zahl betroffener Personen. So erkrankten im Jahr 1967 in Rheinland-Pfalz 269 Personen nach dem Verzehr von rohem Hackfleisch, das aus Schweinefleisch hergestellt wurde. Die Trichinellose wurde nach dem Verzehr des fraglichen Lebensmittels etwa 4 Wochen später erstmals nachgewiesen, und es wurden daraufhin umfangreiche epidemiologische Untersuchungen eingeleitet (Anders et al., 1969). Ein weiterer Ausbruch ereignete sich im Jahr 1977 in Bayern mit 69 betroffenen Personen. Als Ursache wurde Rohwurst, die aus dem Fleisch eines Wildschweins hergestellt wurde, ermittelt. Die ersten Fälle wurden dabei 3 bis 4 Wochen nach der Infektion nachgewiesen, wobei die Trichinellose bei der Mehrzahl der Patienten in der fünften Infektionswoche diagnostiziert wurde (Teuber et al., 1979). Der bisher größte Ausbruch ereignete sich im Jahr 1982 in Rheinland-Pfalz bei einem Betriebsfest, bei dem insgesamt 402 Personen betroffen waren. Quelle der Infektion waren rohe Mettwürste, die aus dem Fleisch eines trichinenhaltigen Schweins hergestellt wurden. Fast alle Patienten zeigten etwa eine Woche nach dem Verzehr unklare Magen-Darbeschwerden. Die für Trichinellose typischen Symptome traten erst 1 bis 3 Wochen später hauptsächlich in Form von Fieber, Muskelschmerzen sowie Gesichts- und Lidödemen auf (Stein, 1983). Von den 402 an Trichinellose erkrankten Personen waren sechs Monate nach Krankheitsbeginn 43 % noch nicht frei von Beschwerden. Ende 1998 wurde aus 11 Städten Nordrhein-Westfalens eine Häufung von Erkrankungsfällen mit mehr als 50 betroffenen Personen gemeldet. Als ursächliche Lebensmittel wurden Rohwurst (Mettwurst) und Gehacktes ermittelt, die zum Teil aus rohem Schweinefleisch hergestellt und in roher Form verzehrt wurden. Nach dem Verzehr der als Infektionsquelle vermuteten Mettwurst traten 2 bis 5 Wochen danach die für Trichinellose typischen Symptome (hohes Fieber und Gliederschmerzen) während der Wanderphase der Larven auf. Während eine Sicherstellung fraglicher Mettwurst aufgrund der fortgeschrittenen Zeit nicht mehr möglich war, wurden in fraglichem Gehackten, das tiefgefroren aufbewahrt worden war, Trichinellen mit der Verdauungsmethode nachgewiesen und als *Trichinella spiralis* mit der PCR bestimmt (Nöckler et al., 2001).

Der letzte größere Trichinellose-Ausbruch mit einer Häufung von insgesamt 17 labordiagnostisch bestätigten Personen (davon 1 asymptomatischer Fall) einer Großfamilie aus Mecklenburg-Vorpommern wurde im Zeitraum von Dezember 2005 bis März 2006 beobachtet. Vermutliche Infektionsquelle war ein Schwein, das von einem Familienmitglied privat gehalten wurde. Alle betroffenen Personen hatten verschiedene Lebensmittel (rohes Gehacktes, Rauch-/Mettwurst, Schinken oder Leberwurst) des in Lohnschlachtung gegebenen Hauschweins verzehrt und zeigten danach die für Trichinellose typischen Krankheitssymptome wie Durchfall, Fieber, Muskelschmerzen und Gesichtsoedeme. Die Infektion wurde labordiagnostisch mit dem ELISA und bei zwei Personen durch den Larvennachweis in der Muskelbiopsie bestätigt. In noch vorhandenen Lebensmitteln (Schinkenspeck, Leberwurst) wurden im NRL für *Trichinella* des BfR mittels Digestionsmethode Trichinellen in zum Teil hoher Konzentration (106 Larven pro g Schinkenspeck) nachgewiesen (Littmann et al. 2006).

- b) Ergebnisse der Trichinenuntersuchung von Schweinen, die nicht unter kontrollierten Haltungsbedingungen in integrierten Produktionssystemen gehalten werden; dabei sind Alter und Geschlecht der betroffenen Tiere, die Art des Managementsystems, das angewandte Diagnoseverfahren, das Ausmaß des Befalls (soweit bekannt) und alle weiteren relevanten Informationen anzugeben

Alle geschlachteten Schweine waren bis zum Jahr 2005 nach dem deutschen Fleischhygienegesetz der Trichinenuntersuchung zu unterziehen. Für den Europäischen Binnenmarkt galt bis dahin für die Trichinenuntersuchung beim Schwein die Richtlinie 64/433/EWG. Für Schweine ist eine Untersuchung auf *Trichinella* nicht erforderlich, sofern das Fleisch einer Kältebehandlung gemäß der Richtlinie 77/96/EWG unterzogen wurde. Seit dem 01.01.2006 wird die Trichinenuntersuchung durch die Verordnung (EG) Nr. 2075/2005 geregelt. Für den Berichtszeitraum erfolgte die Trichinenuntersuchung beim Schwein (jeweils 1 g aus der Zwerchfellmuskulatur) in der überwiegenden Mehrzahl der Fälle nach einer Methode der künstlichen Verdauung mit dem Magnetrührverfahren oder mit dem Trichiomat 35, wobei insbesondere bei Hausschlachtungen auch die Trichinoskopie zur Anwendung kam.

Die Ergebnisse der amtlichen Fleischuntersuchung einschließlich der Daten zur Trichinenuntersuchung werden jährlich vom Statistischen Bundesamt (Fachserie 4.3) veröffentlicht. Nach den veröffentlichten Daten für die Trichinenuntersuchung beim Schwein ist allerdings eine Unterscheidung derjenigen Schweine, welche nicht unter kontrollierten Haltungsbedingungen in integrierten Produktionssystemen gehalten worden sind (d.h. Schweine aus Freilandhaltung), nicht möglich. Tabelle 2 stellt die Ergebnisse der Trichinenuntersuchung für Schlachtschweine inländischer Herkunft für die Jahre 1996 bis 2005 (aktueller Stand) dar.

**Tabelle 2: Ergebnisse der Trichinenuntersuchung für Schweine inländischer Herkunft (Deutschland, 1996-2005); Quelle: Statistisches Bundesamt, Fachserie 4.3**

| Jahr | Schweine           |                            |
|------|--------------------|----------------------------|
|      | untersucht in Mio. | davon positiv (Bundesland) |
| 1996 | 37,0               | 0                          |
| 1997 | 37,8               | 0                          |
| 1998 | 40,1               | 0                          |
| 1999 | 42,4               | 0                          |
| 2000 | 41,8               | 0                          |
| 2001 | 41,9               | 0                          |
| 2002 | 42,9               | 0                          |
| 2003 | 43,37              | 1 (NRW)                    |
| 2004 | 43,66              | 0                          |
| 2005 | 44,97              | 0                          |

Nach den Ergebnissen der amtlichen Fleischuntersuchung wurden über einen Zeitraum von 10 Jahren (1996 bis 2005) in Deutschland insgesamt 415,9 Mio. Hausschweine inländischer Herkunft (einschließlich der Schweine, die nicht unter kontrollierten Haltungsbedingungen in integrierten Produktionssystemen gehalten wurden) untersucht, wobei lediglich bei einem Schwein aus Nordrhein-Westfalen im Jahr 2003 Trichinellen nachgewiesen wurden. Nach Information des zuständigen Veterinär- und Lebensmittelaufsichtsamtes handelte es sich um ein Schwein aus einem kleinbäuerlichen Betrieb, das in einer privaten Metzgerei geschlachtet wurde und bei dem mit der Verdauungsmethode (Magnetrührverfahren) mehrere *Trichinella*-Larven nachgewiesen worden sind. Der Tierkörper wurde daraufhin als untauglich für den Verzehr beurteilt.

Im Jahr 2006 wurde aus dem Schinkenspeck eines in Mecklenburg-Vorpommern gehaltenen Schweins, welches in Zusammenhang mit einem Trichinellose-Ausbruch beim Menschen stand, *Trichinella spiralis* isoliert (s. Punkt a). Im Rahmen der Rückverfolgungsuntersuchungen wurde allerdings die Herkunft dieses Schweins nicht lückenlos aufgeklärt.

- c) die Ergebnisse der Trichinenuntersuchung von Zuchtsauen und Zuchtebern, die Ergebnisse müssen dieselben Informationen enthalten wie unter Buchstabe b

Nach den Angaben des Statistischen Bundesamtes zu den Ergebnissen der Trichinenuntersuchung bei Schweinen inländischer Herkunft werden Zuchtsauen und Zuchteber nicht gesondert aufgeführt. Nach den Daten für den Berichtszeitraum (1996-2005) wird jedoch davon ausgegangen, dass alle geschlachteten Zuchtsauen und Zuchteber mit negativem Ergebnis auf Trichinellen untersucht worden sind.

- d) die Ergebnisse der Trichinenuntersuchung der Schlachtkörper von Wildschweinen, Pferden, Wild und ggf. Indikatortieren

Auch alle anderen für den menschlichen Verzehr bestimmten Tiere, die Träger von Trichinellen sein können, sind einer Trichinenuntersuchung zu unterziehen, was insbesondere für Pferde und Wildschweine zutrifft und bis zum Jahr 2005 nach dem deutschen Fleischhygienegesetz geregelt wurde. Für den Europäischen Binnenmarkt galt bis dahin für die Trichinenuntersuchung für Pferd und Wildschwein die Richtlinie 94/59/EWG zur Änderung der Richtlinie 64/433 bzw. die Richtlinie 92/45/EWG. Danach wurden vom Pferd 5 g Muskulatur von Zunge, Zwerchfell oder Kaumusculatur nach einer Methode der künstlichen Verdauung mit dem Magnetrührverfahren oder dem Trichomatic 35 auf Trichinellen untersucht. Für Pferde war bis zum Jahr 2005 eine Trichinenuntersuchung nicht erforderlich, sofern das Fleisch einer Kältebehandlung gemäß der Richtlinie 77/96/EWG unterzogen wurde. Beim Wildschwein wurden 1,5 g der Muskulatur aus Zwerchfell und Unterarm nach einer Methode der künstlichen Verdauung mit dem Magnetrührverfahren oder dem Trichomatic 35 untersucht. Bei der Untersuchung von einzelnen Wildschweinen kam auch die Trichinoskopie zur Anwendung. Seit dem 1. Januar 2006 wird die Trichinenuntersuchung für Pferde, Wildschweine und alle anderen in Frage kommenden Tierarten durch die Verordnung (EG) Nr. 2075/2005 geregelt.

Tabelle 3 stellt die Ergebnisse der Trichinenuntersuchung für Pferde und Wildschweine inländischer Herkunft für die Jahre 1996 bis 2005 (aktueller Stand) dar.

**Tabelle 3: Ergebnisse der Trichinenuntersuchung für Pferde und Wildschweine inländischer Herkunft (Deutschland, 1996-2005); Quelle: Statistisches Bundesamt, Fachserie 4.3**

| Jahr | Pferde     |               | Wildschweine |               |  |
|------|------------|---------------|--------------|---------------|--|
|      | untersucht | davon positiv | untersucht   | davon positiv | Bundesland (Anzahl der Fälle)                    |
| 1996 | 17.171     | 0             | 251.656      | 10            | NRW (4), BW (4), HS (1), RP (1)                  |
| 1997 | 18.830     | 0             | 215.926      | 14            | BW (1), BAY (3), BB (2), HS (4), NRW (3), TH (1) |
| 1998 | 17.396     | 0             | 192.764      | 12            | BW (4), BAY (2), BB (1), NRW (2), SA (1), TH (2) |
| 1999 | 16.871     | 0             | 292.460      | 9             | BW (5), BAY (3), NRW (1)                         |
| 2000 | 16.511     | 0             | 265.417      | 8             | BW (3), BAY (4), HS (1)                          |
| 2001 | 17.749     | 0             | 389.008      | 4             | BAY (4)  |
| 2002 | 12.587     | 0             | 397.425      | 12            | BW (1), BAY (1), BB (1), HS (4), TH (5)          |
| 2003 | 11.295     | 0             | 370.187      | 10            | BW (7), BAY (1), BB (2)                          |
| 2004 | 10.606     | 0             | 390.570      | 11            | BW (5), BAY (1), NS (1), NRW (2), RP (1), TH (1) |
| 2005 | 9.970      | 0             | 402.996      | 11            | BW (1), BAY (2), MV (6), NRW (2)                 |

Danach wurden alle 148.986 Pferde über 10 Jahre (1996 bis 2005) in der Trichinenuntersuchung mit negativem Ergebnis getestet.

Im Vergleich dazu waren von den im Berichtszeitraum untersuchten 3.168.409 Mio. Wildschweinen insgesamt 101 Tiere *Trichinella*-positiv. Unter Berücksichtigung des Untersuchungsjahrs schwankte die *Trichinella*-Prävalenz für das Wildschwein deutschlandweit zwischen 0,001 und 0,006 %. Bezogen auf die regionale Nachweishäufigkeit in den verschiedenen Bundesländern zwischen den Jahren 1996 bis 2005 lag der Anteil *Trichinella*-positiver Wildschweine in Baden-Württemberg (0,01 %), Nordrhein-Westfalen (0,006 %), Bayern und Thüringen (jeweils 0,005 %) am höchsten. Danach folgten Hessen (0,003 %), Mecklenburg-Vorpommern, Brandenburg (jeweils 0,002 %), Rheinland-Pfalz und Sachsen-Anhalt (jeweils 0,001 %). In den übrigen Bundesländern wurden über diesen Zeitraum keine Trichinellen bei den untersuchten Wildschweinen nachgewiesen. Soweit aus den Isolaten eine Bestimmung der *Trichinella*-Spezies erfolgte, wurde bis zum Jahr 2004 ausschließlich *T. spiralis* beim Wildschwein nachgewiesen. Im Jahr 2005 wurde durch das NRL für Trichinellose des BfR bei einem Wildschwein aus Mecklenburg-Vorpommern erstmals in Deutschland die Spezies *T. pseudospiralis* (diese bildet in der Muskulatur ihrer Wirte keine Kollagenkapsel) als Mischinfektion mit *T. spiralis* nachgewiesen (Nöckler et al., 2006). Mit dem Erstnachweis von *T. pseudospiralis* bei einem Wildschwein aus Deutschland hat das BfR empfohlen, Wildschweinfleisch mit der zuverlässigen Verdauungsmethode auf Trichinellen zu untersuchen, da diese Spezies mit der Trichinoskopie kaum nachweisbar ist.

Neben dem Wildschwein sind in Deutschland auch andere Wildtiere, wie Fuchs (*Vulpes vulpes*) und Marderhund (*Nyctereutes procyonoides*) als *Trichinella*-Reservoir im silvatischen Zyklus von epidemiologischer Bedeutung. Im Rahmen verschiedener Monitoringprogramme wurden in der Vergangenheit Füchse in verschiedenen Bundesländern auf Trichinellen untersucht. So wurden beispielsweise von 1985 bis 1987 3889 Füchse aus Baden-Württemberg, Bayern, Hessen, Niedersachsen und Schleswig Holstein untersucht und nur ein *Trichinella*-positives Tier (0,026 %) nachgewiesen (Wagner und Frank, 1989). In Brandenburg wurden zwischen 1993 und 1995 insgesamt 7103 Füchse untersucht und bei 5 (0,07 %) Trichinellen nachgewiesen (Wacker et al., 1999). Nach den Ergebnissen einer Studie in Thüringen wurden im Jahr 1999 insgesamt 1790 Rotfüchse untersucht, von denen 4 *Trichinella*-positiv (0,22%) waren (Hoffmann et al., 2000). Nach den Angaben des Deutschen Jagdverbandes steigt neben der Fuchspopulation auch die Anzahl der in Deutschland lebenden Marderhunde ([www.jagd-online.de](http://www.jagd-online.de)). Im Gegensatz zum Fuchs sind Untersuchungen zum Vorkommen von *Trichinella* beim Marderhund eher die Ausnahme. In einem Projekt wurden insgesamt 120 Marderhunde aus Brandenburg zwischen 1998 und 1999 auf Trichinellen untersucht, wobei in 6 Tieren Trichinellen (5 %) nachgewiesen wurden (Thieß et al., 2001). Im NRL für Trichinellose wurden Muskelproben vom Marderhund aus Brandenburg aus dem Jahr 2004 untersucht. Von den 62 Proben wurden in einer Probe (1,6 %) Trichinellen nachgewiesen.

Nach dem Erstnachweis von *T. pseudospiralis* beim Wildschwein wurde diese Art mittlerweile in Deutschland auch bei Rotfuchs und beim Marderhund identifiziert.

Da fleischfressende Vögel ein Reservoir für *T. pseudospiralis* bilden können, wurden vom NRL für Trichinellose des BfR in Kooperation mit dem Institut für Zoo- und Wildtierforschung in einer retrospektiven Studie im Jahr 2005/2006 insgesamt 758 Muskelproben diverser Vogelarten, (jeweils 5 g) z.B. vom Seeadler (*Haliaeetus albicilla*), Mäusebussard (*Buteo buteo*), Sperber (*Accipiter nisus*), Habicht (*Accipiter gentilis*) und Waldohreule (*Asio otus*) einer Trichinenuntersuchung mit der Verdauungsmethode (Magnetührverfahren) unterzogen. Trichinellen wurden in keiner der Proben nachgewiesen.



- e) die Ergebnisse serologischer Tests gemäß Artikel 11, sobald ein geeignetes Testverfahren vom Gemeinschaftsreferenzlabor validiert wurde

Ein vom Gemeinschaftsreferenzlabor für *Trichinella* validierter serologischer Test zum Nachweis von *Trichinella*-Antikörpern existiert derzeit nicht.

Im Jahr 2002 wurden im Rahmen einer Dissertation in Zusammenarbeit mit dem Institut für Fleischhygiene und -technologie der Freien Universität Berlin Serum- und Fleischsaftproben von 1401 Mastschweinen aus Niedersachsen (1176 Schweine aus 2 Beständen mit Intensivhaltung und 225 Schweine aus 3 Beständen mit Freilandhaltung) mit einem in-house ELISA-Test des NRL für Trichinellose des BfR auf *Trichinella*-Antikörper untersucht. Parallel dazu wurden von jedem Tier jeweils 10 g Zwerchfellmuskulatur mit der Verdauungsmethode (Magnetrührverfahren) untersucht. Weder im Fleischsaft noch im Serum wurden *Trichinella*-Antikörper nachgewiesen. Auch die Verdauungsmethode verlief in allen Fällen mit negativem Ergebnis (Nöckler et al., 2004).

- f) sonstige eingeführte oder einheimische trichinenverdächtige Fälle sowie alle zweckdienlichen Laborergebnisse

Muskelproben und Larvenisolate, die sich im Rahmen der Trichinenuntersuchung als unklar herausstellen, können von den Untersuchungsstellen an das NRL für Trichinellose des BfR eingesandt werden. Die Ergebnisse der durchgeführten Abklärungs- und Bestätigungsuntersuchungen gehen in den jährlich vom BfR herausgegebenen Trendbericht „Epidemiologische Situation der Zoonosen in Deutschland“ ein. Ein Beispiel für die Ergebnisse aus dem Jahr 2005 ist in der Tabelle 4 dargestellt.

**Tabelle 4: Ergebnisse für die in das NRL für Trichinellose eingesandten Proben oder Isolate (2005)**

|             | Anzahl | <i>T. spiralis</i> | <i>T. britovi</i> | <i>T. nativa</i> | negativ |
|-------------|--------|--------------------|-------------------|------------------|---------|
| Wildschwein | 45     | 2+1*               |                   |                  | 42      |
| Fuchs       | 24     |                    | 15**              |                  | 9       |
| Marder      | 1      |                    |                   |                  | 1       |
| Dachs       | 2      |                    |                   |                  | 2       |
| Marderhund  | 1      |                    |                   |                  | 1       |
| Hund        | 1      |                    |                   |                  | 1       |

\* Mischinfektion mit *T. pseudospiralis*

\*\* Isolate aus Österreich

Die Abklärung und Bestätigung aller eingesandten Proben erfolgt im NRL für Trichinellose des BfR je nach Untersuchungsmatrix (neben Muskulatur und Larven auch Blutserum und Fleischsaft) mit verschiedenen parasitologischen (Larvennachweis, Mikroskopie, Morphologie), molekularbiologischen (Multiplex-PCR) und serologischen (ELISA, Westernblot) Methoden, die nach der ISO/IEC 17025 akkreditiert sind.

- g) nähere Angaben zu allen positiven Befunden und zur Verifizierung der *Trichinella*-Spezies durch das Gemeinschaftsreferenzlabor oder das nationale Referenzlabor

Im NRL für *Trichinella* des BfR werden Bestätigungsuntersuchungen im Fall von *Trichinella*-Funden durchgeführt und die *Trichinella*-Spezies mit molekularbiologischen Methoden bestimmt. In der Vergangenheit wurde von den Ländern nur ein Teil der Isolate zur Bestimmung der *Trichinella*-Spezies an das NRL für Trichinellose eingesandt. Nach Kapitel I, Artikel 6, Abs. 2 der Verordnung (EG) Nr. 2075/2005 sind ab dem 1. Januar 2006 alle positiven

Proben zur Bestimmung der Trichinenart an das NRL oder an das Gemeinschaftsreferenzlabor weiterzuleiten.

Die Ergebnisse für die aus Deutschland stammenden und mit der Multiplex-PCR untersuchten Isolate von Schwein, Wildschwein, Fuchs, Marderhund und Dachs stellt Tabelle 5 zusammenfassend dar.

**Tabelle 5: In Deutschland isolierte und differenzierte *Trichinella*-Isolate und geschätzte Prävalenz bei den betreffenden Tierarten**

| Tierspezies | <i>Trichinella</i> -Spezies                                       | Prävalenz   |
|-------------|---|-------------|
| Schwein     | <i>T. spiralis</i>  | <0,00001%   |
| Wildschwein | <i>T. spiralis</i> , <i>T. pseudospiralis</i>                     | 0,001-0,01% |
| Rotfuchs    | <i>T. spiralis</i> , <i>T. britovi</i> , <i>T. pseudospiralis</i> | 0,01-0,2%   |
| Marderhund  | <i>T. spiralis</i> , <i>T. pseudospiralis</i>                     | bis 5%      |
| Dachs       | <i>T. britovi</i>   | Selten      |

Im Rahmen epidemiologischer Untersuchungen zum Vorkommen und zur Verbreitung von *Trichinella* in den Mitgliedsländern der EU werden *Trichinella*-Isolate aus Deutschland an das Gemeinschaftsreferenzlabor in Rom (EU-Referenzlabor für Parasiten) übersandt und die Ergebnisse in einer Datenbank zusammengefasst (<http://www.iss.it/site/Trichinella/index.asp>).

Das NRL nimmt an internationalen Ringversuchen teil und führt selbst auf nationaler Ebene mit ausgewählten Untersuchungseinrichtungen Ringversuche zum Nachweis von Trichinen in Fleisch durch. Auf Grundlage seiner Expertise und zur Weiterentwicklung des eigenen wissenschaftlichen Know-hows ist das NRL für *Trichinella* in verschiedene nationale und internationale Forschungsaktivitäten involviert, wie dem Workpackage „TrichiMed“ im „Network of Excellence“ Med-Vet-Net des 6. Forschungsrahmenprogramms der Europäischen Kommission.

- h) die Daten sind in dem von der Europäischen Behörde für Lebensmittelsicherheit (EBLS) für die Berichterstattung über Zoonosen festgelegten Format und nach dem entsprechenden Zeitplan zu übermitteln

Die in Deutschland in den Bundesländern erhobenen Daten zum *Trichinella*-Vorkommen bei Mensch und Tier werden in Zusammenarbeit mit dem Robert Koch-Institut und dem NRL für *Trichinella* des BfR ausgewertet und jährlich bis Ende Mai für das vorangegangene Jahr durch den Berichtersteller für Zoonosen mit Sitz am BfR an die EBLS übermittelt.

- i) bei Berichten über eine Region mit vernachlässigbarem Risiko: Informationen über (i) das gemäß Artikel 11 durchgeführte Überwachungsprogramm oder gleichwertige Informationen; (ii) die risikobasierten Überwachungsprogramme frei lebender Tiere gemäß Teil A Buchstabe d oder gleichwertige Informationen

Für Hausschweine, Pferde und andere für Trichinen empfängliche Tierarten muss ein Überwachungsprogramm existieren. Mit diesem Überwachungsprogramm ist durch die zuständige Behörde sicherzustellen, dass diese Tiere tatsächlich frei von Trichinen sind. In diesem Zusammenhang müssen verschiedene Kriterien, wie Art der verwendeten Tests, Untersuchungsfrequenz, Art und Anzahl der zu untersuchenden Tiere und ein Probennahmeplan festgelegt werden.

Bisher wurden alle in Deutschland für den menschlichen Verzehr geschlachteten Schweine, Pferde und alle anderen empfänglichen Tierarten einer systematischen Trichinenuntersuchung bzw. Kältebehandlung unterzogen (siehe Buchstaben b, d und g). Spezifische Überwachungsprogramme liegen daher für Deutschland bisher nicht vor.

Bei frei lebenden Tieren (Wild) müsste ein risikobasiertes Überwachungsprogramm festgelegt werden, bei dem geeignete Indikatortiere (insbesondere Fuchs und Marderhund) mit einer bestimmten Methode und einer adäquaten Probenmenge auf Trichinellen untersucht werden. Wenn Trichinellen bei wild lebenden Tieren nachgewiesen werden, muss das Gemeinschaftsreferenzlabor oder ein nationales Referenzlabor die genaue Spezies feststellen. Das Gemeinschaftsreferenzlabor unterstützt die Arbeit durch ein standardisiertes Protokoll für das Überwachungsprogramm für wild lebende Tiere. Zur Erfüllung der in diesem Teil aufgeführten Bedingungen können historische Daten herangezogen werden.

Aus der Trichinenuntersuchung beim Schwarzwild und vereinzelt auch bei Indikatortieren liegen entsprechende Daten für Deutschland vor (s. Buchstaben d und g).

### 3.4 Risikocharakterisierung

Zur Frage der Anerkennung Deutschlands oder einzelner Länder als Region mit vernachlässigbarem Trichinenrisiko bei Hausschweinen wird aus wissenschaftlicher Sicht folgendes festgestellt:

- Nach der deutschen Gesetzgebung ist die Trichinellose beim Menschen meldepflichtig. Analog unterliegen Trichinellenfunde bei den systematisch untersuchten Schweinen, Pferden, Wildschweinen und allen anderen empfänglichen und zum Verzehr bestimmten Tierarten der Meldepflicht. Somit stehen für Deutschland umfangreiche Daten zur Trichinellose des Menschen und zum Vorkommen von Trichinellen beim Tier, insbesondere bei Schwein, Pferd und Wildschwein, zur Verfügung.
- Die in Deutschland gemeldeten Trichinellose-Fälle beim Menschen waren in der überwiegenden Mehrzahl der Fälle auf importierte Erkrankungen nach dem Verzehr von Fleisch infizierter Schweine oder Wildschweine aus Regionen mit einer vergleichsweise hohen Prävalenz im domestischen und/oder silvatischen Zyklus zurückzuführen (z.B. Rumänien).
- Nach den Ergebnissen der Trichinenuntersuchung beim Hausschwein in Deutschland war über einem Zeitraum von zehn Jahren (1996-2005) nur ein einziges Schwein von mehr als 415 Mio. Schweinen *Trichinella*-positiv. In dem seltenen Fall einer Infektion handelt es sich ausschließlich um Schweine, die sich in der Freilandhaltung durch das Fressen von Wildtieren mit Trichinellen infizieren können. Ein unter Freilandbedingungen gehaltenes Schwein war vermutlich Infektionsquelle für einen Trichinellose-Ausbruch im Jahr 2006. Im Vergleich dazu ist das Risiko der Infektion mit *Trichinella* spp. bei Schweinen aus Intensivhaltungen mit geschlossenen Haltungssystemen zu vernachlässigen.
- Während der domestische Zyklus in Deutschland praktisch nicht mehr vorkommt, spielen verschiedene Wildtiere wie Marderhund, Fuchs und Wildschwein als *Trichinella*-Reservoir im silvatischen Zyklus noch eine wichtige Rolle. Auch wenn einzelne Bundesländer keine Trichinellen-Funde meldeten, geht das BfR davon aus, dass der Erreger bei Wildtieren deutschlandweit vorkommt. Zur Überprüfung dieser Annahme und besseren Bewertung des Risikos könnte ein flächendeckendes Wildmonitoring

bei geeigneten Indikatortieren, wie Marderhund und Fuchs, durchgeführt werden. Zur Aufklärung der Infektketten müssten alle Isolate zur Bestimmung der Trichinenart an das Nationale Referenzlabor für Trichinellose des BfR eingesandt werden.

- Mit dem Vorkommen von *Trichinella* bei Wildtieren in Deutschland besteht das Risiko einer Infektion des Menschen über den Verzehr von Wildscheinfleisch, das nicht oder nicht ordnungsgemäß untersucht und in roher Form verzehrt wird. Weiterhin ist nicht auszuschließen, dass sich im Freiland gehaltene Schweine durch infizierte Wildtiere mit Trichinellen anstecken und somit zu einer Gefahrenquelle für den Menschen werden können.

Zusammenfassend schlussfolgert das BfR, dass es derzeit nicht vertretbar ist, Deutschland oder einzelne Bundesländer als Region mit vernachlässigbarem Trichinenrisiko bei Hauschweinen anzuerkennen.

#### 4 Referenzen

American Public Health Association (1995): Trichinellosis, In: Abraham, S.B. (Ed.). Control of Communicable Diseases Manual. United Book Press, Inc., Baltimore, Md, 476-479.

Anders, W., Kauer, E., Sattler, H. (1969). Epidemiologische Probleme eines Trichinose-Ausbruchs im Herbst 1967. Bundesgesundhbl. 20, 317-319.

Dupouy-Camet, J., Kociecka, W., Bruschi, F., Bolas-Fernandez, F., Pozio, E. (2002). Opinion on the diagnosis and treatment of human trichinellosis. Expert Opin. Pharmacother. 3, 1117-1130.

Grove, D.I., Warren, K.S., Mahmoud, A.A.F. (1975). Algorithms in the diagnosis and management of exotic diseases. VII. Trichinosis. J. Infect. Diseases 132, 485.

Hoffman, L., Worbes, H., Klengel, K., Orthey, G., Tackman, K. (2000). Epidemiological investigations of *Echinococcus multilocularis* and *Trichinella* spp. in the red fox in Thuringia. Abstracts 19. Tagung der DPG, Stuttgart-Hohenheim 28.03.-01.04.2000, 28-29.

Littman, M., Nöckler, K., Hallauer, J. (2006). Cluster of trichinellosis cases in Mecklenburg-Vorpommern, Germany. Euro Surveill. 2006 May 18;11(5):E060518.1.

Lötzsch, R., Leistner, L. (1979). Überleben von *Trichinella spiralis* in Rohwurst und Rohschinken in Abhängigkeit von der Wasseraktivität ( $a_w$ -Wert). Fleischwirtsch. 59, 231-233.

Nöckler, K. (2003): *Trichinella* prevalence in the domestic and sylvatic cycle and its importance as foodborne pathogen. Helminthologia 40, 103-108.

Nöckler, K., H. Kolb (2000): Untersuchungen zur Überlebensfähigkeit von *Trichinella spiralis* Muskellarven in Mettwurst. Fleischwirtsch. 80, 102-105.

Nöckler, K., I. Reiter-Owona, J. Heidrich, D. Protz, S. Rehmet, G. Sinn, A. Ammon (2001). Aspects of clinical features, diagnosis, notification and tracing back in connection with two *Trichinella* outbreaks in North Rhine-Westphalia, Germany, 1998. Parasite 8, 183-185.

- Nöckler, K., A. Hamidi, R. Fries, J. Heidrich, R. Beck, A. Marinculic (2004). Influence of methods for *Trichinella* detection in pigs from endemic and non-endemic European region. J. Vet. Med. B 51, 297-301.
- Nöckler, K., Reckinger, S., Pozio, E. (2006). *Trichinella spiralis* and *Trichinella pseudospiralis* mixed infection in a wild boar (*Sus scrofa*) of Germany. Vet. Parasitol. 137, 364-368.
- Nöckler, K., Reckinger, S., Wichmann-Schauer, H., Hiller, Müller, A., Ziegler, U., Bogner, K.-H., Schreiner, H., Reith, B., Moser, H. (2007). Trichinellose bei drei Personen nach Aufenthalt in Rumänien. Epidemiologisches Bulletin (im Druck).
- Piekarski, G. (1954). Lehrbuch der Parasitologie. Springer Verlag Berlin-Heidelberg, 362.
- Pozio, E. (1998). Trichinellosis in the European Union: epidemiology, ecology and economic impact. Parasitol. Today 14, 35-38.
- Pozio, E. (2000). The domestic, synanthropic and sylvatic cycles and the flow among them. Vet. Parasitol., 93, 241-262.
- Pozio, E. (2001). New patterns of *Trichinella* infection. Vet. Parasitol. 98, 133-148.
- Stein, H.A. (1983). Trichinose-Erkrankungen im Bitburger Raum (Eifel). Aus der Sicht der Humanmediziner des öffentlichen Gesundheitsdienstes. Öff. Gesundh.-Wes. 45, 532-533.
- Teuber, J., Brehm, H., Stumpf, J. (1979). Zur Diagnostik der Trichinellosen unter besonderer Berücksichtigung eines modifizierten Immunfluoreszenztests. Immunität und Infektion 6, 213-221.
- Terrell, R.N., Childers, A.B., Kayfus, T.J., Ming, C.G., Smith, G.C., Kotula, A.W., Johnson, H.K. (1982). Effect of chloride salts and nitrite on survival of *Trichina* larvae and other properties of pork sausages. J. Food Prot. 45, 281-284.
- Thieß, A., Schuster, R., Nöckler, K., Mix, H. (2001): Helminthenfunde beim einheimischen Marderhund *Nyctereutes procyonoides* (Gray, 1834). Berl. Münch. tierärztl. Wschr. 114, 273-276.
- Wacker, K., Rodriguez, E., Garate, T., Geue, L., Tackmann, K., Selhorst, T., Staubach, C., Conraths, F.J. (1999). Epidemiological analysis of *Trichinella spiralis* infections of foxes in Brandenburg, Germany. Epidemiol. Infect., 123: 139-147.
- Wagner, J.A., Frank, W. (1989). Recent research on the prevalence of *Trichinella* in wild mammals in the Federal Republic of Germany. In: Tanner, C.E., Martinez Fernandez, A., Bolas Fernandez, F. (Eds.). Trichinellosis. Proceedings of the Seventh International Conference on Trichinellosis. CSIC Press, Madrid, Spain. 416-422.
- Zimmermann, W.J. (1983). Controll II: Surveillance in swine and other animals by muscle examination. In: CAMPBELL, W.C. (Ed.) *Trichinella* and Trichinosis. Plenum Press, New York, 515-528.