

Mögliche Kontamination der Lunge von Rindern mit Hirngewebe – Eine Literaturanalyse

Stellungnahme des BgVV vom 02.07.1998

Zum Problem der möglichen Kontamination der Lunge von Rindern mit Hirngewebe bei bestimmten Betäubungsverfahren nimmt das BgVV wie folgt Stellung:

Garland et al. (1996a) berichten in einem Brief an die Zeitschrift *The Lancet*, dass bei 2,5-5% der Rinder, die in einem Schlachthof der USA mit einem „pneumatic-actuated penetrative captive bolt gun“, d.h. einem druckluftbetriebenen Bolzenschussgerät, betäubt wurden, durch Gewebeteile aus dem Zentralnervensystem (ZNS) verursachte Embolien der Lungengefäße nachgewiesen werden konnten. Diese Gewebeteile besaßen nach Angabe der Autoren eine Größe von einigen Millimetern bis zu 14 cm (!). In einer anderen Mitteilung derselben Arbeitsgruppe wird die Zahl der positiven Tiere mit 7 von 220 angegeben (Bauer et al., 1996), das entspricht einem Anteil von 3,2% .

Dem hält K.C. Taylor (1996) vom britischen Ministerium für Landwirtschaft, Fischerei und Forsten (MAFF) ebenfalls im "Lancet" entgegen, dass "Luft in das Gehirn injizierende Betäubungsgeräte" in Großbritannien nicht im Einsatz seien. Dennoch hat das MAFF kurze Zeit nach bekannt werden der Ergebnisse von Garland et al. (1996) 10 Lungen konventionell Bolzenschuss betäubter Rinder auf das Vorhandensein von Gehirnmateriale in der Lunge untersuchen lassen. In keiner dieser Lungen wurde Gehirnschubstanz gefunden. In nachfolgenden Untersuchungen an weiteren 200 Rindern aus zehn verschiedenen Schlachtbetrieben in Großbritannien, deren Ergebnisse durch Munro 1996 in *The Veterinary Record* publiziert wurden, konnten die Befunde von Garland et al. (1996) ebenfalls nicht reproduziert werden, d.h. es wurde auch hier kein Gehirnmateriale in der Lunge nachgewiesen.

Da das Gehirn von über 12 Monate alten Rindern vor dem Hintergrund einer möglichen BSE-Infektion als spezifisches Risikomateriale zu betrachten ist, stellt sich aufgrund dieser Kontroverse die Frage, ob bei der Bolzenschuss-Betäubung von Rindern mit der Verschleppung von Hirngewebe insbesondere in die Lunge gerechnet werden muss und demzufolge auch die Lunge solcherart betäubter Tiere zum spezifischen Risikomateriale zu erklären wäre.

Zentraler Punkt der eingangs zitierten Kontroverse ist die Art des verwendeten Betäubungsgerätes. Bei den zur Schlachtierbetäubung verwendeten Bolzenschussgeräten ist grundsätzlich zu unterscheiden zwischen

- a) **munitionsangetriebenen** Geräten, bei denen der Bolzen durch die Explosion einer Patrone vorgetrieben wird (die in Deutschland übliche Variante),
- b) **druckluftangetriebenen** Geräten, bei denen der Bolzen mittels Druckluft bewegt wird (eine in den USA, aber auch im Vereinigten Königreich verbreitete Variante)
- c) **druckluftinjizierenden** Geräten, bei denen der Bolzen aus einem Rohr besteht, wobei gleichzeitig mit dem Eindringen des Bolzens komprimierte Luft in die Schädelhöhle eingeblasen wird (eine nach Angaben des MAFF im Vereinigten Königreich nicht eingesetzte Variante).

d)

Nach Angaben von Grandin (1980) brachte die Firma Hantover mit Sitz in Kansas City, Missouri/USA Anfangs der 80er Jahre auch ein hydraulisch angetriebenes Bolzenschussgerät auf den Markt, mit dem bessere Betäubungsergebnisse als mit dem pneumatischen erzielt worden sein sollen.

Während es bei druckluftinjisierenden Geräten durch die unter hohem Druck in die Schädelhöhle eingeblasene Luft zu umfangreichen Zerstörungen auch des Halsmarks kommt (diese Geräte wirken gleichzeitig als Rückenmarkszerstörer) unterscheiden sich druckluftangetriebene und munitions-angetriebene Bolzenschussapparate lediglich durch die Energiequelle, die den Bolzen in Bewegung setzt.

Während Taylor (1996) davon ausgeht, dass es sich bei dem in den Untersuchungen von Garland et al. (1996) verwendeten Gerät um ein druckluftinjisierendes Gerät handelt und seine Argumentation darauf abstellt, dass derartige Geräte im Vereinigten Königreich nicht eingesetzt würden, lassen die von der Arbeitsgruppe um Garland gemachten Angaben offen, ob es sich um ein solches oder lediglich ein druckluftangetriebenes Gerät der Fa. Hantover handelt. Auch eine Nachfrage des Bundesfachverbandes der Arzneimittelhersteller bei den Autoren konnte diese Frage nicht klären. In seiner Erwiderung auf die Stellungnahme von Taylor bekräftigt Garland (1996) einerseits, dass druckluftangetriebene Geräte im Vereinigten Königreich zur Betäubung von Rindern durchaus vorhanden seien und erklärt, dass noch 1996 pneumatische Geräte der Firma Hantover geliefert wurden. In einer 1993 veröffentlichten Broschüre der Humane Slaughter Association (HSA) zur Bolzenschussbetäubung von Schlachtvieh findet sich neben einer Beschreibung des Konstruktionsprinzips von munitions- und druckluftangetriebenen Geräten eine Tabelle im Anhang, in der nur zwei druckluftangetriebene ("air fired") Modelle gelistet sind, von denen ein als "Cash Ramrod" bezeichnetes Gerät nur für Schafe, ein zweites, "Bullfighter" (ohne Marken- bzw. Herstellerangabe) genanntes, auch für Rinder verwendbar ist (Anl. 1). Andererseits verweist Garland jedoch darauf, dass ein pneumatisches Gerät der Firma Hantover 1989 der Universität Bristol zur Überprüfung übergeben worden sei. Wie Nachforschungen des BgVV ergaben, handelt es sich bei diesem Gerät eindeutig um ein druckluftinjisierendes Modell. Die Universität Bristol stellte bei der Prüfung des Gerätes seinerzeit fest, dass dessen Einsatz zu einem massiven Herausspritzen von Gehirnmateriale bei der Betäubung führte - das Gehirnmateriale wurde gleichsam in die Gesichter der Experimentatoren katapultiert - und empfahl daher vor dem Hintergrund der Verbreitung von BSE, das Gerät im Vereinigten Königreich aus Gründen des Arbeitsschutzes nicht anzuwenden (Gregory, pers. Mitt.). Aus den gleichen Gründen wurde auch die Erprobung eines druckluftinjisierenden Prototyps in einem deutschen Schlachtbetrieb abgebrochen (Müller, pers. Mitt.). Derzeit werden weitere Untersuchungen an der Universität Bristol noch mit dem 1989 benutzten, einen "Air Bolus" injisierenden Gerät der Firma Hantover vorgenommen. Eine Neuentwicklung der Firma Hantover soll demnächst geprüft werden. Die Firma vertreibt ihre Geräte europaweit vom Vereinigten Königreich aus (Wotton, pers. Mitt.). Möglicherweise erklärt dies die von Garland (1996) kolportierte Firmenaussage, dass noch 1996 Lieferungen solcher Geräte nach England erfolgten.

Die Entwicklung druckluftinjisierender Bolzenschussgeräte soll ursprünglich aus Gründen der Verbesserung der Betäubungswirkung druckluftangetriebener Geräte erfolgt sein, da deren Aufprallgeschwindigkeit häufig nicht ausreichte, um eine mit Bewusstlosigkeit verbundene Gehirnerschütterung zu erzielen. So soll ein neues Gerät auf dem Markt sein, das auf hydraulischem Wege Luft in einer Kammer komprimiert und hierdurch die Bolzengeschwindigkeit beim Abfeuern des Gerätes erhöht, sowie ein Modell, bei dem der Bolzen einen Kragen trägt, dessen Aufprall auf dem Schädeldach das Eindringen des Bolzens beendet und erneut eine Gehirnerschütterung auslöst, sofern es dieser noch bedarf (Wotton, pers. Mitt.).

Obwohl die Frage nicht mit letzter Sicherheit geklärt ist, spricht doch zusammengenommen vieles dafür, dass es sich bei dem von Garland et al. (1996) verwendeten Gerät tatsächlich um ein druckluftinjizierendes, und nicht nur um ein druckluftangetriebenes Gerät handelt.

Zur Einschätzung der von druckluftinjizierenden Bolzenschussgeräten ausgehenden Gefahr liegt bereits eine Stellungnahme des "Scientific Committee on Veterinary Measures relating to Public Health" (SCVMPH) der Europäischen Kommission vom 17. Februar 1998 vor, welche ein mit dem Einsatz solcher Geräte verbundenes Risiko bejaht und nachvollziehbar darlegt (Anl. 2). Neben der durch Garland et al. (1996) angeführten möglichen Verschleppung von Gehirnmateriale bis in die Lunge steht dabei allerdings die bei Verwendung druckluftinjizierender Geräte entstehende Gefährdung des Schlachtpersonals im Vordergrund. Diese beruht auf der Kontamination des Schlachtplatzes mit Gehirnmateriale, das aufgrund der massiven Erhöhung des Schädelinnendruckes aus der Schusswunde herausspritzt.

Weitergehende Aussagen zu solchen Geräten scheinen derzeit nicht möglich, zumal sie im europäischen Raum offenbar bislang kaum eingesetzt werden. Zwar spricht Müller (1997) von einer zunehmenden Verwendung druckluftinjizierender Geräte, erklärt jedoch gleichzeitig, dass sie wegen des Verspritzens von Gehirnmateriale ersetzt wurden durch konventionelle Bolzenschussbetäubung mit nachfolgendem separaten Einsatz von Druckluftpistolen zur Zerstörung des Rückenmarks. Eine Nachfrage der Berichterstatteerin bestätigte, dass es sich bei dem in der Fleischwirtschaft beschriebenen Gerät lediglich um einen Prototyp handelte, der auf einem süddeutschen Schlachthof erprobt wurde (Müller, pers. Mitt.). Eine kurze Notiz über ein von einer amerikanischen Firma entwickeltes, mit Luftinjektion arbeitendes Bolzenschussgerät mit dem Namen "Mohawk" fand Berichterstatteerin bereits 1988 bei Blackmore und Delaney erwähnt. Nähere Angaben zu diesem Gerät waren allerdings schon damals trotz intensiver Suche nicht zu erhalten. Ein von Blackmore (1979) verwendeter pneumatisch angetriebener Prototyp der Firma Hantover war für die Untersuchungen an Schafen und Kälbern mit einem Pilzkopf versehen und so in ein Gerät zur stumpfen Schuss-Schlagbetäubung umgewandelt worden.

Einer Luftinjektion prinzipiell vergleichbar dürfte das in der Schweiz entwickelte Jet-Injektions-Verfahren zur Betäubung von Schweinen sein. Bei diesem Verfahren, das sich derzeit noch in der Erprobung befindet und für das daher vom Scientific Veterinary Committee, Animal Welfare Section, in seinem "Report on the slaughter and killing of animals" 1997 noch keine Verwendungsempfehlung abgegeben wird, wird unter hohem Druck (3500 - 4000 bar) auf die Stirn des Tieres ein Wasserstrahl von 1,2 mm Durchmesser abgeschossen, der das Schädeldach durchschlägt und neben umfangreichen Schädigungen des Groß- und Kleinhirns regelmäßig zur m.o.w. vollständigen Zerstörung der Hirnbasis einschließlich des Rückenmarks bis hin zum Bericht des dritten Halswirbels führt (Schatzmann et al., 1990). Auch bei dieser Methode ist ein Herausspritzen von Gehirnmateriale zu beobachten (Schatzmann et al., 1993). Die Jet-Injektion ist allerdings unseres Wissens bei Rindern bisher nicht angewendet worden.

Die Stellungnahmen des MAFF sowie des SCVMPH zum Problem der möglichen Verschleppung von Gehirngewebe in andere Körperregionen infolge der Betäubung beschränken sich auf die Beurteilung von Bolzenschussgeräten mit Luftinjektion. Beide stellen fest, dass solche Geräte im EG-Raum üblicherweise nicht zum Einsatz kommen. Die mit konventionellen Bolzenschussgeräten erzielten und von denen Garlands et al. (1996) abweichenden britischen Untersuchungsergebnisse werden von Taylor (1996) und Munro (1997) darüber hinaus als Beleg für die Unbedenklichkeit der Rinderschlachtmethode im Vereinigten Königreich angeführt.

Diese Einschätzung erscheint jedoch aus mehreren Gründen problematisch:

1. sind Keimeinschleppungen in den Kreislauf mit Verbreitung bis in die Muskulatur und Milz durch konventionelle Bolzenschussgeräte und Rückenmarkszerstörer experimentell belegt (Mackey und Derrick, 1979). Zwar sind die in diesen Untersuchungen verwendeten Markerkeime in jedem Fall deutlich kleiner als die von Garland beschriebenen Sprengsel von Hirngewebe. Dies schließt jedoch nicht aus, dass bei der Verletzung von Hirngewebe auch kleinste Zellverbände oder Proteine freigesetzt werden, die ggf. die Lunge passieren und sich im Körper verbreiten können. Unter diesem Gesichtspunkt muss auch die Verwendung von konventionellen Bolzenschussgeräten und Rückenmarkszerstörer einer kritischen Betrachtung unterzogen werden, selbst wenn deren Einsatz in den Untersuchungen von Munro (1997) offenbar folgenlos blieb.
2. beruhen die veröffentlichten Fälle von Schädel-Hirn-Verletzungen beim Menschen, die zur Versprengung von Hirngewebe in entfernte Körperregionen geführt haben, keineswegs nur auf offenen Schussverletzungen, sondern teilweise auf stumpfer Gewalt (einer Kompression des nicht eröffneten Schädels), z.B. bei Geburtstraumen. In 70% der Fälle, in denen Hirngewebe in der Lunge nachgewiesen werden konnte, war die harte Hirnhaut (Dura) intakt geblieben (Collins und Davis, 1994). Dies spricht dafür, dass neben der mechanischen Zerstörung von Gehirngewebe durch den eindringenden Bolzen und/oder die injizierte Luft vor allem die damit verbundene Druckerhöhung im Schädelinneren ausschlaggebend für den Eintrag von Gehirnmaterial in den Blutkreislauf sein könnte. Unter diesem Gesichtspunkt wären auch stumpfe Schuss-Schlag-Geräte wie sie in anderen Mitgliedstaaten (z.B. in Gembloux/Belgien), zur Betäubung von Rindern bei der Schlachtung für Moslems üblich sind, in die Überlegungen mit einzubeziehen.
3. Eigenen Untersuchungen zufolge (BGA 1983; Schütt-Abraham et al., 1983) betrug bei Schafen die in der Schädelhöhle über dem Frontallappen des Großhirns gemessene Druckerhöhung bei Aufprall eines munitionsangetriebenen, nicht penetrierenden Pilzkopf-Gerätes (Schermer MK 832) auf das Scheitelbein zwischen 12 und 15 bar. Demgegenüber wurden mit dem penetrierenden Gerät (Kerner 289) in Abhängigkeit von der verwendeten Munition und der Stärke des Schädeldaches Druckerhöhungen von durchschnittlich 27 - 29 bar erzielt. Beide Werte dürften zwar weit unter denen liegen, die bei der Anwendung druckluftinjizierender Geräte erzielt werden. Jedoch reichte bereits die mit dem nicht-penetrierenden Gerät erzielte Druckerhöhung bei vielen Schafen aus, um Schädelbasisfrakturen mit Hirnquetschungen und massiven Gefäßzerreißen auszulösen. Solche Verletzungen gelten als mögliche Eintrittspforte für versprengtes Gehirnmaterial (Mackay und Derrick, 1979; Garland, 1996b). Vergleichbare Schädel- bzw. Hirnschäden werden bei der stumpfen Schuss-Schlag-Betäubung auch von Blackmore (1979) bei Schafen und Kälbern, Lambooy et al. (1981) bei Kälbern sowie Männl (1993) bei Schweinen berichtet.
4. sind die in den britischen Untersuchungen verwendeten Tierzahlen statistisch gesehen nicht ausreichend, um den Verdacht einer Verschleppung von Hirngewebe bei konventionellen Bolzenschussgeräten mit hinreichender Sicherheit auszuschließen, zumal solche Verschleppungen auch von Garland et al. nur bei maximal 5 % der untersuchten Tiere gefunden wurden. Das von K.C. Taylor angeführte negative Ergebnis bei 10 Lungen besagt lediglich, dass mit 95%iger Sicherheit nicht mehr als 27 % der Tiere derartige Abweichungen aufweisen (Snedecor and Cochran, 1967). Auch die nachgeschobenen 200 Tiere lassen bestenfalls die Aussage zu, dass mit 95%iger Sicherheit bei höchstens 1% der geschlachteten Tiere mit solchen Lungenbefunden zu rechnen ist. Demgegenüber ist der Nachweis der Möglichkeit einer solchen Verschleppung auch mit kleinen Tierzahlen zu erbringen. Den in der zitierten Literatur

kolportierten anekdotischen Berichten aus der Humanmedizin über Hirngewebsfunde in Lungen von Patienten mit Schädel-Hirn-Trauma, die auf ein seltenes Vorkommen solcher Funde schließen lassen, steht zudem der Bericht von Collins und Davis (1994) gegenüber. Diese werteten die Autopsieberichte von 102 Schädel-Hirn-Verletzten über einen Zeitraum von 3 ½ Jahren mit retrospektiver und prospektiver histologischer Untersuchung aus und wiesen bei 10% dieser Patienten Gehirngewebe in Lungengefäßen nach.

Schlussfolgerungen

Das Einschleppen von Gehirngewebe in die Lunge mechanisch betäubter Schlachtrinder ist nach Auswertung der uns derzeit vorliegenden Fachliteratur zwar kein regelmäßig zu erwartendes Ereignis, jedoch nicht grundsätzlich auszuschließen. Aus den beim Menschen erhobenen Befunden kann zudem abgeleitet werden, daß mit dem Vorkommen von Gehirngewebe in der Lunge nicht nur bei druckluftinjizierenden Geräten, sondern prinzipiell bei jedem mechanischen Betäubungsverfahren zu rechnen ist. In Abhängigkeit vom Schweregrad der bei den verschiedenen Bolzenschussmodellen gesetzten Hirnverletzungen dürften allerdings deutliche Unterschiede in der Häufigkeit des Auftretens der beschriebenen Verschleppungen zu erwarten sein.

Grundsätzlich gilt: Ist das Eindringen von Gehirngewebe in die Lunge von Schlachtrindern aufgrund bestimmter Betäubungsmethoden bewiesen oder anzunehmen, so ist die Lunge dieser Tiere in Ländern mit BSE-Vorkommen als spezifisches Risikomaterial anzusehen und zu verbrennen. Die Einstufung von Ländern in Bezug auf ihren BSE-Status ist auf der OIE-Generalversammlung im Mai 1998 definiert worden.

Bis durch eingehendere Untersuchungen abgeklärt ist, mit welcher Prävalenz mit dem Einschleppen von Hirngewebe in den Lungenkreislauf gerechnet werden muss, halten wir es für vertretbar, die Lungen mechanisch betäubter Rinder, bei denen das Vorkommen von BSE-Erregern nicht aufgrund ihrer Herkunft, Aufzucht- und Haltungsbedingungen mit hinreichender Sicherheit ausgeschlossen werden kann, gleichfalls zu spezifischem Risikomaterial zu erklären. Gleiches gilt für Tiere, bei denen nach dem Bolzenschuss ein Rückenmarkszerstörer zum Einsatz kam. Durch diese Maßnahme kann jedoch theoretisch nicht ausgeschlossen werden, dass aus dem Zentralnervensystem freigesetzte Proteine die Lunge passieren und weitere Bereiche des Schlachttierkörpers kontaminieren.

Sicherer wäre es daher, bei Rindern aus BSE-Gebieten aus Gründen des vorbeugenden Verbraucherschutzes auf eine mechanische Betäubung zu verzichten. Als Alternative zur Bolzenschussbetäubung käme eine Elektrobetäubung mit Herzdurchströmung in Betracht, bei der gleichzeitig ein Kreislaufstillstand herbeigeführt und so die Verteilung von Gehirnmaterial über den Blutkreislauf unterbunden wird.

Darüber hinaus bleibt darauf hinzuweisen, dass der Einsatz von Rückenmarkszerstörern bei Rindern aus BSE-Gebieten aus den gleichen Gründen nicht für unbedenklich erklärt werden kann, und aufgrund der derzeitigen Verwendung von Sägen zur Spaltung der Tierkörper unter Durchtrennung des Rückenmarkkanals eine äußerliche Kontamination der Schlachthälften mit zentralnervösem Gewebe unvermeidlich ist.

Zusammenfassung

Bei der Anwendung mechanischer Betäubungsverfahren muss aufgrund der damit verbundenen Schädel-Hirn-Verletzungen bei Schlachttieren grundsätzlich mit der Möglichkeit der Verbreitung von Gehirnmaterial über den Blutkreislauf gerechnet werden. Diese Gefahr ist zwar derzeit nur bei Verwendung druckluftinjizierender Betäubungsgeräte belegt, kann jedoch angesichts der Befunde bei Menschen mit geschlossenen Schädel-Hirn-Verletzungen

selbst bei der Anwendung der stumpfen Schuss-Schlag-Betäubung nicht von vornherein ausgeschlossen werden. Entsprechendes gilt für den Einsatz von Rückenmarkszerstörern.

Ist das Eindringen von Gehirngewebe in die Lunge von Schlachtrindern aufgrund bestimmter Betäubungsmethoden bewiesen oder anzunehmen, so ist die Lunge dieser Tiere in Ländern mit BSE-Vorkommen als spezifisches Risikomaterial anzusehen und zu verbrennen.

Eine Verbreitung von zentralnervösem Risikomaterial mit dem Blutkreislauf erscheint demgegenüber ausgeschlossen, wenn Rinder elektrisch unter Einschluss einer Herzdurchströmung mit daraus resultierendem Kreislaufstillstand betäubt würden.

Zitierte Literatur:

1. **Bauer, N.E., T. Garland und J.F. Edwards (1996):** Brain emboli in slaughtered cattle. *Vet. Path.* **33**, 600
2. **BGA (1983):** Untersuchungen zur Entwicklung eines tierschutzgerechten Bolzenschußverfahrens zur Betäubung von Schlachtschafen. Abschlußbericht eines BML-Forschungsvorhabens
3. **Blackmore, D.K. (1979):** Non-penetrative percussion stunning of sheep and calves. *Vet. Rec.* **105**, 372-375
4. **Blackmore, D.K. und M.W. Delany (1988):** Slaughter of Stock. Publication No. 118, Veterinary Continuing Education, Massey University, Palmerston North, New Zealand, ISSN 0112-9643
5. **Collins, K.A. und G.J.Davis (1994):** A retrospective and prospective study of cerebral tissue pulmonary embolism in severe head trauma. *J. Forensic Sci.* **339**, 624-628
6. **Garland, T., N. Bauer und M. Bailey jr. (1996):** Brain Emboli in the lungs of cattle after stunning. *Lancet* **348**, 610
7. **Garland, T. (1996):** Brain emboli in the lungs of cattle - author's reply. *Lancet* **348**, 749
8. **Grandin, T. (1980):** Mechanical, Electrical and Anesthetic Stunning Methods for Livestock. *Int. J. Stud. Anim. Prob.* **1**, 242 - 263
9. **HSA (1993):** Captive-bolt stunning of livestock. Guidance Notes No. 2, ISBN 1-871561-07-08, Humane Slaughter Association, 34 Blanche Lane, South Mimms, Potters Bar, Herts EN6 3 PA, Großbritannien
10. **Lambooy, E., W. Spanjaard und G. Eikelenboom (1981):** Gehirnerschütterung als Betäubungsmethode für Mastkälber. *Fleischwirtschaft* **61**, 128 - 130
11. **Mackey, B.M. und C.M. Derrick (1979):** Contamination of the Deep Tissues of Carcasses by Bacteria Present on the Slaughter Instruments or in the Gut. *J. Appl. Bact.* **46**, 355 - 366
12. **Männl., M. (1993):** Die Schuß-Schlag-Betäubung. Technologie, Anatomie und Pathologie eines Betäubungsverfahrens für Schlachtschweine. *Vet. med. Diss. Ludwig-Maximilians-Universität München*

13. **Müller, J.H. (1997):** Großviehbetäubung in der Rinderfalle und Zerstörung des Rückenmarks mittels Druckluft. Fleischwirtschaft 77, 155 - 156
14. **Munro, R. (1997):** Neural tissue embolism in cattle. Vet. Rec. 140, 536
15. **Schatzmann, U., T. Leuenberger, P. Fuchs, M. Howald und J. Howard (1990):** Jet-Injektion. Untersuchungen über die Anwendbarkeit eines Hochdruckwasserstrahls zur Betäubung von Schlachtschweinen. Fleischwirtsch. 70, 890 - 894
16. **Schatzmann, U., J. Howard, J. Pittino und P. Fuchs (1993):** Jet-Injektion zur Betäubung von Schlachtschweinen. Untersuchungen am Schlachtband. Fleischwirtsch. 73, 126 - 128
17. **Schütt-Abraham, L., H.-J. Wormuth, J. Fessel und J. Knapp (1983):** Captive bolt and concussion stunning of sheep: Results of experiments and practical investigations. In: Stunning of Animals for Slaughter (Hrsg. G. Eikelenboom), Martinus Nijhoff, Den Haag; ISBN 0-89838-598-9
18. **Scientific Committee on Veterinary Measures relating to Public Health (1998):** Opinion of the Scientific committee on Veterinary Measures relating to Public Health - Safety of slaughter practices and methods: risk of spread of BSE infectivity through cross contamination of different tissues by using pneumatic stunning during the slaughtering process of ruminants - 17 February 1998 (http://europa.eu.int/comm/dg24/health/sc/ncomm4/out02_en.html)
19. **Snedecor, G.W. und W.G. Cochran (1967):** Statistical Methods. The Iowa State University Press, Ames, Iowa, USA, ISBN 0-8138-1560-6
20. **Taylor, K.C. (1996):** Brain emboli in the lungs of cattle. Lancet 348, 749

In Vertretung

gez.

Dr. D. Arnold
Dir. u. Prof.