

Gefahr der BSE-Kontamination von Schlachtkörpern, die in der Schlachtlinie auf ein BSE-positives Tier folgen

Aktualisierte gesundheitliche Bewertung* Nr. 027/2005 des BfR vom 23. Dezember 2003

BSE-Erreger können bei der Schlachtung von infizierten Rindern auf das Fleisch nicht infizierter Tiere übertragen werden. Dies stellt eine mögliche Gesundheitsgefährdung für den Menschen dar. Deshalb gelten in Deutschland strenge Schlachtvorschriften, die über die Anforderungen der entsprechenden EU-Verordnung hinausgehen. So müssen nach EU-Verordnung nur der dem BSE-Tier vorhergehende sowie die beiden ihm folgenden Schlachtkörper vernichtet werden. Nach deutschem Recht müssen darüber hinaus auch alle weiteren Schlachtkörper beseitigt werden, die dem BSE-Tier bis zum Austausch bzw. der gründlichen Reinigung und Desinfektion der Schlachtgeräte folgen.

Das Risiko einer Kontamination von Schlachtkörpern durch BSE-positive Tiere hat das Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) bereits 2003 bewertet. Das Institut nimmt in der vorliegenden aktualisierten Stellungnahme eine Neubewertung des Kontaminationsrisikos vor, das von einem BSE-positiven Tier auf die ihm in der Schlachtlinie nachfolgenden Tierkörper ausgeht. Es bewertet außerdem das Risiko, das für den Verbraucher entstehen würde, wenn die nationalen Vorschriften zum jetzigen Zeitpunkt an die EU-Regelung angepasst würden.

Das BfR hat 2003 erklärt, dass die Anpassung der strengen deutschen Vorschriften an das EU-Recht mit einer Einschränkung der Sicherheit für den Verbraucher einhergehen würde. In der vorliegenden Neubewertung des von der Schlachttechnik für den Verbraucher ausgehenden BSE-Risikos sieht das BfR den Verbraucher durch die strengen nationalen Regelungen noch immer besser geschützt.

Das Institut begründet seine Empfehlung so: Die Schlachttechnik bei Rindern hat sich gegenüber 2003 nicht wesentlich geändert. Neuere Untersuchungen bestätigen vielmehr die Gefahr der Übertragung von BSE-Erregern durch Gewebesteile über die Schlachtgeräte auf weitere als nur die ersten beiden dem BSE-Tier nachfolgenden Schlachtkörper. Das deutsche Recht berücksichtigt diese Erkenntnisse.

Die in Deutschland über die EU-Vorgaben hinaus geltenden Regelungen gewährleisten somit eine größere Sicherheit für den Verbraucher. Mit einer Angleichung der nationalen Vorschriften an die EU-Vorgaben hätten die Verbraucher ein höheres, wenn auch nicht im Einzelnen quantifizierbares Risiko, mit BSE-Erregern verunreinigtes Rindfleisch aus deutschen Schlachtungen zu verzehren. Das BfR empfiehlt daher erneut, die geltende nationale Regelung beizubehalten.

1 Gegenstand der Bewertung

Während nach der EG-Verordnung Nr. 999/2001 bei Feststellung eines BSE-Falls beim Rind nur das dem BSE-Tier vorausgehende Rind und die beiden ihm nachfolgenden Tiere zu maßregeln und unschädlich zu beseitigen sind, verlangt die nationale BSE-Untersuchungsverordnung die Vernichtung aller auf das BSE-Tier folgenden Schlachtkörper, die vor einer BSE-Erreger entfernenden und inaktivierenden Reinigung und Desinfektion der Arbeitsgeräte an derselben Schlachtlinie geschlachtet wurden. Das Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft (BMVEL) hat das BfR gebeten, die im Jahr 2003 vorgenommene Bewertung des Kontaminationsrisikos, das von einem BSE-

positiven Tier auf die ihm in der Schlachtlinie nachfolgenden Tierkörper ausgeht, im Licht des derzeitigen wissenschaftlichen Kenntnisstands zu überprüfen.

Neu zu bewerten ist darüber hinaus das Risiko, das für den Verbraucher durch eine Angleichung der nationalen Vorschriften an die gemeinschaftliche Regelung zum jetzigen Zeitpunkt entstehen würde.

2 Ergebnis

BSE-infizierte Rinder werden mittels Schnelltest nur entdeckt, wenn ihr Hirnstamm pathologische Prionproteine bereits in höheren und damit nachweisbaren Konzentrationen aufweist. Von diesen nachweislich infizierten Tieren geht bei allen Schlachtarbeiten, bei denen die Gehirn und Rückenmark umschließenden bindegewebigen und knöchernen Hüllen eröffnet werden und erregerehaltiges Gewebe aus dem Zentralnervensystem (ZNS) freigesetzt wird, ein hohes Kontaminationsrisiko für ihre Umgebung aus. Dies gilt insbesondere für die Bolzenschussbetäubung, das Absetzen des Kopfes und das Spalten des Schlachtkörpers im Wirbelkanal.

Erregerehaltige ZNS-Gewebsteilchen können dabei die Schlachtgeräte kontaminieren, insbesondere den Bolzenschussapparat, die mit ZNS in Berührung kommenden Messer, Rückenmark-Absaugschläuche und/oder Spaltsägen, welche die Wirbelsäule im Rückenmarkskanal durchtrennen. Die Kontaminationen können nicht nur auf bzw. in dem BSE-positiven Tier selbst verteilt, sondern auch auf nachfolgende Tierkörper verschleppt werden. Eine vollständige Beseitigung von Eiweißrückständen im Lauf von penetrierenden Bolzenschussgeräten und im Gehäuse von Spaltsägen ist während der laufenden Schlachtung nicht möglich. Es muss somit bis zur gründlichen Reinigung und Desinfektion der Geräte bzw. ihrem Austausch damit gerechnet werden, dass ihnen anhaftende Gehirn- und Rückenmarkspartikel im Laufe der weiteren Schlachtung losgerissen und auf nachfolgende Tiere übertragen werden können. Dieses Risiko ist nach Einschätzung des BfR nicht nur auf die nachfolgenden beiden Schlachtkörper begrenzt, sondern bis zum Austausch bzw. zur gründlichen Reinigung und Desinfektion der Bolzenschussapparate und Spaltsägen gegeben. Diese Einschätzung wurde in bezug auf die Spaltsäge inzwischen durch Untersuchungsergebnisse in vollem Umfang bestätigt (Helps et al., 2004). Eine gründliche Reinigung und BSE-Dekontamination dieser Geräte, insbesondere der Spaltsäge, die hierzu geöffnet werden muss, kann nur in Schlachtpausen, d.h. am Ende der Schlachtung einer Charge, vorgenommen werden.

Das Risiko hängt zudem von der Schlachttechnik ab. Sofern bei der Schlachtung zu keinem Zeitpunkt eine Eröffnung der Schädelhöhle oder des Wirbelkanals erfolgt, entfällt nach Einschätzung des BfR das Kontaminationsrisiko für den voraufgehenden und die beiden nachfolgenden Tierkörper. Die Eröffnung des Wirbelkanals, insbesondere die Längsspaltung der Schlachtkörper im Wirbelkanal vor Entfernen des Rückenmarks mit der Freisetzung von ZNS-Gewebe, ist jedoch nach wie vor gängige Praxis in der Rinderschlachtung.

Bei Rindern, die nach den deutschen Vorgaben geschlachtet werden, gelangt eine BSE-Kontamination dritter und weiterer Tiere, die auf das BSE-positive Rind folgen, nicht an den Verbraucher. Denn alle Tiere werden aus der Lebensmittelkette genommen, die bis zur Reinigung und Desinfektion der kontaminierten Schlachtgeräte mit diesen bearbeitet wurden. Demgegenüber steigt die Exposition des Verbrauchers gegenüber BSE-kontaminiertem Rindfleisch bei nach EU-Vorgaben geschlachteten Tieren mit der Zahl der einem BSE-positiven Tier folgenden dritten und weiteren Tiere an. Letztere dürfen nach EU-Recht als Lebensmittel in den Verkehr gebracht werden.

Mit einer Angleichung der nationalen Vorschriften an die EU-Vorgaben (Vernichtung nur des vorausgehenden und der beiden dem BSE-Tier nachfolgenden Schlachtkörper) würde sich das Risiko für den Verbraucher, mit BSE-Erregern in Kontakt zu kommen, beim Verzehr des Fleisches von Rindern aus deutschen Schlachtungen daher in allerdings nicht quantifizierbarer Weise erhöhen. Es sei denn, es würden Schlachttechnologien angewendet, bei denen weder Schädelhöhle noch Wirbelkanal eröffnet werden. Solche Verfahren stellen jedoch derzeit die Ausnahme in der Rinderschlachtung dar.

3 Begründung

3.1 Risikobewertung

3.1.1 Agens

Der Erreger der bovinen spongiformen Enzephalopathie des Rindes (BSE) und der Erreger der neuen Variante der Creutzfeldt-Jakob-Krankheit des Menschen (vCJK) sind nach derzeitigem Kenntnisstand mit großer Wahrscheinlichkeit identisch. Beide Krankheiten gehören zu den transmissiblen spongiformen Enzephalopathien (TSE), als deren Auslöser von der Mehrheit der Wissenschaftler ein infektiöses Protein, das sog. Prion (proteinaceous infectious particle) angenommen wird. Der wahrscheinlichste Infektionsweg ist die Aufnahme der Erreger mit der Nahrung. Jüngere, noch unveröffentlichte Untersuchungsergebnisse britischer Studien zur Ermittlung der minimalen Infektionsdosis beim Rind belegen, dass bei dieser Tierart schon geringste Mengen infektiöser ZNS-Substanz (1 mg) zu einer oralen Infektion führen können (Windl 2004, pers. Mitt.; bestätigt durch pers. Mitt. des VLA Weybridge, 2004).

Zu den Eigenschaften des Erregers gehört eine hohe Hitzeresistenz, d.h. er wird mit den im Schlachthof üblichen Sterilisatoren für Arbeitsgeräte, die mit einer Wassertemperatur von 82°C arbeiten und in denen die Geräte zwischen zwei Tieren dekontaminiert werden sollen, um eine Übertragung von Mikroorganismen von einem Tier auf das nächste zu verhindern, nicht vernichtet. Zudem gibt es Anhaltspunkte für eine intensive Haftung von Prionen auf rostfreiem Stahl, wie er insbesondere für chirurgische Instrumente, aber auch Schlachteinrichtungen und -geräte eingesetzt wird (Flechsigt, 2001, Roth et al., 2003, Weissmann et al., 2002).

Weitere Informationen zum Erreger und zur Erkrankung können auf den Internet-Seiten des BfR unter <http://www.bfr.bund.de/cd/675>, unter http://www.bfr.bund.de/cm/208/bse_des_rindes_und_deren_uebertragbarkeit_auf_den_menschen.pdf sowie im Merkblatt der Bundesärztekammer unter http://www.rki.de/cln_006/nn_226928/DE/Content/Infekt/Krankenhaushygiene/Erreger__ausgewaehlt/CJK/CJK__pdf__05,templateld=raw,property=publicationFile.pdf/CJK_pdf_05 nachgelesen werden.

3.1.2 Gefährdungspotenzial

Der BSE-Erreger wird durch übliche küchentechnische Verfahren der Verarbeitung von Lebensmitteln (Erhitzen etc.) und Zubereitung nicht vollständig inaktiviert. Beim Verzehr BSE-erregerhaltiger Nahrung kann sich der Mensch mit dem Agens infizieren. Die Erkrankung kann nach mehrjähriger bis möglicherweise jahrzehntelanger Inkubationszeit ausbrechen. Eine vCJK-Erkrankung verläuft unter zunehmend schwerer werdenden Krankheitserscheinungen und endet stets tödlich. Es gibt noch immer keine Therapie der Erkrankung, noch besteht die Möglichkeit einer vorbeugenden Schutzimpfung.

Aus diesen Gründen (minimale Infektionsdosis für den Menschen nicht bekannt, keine ausreichende Vernichtung des Erregers bei der Verarbeitung und küchentechnischer Zubereitung, hohe Widerstandsfähigkeit des Erregers gegenüber herkömmlichen Desinfektionsverfahren, keine medizinische Vorbeuge und Therapie der Erkrankung, stets schweres Krankheitsbild mit tödlichem Verlauf) muss der Erreger aus der Lebensmittelkette ferngehalten werden, um den Verbraucher vor einer BSE-Infektion zu schützen.

3.1.3 Exposition

Bei der Expositionsabschätzung für den Verbraucher sind folgende Kriterien zu berücksichtigen:

- die Zahl der bei der Schlachtung mittels BSE-Test als infiziert erkannten Tiere,
- die bei diesen im Zentralnervensystem zu erwartenden Erregerkonzentrationen,
- die Zahl der nachfolgenden Tiere, die in direktem Kontakt oder über die Verwendung der gleichen Schlachtgeräte oder das Schlachtpersonal kontaminiert werden können und bei der Fleischuntersuchung tauglich beurteilt wurden,
- Art und Ausmaß der möglichen Kontamination dieser Schlachtkörper,
- Art und Menge des davon als Lebensmittel in den Verkehr gelangenden Gewebes,
- Möglichkeit der Weitergabe oberflächlicher Kontaminationen mit BSE-Erregern an andere Lebensmittel bei Transport, Lagerung und Weiterverarbeitung,
- Häufigkeit des Verzehrs dieser Gewebe durch den Verbraucher,
- die dabei aufgenommene Erregermenge und
- die minimale Infektionsdosis für den Menschen.

Zu den meisten dieser Kriterien liegen dem BfR noch immer unzureichende oder sogar widersprüchliche Daten vor. Zwar hat sich die Datenlage aufgrund neuer Untersuchungsergebnisse in einigen Bereichen verbessert, jedoch gibt es andererseits Anzeichen für das mögliche Auftreten neuer BSE-Erregervarianten (sog. „atypische“ BSE-Fälle), bei denen damit gerechnet werden muss, dass Erregerverteilung und Erregerkonzentration vom bisher bekannten BSE-Erreger abweichen (Biacabe et al., 2004; Casalone et al., 2004). Berechnungen der Exposition der Bevölkerung gegenüber dem BSE-Erreger wurden jüngst in der Schweiz (Breidenbach et al., 2004) und in Großbritannien (Comer et al., 2004, Comer, 2004) auf der Grundlage weniger belastbarer Daten und vieler nicht hinreichend gesicherter Annahmen unternommen. So gehen Comer et al. (2004) bei der Kontamination von Schlachtkörpern aufgrund vorläufiger Ergebnisse einer laufenden Studie von einer durchschnittlichen Menge von 100 mg ZNS-Gewebe auf dem gespaltenen und gewaschenen Tierkörper aus sowie von einem nicht näher erläuterten Übergang von nur 1% dieser Kontamination ins verkaufsfähige Fleisch. Immerhin räumen sie ein, dass es diesbezüglich offenbar große Unterschiede zwischen einzelnen Schlachtbetrieben gibt. Breidenbach et al. (2004), welche das Risiko bewerteten, das für die Schweizer Bevölkerung von einer Kontamination der Rinderschlachtkörper mit Rückenmarksgewebe ausgeht, übernahmen ungeprüft Werte von Comer et al. (2003) und gingen im übrigen davon aus, dass sich eine mögliche Verschleppung von ZNS-Gewebe auf die ersten beiden auf das BSE-infizierte Tier folgenden Schlachtkörper beschränkt. Das BfR hält quantitative Bewertungen dieses Risikos zum derzeitigen Zeitpunkt mangels belastbarer Daten für Spekulation. Daher soll sich die Expositionsabschätzung auf nachfolgende Überlegungen beschränken.

Während die Gefahr der Erregerverschleppung, die von einem nachweislich BSE-infizierten Tier ausgeht, unabhängig von der Zahl der unter Schlachtrindern festgestellten BSE-Fälle gleich bleibt, wächst die Exposition des Menschen gegenüber dem BSE-Erreger grundsätz-

lich mit der Zahl der mit dem Erreger kontaminierten, aber nicht aus der Lebensmittelkette genommenen Schlachtkörper.

Maßregelungen nachfolgender Schlachtkörper treten nur dann ein, wenn ein Rind aufgrund des BSE-Schnelltestergebnisses als BSE-infiziert erkannt wird, d.h. die Erregerkonzentration in der untersuchten Obexprobe ausreicht, um den Nachweis einer BSE-Infektion zu führen. Dies war nach den vom BMVEL im Internet publizierten Daten (<http://www.verbraucherministerium.de/index-057841728E704358997B3A06EE928514.html>) im Jahr 2001 nachweislich bei 38, im Jahr 2002 bei 42, im Jahr 2003 bei 23, im Jahr 2004 bei 35 und im Jahr 2005 bei bisher 7 (Stand 30.04.2005), d.h. bei insgesamt 138 Rindern der Kategorie „gesund geschlachtete Tiere“ der Fall.

Für die Beurteilung des Kontaminationsrisikos, das von diesen Tieren für die ihnen vorausgehenden bzw. nachfolgenden Schlachtkörper ausgeht, ist allein die mögliche Verbreitung der Erreger über direkten Kontakt, Spritzwasser oder die Luft sowie ihre Verschleppung über kontaminierte Schlachtgeräte und das Schlachtpersonal relevant. Die von einem einzelnen BSE-positiven Tier über die Verschleppung erregerhaltigen Materials auf nachfolgende Tiere ausgehende Gefahr für den Verbraucher hängt dabei wesentlich von der verwendeten Schlachttechnik ab.

Ein direkter Kontakt des BSE-positiven Schlachtkörpers mit anderen Schlachtkörpern an der Schlachtlinie hat aus allgemeinen Hygienegründen bis zum Abschluss der Fleischuntersuchung zu unterbleiben. (Dies gilt für jeden Schlachtkörper, da vor Abschluss der Fleischuntersuchung nicht bekannt ist, ob ein Tierkörper als Lebensmittel in den Verkehr gehen darf oder nicht). Ein solcher Kontakt ist bei Bandschlachtungen in der Regel nur mit dem unmittelbar vorausgehenden und dem unmittelbar nachfolgenden Tierkörper denkbar. Sofern das BSE-Tier wegen anderer bei der Fleischuntersuchung erkannter Mängel auf ein Aussonderungsband geschoben wurde, kann es dort auch mit weiteren Tierkörpern in Kontakt kommen. Nach der Fleischuntersuchung ist die Vermeidung eines direkten Kontaktes aus allgemeinen Hygienegründen allerdings nicht mehr gefordert, so dass beim Verbringen in die Kühlräume auch andere als die bei der Schlachtung unmittelbar vorausgehenden oder nachfolgenden Tierkörper berührt werden können.

Das direkte Versprühen und Verspritzen erregerhaltigen ZNS-Gewebes betrifft die dem BSE-Tier vorausgehenden wie die ihm nachfolgenden Schlachtkörper in gleicher Weise. Wäre eine Kontamination weiterer als nur der unmittelbar benachbarten Tierkörper durch Ansprühen und Anspritzen zu befürchten, wären dementsprechend weitere vorausgehende Tiere in der Schlachtkette zu maßregeln.

Eine höhere Exposition des Verbrauchers durch die BSE-Regelungen der Verordnung (EG) 999/2001 gegenüber der national durch die BSE-Untersuchungsverordnung vorgeschriebenen Regelung ist daher erst ab dem dritten auf das BSE-Tier folgenden Tier anzunehmen und zu bewerten.

Grundsätzlich dürfte sich die Zahl der erst nach der Schlachtung entdeckten BSE-Fälle bei den nach Erlass des Verfütterungsverbot bis zu dessen vollständiger Durchsetzung geborenen Rindern zunehmend verringern und damit auch die Exposition des Verbrauchers gegenüber dem Erreger reduzieren. Dieses Infektionsrisiko dürfte in Deutschland gegenüber anderen EU-Mitgliedstaaten sogar theoretisch geringer sein, da hier nicht nur der Einsatz tierischer Proteine, sondern auch tierischer Fette dem Verfütterungsverbot unterliegt. Von dessen Durchsetzung kann allerdings nicht vor dem Jahr 2002 ausgegangen werden, wie die vom BMVEL im Internet veröffentlichten Ergebnisse der Futtermittelanalysen bis zum

Jahr 2002 (<http://www.verbraucherministerium.de/index-00033F01FC2D117D92666521C0A8D816.html>) belegen. Auch der kürzlich entdeckte Fall eines im Mai 2001 geborenen BSE-Rindes (<http://www.verbraucherministerium.de/index-0002820820B9125587096521C0A8D816.html>) weist darauf hin, dass Erlass und vollständige Durchsetzung des Verfütterungsverbots nicht zusammenfielen.

Bei Rindern, die im BSE-Schnelltest als positiv erkannt werden, muss mit einer hohen Erregerkonzentration in Gehirn und Rückenmark, d.h. dem ZNS gerechnet werden. Beim lebenden Tier ist dieses hochinfektiöse Material von bindegewebigen Hüllen (insbesondere der Dura mater) umschlossen und von einer Knochenkapsel (Hirnschädel und Wirbelsäule) umgeben. Im Ablauf der Rinderschlachtung werden diese Schutzhüllen in Abhängigkeit von der Schlachttechnik an einer Vielzahl von kritischen Punkten des Schlachtprozesses eröffnet, und das darin befindliche ZNS wird zerstört, so dass ZNS-Gewebesteilchen austreten und den Schlachtkörper, die Umgebung der Schlachtlinie, die Schlachtgeräte und die Hände, Arme und Schutzkleidung des Schlachtpersonals kontaminieren können (Schütt-Abraham, 2002).

Zu diesen kritischen Punkten gehören insbesondere:

- die Betäubung durch Bolzenschuss,
- das Absetzen des Kopfes,
- die Bearbeitung des abgesetzten Kopfes,
- die Spaltung des Schlachtkörpers im Rückenmarkskanal, insbesondere vor Absaugen des Rückenmarks,
- das Absaugen des Rückenmarks mit Vakuumschläuchen vor der Spaltung der Tierkörper,
- das Entfernen des Rückenmarks nach der Spaltung mit dem Messer, mit Vakuumsaugern oder mit Rückenmarksfräsen.

Hinzu kommen Kontaminationsmöglichkeiten durch Abwasser, das vom Schlachtplatz oder der Schlachteinrichtung auf nachfolgende Schlachtkörper zurückspritzt und dabei zu Boden gefallene oder vom Schlachtkörper abgewaschene Partikel von spezifiziertem Risikomaterial (SRM) mit sich reißt (Sägenabwasser, Handbrausen). Diese Spritzwasserkontamination stellt einen schwerwiegenden allgemeinen Hygienemangel dar, der auch bei nicht testpflichtigen Tieren in keinem Fall toleriert werden darf, jedoch bei Kontrollen des Lebensmittel- und Veterinärämtes der Europäischen Kommission in Schlachtbetrieben wiederholt festgestellt wurde. Eine Kontamination des Schlachthallenfußbodens unterhalb der Schlachtlinie durch ZNS-haltigen Liquor cerebrospinalis, der nach dem Absetzen des Kopfes aus dem offenen Ende des Wirbelkanals tropft, ist durch die Untersuchungen von Prendergast et al. (2003) belegt. Die Autoren beobachteten sogar das Herausfallen mit dem bloßen Auge sichtbarer ZNS-Gewebesteilchen aus dem Bolzenschussloch während des Enthäutens, wenn der zu diesem Zeitpunkt noch am Schlachtkörper befindliche Kopf heftig hin und her schlug.

Die Verbreitung von ZNS-Material auf bzw. im Schlachtkörper und entlang der Schlachtlinie ist bei verschiedenen Schlachttechniken durch Untersuchungen an Rindern (Helps et al., 2002; Prendergast et al., 2003; Schwägele et al., 2002; Troeger et al., 2002) belegt. Untersuchungen bei der Schafschlachtung (Buncic et al., 2003) oder von Rinderschlachtlinien (Daly et al., 2002) zeigten zudem eine Ausbreitung als Marker verwendeter Modellkeime längs der gesamten Schlachtlinie. Neue Untersuchungen an Bandsägen bestätigen die Kontaminationsgefahren, die durch Ansammlung von ZNS-Rückständen in der Säge sogar nach deren praxisüblicher Zwischenreinigung für weitere als nur die beiden nachfolgenden Tierkörper entstehen (Helps et al., 2004).

Nachfolgend sollen die kritischen Punkte bei der Schlachtung im Einzelnen beleuchtet werden:

- **Betäubung durch Bolzenschuss**

Bei der Betäubung mit dem penetrierenden Bolzenschuss wird die Schädelhöhle eröffnet. Der eindringende Bolzen disloziert in Abhängigkeit vom Bolzendurchmesser und der Eindringtiefe etwa 10 g Gehirngewebe (Anil u. Harbour, 2001). Ein Teil dieses Gewebes kann beim Eindringen des Bolzens aus der Schussöffnung gepresst werden und das um die Einschussöffnung liegende Fell kontaminieren (Moje et al., 2002, Prendergast et al., 2003). In jedem Fall wird der Bolzen mit Gehirngewebe kontaminiert. Dem Bolzen seitlich anhaftende größere Gewebspartikel dürften beim Zurückziehen des Bolzens aus der Schussöffnung von der elastischen Haut abgestreift werden, kleinere Gewebspartikel können aber haften bleiben, beim Zurückziehen des Bolzens in den Lauf des Schussapparates eingezogen werden und diesen kontaminieren. Bei konkav gestalteten Bolzenenden können in der Höhlung Gewebsreste zurückbleiben und, solange keine Reinigung und Desinfektion des Bolzenschussgerätes erfolgt, im weiteren Verlauf der Schlachtung jederzeit auf nachfolgende Tiere übertragen werden. So zeigten Untersuchungen mit einem durch Markerkeime kontaminierten Bolzenschussgerät an 2 x 5 Schafen, dass die Schusswunden aller jeweils 5 nachfolgend geschossenen Tiere auf diese Weise mit dem Markerkeim kontaminiert wurden, während die Markerkeime im Blut von durchschnittlich 30% und auf der Schlachtkörperoberfläche von durchschnittlich 40% der nachfolgenden Tiere nachweisbar waren (Buncic et al., 2002). Diese Prozentangaben lassen offen, ob die insgesamt 3 im Blut und 4 auf der Schlachtkörperoberfläche kontaminierten Tierkörper zu den jeweils 2, dem kontaminierten Tier unmittelbar folgenden Schlachtkörpern gehörten oder ob eine Kontamination auch bei weiteren nachfolgenden Tieren gefunden werden konnte.

Bei einer weiteren Gruppe von 5 Schafen wurde die Ansatzstelle des Bolzenschussapparates vor der Betäubung mit Markerkeimen kontaminiert. 2 von 20 Luftproben, die einen halben Meter vom Kopf dieser Tiere entfernt genommen wurden, und 6 von 20 Proben, die in einem Meter Abstand gewonnen wurden, enthielten die Markerkeime. Diese ließen sich auch in 8 von 10 von den Händen des Betäubers und 4 von 10 von dessen Schürze genommenen Proben sowie in 40% der 10 vom Schulterfell und 20% der 10 im Brustfell dieser Tiere gezogenen Proben nachweisen. Demgegenüber ließen sich von den Beinen dieser Tiere (10 Proben) und aus der Nase des Betäubers (10 Proben) keine Markerkeime isolieren (Buncic et al., 2002).

Bei der Betäubung mit dem nicht-penetrierenden Bolzenschuss (stumpfe Schuss-Schlagbetäubung) kommt es zwar nicht zu einem Eindringen des Bolzens in das Gehirn, jedoch wird in Abhängigkeit von der Konstruktion des verwendeten Schussapparats regelmäßig die äußere und in vielen Fällen auch die innere Knochenlamelle der Schädelkapsel durchbrochen und die Dura verletzt (Anil, 2003, pers. Mitt.; Hoffmann et al., 2002; Moje et al., 2002). Bei der Betäubung von Schafen mit Pilzkopfgeräten war die Hirnbasis zudem häufig geborsten und die Haut über der Schussstelle in typischer Weise aufgeplatzt (Schütt-Abraham et al., 1982). Auch bei der stumpfen Schuss-Schlagbetäubung mit den derzeit auf dem Markt befindlichen Geräten muss daher bei einer von der Aufschlagskraft und der Gestaltung des Bolzenendes abhängigen Zahl von Tieren mit einer Eröffnung der Schädelhöhle und dem Austritt von ZNS-Material gerechnet werden.

Bei der Elektrobetäubung ist demgegenüber eine Eröffnung der Schädelhöhle ausgeschlossen.

- **Absetzen des Kopfes**

Beim Absetzen des Kopfes wird der Wirbelkanal eröffnet und das Rückenmark mit einem Messer durchtrennt. Dabei läuft Liquor cerebrospinalis, ggf. versetzt mit Rückenmarksgewebsteilchen, auf den Fußboden ab (Prendergast et al., 2003). Schon aus allgemeinen Hygienegründen ist an diesem Arbeitsplatz ein Messerwechsel zwischen zwei Tieren gefordert (Empfehlung 89/214/EG). Sofern am Kopfabsetzplatz für das Durchtrennen des Rückenmarks bei jedem Tier einer Charge ein nur einmal verwendbares Messer benutzt wird oder die Messer nach einmaligem Gebrauch eingesammelt und vor Wiederverwendung gründlich gereinigt und einer BSE-Dekontamination unterzogen werden, kann die Verschleppung von ZNS-Material auf nachfolgende Tierkörper durch Arbeitsgeräte bei diesem Arbeitsschritt wirkungsvoll unterbunden werden. Jedoch waren Untersuchungen von Prendergast et al. (2003) zufolge auch die Hände und Schürzen des an diesem Arbeitsplatz tätigen Personals mit ZNS-Gewebe kontaminiert.

- **Bearbeitung des abgesetzten Kopfes**

Die Bearbeitung des abgesetzten Kopfes hat schon aus Hygienegründen abseits der Schlachtlinie und von dieser abgeschirmt zu erfolgen. Bei Beachtung dieser Vorgaben geht von dem Kopf kein Risiko einer ZNS-Verschleppung auf die Schlachtkörper aus. Hinsichtlich des für das Kopffleisch bestehenden Risikos wird auf die speziell hierzu abgegebenen bisherigen BfR-Stellungnahmen verwiesen:

http://www.bfr.bund.de/cm/208/zulassungsvoraussetzungen_fuer_die_kopfzerlegung.pdf,

http://www.bfr.bund.de/cm/208/gewinnung_von_rinderbackenfleisch_verschlussstopfen_fuer_bolzenschussloch.pdf,

http://www.bfr.bund.de/cm/208/liste_von_kritischen_hygienepunkten_bei_der_gewinnung_von_koepfen_und.pdf

- **die Spaltung des Schlachtkörpers im Wirbelkanal**

Hier muss zwischen der Spaltung im vollen (rückenmarkhaltigen) und im leeren (rückenmarklosen) Wirbelkanal unterschieden werden.

Das höchste Risiko einer Verschleppung von ZNS-Gewebsteilchen auf nachfolgende Tierkörper birgt die Durchtrennung der Wirbelsäule mit einer Bandsäge im „vollen“ Rückenmarkskanal vor Absaugen des Rückenmarks. Insbesondere bei handgeführten Bandsägen wird das Sägegehäuse dabei außen und innen mit ZNS-Gewebsteilchen kontaminiert, die bei der obligatorischen Zwischenreinigung und -desinfektion zwischen zwei Tieren nicht sicher entfernt werden können. Zudem werden vorhandene BSE-Erreger durch die Anwendung von Heißwasser mit 82 °C nicht vernichtet. Eine Weitergabe der sich im Sägegehäuse ansammelnden Rückenmarkspartikel von einem BSE-positiven Tier an nachfolgende Tierkörper erscheint wie beim Bolzenschussgerät bis zur gründlichen Innenreinigung der Sägen jederzeit möglich.

Dies ist inzwischen durch Untersuchungen belegt. So konnten Helps et al. (2004) durch die Spaltsäge verschlepptes Rückenmarksmaterial unter verschiedenen, die Praxis nachstellenden Versuchsbedingungen (mit und ohne Zwischenreinigung der Säge zwischen zwei Tieren bzw. Abduschen der Schlachtkörper vor der Probenahme, Spalten des BSE-Markertieres zu Beginn oder im Verlauf einer Charge) regelmäßig noch auf dem letzten von vier weiblichen Rindern nachweisen, die dem männlichen Markertier nachfolgten. Bis zu 2,5% dieses Gewebes, darunter annähernd 9 mg ZNS, waren männlichen Ursprungs und stammten somit vom Markerbullen. Unter Versuchsbedingungen akkumulierten im Schlachtbetrieb zwischen 23 und 135 g Gewebe im Gehäuse der Spaltsäge, davon stammten 10 - 15% vom ersten Schlachtkörper, und 7 - 61 mg davon waren ZNS-Gewebsreste. Damit stellen die im Sägegehäuse akkumulierten Sägenrückstände ein signifikantes Reservoir von ZNS-Material dar,

das jederzeit im Verlauf der weiteren Schlachtung freigesetzt werden kann, und, sofern es von einem nachweislich BSE-infizierten Rind stammt, als infektiös angesehen werden muss.

Darüber hinaus birgt die oberflächliche Kontamination des gespaltenen Schlachtkörpers mit ZNS-Gewebe das Risiko, dass bei der Weiterbehandlung die Hände des Schlachtpersonals mit selbigem kontaminiert werden und sich dieses SRM daher bis in den Kühlraum an der Schlachtlinie ausbreitet (Prendergast et al., 2003).

Ein geringeres Risiko besteht, wenn vor dem Spalten der Wirbelsäule im Wirbelkanal das Rückenmark abgesaugt wird. Jedoch ist auch bei diesem Verfahren noch mit dem Vorhandensein von Rückenmarksresten im Wirbelkanal zu rechnen, die beim Durchsägen das Sägengehäuse innen und außen durch Sägenabrieb kontaminieren können (Schwägele et al., 2002).

Ein deutlich geringeres Risiko besteht, wenn die Wirbelsäule nicht im, sondern neben dem Wirbelkanal gespalten wird. Hier wird SRM nur dann getroffen, wenn dabei die Spinalganglien durchsägt werden oder die Säge in den Rückenmarkskanal abrutscht. Ansonsten besteht ein Kontaminationsrisiko nur dort, wo der Wirbelkanal beim Kopfabsetzen eröffnet wurde, wie Untersuchungen von Helps et al. (2002) mittels Nachweis der ZNS-Marker saures Gliafaserprotein (GFAP) und S-100 β belegen. Auch Troeger et al. (2003) konnten nach Anwendung der Keilmethode (V-förmiges Heraushacken des Wirbelkanals mit einem Hackbeil) weder auf den Hackflächen noch auf einigen Tupferproben von anderen mit den Hackflächen in Berührung gekommenen Gegenständen GFAP nachweisen. Nach Anwendung der Lateralmethode (einseitiges Durchtrennen der Wirbelsäule mit einer Kreissäge neben dem Wirbelkanal) konnte bei 1 von insgesamt 57 Proben von Schlachtkörperhälften (beprobte wurden jeweils 3 Stellen einer Schlachtkörperhälfte), bei der versehentlich der Wirbelkanal eröffnet worden war, aber bei keiner von 18 vom Sägeblatt genommenen Proben ZNS-Gewebsmarker nachgewiesen werden.

Für Schlachtkörper, die nach dem Absetzen des Kopfes nicht gespalten werden, gilt Entsprechendes.

Ein Kontaminationsrisiko nachfolgender Schlachtkörper ist demgegenüber ausgeschlossen, wenn die Rinder elektrisch betäubt und Wirbelsäule und Kopf zusammenhängend ohne Eröffnen der Schädelhöhle oder des Wirbelkanals entnommen werden, wie es in handwerklichen Schlachtereien praktiziert werden kann.

- **das Absaugen des Rückenmarks vor der Spaltung mit Vakuumschläuchen**

Dieses Verfahren reduziert die Gefahr der Freisetzung und Verschleppung von Rückenmarksgewebsteilchen bei der Spaltung der Tierkörper erheblich. Nicht selten verbleiben jedoch Rückenmarksreste im Wirbelkanal und stellen bei der Spaltung ein Kontaminationsrisiko dar.

Zudem birgt die Anwendung des Absaugverfahrens selbst ein Kontaminationsrisiko. Die in die Wirbelsäule eingeführten Kunststoffschläuche kommen auf ganzer Länge nicht nur innen, sondern auch außen mit Rückenmark in Berührung. Diese Kontamination überträgt sich beim Herausziehen der Schläuche auf die Hände des Personals. Um eine Kreuzkontamination zu vermeiden, muss daher nicht nur jede Berührung des benutzten Schlauches mit der Tierkörperoberfläche vermieden, sondern müssen auch zwischen zwei Tieren die Hände gründlich gereinigt oder die Handschuhe gewechselt werden. Eine ausreichende Zwischenreinigung der Schläuche zwischen zwei Tieren, die sicherstellt, dass keine Gewebspartikel auf nachfolgende Tiere übertragen werden können, ist schwer vorstellbar. Das vollständige

Auswechseln der Schläuche zwischen zwei Tieren würde Kreuzkontaminationen zwar vorbeugen, ist jedoch mit einem hohen Material- und Zeitaufwand verbunden und erscheint daher unter Praxisbedingungen kaum durchsetzbar. Untersuchungsergebnisse liegen dem BfR zu dieser Problematik jedoch nicht vor.

- **das Entfernen des Rückenmarks nach der Spaltung (mit dem Messer, Vakuumsaugern oder Rückenmarksfräsen)**

Sofern zum Entfernen des Rückenmarks aus dem gespaltenen Schlachtkörper für jedes Tier ein eigenes Messer eingesetzt wird, kann der Gefahr einer Kreuzkontamination über die Messer (wie beim Kopfabsetzen dargelegt) erfolgreich vorgebeugt werden. Beim Verwenden von Vakuumsaugern oder Rückenmarksfräsen muss jedoch mit einer Verschleppung von Rückenmarksgewebe über mehrere Tierkörper gerechnet werden, da diese Geräte hochgradig mit ZNS-Gewebe kontaminiert werden, aber zwischen zwei Tieren nicht hinreichend gründlich gereinigt und desinfiziert werden können (Schwägele et al., 2002).

Darüber hinaus besteht an allen Arbeitsplätzen nach Eröffnen der Schädelhöhle oder des Wirbelkanals die Gefahr der Weitergabe von ZNS-Gewebe über die Hände, Arme und Schutzkleidung des Schlachtpersonals (Helps et al., 2002; Prendergast et al., 2003; Schwägele et al., 2002). Auch diese können nur in den Schlachtpausen zwischen zwei Chargen, nicht aber zwischen zwei Tieren einer Schlachtcharge mit der zur Verhütung der Weitergabe von BSE-erregerhaltigem Material erforderlichen Gründlichkeit gereinigt und desinfiziert werden.

3.2 Weitere Aspekte

Die in Deutschland über die EU-Vorgaben hinaus geltenden Sicherheitsmaßnahmen bedeuten bei Verwendung von Schlachttechniken, welche die Schädelhöhle und den Wirbelkanal eröffnen, eine zusätzliche Sicherheit für den Verbraucher. Rindfleisch, das nach den Vorgaben der nationalen BSE-Untersuchungsverordnung erschlachtet wurde, birgt gegenüber Rindfleisch, das lediglich unter Einhaltung der EU-Vorgaben gewonnen wurde, ein zwar nicht quantifizierbares, aber erkennbar geringeres BSE-Risiko.

Mit zunehmender Eliminierung des BSE-Eintrags in die Rinderpopulation ist (mit entsprechender, durch die lange Inkubationszeit bedingter Verzögerung) zu erwarten, dass die Zahl BSE-positiver Rinder auch bei Schlachtungen drastisch abnimmt. Sie dürfte bei Rindern, die erst nach dem vollen Wirksamwerden des Verfütterungsverbots geboren wurden, nur noch ein extrem seltenes Ereignis darstellen. Allerdings ist derzeit offen, ab wann von einer vollständigen Durchsetzung des Verfütterungsverbotes ausgegangen werden kann. Zumindest im Geburtsjahrgang 2001 hat es in Deutschland nachweislich noch einen BSE-Fall gegeben, als dessen wahrscheinlichste Infektionsquelle noch vorhanden gewesenes kontaminiertes Futter gilt.

Schlachtbetriebe können das Risiko von Verlusten infolge eines BSE-Falles durch organisatorische Maßnahmen (Schlachtung der nicht testpflichtigen Tiere und der jüngeren Rinder vor der Schlachtung älterer Kühe) begrenzen und das inzwischen abnehmende Risiko, einen BSE-Fall in der Schlachtcharge zu entdecken, mit einer Erhöhung der Chargengröße beantworten. In der Kalkulation steht der im schlimmsten Fall zu erwartende Verlust einer Tagesproduktion den laufenden Kosten für die Reinigung und Desinfektion (samt der damit verbundenen Abnutzung der Schlachteinrichtungen und -geräte) bei der Chargenbildung gegenüber.

Mit fortschreitender Entwicklung anlagenschonender, aber dennoch gegen TSE-Erreger wirksamer Desinfektionsmittel ist zu erwarten, dass sich die Belastung der Schlachteinrichtungen und -geräte durch die derzeit vorgeschriebenen, gegen BSE-Erreger wirksamen, jedoch gegenüber Stahl hochaggressiven Mittel Natronlauge und Natriumhypochlorit reduziert. Experimentelle Untersuchungen zur Dekontamination von chirurgischem Stahl erbrachten vielversprechende Hinweise darauf, dass Kombinationspräparate aus jeweils schwach dosierten Stoffen mit PrPSc ablösenden, destabilisierenden und/oder degradierenden Wirkungen entwickelt werden können, deren Komponenten einzeln zwar nicht zum Erfolg führen, aber in ihrer kombinierten Anwendung eine ausreichende Inaktivierung der Erreger bewirken (Lemmer et al., 2004, Fichet et al., 2004, Jackson et al., 2005).

3.3 Risikocharakterisierung

Ob und wie viele der einem BSE-Rind nachfolgenden Schlachtkörper von diesem kontaminiert werden können, hängt in hohem Maße von der verwendeten Schlachttechnik ab: Das Kontaminationsrisiko ist bei Betäubung mit dem penetrierenden Bolzenschussapparat und der Spaltung des Tierkörpers im vollen Rückenmarkskanal mit nachfolgender Entfernung durch Absaugen oder mittels einer Rückenmarkfräse als am höchsten, bei gleicher Betäubung und Absaugen des Rückenmarks vor der Spaltung als geringer und bei Elektrobetäubung und Spaltung des Tierkörpers außerhalb des Rückenmarkskanals als sehr gering einzuschätzen. Eine Kontamination nachfolgender Schlachtkörper kann völlig vermieden werden, wenn die Rinder elektrisch betäubt und Kopf und Wirbelkanal geschlossen und in einem Stück entnommen werden oder das Entbeinen am ungespaltenen Schlachtkörper durchgeführt wird.

Bei einem festgestellten BSE-Fall handelt es sich um ein Tier, bei dem der BSE-Erreger nicht nur potenziell im Zentralnervensystem vorhanden sein könnte, sondern tatsächlich und in nachweisbaren Konzentrationen dort vorliegt. Von diesem Tier geht daher insbesondere bei der Bolzenschussbetäubung und beim Spalten des Schlachtkörpers im Wirbelkanal wegen des dabei unvermeidlichen Freisetzens von ZNS-Gewebe ein hohes Kontaminationsrisiko für seine Umgebung aus.

ZNS-Gewebsteilchen können über die Schlachtgeräte, den Bolzenschussapparat, die mit ZNS in Berührung kommenden Messer, Rückenmark-Absaugschläuche sowie die Wirbelsäule im Rückenmarkskanal durchtrennenden Spaltsägen nicht nur auf bzw. im BSE-Tier selbst, sondern auch auf nachfolgende Tierkörper verschleppt werden. Eine vollständige Beseitigung von Eiweißrückständen im Lauf und auf dem Bolzen des Bolzenschussgerätes sowie auf und im Gehäuse der Spaltsäge durch die zwischen zwei Tieren vorzunehmende Reinigung und Desinfektion ist nicht möglich. Da auch die derzeit bei Spaltsägen gebräuchliche Heißwassersterilisation bei 82 °C die BSE-Erreger nicht vernichtet, können BSE-erregerhaltige ZNS-Gewebsteilchen bis zur gründlichen Reinigung und Desinfektion dieser Geräte, wie sie allerdings bei Bandschlachtungen nur in Schlachtpausen möglich ist, auf nachfolgende Tiere übertragen werden.

Mit einer Angleichung der nationalen Vorschriften an die EU-Vorgaben würde sich das Risiko für den Verbraucher, mit BSE-Erregern in Kontakt zu kommen, daher erhöhen. Die sich daraus für die Verbraucher ergebende Gefährdung ist jedoch mangels Kenntnis einer minimalen Infektionsdosis für den Menschen nicht quantifizierbar. Das Risiko ist umso größer, je höher die Zahl der geschlachteten BSE-positiven Rinder und die Zahl der ihnen bis zu einer gründlichen Reinigung und Desinfektion der Schlachtgeräte nachfolgenden dritten und weiteren Tiere ist.

3.4 Handlungsrahmen/Maßnahmen

Die Entfernung aller einem BSE-Rind nachfolgenden Schlachtkörper bis zur BSE-Dekontamination der Schlachtlinie stellt dort, wo eine Kontamination nachfolgender Tierkörper aufgrund der verwendeten Schlachttechnik nicht ausgeschlossen werden kann, ein wirksames Mittel zum Schutz des Verbrauchers vor BSE-erregertem Fleisch dar.

Es steht dabei in der Verantwortung des Schlachtbetriebes, wie er der Gefahr des Verlustes der restlichen Tiere einer auf ein BSE-Rind folgenden Schlachtcharge begegnet. Er kann dabei die zu erwartende Häufigkeit der Entdeckung eines BSE-positiven Tieres aus seinen Herkunftsbetrieben berücksichtigen und die Kosten der Einführung kleinerer Schlachtchargen und der Reinigung und Desinfektion zwischen den Chargen gegen den maximal denkbaren Verlust an Schlachtkörpern aus seiner Tagesproduktion abwägen.

Wird auf diese nationale Maßnahme verzichtet, die bisher bei in Deutschland gewonnenem Rindfleisch gegenüber dem EU-weit vorgeschriebenen Verfahren für den Verbraucher zusätzliche Sicherheiten vor einem Kontakt mit dem BSE-Erreger bietet, sollte der Verbraucher hierüber aufgeklärt werden. Bisherige Stellungnahmen zur BSE-Sicherheit von Rindfleisch haben auf diesen zusätzlichen Sicherheitsaspekt hingewiesen, weshalb sie der Verbraucher bei in Deutschland erschlachtetem Rindfleisch erwartet.

4 Referenzen

Anil, M.H.; Love, S.; Helps, C.R.; Harbour, D.A. (2002): Potential for carcass contamination with brain tissue following stunning and slaughter in cattle and sheep. *Food Control* 13: 431-436

Biacabe, A.-G.; Laplanche, J.-L.; Ryder, S.; Baron, T.G. (2004): Distinct molecular phenotypes in bovine prion diseases. *EMBO Reports* 5: 110-115

Breidenbach, E.; Schwermer, H.; Stärk, K.D.C. (2004): Assessment of beef carcass contamination with spinal cord tissue from BSE-infected cattle and potential exposure of the Swiss population. *Proceedings of the 5th World Congress Foodborne Infections and Intoxications, Berlin, 7-11 June 2004, S-B24*

Buncic, S.; McKinstry, J.; Reid, C.-A.; Anil, M.H. (2002): Spread of microbial contamination associated with penetrative captive bolt stunning of food animals. *Food Control* 13: 425-430

Casalone, C.; Zanusso, G.; Acutis, P.; Ferraris, S.; Capuzcci, L.; Tagliavini, F.; Monaco, S.; Caramelli, M. (2004): Identification of a second bovine amyloidotic spongiform encephalopathy: Molecular similarities with sporadic Creutzfeldt-Jakob disease. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 101: 3065-3070

Comer, P.J.; Huntly, P. (2004): Exposure of the human population to BSE infectivity over the course of the BSE epidemic in Great Britain and the impact of changes to the Over Thirty Month Rule. *Journal of Risk Research* 7: 523-543

Comer, P.J. (2004): Assessing Exposure to BSE infectivity in Great Britain throughout the BSE Epidemic. *Proceedings of the 5th World Congress Foodborne Infections and Intoxications, Berlin, 7-11 June 2004, S-B22*

Daly, D.J.; Prendergast, D.M.; Sheridan, J.J.; Blair, I.S.; McDowell, D.A. (2002): Use of a Marker Organism to Model the Spread of Central Nervous System Tissue in Cattle and the Abattoir Environment during Commercial Stunning and Carcass Dressing. *Applied and Environmental Microbiology* 68: 791-798

Empfehlung Nr. 89/214/EWG der Kommission vom 24. Februar 1989 über die Regeln, die bei Besichtigungen in den für den innergemeinschaftlichen Handel zugelassenen Fleischlieferbetrieben zu beachten sind (Amtsblatt Nr. L 87/1 vom 31. März 1989), geändert durch Beschluss Nr. 95/1/EG (Amtsblatt Nr. L 1/1 vom 1. Januar 1995)

EU (2002): Report on the monitoring and testing of ruminants for the presence of transmissible spongiform encephalopathy (TSE) in 2002
http://europa.eu.int/comm/food/fs/bse/testing/annual_%20report_2002_en.pdf

Fichet, G.; Comoy, E.; Duval, C.; Antloga, K.; Dehen, C.; Charbonnier, A.; McDonnell, G.; Brown, P.; Lasmézas, C.; Deslys, J.-P. (2004): Novel methods for disinfection of prion-contaminated medical devices. *Lancet* 364: 521-526

Flehsig, E.; Hegyi, I.; Enari, M.; Schwarz, P.; Collinge, J.; Weissmann, C. (2001): Transmission of scrapie by steel-surface-bound prions. *Molecular Medicine* 7: 679-684

Helps, C.R.; Fisher, A.V.; Harbour, D.A.; O'Neill, D.H.; Knight, A.C. (2004): Transfer of Spinal Cord Material to Subsequent Bovine Carcasses at Splitting. *Journal of Food Protection* 67: 1921-1926

Helps, C.R.; Hindell, P.; Hillman, T.J.; Fisher, A.V.; Anil, H.; Knight, A.C.; Whyte, R.T.; O'Neill, D.H.; Knowles, T.G.; Harbour, D.A. (2002): Contamination of beef carcasses by spinal cord tissue during splitting. *Food Control* 13: 417-423

Hoffmann, A.; Moje, M.; Troeger, K.; Stolle, A.; Basel, H.; Mintzlaff, H.-J.; Behrschmidt, M.; Böhm, H.; Jankowitsch, H.; Kolb, R.; Korpilla, M.; Loske, H.; Wachsmann, G. (2001): Untersuchung der Schuss-Schlag-Betäubung beim Rind als Alternative zu Bolzenschussbetäubung. *Jahresbericht 2001 BAFF Kulmbach*, S. 36/37

Jackson, G.S.; McKintosh, E.; Flehsig, E.; Prodromidou, K.; Hirsch, P.; Linehan, J.; Brandner, S.; Clarke, A.S.; Weissmann, C.; Collinge, J. (2005): An enzyme-detergent method for effective prion decontamination of surgical steel. *Journal of General Virology* 86: 869-878

Lemmer, K.; Mielke, M.; Pauli, G.; Beekes, M. (2004): Decontamination of surgical instruments from prion proteins: in vitro studies on the detachment, destabilization and degradation of PrPSc bound to steel surfaces. *Journal of General Virology* 85: 3805-3816

Moje, M.; Hoffmann, A.; Troeger, K.; Jankowitsch, H.; Kolb, R. (2001): Nachweis von Gewebe des zentralen Nervensystems auf enthäuteten Rinderköpfen und in der rechten Herzkammer nach Bolzenschussbetäubung. *Jahresbericht 2001 BAFF Kulmbach*, S. 34/35

Moje, M.; Hoffmann, A.; Schurr, B.; Troeger, K.; Mintzlaff, H.-J.; Behrschmidt, M.; Haida, J.; Höpfl, S.; Jankowitsch, H.; Kolb, R.; Korpilla, M.; Ott, G.; Wachsmann, G. (2002): Die Schuss-Schlag-Betäubung des Rindes: Möglichkeiten und Grenzen der Anwendung als Alternative zur Bolzenschussbetäubung. *Jahresbericht 2002 BAFF Kulmbach*, S. 5-7

Prendergast, D.M.; Sheridan, J.J.; Daly, D.J.; McDowell, D.A.; Blair, I.S. (2003): Dissemination of central nervous system tissue from the brain and spinal cord of cattle after captive bolt stunning and carcass splitting. *Meat Science* 65: 1201 - 1209

Roth, K.; Yan, Z.X.; Mauz, P.-S.; Zenner, H.P.; Heeg, P.; Stitz, L. (2003): New Requirements for Cleaning of Surgical Instruments due to vCJD. Poster BR-71, Internationale Prionkonferenz München, 8.-10. Oktober 2003

Schütt-Abraham, I. (2002): BSE-Präventivmaßnahmen bei der Schlachtung von Rindern. *Berliner und Münchener Tierärztliche Wochenschrift* 115: 125-130

Schütt-Abraham, I. (1982): Abschlussbericht zum BML-Forschungsvorhaben des Bundesgesundheitsamtes "Untersuchungen zur Entwicklung eines tierschutzgerechten Bolzenschussverfahrens zur Betäubung von Schlachtschafen"

Schwägele, F.; Müller, E.; Fischer, K.; Kolb, R.; Moje, M.; Troeger, K. (2002): Nachweis von Gewebe des ZNS auf Rinderschlachtierkörpern nach Absaugen des Rückenmarks. *Fleischwirtschaft* 6/2002: 118-120

Troeger, K.; Schurr, B.; Wachsmann, G.; Kolb, R.; Behrschmidt, M. (2002): Vorbeugende Maßnahmen gegen eine mögliche BSE-Gefährdung. Alternative Methoden zur medianen Längsspaltung bei der Schlachtung von Rindern. *Fleischwirtschaft* 10/2002: 129-135

Weissman, C.; Enari, M.; Klöhn, P.-C.; Rossi, D.; Flechsig, E. (2002): Transmission of Prions. *Journal of Infectious Diseases* 186 (Suppl 2): S 157-165