

Aus dem Institut für
Hygiene und Technologie der Lebensmittel tierischen Ursprungs
der Tierärztlichen Fakultät
der Ludwig-Maximilians-Universität München

Lehrstuhl: Univ.-Prof. Dr. A. Stolle

**Effektivität der Schuss-Schlag-Betäubung
im Vergleich zur Bolzenschussbetäubung von Rindern
in der Routineschlachtung**

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der tiermedizinischen Doktorwürde
der Tierärztlichen Fakultät
der Ludwig-Maximilians-Universität München

von
Josef Markus Endres
aus Pfullendorf

München 2005

Gedruckt mit Genehmigung der Tierärztlichen Fakultät der
Ludwig-Maximilians-Universität München

Dekan: Univ.-Prof. Dr. A. Stolle
Referent: Univ.-Prof. Dr. A. Stolle
Korreferent: Univ.-Prof. Dr. W. Klee

Tag der Promotion: 15. Juli 2005

Meinen Eltern in Dankbarkeit

Abkürzungsverzeichnis

Abb.	Abbildung
BfR	Bundesinstitut für Risikobewertung
BG	Berufsgenossenschaft
BgVV	Bundesinstitut für gesundheitlichen Verbraucherschutz und Veterinärmedizin
BSE	Bovine Spongiforme Enzephalopathie
bzw.	beziehungsweise
ca.	zirka
CJK	Creutzfeldt-Jakob-Krankheit
cm	Zentimeter
EcoG	Elektrocorticogramm
EEG	Elektroenzephalogramm
EFA	Firmenlogo der Schmid & Wezel Maschinenfabrik
EFSA	European Food Safety Authority
ELISA	Enzyme linked immunosorbent assay
EP	evozierte Potentiale
EU	Europäische Union
FIHV	Fleischhygiene-Verordnung
GFAP	Glial fibrillary acidic protein (saures Gliafaserprotein)
GVE	Großvieheinheit
h	Stunde
i. d. F.	in der Fassung
J	Joule
kg	Kilogramm
l	Liter
m	Meter
µl	Mikroliter
max.	maximal
mind.	mindestens
ml	Milliliter

mm	Millimeter
m/s	Meter pro Sekunde
N	normal (chemisch)
n	Anzahl der Tiere
N.N.	Nomen nescio
NSE	Neuronenspezifische Enolase
psi	pounds per square inch
PVDF	Polyvinylidenfluorid
s	Sekunde
SDS-PAGE	Sodiumdodecylsulfat-Polyacrylamidgel-Elektrophorese
SEP	somatosensorisch evozierte Potentiale
SRM	spezifiziertes Risikomaterial
SSC	Scientific Steering Committee
Tab.	Tabelle
TierSchG	Tierschutzgesetz
TierSchIV	Tierschutz-Schlachtverordnung
TVT	Tierärztliche Vereinigung für Tierschutz
u.a.	unter anderem
v.a.	vor allem
VEP	visuell evozierte Potentiale
z.B.	zum Beispiel
ZNS	Zentralnervensystem

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1. Einleitung	1
2. Literatur	2
2.1 Rechtliche Grundlagen	2
2.1.1 Tierschutzgesetz und Tierschutz-Schlachtverordnung	2
2.1.2 Richtlinie 93/119 EG über den Schutz von Tieren zum Zeitpunkt der Schlachtung oder Tötung	3
2.1.3 Verordnung (EG) Nr. 1139/2003 der Kommission zur Änderung der Verordnung (EG) Nr. 999/2001	4
2.1.4 Verordnung zur fleischhygienerechtlichen Untersuchung von geschlachteten Rindern auf BSE (BSEUntersV)	4
2.1.5 Standpunkt der Europäischen Union bezüglich der Betäubungsmethoden und deren BSE-Risiken	5
2.1.6 Arbeitsschutzrechtliche Vorgaben	6
2.1.6.1 Arbeitsschutzgesetz	6
2.1.6.2 Biostoffverordnung	7
2.1.6.3 Ausschuss für biologische Arbeitsstoffe (ABAS)	7
2.1.6.4 Vorschriften der Berufsgenossenschaft	8
2.2 Betäubungsverfahren beim Rind	9
2.2.1 Historische Entwicklung in Deutschland	9
2.2.2 Mechanische Betäubung beim Rind	10

2.2.2.1	Allgemeine Bemerkungen	10
2.2.2.2	Stumpfe Schuss-Schlag-Betäubung	11
2.2.2.2.1	Wirkung	11
2.2.2.2.2	Forschungsergebnisse	11
2.2.2.2.3	Aktuelle Forschungsergebnisse beim Rind	13
2.2.2.2.4	Grenzen und spezielle Probleme	17
2.2.2.3	Bolzenschussbetäubung	17
2.2.2.3.1	Ansatzstelle und Wirkung	17
2.2.2.3.2	Spezielle Probleme	19
2.2.3	Elektrobetäubung beim Rind	20
2.2.3.1	Betäubungswirkung	20
2.2.3.2	Spezielle Probleme	21
2.3	Einflussfaktoren bei einer mechanischen Betäubung	22
2.3.1	Anatomische Grundlagen	22
2.3.1.1	Anatomische Betrachtung des Rinderschädels	22
2.3.1.2	Hautdicke und Haare der verschiedenen Rassen	23
2.3.2	Stressoren vor der Betäubung	23
2.3.3	Tierfixierung in der Falle	24
2.3.4	Betäubungsgerät	25
2.3.5	Betäubungsperson	26
2.4	Auswirkungen mechanischer Betäubung	27
2.4.1	Pathologische Veränderungen am Gehirn nach Trauma	27
2.4.1.1	Formen der Gehirnschädigung	27

2.4.1.2	Blutungen als pathologisch-anatomische Folge einer Gehirnschädigung	28
2.4.2	Überwindung der Narkosestadien	29
2.5	Kriterien für eine wirksame mechanische Betäubung	31
2.5.1	Parameter zur visuellen Überprüfung einer schnellen und effektiven Betäubung	31
2.5.2	Parameter zur visuellen Überprüfung der Empfindungs- und Wahrnehmungslosigkeit	31
2.5.2.1	Bewusstsein und Schmerzwahrnehmung	31
2.5.2.2	Muskelbewegungen	32
2.5.2.3	Aussagekraft einzelner Reflexe über eine Gehirnschädigung	33
2.5.2.3.1	Kornealreflex	33
2.5.2.3.2	Augenlidreflex	34
2.5.2.4	Augenbewegungen	34
2.5.2.5	Atmung	35
2.6	Blutentzug	35
2.7	Mechanische Betäubung und BSE-Risiko	37
2.7.1	Bovine Spongiforme Enzephalopathie (BSE)	37
2.7.2	Nachweis von Gewebe des ZNS durch Markersubstanzen	41
2.7.3	Verschleppung von ZNS-Gewebe nach mechanischer Betäubung	43
2.7.3.1	Kontamination der Umgebung mit ZNS-Gewebe	43
2.7.3.2	Mögliche Verbreitung von ZNS-Gewebe im Körper	44

3.	Eigene Untersuchungen	48
3.1	Material	48
3.1.1	Beschreibung des Schlachtbetriebes und -ablaufes	48
3.1.2	Tierbeschreibung	49
3.1.3	Konstruktion der Betäubungsbox	55
3.1.4	Betäubungsgeräte	56
3.1.4.1	Jarvis-USSS-2 im Vorversuch	56
3.1.4.2	Modifiziertes Jarvis-USSS-2 im Hauptversuch	57
3.1.4.3	EFA-VB-225	59
3.1.4.4	Bolzenschussgerät	59
3.1.5	Jarvis-Zubehör	60
3.1.5.1	Kompressor	60
3.1.5.2	Model AST-102 Stunning-Tester	60
3.1.5.3	Model MSPR-1 Druckluftregulator 3-stufig mit Filter	60
3.1.6	Sonstige Materialien und Geräte	61
3.2	Methodik	61
3.2.1	Methodik der Betäubungsdurchführung	61
3.2.1.1	Betäubung mit den Schuss-Schlag-Geräten	63
3.2.1.1.1	Druckstufeneinsatz im Vorversuch	63
3.2.1.1.2	Druckstufeneinsatz im Hauptversuch	69
3.2.1.1.3	Druckstufeneinsatz im EFA-Versuch	73
3.2.1.2	Betäubung mit dem Bolzenschussgerät	75

3.2.2	Methodik zur Untersuchung des Betäubungserfolges	75
3.2.2.1	Untersuchungsposition an der Betäubungsbox	75
3.2.2.2	Untersuchungsposition am Anfang der Entblutungsbahn	76
3.2.2.3	Untersuchungsposition am Ende der Entblutungsbahn	76
3.2.3	Methodik der pathologisch-anatomischen Untersuchung	77
3.2.3.1	Adspektion der Kopfoberfläche	77
3.2.3.2	Pathologisch-anatomische Untersuchung am eröffneten Kopf	77
3.2.4	Methodik der ZNS-Untersuchung	78
3.2.4.1	Probenentnahme	79
3.2.4.2	ZNS-Nachweis	80
3.3	Datenerfassung, Datenauswertung, Statistik	82
4.	Ergebnisse	83
4.1	Betäubungserfolg	83
4.1.1	Jarvis-Vorversuch	84
4.1.1.1	Erstbetäubungsquote	84
4.1.1.2	Nachschlag und Nachschuss bei definierten Druckstärken	88
4.1.1.3	Schlagposition und Nachbetäubung	92
4.1.1.4	Wiederkehrendes Bewusstsein	95
4.1.1.5	Unwillkürliche Bewegungen nach erfolgreicher Erstbetäubung	96
4.1.2	Jarvis-Hauptversuch	97
4.1.2.1	Erstbetäubungsquote	97

4.1.2.2	Nachschlag und Nachschuss bei definierten Druckstärken	101
4.1.2.3	Schlagposition und Nachbetäubung	107
4.1.2.4	Wiederkehrendes Bewusstsein	109
4.1.2.5	Unwillkürliche Bewegungen nach erfolgreicher Erstbetäubung	111
4.1.3	EFA-Versuch	112
4.1.3.1	Erstbetäubungsquote	112
4.1.3.2	Nachschlag und Nachschuss bei definierten Druckstärken	116
4.1.3.3	Schlagposition und Nachbetäubung	117
4.1.3.4	Wiederkehrendes Bewusstsein	119
4.1.3.5	Unwillkürliche Bewegungen nach erfolgreicher Erstbetäubung	120
4.1.4	Bolzenschuss	121
4.1.4.1	Erstbetäubungsquote	121
4.1.4.2	Wiederkehrendes Bewusstsein	126
4.1.4.3	Unwillkürliche Bewegungen nach erfolgreicher Erstbetäubung	127
4.2	Kopfadspektion	128
4.2.1	Adspektion von Kopfoberflächen im Vorversuch	128
4.2.2	Adspektion von Kopfoberflächen im Hauptversuch	130
4.2.3	Pathologisch-anatomische Untersuchungen am eröffneten Kopf im Hauptversuch	132
4.2.4	Adspektion von Kopfoberflächen im EFA-Versuch	138
4.2.5	Vergleichende Betrachtung der Schuss-Schlag-Versuche in Bezug auf die Nachbetäubungshäufigkeit bei verschiedenen Kopfschäden	140
4.3	Untersuchung auf ZNS-Gewebe	145

4.3.1	Blutuntersuchungen	145
4.3.2	Tupferproben	145
4.3.2.1	Gesamtergebnisse der Tupferproben	145
4.3.2.2	Betrachtung der Proben im Einzelnen	150
4.4	Dauer zwischen Betäubung und Entbluteschnitt	151
5.	Diskussion	152
5.1	Praktikabilität der Betäubungsbox und der Betäubungsgeräte in der Routineschlachtung	152
5.1.1	Betäubungsbox	152
5.1.2	Betäubungsdurchführung	153
5.2	Betäubungserfolg bei den verschiedenen Geräten	155
5.3	Kopfadspektion nach Schuss-Schlag-Betäubung	161
5.4	Untersuchung auf ZNS-Gewebe nach Schuss-Schlag- Betäubung und BSE-Problematik	163
5.5	Arbeitsschutz bei der Schuss-Schlag-Betäubung	165
6.	Schlussfolgerungen	166
6.1	Bedeutung für den Tierschutz	166
6.2	Bedeutung für den Verbraucherschutz	167
6.3	Bedeutung für den Arbeitsschutz	168

7.	Zusammenfassung	169
8.	Summary	171
9.	Literaturverzeichnis	173
10.	Abbildungs- und Tabellenverzeichnis	186
11.	Anhang	192

1 Einleitung

Die Bolzenschussbetäubung stellt bei korrekter Durchführung ein bewährtes und sicheres Verfahren zur Rinderbetäubung dar (HOLLEBEN v. et al., 2002). Immer wieder wird aber vor allem seit dem Verbot des Rückenmarkzerstörers über Probleme dieses Verfahrens bezüglich des Tierschutzes und Arbeitsschutzes berichtet. Eine weitere Schwierigkeit der konventionellen Bolzenschussbetäubung im Hinblick auf die aktuelle Diskussion um BSE liegt in der Eröffnung der Schädelhöhle und der penetrierenden Gehirnschädigung.

Die Bundesforschungsanstalt für Ernährung und Lebensmittel in Kulmbach (BFEL) veranlasste daher in jüngerer Vergangenheit Forschungen zur Schuss-Schlag-Betäubung als Alternative zur Bolzenschussbetäubung. HOFFMANN (2003) beschäftigte sich im Rahmen dieser Untersuchungen mit der Implementierung dieser Betäubungsmethode in zugelassenen Schlachtbetrieben. Die Ergebnisse des Forschungsprojekts ergaben zwar eine Verbesserung des Arbeitsschutzes aber die Fehlbetäubungsquote war inakzeptabel hoch. Hinsichtlich des Verbraucherschutzes wurden kaum Vorteile gegenüber dem konventionellen Verfahren mit dem Bolzenschuss gesehen, da auch bei dieser Methode eine Abschwemmung von Hirngewebe in den Körper nicht auszuschließen sei.

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit wurden druckluftbetriebene Schuss-Schlag-Betäubungsgeräte im Routineeinsatz auf ihre tierschutzgerechte Anwendung im Vergleich zur Bolzenschussbetäubung getestet. Des Weiteren wurde durch weiterführende Untersuchungen geprüft, ob der Verbraucherschutz hinsichtlich der BSE-Problematik und die Arbeitssicherheit im Schlachtbetrieb durch das in Deutschland nicht zugelassene Schuss-Schlag-Verfahren verbessert werden könnten.

2 Literatur

2.1 Rechtliche Grundlagen

2.1.1 Tierschutzgesetz und Tierschutz-Schlachtverordnung

Die deutsche Gesetzgebung sieht bei der Schlachtung eines warmblütigen Tieres (§ 4a TierSchG, in der Fassung vom 25. Mai 1998) die Vermeidung von Schmerzen nur dadurch gewährleistet, dass vor dem Blutentzug eine Betäubung erfolgt. Eine Entbindung von der Betäubungspflicht ist ohne Ausnahmegenehmigung nur bei einer Notschlachtung möglich, falls die Umstände am Unglücksort eine Betäubung zur schnellen Tötung des Tieres nicht zulassen. Schächten aus religiösen Gründen bedarf hingegen der ausdrücklichen Erlaubnis der zuständigen Behörde. Eine regelmäßige Betäubung von Schlachttieren darf nur durch eine Person vorgenommen werden, die einen Sachkundenachweis über die dazu erforderlichen Kenntnisse und Fähigkeiten erbracht hat.

Das zuständige Bundesministerium kann nach § 4b des Tierschutzgesetzes mit Zustimmung des Bundesrates nähere Vorschriften in Bezug auf die Betäubung oder Tötung eines Tieres erlassen. Die wohl wichtigste daraus entstandene Rechtsnorm ist die Tierschutz-Schlachtverordnung.

Diese Tierschutz-Schlachtverordnung in der Fassung vom 3. März 1997 legt genaue Rahmenbedingungen für eine tiergerechte Schlachtung fest. Nach den Allgemeinen Grundsätzen dieser Verordnung muss zur Vermeidung von Schmerzen und Leid eine schnelle und sichere Betäubung des Schlachttieres erfolgen. In Anlage 3 erfolgt eine Auflistung zulässiger Betäubungsverfahren für verschiedene Tierarten. Das Tier soll schnell und unter Vermeidung von Schmerzen in einen bis zum Tod anhaltenden Zustand der Empfindungs- und Wahrnehmungslosigkeit versetzt werden. Die Ruhigstellung eines Tieres, die bei Rindern die Einschränkung der Kopfbewegungen beinhalten muss, hat den Zweck, dass das regelmäßig überprüfte Betäubungsgerät nur so lange wie nötig angesetzt werden muss. Die Verordnung legt genaue Anforderungen fest, die eine Person, die Betäubungen durchführt, zur Erteilung der bereits im

Tierschutzgesetz erwähnten Sachkundebescheinigung erfüllen muss. Als weiteren wichtigen Aspekt regelt Anlage 2 der Tierschutz-Schlachtverordnung die Höchstdauer zwischen Betäubung und Entblutungsschnitt in Abhängigkeit des gewählten Betäubungsverfahrens.

2.1.2 Richtlinie 93/119 EG über den Schutz von Tieren zum Zeitpunkt der Schlachtung oder Tötung

Diese europäische Richtlinie in der Fassung vom 22. Dezember 1993 enthält Vorschriften hinsichtlich des Tierschutzes bei der Schlachtung. Für deren Umsetzung in Deutschland ist die Tierschutz-Schlachtverordnung verantwortlich, in der daher sehr viele Inhalte der Richtlinie wieder zu finden sind.

In Anhang C dieser Richtlinie werden erlaubte Betäubungsmethoden für Nutztiere, mit Ausnahme der zur Pelzgewinnung dienenden, aufgeführt und näher beschrieben. Die europäische Rahmenrichtlinie erlaubt neben der in Deutschland zulässigen Bolzenschuss- und Elektrobetäubung auch die stumpfe Schuss-Schlag-Betäubung des Rindes. Unter Berücksichtigung der speziellen Anforderungen darf dieses Verfahren beim Rind aber nur mit mechanisch arbeitenden Geräten durchgeführt werden, die dem Stirnbein einen Schlag versetzen. Der Ansatzpunkt und die Kartuschenstärke müssen so gewählt werden, dass eine wirksame Betäubung ohne Fraktur des Stirnbeins herbeigeführt wird.

2.1.3 Verordnung (EG) Nr. 1139/2003 der Kommission zur Änderung der Verordnung (EG) Nr. 999/2001

Diese Verordnung beinhaltet Änderungen der Anhänge III und XI ihrer Basisverordnung (EG) Nr. 999/2001, welche Vorschriften zur Verhütung, Kontrolle und Tilgung bestimmter transmissibler spongiformer Enzephalopathien enthält.

Zu einem Überwachungssystem (Anhang III) bei Rindern hinsichtlich der Untersuchung auf BSE gehört einerseits, dass alle über 30 Monate alten Tiere getestet werden müssen und andererseits auch die Maßnahmen, die im Falle eines positiven Testergebnisses zu treffen sind. Liegt ein positives Testergebnis vor, dann müssen zusätzlich zum positiv getesteten Schlachtkörper mindestens der diesem unmittelbar vorausgehende und die zwei unmittelbar nachfolgenden Schlachtkörper beseitigt werden.

Anhang XI geht näher auf die Vorgaben für spezifiziertes Risikomaterial, Separatenfleisch und Schlachttechniken ein. Darin wird das schon seit dem 01.01.2001 bestehende Verbot des Einsatzes eines Rückenmarkzerstörers erwähnt. Ein weiterer wesentlicher Aspekt ist die Kopffleischgewinnung von über 12 Monate alten Rindern nach Bolzenschussbetäubung. Zur Vermeidung einer Kontamination mit Gewebe des Zentralnervensystems müssen dazu im Rahmen eines anerkannten Kontrollsystems frontale Einschusskanäle und das Foramen magnum dicht und dauerhaft verschlossen werden. Diese Bestimmungen gelten nicht für die Gewinnung der Zunge und des Backenfleisches, sofern der Rinderkopf nicht vom Förderband oder Haken entfernt wird.

2.1.4 Verordnung zur fleischhygienerechtlichen Untersuchung von geschlachteten Rindern auf BSE (BSEUntersV)

Nach der nationalen BSE-Untersuchungsverordnung in der Fassung vom 18. September 2002 ist es Vorschrift, Rinder schon sechs Monate früher als in der EU Richtlinie festgelegt, also mit 24 Monaten, im Rahmen der Fleischuntersuchung zu testen.

Zusätzlich zu den europäischen Maßnahmen müssen bei einem positiven BSE-Befund eines Tieres alle ihm folgenden Schlachtkörper beseitigt werden, sofern nicht nach der Schlachtung des positiv getesteten Tieres die Arbeitsgeräte und Schutzkleidung ausgetauscht oder nach Maßgabe § 4 Abs. 3 gereinigt und desinfiziert wurden. Danach muss eine Reinigung mit heißem Wasser, die Desinfektion mit einer Natriumhypochloritlösung, welche mindestens 2 % freies Chlor enthält, oder mit 1 N (4 Prozent) Natronlauge durchgeführt werden. Die Einwirkzeit der Desinfektionsmittel beträgt mindestens 60 Minuten. Bei Verwendung der Natronlauge ist zusätzlich eine Temperatur von mindestens 20°C erforderlich. Andere Desinfektionsverfahren mit gleicher Wirkung dürfen nur nach Erlaubnis der zuständigen Behörde angewendet werden. Ein Betäubungsgerät, das die Schädelhöhle nicht eröffnet, bleibt von diesen Bestimmungen ausgenommen, da es nicht mit Gewebe des Zentralnervensystems kontaminiert werden konnte.

2.1.5 Standpunkt der Europäischen Union bezüglich der Betäubungsmethoden und deren BSE-Risiken

Nachdem Forschungsberichte und Beiträge von Experten in verschiedenen Gremien diskutiert worden waren, gab der wissenschaftliche Lenkungsausschuss (SSC, 2002a) der EU bei seinem Treffen am 10. und 11. Januar 2002 eine zusammenfassende Meinung hinsichtlich des BSE-Risikos von Betäubungsmethoden bekannt.

Die Gefahr, bei der Betäubung von Rindern eine Kontamination von Geweben und Organen mit BSE-Erregern zu verursachen, sei von der im Gehirn des Tieres vorhandenen Infektionsdosis, dem Ausmaß der Gehirnschädigung und der Verbreitung von Gehirnpartikeln im Tierkörper abhängig. Ein definitives Risiko nach penetrierender Bolzenschussbetäubung mit Gehirnpartikeln kontaminiert zu werden, besteht nach Meinung des Gremiums in absteigender Reihenfolge für das Blut, die Pulmonalarterien und Lunge sowie für das rechte Herz.

Nur bei nicht-penetrierenden Geräten und der Elektrobetäubung sieht das SSC keinen Grund, eine Abschwemmung zu erwarten. Beide Betäubungsverfahren werden daher als Verfahren mit keinem beziehungsweise unerheblichem Risiko eingestuft.

Der Lenkungsausschuss hält es allerdings für ratsam, diese Einschätzung durch neue Studien bestätigen zu lassen.

Außerdem wird empfohlen, auch Experten der Schlachttechnik miteinzubeziehen, um über den Erfolg einer Umsetzung der Ratschläge aus diesem Bericht zu entscheiden. Die Spezialisten sollten mögliche Auswirkungen und Nachteile einer Abschaffung der penetrierenden Betäubung zu Gunsten anderer Verfahren, wie beispielsweise Schuss-Schlag-Betäubung, im Hinblick auf Tierschutz, Arbeitsschutz und Fleischhygiene überprüfen.

2.1.6 Arbeitsschutzrechtliche Vorgaben

2.1.6.1 Arbeitsschutzgesetz

Nach den Allgemeinen Grundsätzen dieses Gesetzes ist eine Arbeit so zu gestalten, dass eine Gefährdung für Leben und Gesundheit möglichst vermieden und die verbleibende Gefährdung möglichst gering gehalten wird. Der Stand der Technik, Arbeitsmedizin, Hygiene und arbeitswissenschaftliche Erkenntnisse sind bei Maßnahmen für den Arbeitsschutz zu berücksichtigen.

2.1.6.2 Biostoffverordnung

Biologische Arbeitsstoffe werden in 4 Gruppen zunehmender Gefährlichkeit für den Menschen unterteilt. Der Unternehmer muss die erforderlichen Schutzmaßnahmen zur Sicherheit und zum Gesundheitsschutz nach einer Gefährdungsbeurteilung treffen. Ein Beispiel hierfür ist, dass bei der Schlachtung von Rindern eine Gefährdung durch BSE-Erreger verhindert wird.

Auf Basis des § 17 der Biostoffverordnung wird zur Beratung in allen Fragen des Arbeitsschutzes bei Anwendung biologischer Arbeitsstoffe im Ministerium für Wirtschaft und Arbeit der Ausschuss für biologische Arbeitsstoffe (ABAS) gebildet. Die Erkenntnisse dieses Gremiums sind bei der Durchführung von Schutzmaßnahmen zu berücksichtigen.

2.1.6.3 Ausschuss für biologische Arbeitsstoffe (ABAS)

In der Ausgabe 602 befasste sich der Ausschuss mit dem Schutz der in einem Schlachtbetrieb Beschäftigten vor TSE-Infektionen und hat prophylaktische Maßnahmen beschlossen, die als Hilfestellung für Arbeitgeber und Aufsichtsbehörde dienen sollen. Der ABAS hält in einzelnen Arbeitsbereichen, bei denen Mitarbeiter mit Risikomaterial in Kontakt kommen können, spezielle Schutzmaßnahmen für erforderlich. Die Bolzenschussbetäubung gilt als Arbeitsschritt mit Gefährdungspotential. Das Gremium zeigt daher die Vorteile einer stumpfen Schuss-Schlag-Betäubung aus Sicht des Arbeitsschutzes auf. Ein Vorzug dieses Verfahrens sei, dass durch das Ausbleiben einer Penetration des Kopfes kein Gewebe des Zentralnervensystems austreten könne und somit auch keine Kontamination des Schussapparates stattfindet. Des Weiteren würden die Tiere nach der Schuss-Schlag-Betäubung, zu deren sicheren Durchführung eine Kopffixierung erforderlich ist, weniger Reflexbewegungen aufweisen. Außerdem steige die Arbeitssicherheit auch dadurch, dass die Metallscheibe nicht am Kopf des Tieres hängen bleiben kann.

JOHANNSEN (2002) führte in seinem früher verfassten „Abschlussbericht zur Schlachttechnik“ noch andere Aspekte zu diesem Betäubungsverfahren an. Der Autor weist darauf hin, dass es zu starken Hirnbasisblutungen und zur Zerstörung der Blut-Hirn-Schranke kommen kann. Dadurch könnten kontaminierte Hirnpartikel in den Blutkreislauf abgeschwemmt werden. Er empfiehlt, die bessere Ruhiglage nach der Betäubung, die eine Elektroimmobilisierung überflüssig macht, zum Stechen im Liegen auszunutzen.

2.1.6.4 Vorschriften der Berufsgenossenschaft

a) Arbeiten mit Schussapparaten (VBG 45)

Da Schussapparate dem Waffenrecht unterliegen, müssen sie nach der Dritten Verordnung zum Waffengesetz vom 2. September 1991 nicht nur über eine Bauartzulassung durch die Physikalisch-technische Bundesanstalt verfügen, sondern auch alle zwei Jahre, bei wesentlichen Mängeln unverzüglich, einer Funktionsprüfung unterzogen werden. Die Wiederholungsprüfung muss durch ein Prüfzeichen am Gerät kenntlich gemacht sein. Wird das Zeichen in Form einer Plakette angebracht, so muss diese in Schwarzdruck auf silbrigem Grund ausgeführt sein.

Neben diesen Zulassungsbedingungen und weiteren technischen Vorgaben, wie beispielsweise der Verwendung richtiger Munition und Instandhaltung des Gerätes, wird auch auf personelle Voraussetzungen eingegangen. Ein Betäuber muss in der Regel mindestens 18 Jahre alt sein und mit dem Schussapparat und dessen Umgang vertraut sein.

b) Arbeiten in der Fleischwirtschaft

Hierbei handelt es sich um eine BG-Information zur Verhütung von Unfällen in Betrieben der Fleischwirtschaft, die in Zusammenarbeit der Fleischerei BG mit dem Fachausschuss Fleischwirtschaft (BGZ) herausgegeben wurde. Das Kapitel Rinderbetäubung weist auf Gefahren und deren Vermeidung in diesem Bereich hin. Werden in einem Betrieb mehr als vier Rinder am Tag geschlachtet, muss die Betäubung in einer Falle vorgenommen werden, die auch die Kopfbewegungen ausreichend einschränkt. Gefährdungen durch unzureichend betäubte Tiere müssen durch Schutzmaßnahmen wie beispielsweise einen Niederhalter über dem Rost verhindert werden. Nach dem Verbot des Rückenmarkzerstörers wird die Elektroimmobilisierung als Methode der Wahl betrachtet, eine schnelle Reflexlosigkeit nach der Betäubung zu erreichen.

2.2 Betäubungsverfahren beim Rind

2.2.1 Historische Entwicklung in Deutschland

Nachdem die Betäubung eines Schlachttieres vorwiegend aus Gründen des Arbeitsschutzes eingeführt wurde, stehen heute Gedanken des Tierschutzes im Vordergrund (KALLWEIT et al., 1989).

SCHWABENBAUER (1989) beschreibt in einem historischen Rückblick, dass in Bayern 1930 der allgemeine Betäubungszwang bei der Schlachtung eines Tieres eingeführt wurde. Im April 1933 folgte dann ein Reichsgesetz, das eine vollständige Betäubung warmblütiger Tiere vor dem Blutentzug zwingend vorschrieb. Die dazu erlassene Verordnung über das Schlachten von Tieren vom 21. April 1933 erlaubte zur Betäubung neben speziellen Apparaten auch den Kopfschlag. Seine Durchführung verlangte grundsätzlich eine Fixierung des Kopfes und genügend Kraft und Erfahrung der ausübenden Person. Da die Wirkung des Schlages bei schweren Kühen, über 2 Jahre alten Ochsen und Bullen nicht immer sicher war, durfte er bei diesen Tieren nur ausnahmsweise durchgeführt werden.

Nach der 2. Änderung der Verordnung im Jahre 1952 waren jedoch nur noch der Bolzenschussapparat und elektrischer Strom für die Betäubung größerer Tiere zugelassen. Die Diskussion hinsichtlich des Tierschutzes im Rahmen verschiedener Betäubungsmethoden verstummte danach für viele Jahrzehnte. Erst 1986 wurde das Schlachtrecht im Tierschutzgesetz neu geregelt (SCHWABENBAUER, 1989).

Die zum heutigen Zeitpunkt geltende Tierschutz-Schlachtverordnung (1997) beschränkt sich immer noch auf die Bolzenschuss- und Elektrobetäubung als zugelassene Betäubungsverfahren zur Schlachtung von Rindern. Nur bei einer Nottötung sowie nach Einwilligung der zuständigen Behörde kann auch zur Betäubung oder Tötung von Rindern, die ganzjährig im Freien gehalten werden, ein Kugelschuss durchgeführt werden (Anlage 3, TierSchIV).

2.2.2 Mechanische Betäubung beim Rind

2.2.2.1 Allgemeine Bemerkungen

Grundsätzlich wird bei den **mechanischen Verfahren** zur Rinderbetäubung eine das Gehirn nicht-penetrierende Schuss-Schlag-Technik von der penetrierenden Bolzenschussbetäubung unterschieden.

GRANDIN (2003) beschreibt im Rahmen einer Publikation der American Meat Institute Foundation (AMI) Kriterien im Hinblick auf eine effektive „Captive Bolt“ Betäubungstechnik, welche im amerikanischen Sprachgebrauch sowohl die penetrierende als auch die nicht-penetrierende Form eines Bolzenschusses zusammenfasst. Das Erstbetäubungsergebnis dieses Betäubungsverfahrens sei exzellent bei einer Quote von 99-100 %, akzeptabel bei 95-98 %, inakzeptabel bei 90-94 % und bei weniger als 90 % als sehr problematisch anzusehen. Nach DRAWER und ENNULAT (1977) liegt die durchschnittliche Fehlbetäubungsquote bei Verwendung des Bolzenschussgerätes beim Rind bei 5-6 %. Bei einem ungeübten Schützen kann der Anteil unzureichend betäubter Tiere bis auf 20 % anwachsen.

Mangelhaftem Betäubungserfolg liegt sehr oft der falsche Ansatz des Schussgeräts am Schädel des Tieres zugrunde. Die häufigste Ursache hierfür sind fehlerhaft konstruierte Betäubungsfallen, bei welchen der Betäuber in einer ungünstigen Schussposition steht (MICKWITZ v., 1982). Weitere wesentliche Gründe von Fehlbetäubungen bei einem mechanischen Verfahren sind ungenügende Ladungsstärke, ein verschmutztes oder beschädigtes Gerät und unzureichende Kopffixierung (TVT, 2001).

2.2.2.2 Stumpfe Schuss-Schlag-Betäubung

Dieses Verfahren ist in Deutschland nicht zugelassen und bedarf daher einer behördlichen Zulassung nach § 14 Abs. 2 Nr. 1 TierSchIV.

2.2.2.2.1 Wirkung

Die Betäubung erfolgt bei diesem Betäubungsverfahren durch einen mechanischen stumpfen Schlag auf die Stirn, der eine schwere Gehirnerschütterung auslöst (TROEGER, 2002b). Nach MÄNNL (1994) basiert die Wirkung der Schuss-Schlag-Betäubung auf der Tatsache, dass bestimmte Hirnstammanteile sehr empfindlich auf Erschütterungen und Druckerhöhungen reagieren. Bei den Geräten handelt es sich um modifizierte Bolzenschussapparate, deren scharfer Bolzen durch eine konvexe Metallplatte mit einem Durchmesser von 4-5 cm ersetzt wird (TROEGER, 2002b).

2.2.2.2.2 Forschungsergebnisse

BLACKMORE (1979) führte Betäubungsversuche der Schuss-Schlag-Methode an Schafen und Kälbern mit Betäubungsgeräten durch, die mit einem konkaven, mit Hartgummi gepolsterten Schlagkopf ausgestattet waren. Er berichtete, dass 80 % der 90 untersuchten Kälber mit dem an der Stirn angesetzten, modifizierten druckluftbetriebenen Hantover-Gerät effektiv betäubt waren. Allerdings wurden bei allen zufrieden stellenden Betäubungen Blutungen im Gehirn festgestellt.

LAMBOOY et al. (1981) unternahmen Versuche an Kälbern mit einem Cash Kocker, der mit einem pilzkopfförmigen Schlagkopf ausgestattet war. Wirksam betäubt waren nach Schlag auf die Stirn 15 von 19 Tieren. Nach dem Schlag erlitten die Kälber einen tonischen Krampf (tetanische Phase) vor der Erschlaffung. Außerdem wurden nach der Betäubung Nasenbluten, Gehirnblutungen und Schädelbrüche diagnostiziert. Das Forscherteam folgerte aufgrund dieser Ergebnisse, dass die durch das Verfahren ausgelöste Gehirnerschütterung nicht wirksam genug ist (LAMBOOY et al., 1981).

MÄNNL unternahm 1993 den Versuch, Schweine mit diesem Verfahren zu betäuben. Von insgesamt 52 Schlachtschweinen waren 12 Tiere nach Schlag auf die Stirn ungenügend betäubt. Die Ursachen für die Nachbetäubungen sah er im falschen Ansatz des Gerätes und in Abweichungen der Treibladungsstärke, da zur Erzielung einer optimalen Bewusstlosigkeit genau dosierte Schlagkräfte erforderlich seien. Häufig auftretende Frakturen am Schweineschädel sind seiner Meinung nach auf die Kombination von Schlagkopfform und Treibladungsstärke zurückzuführen. Er beschreibt, dass die Verwendung von großflächigen Schlagköpfen, welche aufgrund der besseren Verteilung der Aufschlagenergie weniger zerstörerische Wirkung erwarten ließen, durch den eng begrenzten Applikationsort am Schweineschädel verhindert wird. Eine sinnvolle Beurteilung der Schlagkopfformen hinsichtlich der Betäubungswirkung konnte vor allem wegen der mangelhaften Treibladungen in dieser Studie nicht vorgenommen werden. Aufgrund des ungenügenden Betäubungseffektes und der wenig standardisierten Technologie konnte dieses Betäubungsverfahren nach Abschluss der Untersuchungen für Schlachtschweine nicht empfohlen werden (MÄNNL, 1993).

In einer Untersuchung von FINNIE (1995) konnten alle 12 adulten Versuchsrinder mit einem Cash Kocker am Kreuzungspunkt der Verbindungslinien zwischen Ohrgrund und kontralateralem medialem Augenwinkel effektiv betäubt werden. Bei Betrachtung der Schädel zeigte sich eine ovale Impressionsfraktur am Stirnbein, die in ihrer Größe etwa dem Durchmesser des pilzkopfförmigen Schlagkopfes entsprach. Zwei Rinder hatten eine intakte innere Knochenlamelle während bei den übrigen 10 Tieren sowohl die äußere als auch die innere Knochenlamelle des Schädeldaches gebrochen war. Hinsichtlich der Betäubungswirkung folgerte er, dass die dem Schädel-

dach zugeführte Energie wahrscheinlich durch Schädigung des Aktivierenden Retikulären Systems (ARS) zur Bewusstlosigkeit führt. Nach Fixierung der Gehirne in Formalin und Präparierung wurde eine makroskopische und mikroskopische Untersuchung durchgeführt (siehe 2.4).

2.2.2.2.3 Aktuelle Forschungsergebnisse beim Rind

Im Rahmen einer Dissertation von HOFFMANN (2003) wurde die Schuss-Schlag-Betäubung entweder mit kartuschen- oder druckluftbetriebenen Geräten bei 1248 Rindern angewandt. Zunächst führte die Autorin Vorversuche zur Überprüfung der richtigen Ansatzstelle des Gerätes und den besten Treibladungen bzw. Druckluftstufen bei den verschiedenen Kategorien durch. Die Beurteilung der Betäubung nahm sie dabei in Anlehnung an das Schema zur Beurteilung der Narkosetiefe nach Güdel vor. Danach ist eine ausreichende Betäubung (Toleranzstadium) erreicht, wenn es zum Ausfall des Korneal-, Pupillar- und Lidreflexes kommt, der Bulbus rotiert, die Pupille weit gestellt ist, das Tier sofort niederstürzt und die Atmung sistiert. Der Ansatzpunkt mit der niedrigsten Nachbetäubungsquote von 8,4 % und somit der im Hauptversuch gewählte Ansatzpunkt lag 2 cm oberhalb des Kreuzungspunktes zwischen innerem Augenwinkel und kontralateralem Hornansatz in der Medianlinie. Bei einem Geräteansatz 2 cm unterhalb des Punktes konnten 12,5 %, bei paramedianem Ansatz sogar 37,1 % der Tiere nicht ausreichend betäubt werden. Insgesamt mussten bei den Hauptversuchen, die in zwei Schlachtbetrieben durchgeführt wurden, nach Einsatz des munitionsbetriebenen Cash Knocker (Fa. Accles and Shelvoke) 28,0 % der Rinder nachbetäubt werden. Mit dem Magnum Knocker, der als dessen Nachfolgemodell einen im Durchmesser ca. 1 cm größeren Schlagkopf besaß, konnten 12,8 % der Tiere nicht ausreichend betäubt werden. Unter einem Betriebsdruck von 10-14 bar musste beim einzigen pneumatisch-betriebenen Gerät der Firma EFA bei 25,5 % der 157 Tiere eine Nachbetäubung vorgenommen werden. Beispielsweise war bei 9 von 25 Jungbullen, die mit 13 bar betäubt wurden, ein Nachschuss erforderlich. Bei Einbeziehung aller Schuss-Schlag-Geräte zeigte sich als Gesamtbild im größeren Schlachtbetrieb nach Aufteilung in Kategorien, dass 27,7 % von 101 Jungbullen, 31,3 % von 16 Ochsen, 18,2 % von 77 Kühen, 17,2 % von 29 Färsen und 50,0 % von 2 Jungrindern nachbetäubt werden mussten. Auf dem Rost lagen in

diesem Schlachtbetrieb 67,8 % der Tiere völlig ruhig, 25,4 % zeigten geringgradige, 4,4 % mittelgradige und nur 2,4 % hochgradige Bewegungen. Bei der pathologisch-anatomischen Untersuchung der Köpfe des Hauptversuches im größeren Schlachthof war nach Verwendung des Druckluftgerätes in 99,1 % der Fälle die äußere und bei 71,6 % die innere Knochenlamelle frakturiert. Der Einsatz des Cash Kocker verursachte bei allen Schädeln eine Zerstörung der äußeren Lamelle und bei 94,4 % war zusätzlich die innere Knochenlamelle beschädigt. Auch der Magnum Kocker frakturierte bei jedem Rind die Lamina externa und zu 45,0 % die Lamina interna. Bei insgesamt 0,4 % aller Köpfe wurde die äußere und innere Knochenlamelle sowie die Dura mater nicht frakturiert, zudem blieb in einer Häufigkeit von 36,2 % die Dura mater unversehrt. Im zweiten Schlachtbetrieb, in dessen Betäubungsbox der Kopf durch einen Kopffixierungsschieber auf einem herausragenden Kopfblech sicher gehalten wurde und daher im Gegensatz zum größeren Schlachtbetrieb keine Seitwärtsbewegung des Kopfes mehr möglich war, verursachte der Magnum Kocker nur bei 41,9 % der 74 untersuchten Tiere eine Fraktur der äußeren Lamelle und bei 17,6 % war zusätzlich die innere Knochenlamelle beschädigt.

Bei allen in beiden Schlachtbetrieben untersuchten Köpfen konnten im Gehirn nach Schuss-Schlag-Betäubung gering- bis hochgradige Hämatome diagnostiziert werden, die an der Frontseite unter der Ansatzstelle und am Hirnstamm lokalisiert waren. Untersuchungen der Fleischqualität und EKG-Ableitungen zeigten keine Abweichung von der Bolzenschussbetäubung. Des Weiteren stellte sich ein Zeitraum von 60 s bis zur Entblutung als unproblematisch hinsichtlich der Betäubungstiefe heraus. Bei Betrachtung aller Versuchsergebnisse der Schuss-Schlag-Betäubung kam HOFFMANN (2003) zu der Schlussfolgerung, dass, obwohl zum einen die Technik der Geräte noch verbesserungswürdig sei und zum anderen die Nachbetäubungsquote aus tier-schutzrechtlicher Sicht zu hoch sei, das Verfahren prinzipiell bei sachgerechter Anwendung mit Kopffixierung zu einer schnellen und sehr guten Betäubung der Tiere führe. Eine Nachbetäubung mit dem Schuss-Schlag-Gerät hält sie nicht für sinnvoll, da die beim ersten Schlag verursachte Schwellung die Kraftübertragung auf das Gehirn verschlechtere. Die Autorin sieht bei Anwendung dieses Betäubungsverfahrens Verbesserungen des Arbeitsschutzes im Vergleich zum Bolzenschuss an einigen kritischen Arbeitspositionen. Zum einen könne der Betäuber nicht mit möglicherweise infiziertem Gehirnmaterial in Berührung kommen, solange mindestens die Dura ma-

ter encephali unverletzt bleibt. Ein weiterer Vorteil sei die bessere Ruhiglage der Tiere auf dem Rost. Für den Verbraucherschutz stelle die Schuss-Schlag-Betäubung gegenüber der Bolzenschussmethode aber keine Verbesserung dar, da aufgrund der diagnostizierten Gehirnblutungen eine Abschwemmung von ZNS-Gewebe aus dem Gehirn über das Blut in den Körper nicht auszuschließen sei.

Auch MINTZLAFF und LAY (2004) führten in jüngerer Vergangenheit Untersuchungen sowohl mit pneumatisch-betriebenen als auch munitionsbetriebenen Schuss-Schlag-Geräten primär unter den Aspekten des Tier- und Arbeitsschutzes durch. Bei Einsatz des mit Druckluft arbeitenden Gerätetyps (EFA, Typ VB 220) konnten die Wissenschaftler, nachdem der Schlagkopf durch Vergrößerung der Fläche und spezifischer Gestaltung der Oberfläche modifiziert wurde, sowohl bei einem verwendeten Druck von 10 bar für Kühe und Färsen als auch bei 12 bar für Bullen keine Stirnbeinfrakturen bei einer ausreichenden Betäubung beobachten. Die Beurteilung der Betäubungsqualität wurde von den Wissenschaftlern wie von HOFFMANN (2003) nach dem Schema der Betäubungstiefe von Güdel vorgenommen. Mit dem EFA-VB-220 traten bei Bullen Fehlbetäubungsraten in der Größenordnung von 7 % auf. Selbst eine Erhöhung des Betriebsdruckes konnte dieses Ergebnis nicht verbessern. Mit einem verbesserten Gerätetyp EFA-VB-225, bei welchem durch Erhöhung der Bolzengeschwindigkeit auf 30 m/s eine kinetische Energie von 230 J auf das Schädeldach einwirkt, bewegte sich die Fehlbetäubungsquote bei einem Kollektiv von 145 Bullen im Bereich von 3,7 %. Die Betäubung von Färsen und Kühen erwies sich nach Aussage der Autoren mit dem EFA-VB-225 als unproblematisch. In der Publikation werden dazu allerdings keine weiterführenden Angaben gemacht. Bei allen Tieren wurden von den Wissenschaftlern unabhängig vom Gerätetyp und der Kategorie zudem deutlich geringere spinale Reflexe als nach Bolzenschussbetäubung ohne Rückenmarkzerstörung diagnostiziert.

Bei der pathologisch-anatomischen Untersuchung nach Einsatz des vergrößerten modifizierten Schlagkopfes waren massive Blutungen im Bereich des Stammhirns, des Kleinhirns und der Medulla oblongata sichtbar. Eine wichtige Voraussetzung für einen erfolgreichen Einsatz der Schuss-Schlag-Betäubung ist nach MINTZLAFF und LAY (2004), dass durch eine zuverlässige Kopffixierung ein absolut planer Geräteansatz am für die Bolzenschussbetäubung üblichen Kreuzungspunkt erfolgen kann.

Zudem müsse ein Betäuber zuverlässig und gut geschult sein. Auch ein kurzfristiger Blutentzug innerhalb 5-15 s sei bei diesem Verfahren notwendig. Vorteile gegenüber der Bolzenschussbetäubung sehen die Wissenschaftler neben den verminderten spinalen Reflexen in einer sehr wahrscheinlichen Verminderung des BSE-Risikopotentials, da die Schädelhöhle unter optimalen Bedingungen nicht eröffnet werden würde.

In einer ebenfalls sehr aktuellen Erprobung des Schuss-Schlag-Verfahrens von HOLST (2004) im Auftrag des „Danish Meat Research Institute“ wurde ein druckluftbetriebenes nicht-penetrierendes Betäubungsgerät (USSS-2, Firma Jarvis) verwendet. Der Wissenschaftler berichtet, dass bei keinem untersuchten Tier Hirnmaterial auf der Stirn zu sehen war, obwohl bei bis zu 50 %, hauptsächlich Kühen und Färsen, das Stirnbein frakturiert wurde. Von den über 30 Monate alten Tieren hatten weniger als 3 % eine zerstörte innere Knochenlamelle, bei den restlichen 97 % waren nur Brüche an der äußeren Knochenlamelle zu diagnostizieren. Aufgrund dieser Ergebnisse folgerte er, dass durch den Einsatz des Schuss-Schlag-Gerätes das Risiko einer Ausbreitung von Gehirngewebe beträchtlich gesenkt wird. Spezielle Untersuchungen zum ZNS-Nachweis im Schlachttierkörper wurden innerhalb der Studie nicht durchgeführt. Hinsichtlich der Betäubungseffektivität sieht er bei diesem Verfahren keinen Unterschied zum konventionellen Bolzenschuss, sofern ein Betäuber ausreichende Übung im Umgang mit dem Gerät besitzt. Eine notwendige Voraussetzung für einen präzisen Ansatz stelle aber eine gut ausgestaltete Betäubungsbox mit hervorragender Kopffixierung dar. Einen Nachteil gegenüber dem konventionellen Bolzenschuss sieht er im schweren Gewicht des Testgerätes von ca. 15 kg wodurch es zur schnelleren Ermüdung des Betäubers und damit verbundenen Fehlbetäubungen kommen könne (HOLST, 2004).

2.2.2.2.4 Grenzen und spezielle Probleme

In einem wissenschaftlichen Report der EFSA (2004) über tierschutzgerechte Betäubungs- und Tötungsmethoden wird auch auf die bei Schuss-Schlag-Betäubung auftretenden Probleme bei Rindern näher eingegangen. Ein Nachteil wird darin gesehen, dass sie nicht bei allen Tieren effektiv ist. Bei den nicht-ausgewachsenen Knochen von Kälbern kann der Schädel brechen und die Aufschlagenergie dadurch ungenügend werden. Auch bei sehr dicken Schädeln, wie bei Bullen, ist es möglich, dass die auftreffende Energie zu gering ist. Da die Dauer der Bewusstlosigkeit bei diesem Verfahren relativ kurz ist, sollte innerhalb von 12 s nach dem Schlag mit der Entblutung begonnen werden (EFSA, 2004).

GRANDIN (2004) stellt in einer Publikation die These auf, dass die Effektivität einer nicht-penetrierenden Betäubungsform mit dem Ausmaß der verursachten Schädelfrakturen steigt. Ein größerer Durchmesser des pilzkopfförmigen Schlagkopfes könne im Vergleich zu einem kleineren möglicherweise mehr Effektivität bei weniger Frakturen bringen (GRANDIN, 2004).

2.2.2.3 Bolzenschussbetäubung

2.2.2.3.1 Ansatzstelle und Wirkung

Beim Bolzenschussverfahren wird durch eine Kartusche oder Druckluft ein Metallbolzen nach vorne getrieben, der den Schädelknochen durchschlägt und in das Gehirn eindringt. Der optimale Ansatzpunkt für das Gerät befindet sich auf dem Schnittpunkt zweier Linien, die vom inneren Augenwinkel des jeweils gegenüberliegenden Auges zum Hornansatz ziehen (TROEGER, 1998). Abweichungen von etwa 2 cm um die richtige Betäubungsstelle herum führen ebenfalls zur effektiven Wahrnehmungslosigkeit (LAMBOOY, 1981). Eine erfolgreiche Betäubung ist neben der richtigen Position auch von der ausreichenden Ladungsstärke abhängig, die den 80 mm langen und 12 mm starken Bolzen antreibt (TROEGER, 1990).

Der Aufprall des Bolzens auf dem Schädeldach führt zu einer Gehirnerschütterung, die mit einem sofortigen Bewusstseinsverlust einhergeht. Eine anhaltende und tiefe Betäubung wird bei diesem Betäubungsverfahren durch die Beschädigung lebenswichtiger Hirnstammbereiche erreicht (SCHÜTT-ABRAHAM, 2002a). Dies geschieht durch die Form des Bolzens und aufgrund seiner Geschwindigkeit von ungefähr 100 m/s, indem der Kortex und tiefere Anteile des Gehirns entweder durch den Bolzen selbst oder durch die vorausseilende Druckwelle gequetscht werden (LAMBOOY, 1982). Der Bolzenschuss stellt beim Rind ein sicheres, tierschutzgerechtes und sofort wirksames Verfahren zur Betäubung dar. Wie Untersuchungen hinreichend belegen, führt der Schuss in weniger als 2 Millisekunden zu einer, durch Erlöschen evozierter Potentiale belegten, vollständigen Betäubung, die nicht selten infolge Beschädigung des Atemzentrums sogar irreversibel ist (BgVV, 2001b).

Um genauere Aussagen über die Hirnaktivität nach der Bolzenschussbetäubung machen zu können, wurde innerhalb einer Studie von KALLWEIT et al. (1989) bei adulten Kühen das kortikale EEG (EcoG) zusammen mit evozierten kortikalen Potentialen (EP) erfasst. Die EcoG-Veränderungen ließen sich nach der Betäubung noch in drei Phasen bis zum isoelektrischen Status unterteilen, während die evozierten Potentiale (EP's) unmittelbar erloschen waren. Das Vorhandensein von EcoG-Aktivitäten ohne evozierte Potentiale demonstriert nach KALLWEIT et al. (1989) die Schwierigkeit, das EcoG als Indikator für Bewusstsein zu verwenden. Bereits das Fehlen der EP's (VEP (visuell evozierte Potentiale) und SEP (somatosensorisch evozierte Potentiale)) kann nach Meinung der Forscher als Zeichen einer Hirnschädigung gewertet werden, d.h. es findet keine Reizleitung mehr statt, so dass mit dem Verlust des Schmerzempfindens zu rechnen sei (KALLWEIT et al., 1989). Eine Steigerung der Bolzengeschwindigkeit beispielsweise von 41 m/s auf 55 m/s reduzierte in einer Untersuchung von DALY et al. (1987) das Auftreten von VEP's und verlängerte die Zeit bis zum Wiederauftreten der VEP's. Schlussfolgernd sollte daher die Mindestbolzengeschwindigkeit zur Rinderbetäubung 55 m/s betragen (DALY et al., 1987). FRICKER und RIEK (1981) weisen ausdrücklich darauf hin, dass das EEG als diagnostisches Hilfsmittel nur in Verbindung mit einem klinischen Befund aussagekräftig ist.

2.2.2.3.2 Spezielle Probleme

Auch bei korrektem Ansatz, bei dem das Bolzenschussgerät plan und fest auf der Schädeldecke aufsitzen muss, können Probleme vor allem bei der Betäubung schwerer Bullen insbesondere dadurch entstehen, dass der Aufprall des Bolzens auf der Schädeldecke durch starke Behaarung gedämpft wird. Infolgedessen wird die zum Auslösen einer anhaltenden Gehirnerschütterung nötige Druckerhöhung nicht erzielt. Auch die Eindringtiefe des Bolzens in das Gehirn wird dadurch reduziert (BgVV, 2001b).

SCHÜTT-ABRAHAM (2002a) sieht neben Schwierigkeiten hinsichtlich Wartung und Pflege (siehe 2.3.4) der Geräte auch Gefahren in Bezug auf Hygiene und die BSE-Problematik (siehe 2.7). Eine Ausbreitung von verwendeten Markerkeimen in den Schlachtkörper und die Kontamination der Schlachtlinienumgebung wurde sowohl nach der Bolzenschussbetäubung von Schafen (BUNCIC et al., 2002) als auch bei der Bolzenschussbetäubung von Rindern (DALY et al., 2002) diagnostiziert.

BUNCIC et al. (2002) injizierten bei ihren Untersuchungen Schafen sofort nach der Betäubung in das Schussloch je nach Versuchsgruppe entweder eine *Escherichia coli*- (K 12) oder *Pseudomonas fluorescences*-haltige Flüssigkeit. In durchschnittlich 90 % der Blut- und Lebergewebeproben, 80 % der Lungen- und Milzgewebeproben, 30 % der Lymphknoten, 20 % der Muskelproben sowie auf 50 % der Schlachtkörperoberflächen konnten die Bakterien nach Anzucht auf Agarplatten nachgewiesen werden. Nach Einsatz eines durch nochmaligen Schusses in die inokulierte Wunde kontaminierten Bolzenschussgerätes bei 5 weiteren Schafen konnte der betreffende Markerkeim in der Schusswunde von allen, im Blut von durchschnittlich 30 % und auf der Schlachtkörperoberfläche von durchschnittlich 40 % der nachfolgenden Schafe nachgewiesen werden. Bei einer weiteren Subgruppe bestehend aus 5 Schafen wurde die Ansatzstelle des Bolzenschussapparates vor der Betäubung mit den Markerkeimen kontaminiert und dadurch die Ausbreitung beispielsweise in die Umgebungsluft demonstriert (BUNCIC et al., 2002).

DALY et al. (2002) verwendeten bei ihren Untersuchungen ausschließlich *Pseudomonas fluorescences* als Marker, der entweder durch eine Flüssigkeit in das Schuss-

loch injiziert wurde oder durch ein „Pellet“ am Bolzenende das Rinderhirn kontaminierte. Unabhängig von der Inokulationsmethode konnte der Marker aus Proben des Blutes, der Muskulatur, des Rückenmarkes und aus zahlreichen Organen des ganzen Körpers angezüchtet werden. Zudem wurde das Bakterium auf den Händen des Betäubers, der Schlachtausrüstung und in der Umgebung des Schlachtbandes nachgewiesen. Für das Forscherteam erscheint schlussfolgernd die nachgewiesene Streuung des Markerorganismus geeignet zu sein, auch den Betäubungseffekt bezüglich eines späteren Auftretens von ZNS-Material im Schlachttierkörper nachzuahmen. Der Modellcharakter eines Bakteriums könne aber erst nach Inokulationsversuchen mit Prionen bewertet werden (DALY et al., 2002).

2.2.3 Elektrobetäubung beim Rind

Da dieses Verfahren nicht Gegenstand der Untersuchungen war, wird darauf nur kurz eingegangen. Hierbei handelt es sich um eine Betäubungsform, die insbesondere in Neuseeland und in Deutschland zur Schweineschlachtung routinemäßig eingesetzt wird.

2.2.3.1 Betäubungswirkung

Die Betäubungswirkung beruht auf einem mit Bewusstlosigkeit einhergehenden epileptischen Anfall. Die hierfür bei über 6 Monate alten Rindern erforderliche Schwellenstromstärke von 2,5 A (Anlage 3 Teil II TierSchIV) kann im Gehirn unter optimalen Voraussetzungen schon nach 0,3 s erreicht sein (SCHÜTT-ABRAHAM, 2002a). Durch den Einfluss des Stromes kommt es zu einer Depolarisation der Zellmembranen. Es entsteht ein Aktionspotential, das sich auf andere Zellen fortleitet. Durch die elektrischen Reize werden also Erregungen ausgelöst. So werden auch Nervenzellen depolarisiert, um anschließend unkoordiniert und deutlich stärker aktiviert zu werden (MÄNNL, 1994). Die Dauer der Bewusstlosigkeit ist im Vergleich zur Bolzenschussbetäubung deutlich kürzer (SCHÜTT-ABRAHAM, 2002a). Daher schreibt die Tierschutz-Schlachtverordnung (1997) bei über sechs Monate alten Rindern innerhalb der ersten Sekunde eine zu erreichende Mindeststromstärke von 2,5 A vor. Im Anschluss an die Betäubung muss durch eine mindestens acht Sekunden andauern-

de elektrische Herzdurchströmung ein Herzstillstand erzeugt werden (Anlage 3 Teil II TierSchIV).

2.2.3.2 Spezielle Probleme

Für einen korrekten Elektrodenansatz ist eine andere Fixierungseinrichtung als für den Bolzenschuss notwendig. Daher ist die Elektrobetäubung nur in speziellen Boxen möglich. Da die Geräteanschaffung mit hohen Investitionskosten verbunden ist, ist die Elektrobetäubung nur für größere zugelassene Schlachtbetriebe mit hoher Schlachtleistung geeignet (JOHANNSEN, 2002). Bei Rindern kann es, wie beim Schwein, aufgrund der gewählten Betäubungsform durch Zerreißen der Kapillaren zu Muskelblutungen, vor allem im Musculus longissimus, kommen. In einzelnen Betrieben konnten zudem Brüche im Lendenwirbelsäulenbereich diagnostiziert werden (THIEMIG, 1996).

Auch Elektrobetäubungsanlagen bedürfen täglicher Wartung und Pflege. Vor allem Schmutzauflagerungen und Verkrustungen auf den Elektroden reduzieren den Stromfluss. Probleme mit der richtigen Stromstärke können beispielsweise auch durch unerkannte Kabelbrüche über die Ausbildung von Nebenstromkreisen entstehen (SCHÜTT-ABRAHAM, 2002a).

2.3 Einflussfaktoren bei einer mechanischen Betäubung

2.3.1 Anatomische Grundlagen

Nach LAMBOOY (1981) könnten die Durchdringungskräfte bei der Bolzenschussbetäubung vom Zusammenwirken von Haut und Schädel abhängen. Daher werden nachfolgend für eine mechanische Betäubung relevante anatomische Gegebenheiten des Rinderschädels näher betrachtet.

2.3.1.1 Anatomische Betrachtung des Rinderschädels

Ein geschlechtsspezifischer Unterschied bei der äußeren Betrachtung des Rinderkopfes ist der bei Bullen im Vergleich zu Kühen kürzere und breitere Schädel. Des Weiteren gibt es auch rassenspezifische Anhaltspunkte. Beispielsweise haben Schwarzbunte Kühe eine mittellange, zwischen den Augen leicht eingesenkte, mit mittelbreiter Stirn ausgestattete Kopfform, während für das Fleckvieh eine breite Stirn kennzeichnend ist (KONOLD und WÜRTEMBERGER, 1954). Das Schädeldach im Bereich des Hirnschädels wird beim erwachsenen Rind vollständig von den beidseitigen Stirnbeinen (Ossa frontalia) gebildet, welche in der Sutura interfrontalis aufeinandertreffen und in ihrer ganzen Ausbreitung die Stirnhöhlen enthalten (NICKEL et al., 1992). Diese pneumatisierten Hohlräume liegen zwischen der Lamina externa und interna des Schädelknochens (LIEBICH und KÖNIG, 1999). An die Innenfläche der Schädelknochen schließt sich die Dura mater encephali als äußerste der drei bindegewebigen Gehirnhüllen an, die alle innerviert sind. Daher ist sie im Gegensatz zur meisten darunter liegenden Nervensubstanz schmerzempfindlich (KÖNIG et al., 1999).

Die Blutzufuhr zum Gehirn wird beim Rind postnatal von Ästen der A. maxillaris übernommen. Diese Äste bilden an der Gehirnbasis ein Arteriennetz, das Rete mirabile epidurale rostrale und caudale (KÖNIG et al., 1999). Das rete mirabile epidurale rostrale, das die Hypophyse rings umschließt, steht mit dem Rete mirabile epidurale caudale in Verbindung. Dieses dehnt sich an der Schädelhöhlenbasis bis gegen das

Foramen magnum aus und anastomosiert mit Ästen der Aa. condylaris und occipitalis sowie mit der A. vertebralis (BÖHME, 1992).

2.3.1.2 Hautdicke und Haare der verschiedenen Rassen

Das Rind hat mit einer Dicke von 3,0-12,0 mm die stärkste Haut unter den Haussäugetieren, wobei Niederungsrassen eine dünnere Haut als Gebirgsrassen besitzen. Es gibt allerdings keine rassenspezifischen Unterschiede beim Hautschichtenaufbau (HABERMEHL, 1996). Nach BECHTHOLD (1956) haben Stiere eine stärkere und schwerere Haut als Kühe. Durch die Tatsache, dass Bullen in der Regel kürzere Haare als Kühe und Höhenvieh im allgemeinen längere als Niederungsrinder besitzen, gehört die Haarlänge zu den Geschlechts- und Rassemerkmalen. Dies gilt auch für die Haardicke, da es erwiesen ist, dass bei Schwarzbunten- und Fleckviehbullen die Haare dünner sind als bei Kühen. Zwischen den Hörnern sind besonders beim Höhenfleck- und Alpenbraunvieh die etwas längeren Fellhaare häufig gelockt oder buschig vermehrt. Als Vortex frontalis wird ein Haarwirbel im Gesicht eines Rindes bezeichnet (HABERMEHL, 1996).

2.3.2 Stressoren vor der Betäubung

Der Reduzierung von Stress und Angst muss bei Schlachttieren vor der eigentlichen Tötung oberste Priorität gelten (SCHATZMANN, 1997). Für das Ausmaß einer Stressbelastung ist nicht nur die objektive Stärke eines Stressors entscheidend, sondern vor allem auch die subjektive Einschätzung durch das Individuum (LOEFFLER, 2002). Auch Transportbedingungen wie das Wetter beeinflussen nicht nur den Belastungsstatus während des Transportes, sondern bestimmen auch, wie gut sich die Tiere während der Wartezeit im Schlachthof erholen können (TROEGER et al., 1998). Längere Transporte oder ein Vermischen von fremden Tieren kann bei Rindern zu größerem Stress führen als der Tötungsvorgang selbst (SCHATZMANN, 1997). Vor allem Jungbullen sollten nach dem Eintreffen im Schlachthof möglichst umgehend geschlachtet werden, weil ein zwischenzeitliches Verbringen in Wartebuchten und der Kontakt zu fremden Artgenossen zu Aufregung und motorischer

Aktivität führt (TROEGER et al., 1998). Ängstliches Verhalten sowie die Ausschüttung von gewissen Geruchsstoffen kann auch auf die anderen Tiere stressinduzierend wirken (SCHATZMANN, 1997). Die Messung von Kortisol ist die gebräuchlichste Methode „Handlingstress“ einzuschätzen. Schlachtvieh, das erregtes Verhalten zeigt, hat gewöhnlich höhere Kortisolwerte (24-63 ng/ml) als ruhige Tiere (2-9 ng/ml) (GRANDIN, 1994a).

Wenn Schlachttiere aufgeregt sind, lassen sie sich deutlich schwieriger treiben und lenken. Außerdem steigt dadurch die Verletzungsgefahr sowohl für die Tiere als auch für das Personal erheblich an (TVT, 2001). Der Einsatz eines elektrischen Treibstockes an der Muskulatur der Hintergliedmaße darf nur bei ausgewachsenen Rindern in zumutbaren Abständen für längstens zwei Sekunden erfolgen, sofern sie die Bewegung verweigern (TROEGER, 1997). Durch die Beachtung einiger Faktoren kann die Anwendung der elektrischen Treibhilfe sehr reduziert werden, wodurch der Tierschutz gesteigert werden kann. Den Tieren sollte beispielsweise durch einen Sichtschutz im Treibgang jegliche Ablenkung verwehrt werden. Andere Maßnahmen sind eine ausreichende Beleuchtung und die Vermeidung von Lärm (GRANDIN, 2003). Bei Gebrauch einer Kopffixierung zur Betäubung sollte die Quote von Tieren, die ohne elektrische Treibhilfe in die Falle laufen, bei mindestens 75 % liegen (GRANDIN, 2004).

2.3.3 Tierfixierung in der Falle

Für eine effektive und fehlerfreie Ausführung des Betäubungsvorganges ist es notwendig, dass die Tiere vorher ohne Schmerzen ruhig gestellt werden. Werden die Tiere durch das Ansetzen von Geräten am Kopf betäubt, sind sie einzeln so zu immobilisieren, dass das Gerät korrekt angesetzt werden kann (TROEGER, 1997). Nach der Tierschutz-Schlachtverordnung (1997) muss bei Rindern die Kopfbewegung eingeschränkt werden (§ 12 TierSchIV).

Einen Vergleich zwischen freistehenden Tieren und einer Kopffixierung vor dem Bolzenschuss führten EWBANK et al. (1992) an 55 Tieren durch. Dabei zeigte sich, dass nur 8 Rinder freiwillig in die hydraulisch-arbeitende kinnhebende Vorrichtung

einfädelten. Die meisten Tiere mussten dazu gezwungen werden, 5 Rinder konnten gar nicht fixiert werden. Bei den 19 Rindern, die zur Kopffixierung gezwungen wurden, gab es eine deutliche Verzögerung bis zur Betäubung von über 28 s gegenüber den 23 freistehenden Tieren. Das Verhalten von fixierten Tieren und deren hohe Kortisolspiegel im Stichblut von durchschnittlich 143,1 nmol/l gegenüber 67,6 nmol/l bei freistehenden Rindern, brachten das Forscherteam zu dem Schluss, dass der erzwungene Gebrauch dieser Art Kopffixierung eine Ursache für Distress sein kann (EWBANK et al., 1992).

Die Ausgestaltung von Betäubungsfallen wird immer wieder modifiziert. So wurde als Novum eine multifunktionelle Betäubungsbox konstruiert, die eine Möglichkeit bietet, das Tier in stehender Position schon in der Falle sehr schnell zu entbluten (TROEGER, 2002a).

2.3.4 Betäubungsgerät

Bei munitionsbetriebenen Betäubungsgeräten ist es wichtig, die richtige Kartuschenstärke zu wählen. Bei Schussapparaten, die mit Druckluft betrieben werden, muss auf eine ausreichende Luftzufuhr geachtet werden (GRANDIN, 1994b). Fehlbetäubungen können aber auch technisch bedingt beispielsweise infolge einer schlechten Instandhaltung der Geräte oder aufgrund feuchter Patronen entstehen (GRANDIN, 2003). Die Funktionsfähigkeit eines Betäubungsgerätes muss deshalb neben den waffenrechtlich vorgeschriebenen regelmäßigen Kontrollen vor Beginn eines jeden Arbeitstages überprüft werden (§ 13 (2) TierSchIV). Verschlissene oder beschädigte Teile wie ausgeleierte Rückstellfedern oder Gummipuffer verhindern das vollständige Zurückziehen des Bolzens in den Lauf. Durch den vorfallenden Bolzen vergrößert sich die Brennkammer, was zur Verminderung der Bolzengeschwindigkeit und dadurch zu geringerer Aufprallenergie auf das Schädeldach führt (SCHUETT-ABRAHAM, 2002a).

Der Einsatz eines schweren druckluftbetriebenen Betäubungsgerätes kann durch einen zusätzlichen Handgriff an der Rückseite und mittels Aufhängung an einer Rollwinde verbessert werden. Dazu sollte das Gerät in einem Winkel von 30° aufgehängt

werden, um ein Verdrehen des Seils um das Handgelenk zu verhindern. Zudem ist es notwendig, mit Hilfe eines Wassersprays den Auslösemechanismus während des Betriebsablaufes regelmäßig zu reinigen (GRANDIN, 2000).

2.3.5 Betäubungsperson

SCHATZMANN (1997) weist darauf hin, dass beim mit der Betäubung beauftragten Personal eine gewisse Abstumpfung entstehen kann. Ein regelmäßiges Töten von Tieren kann beim Menschen zu psychischen Störungen führen. Betäuber müssen daher in geeigneter Weise aufgeklärt und geschult werden. Ein guter Betäuber macht keine Jagd auf den Kopf des Tieres, sondern nimmt sich Zeit, einen guten ersten Schuss zu setzen (GRANDIN, 1994b). Personalbezogene Überprüfungen im Hinblick auf die richtige Durchführung einer Betäubungsmethode sind unbedingt notwendig (MICKWITZ v., 1982). Die Erstellung einer Liste der Personen, die im Schlachtbetrieb aufgrund der Sachkundebescheinigung zur Betäubung berechtigt sind, kann für die Kontrolle eine zusätzliche Hilfe sein. In jedem Fall muss nach § 16 (4a) TierSchG ab 50 GVE/Woche und bei Lohnschlachtkolonnen ein Tierschutz-Verantwortlicher benannt werden, der auf die Einhaltung der Anforderungen des Tierschutzgesetzes oder der aufgrund des Gesetzes erlassenen Rechtsverordnungen achten muss (BgVV, 2001a).

Das Ausmaß des Rückstoßes, der die Eindringtiefe bei der Bolzenschussbetäubung beeinflusst, kann vom Körpergewicht und von der Haltung der ausführenden Person abhängig sein (LAMBOOY, 1981). Fehlschüsse können durch Ermüdung der Betäubungsperson verursacht werden. Dies könne durch ein abwechselndes Arbeiten in verschiedenen Arbeitspositionen verhindert werden (GRANDIN, 2003).

2.4 Auswirkungen mechanischer Betäubung

2.4.1 Pathologische Veränderungen am Gehirn nach Trauma

Da beide mechanischen Verfahren entweder stumpf (Schuss-Schlag) oder zusätzlich penetrierend (Bolzenschuss) massive Gewalt auf das Stirnbein und das darunter liegende Gehirn ausüben, soll nun näher auf das unterschiedliche Ausmaß der daraus entstehenden Schäden und deren Folgen eingegangen werden.

2.4.1.1 Formen der Gehirnschädigung

Die Humanmediziner DELANK und GEHLEN (1999) unterscheiden grundsätzlich zwischen primären Hirnverletzungen, die als unmittelbare Folge einer Gewalteinwirkung entstehen, und sekundären, mit zeitlicher Verzögerung entstehenden Schäden, wie beispielsweise ein Hirnödem oder diapedetische Blutungen. Da das Gehirn nicht fest mit der Schädelkapsel verbunden ist, kann es bei einem Trauma nicht nur am Ort der Gewalteinwirkung (coup), sondern auch an der gegenüberliegenden Stelle (contrecoup) zu Schädigungen kommen, weil die Hirnmasse innerhalb der Schädelkapsel den Beschleunigungskräften ausgesetzt ist. Man unterscheidet dabei funktionelle Störungen ohne morphologisch sichtbare Veränderungen in Form einer Commotio cerebri von Contusio und Laceration, bei denen es zu direkter Zerstörung von Gehirnparenchym kommt (VANDEVELDE et al., 2001). Das klinische Kardinalsymptom der Commotio cerebri ist die sofort einsetzende, nur wenige Minuten bis maximal eine Stunde andauernde Bewusstseinsstörung (DELANK und GEHLEN, 1999). Die experimentell belegten Hirngewebsschäden beschränken sich dabei auf Degenerationen und Nekrose von Einzelzellen, diskrete Ödeme und mobile makrophagische Resorptionen (DAHME und SCHMAHL, 1999).

GREGORY (1998) bezeichnet die Anwendung von „Captive bolt“ auch als Betäubung durch „Concussion“. Er teilte die Gehirnerschütterung in 4 Stufen ein. In der schwächsten Form ist das Subjekt leicht desorientiert und das Gedächtnis ist in Mitleidenschaft gezogen. Eine Schlachttierbetäubung sollte allerdings Stufe 4 zum Ziel haben, bei welcher das Tier ausgestreckt auf dem Boden liegt ohne zu atmen. Das

Sistieren der Atmung sollte dabei als Maßstab für den Betäubungserfolg angesehen werden.

Eine Contusio cerebri kann gedeckt sein, das heißt sie liegt unter einer intakten harten Hirnhaut, oder sie wird als offen bezeichnet, sobald eine Verbindung des subduralen Raumes mit der Außenwelt besteht. Die Contusio zeichnet sich durch längere Bewusstseinsstörung mit verzögerter Rückbildung aus. Anhand der Dauer der Bewusstlosigkeit lässt sich die Schwere der Hirnverletzung abschätzen (DELANK und GEHLEN, 1999). Bei den Schuss-Schlag-Versuchen von FINNIE (1995) war an keinem Gehirn eine Contusio erkennbar, obwohl es durch die vertikale Kraftentladung offensichtlich zu einem Anstoß der Schläfen- und zu geringerem Teil auch der Stirnlappen gegen die Schädelhöhlenknochen kam.

Eine Laceration umschreibt all jene Gewebeschäden des ZNS, die mit grober Zerstörung der Textur einhergehen und welche klinisch zu oft irreversiblen Ausfallserscheinungen oder zum Tod führen (DAHME und SCHMAHL, 1999). Bei perforierendem Bolzenschuss kommt es zu massiven Zerstörungen des Gehirns sowohl entlang des Schusskanals als auch an der Hirnbasis (MOJE et al., 2001).

2.4.1.2 Blutungen als pathologisch-anatomische Folge einer Gehirnschädigung

Das größte Problem beim Kopftrauma sind Massenblutungen infolge von Gefäßschädigungen. Die Ansammlung von Blut innerhalb des Gehirns oder an dessen Oberfläche führt zur Erhöhung des intrakraniellen Drucks (VANDEVELDE et al., 2001). Als eine Sonderform der traumatischen Blutung gilt die bei einer Contusio cerebri zu beobachtende Contrecoup-Blutung, die nach Zerreißen intrazerebraler Gefäße nicht nur am Ort der Gewalteinwirkung, sondern auch auf der Gegenseite entsteht (MEURER, 1999).

In der ersten Phase nach dem Trauma wird die Hirndrucksteigerung meist durch intrazerebrale, epidurale oder subdurale Hämatoome verursacht. Das traumatische intrazerebrale Hämatom ist vorwiegend im Schläfen- oder Stirnbereich lokalisiert. Eine epidurale Blutansammlung ist meist Folge einer arteriellen Blutung nach Gefäß-

zerreiung, während das sich viel langsamer ausbildende subdurale Hämatom vor allem infolge einer Sickerblutung aus verletzten venösen Gefäßen zwischen Dura und weichen Hirnhäuten entsteht (DELANK und GEHLEN, 1999).

Alle Gehirne der Rinder nach Schuss-Schlag-Betäubung zeigten in der Studie von FINNIE (1995) vergleichbare pathologische Veränderungen. Es wurden bei allen Tieren Subarachnoidalblutungen unter der Impressionsfraktur, über den Schläfenlappen sowie im Bereich der Pons und der Medulla oblongata beobachtet. Regelmäßig waren Subarachnoidalblutungen auch über der Basis cerebri und in unterschiedlicher Ausprägung im Mesencephalon und Cerebellum zu finden. Im Thalamus und den Basalganglien wurden zahlreiche petechiale Blutungen diagnostiziert, während diese in anderen Bereichen des Gehirns unregelmäßig vorkamen. Die im Gehirn nach dem Schlag auftretenden Scherkräfte innerhalb der Schädelhöhle führten neben den ausgedehnten Subarachnoidalblutungen auch zu Kapillarblutungen insbesondere im Parenchym der Hirnhemisphären. Zusammenhangstrennungen der Gehirnssubstanz waren somit im Wesentlichen auf Gefäßschäden begrenzt (FINNIE, 1995).

HOFFMANN (2003) diagnostizierte bei ihren pathologisch-anatomischen Untersuchungen in allen Gehirnen gering- bis hochgradig ausgeprägte Hämatome am Hirnstamm und direkt unterhalb der Ansatzstelle an der Frontseite. Auch MINTZLAFF und LAY (2004) beobachteten massive Blutungen im Hirnstamm, Kleinhirn und der Medulla oblongata.

2.4.2 Überwindung der Narkosestadien

Bei jeder Schlachttierbetubung werden alle Narkosestadien durchlaufen. Von besonderer Bedeutung ist das sogenannte Exzitationsstadium (Stadium II), in dem bei ausgeschaltetem Bewusstsein durch die Enthemmung der niederen motorischen Zentren unkontrollierte Bewegungen, Krämpfe und Hyperaktivität zu beobachten sind (MÄNNL, 1994). Erfahrungen aus der Pferdepraxis zeigen, dass auch das Temperament eines Tieres und die Geräuschkulisse der Umgebung auf die Exzitationen Einfluss haben. In diesem Stadium ist noch eine große Schmerzempfindlichkeit vorhanden (GASTHUYS und DE MOOR, 1999). Eine gute Betäubung sollte daher so

schnell wie möglich vom Stadium der Analgesie (I) zum Toleranzstadium (III) führen (MÄNNL, 1994). Dieses Stadium der Chirurgischen Toleranz lässt sich in drei Substadien unterteilen, deren Übergänge nicht immer deutlich sind. Zunächst handelt es sich nur um eine oberflächliche Anästhesie, die von regelmäßiger Atmung, Abschwächung des Augenlidreflexes, Miosis und von noch möglichen Schmerzreaktionen begleitet wird. Das Zwischenstadium zeichnet sich durch den Verlust aller Augenbewegungen und des Nystagmus, durch Verschwinden des Kornealreflexes und eine deutliche, aber noch nicht vollständige Muskeler schlaffung aus. Die Intensität des Pupillenreflexes ist vermindert. Das letzte Substadium ist gekennzeichnet durch eine tiefe Anästhesie, die an dem Verlust aller Augenreflexe, einer Mydriasis, starker Muskelrelaxation und einem abdominalen Atmungstyp zu erkennen ist. Das Asphyxiestadium (IV) ist gekennzeichnet durch Mydriasis, Absinken des Blutdruckes und Stillstand der Atmung (GASTHUYS und DE MOOR, 1999).

2.5 Kriterien für eine wirksame mechanische Betäubung

Nach Vorgabe der Tierschutz-Schlachtverordnung muss bei einer Betäubung ein Tier schnell und unter Vermeidung von Schmerzen oder Leiden in eine bis zum Tod anhaltende Empfindungs- und Wahrnehmungslosigkeit versetzt werden (§ 13 (1) TierSchIV).

2.5.1 Parameter zur visuellen Überprüfung einer schnellen und effektiven Betäubung

Nach einer Checkliste des BgVV (2001a) müssen folgende Kriterien beim Betäubungseintritt nach Bolzenschussbetäubung zu beobachten sein:

- Niederstürzen des Tieres im Schuss
- Tonischer Krampf
- Augen starr
- Ausfall der Atmung
- Ausfall des Kornealreflexes

Nach einem wissenschaftlichen Bericht der EFSA (2004) sind bei einer Schuss-Schlag-Betäubung die gleichen Anzeichen für eine effektive Betäubung wie beim Bolzenschussverfahren zu sehen.

2.5.2 Parameter zur visuellen Überprüfung der Empfindungs- und Wahrnehmungslosigkeit

2.5.2.1 Bewusstsein und Schmerzwahrnehmung

Für die bewusste Wahrnehmung der Umwelt ist vor allem die *Formatio reticularis* im Hirnstamm verantwortlich, die sich von der *Medulla oblongata* bis zum *Diencephalon* erstreckt. Von dort werden die Informationen über Zwischenschaltung im Zwischenhirn diffus zur Großhirnrinde projiziert. Wenn diese Verbindung beispielsweise durch

schwere Hirnstammläsionen getrennt wird, ist das Tier bewusstlos und reagiert nicht einmal mehr auf schmerzhafte Stimuli (TIPOLD, 2000). Die Schmerzphysiologie kennt keine sicheren vorher bestimmbaren Reiz-Antwort-Muster. Eine Antwort auf die Stimulierung eines Nozizeptors hängt nicht nur von der Intensität und Dauer des Reizes ab, sondern auch von dem vorher bestehenden Aktivitätsstatus der Elemente des Nervensystems, die in Wahrnehmung und Verarbeitung involviert sind (HELLEBREKERS, 2000). Eine derartige Sensibilisierung für Schmerzempfindung kann nach GREGORY (1998) durch den emotionalen Status eines Tieres beeinflusst werden. So kann durch Aufregung des Tieres vor der Schlachtung die Analgesie über die Aktivierung von Opioidrezeptoren gefördert werden. Diese durch Stress induzierte Schmerzunempfindlichkeit erlaubt es Tieren beispielsweise, sich trotz Verwundung noch verteidigen zu können (GREGORY, 1998).

Nicht zuletzt aufgrund der Tatsache, dass sich Tiere im Gegensatz zu Menschen nicht verbal äußern können, bleibt das Erkennen und Quantifizieren von Schmerzen jedoch eine schwierige Aufgabe (HELLEBREKERS, 2000). Eine einfache Methode, das Verhalten bei der Bewertung von Schmerzen zu nutzen, ist die Beobachtung der Reflexe als Antwort auf einen akuten Schmerzreiz. Dabei wird beispielsweise eine Gliedmaße einem mechanischen, elektrischen oder thermischen Reiz ausgesetzt und die Zeit bis zum Zurückziehen oder einer Bewegung festgehalten. Der Nachteil eines solchen Schmerzmodells ist, dass Reflexe nicht mit Schmerzen gleichzusetzen sind. Die Resultate solcher Untersuchungen können Ergebnisse unter akuten schmerzhaften Bedingungen daher nicht widerspiegeln (HARDIE, 2000). Nach SCHATZMANN (1997) kann ein bewusstloses Tier keinen Schmerz mehr empfinden, auch wenn es noch auf Schmerzreize antworten kann. Zur Schmerzempfindung müssen die Hirnstrukturen intakt sein. Daraus folgert er, dass Schmerz im heutigen Umfeld der Tötung von geringer Bedeutung ist.

2.5.2.2 Muskelbewegungen

Bei Tieren, die mit Bolzenschuss betäubt wurden, geht die anfänglich tonische Muskelverkrampfung schnell in klonische Krämpfe über, die teilweise heftiges und unkontrolliertes Ausschlagen nach sich ziehen (ZRENNER und HAFFNER, 1999). Ein

Krampf ist definiert als eine nicht in den Rahmen der normalen Haltungs- und Bewegungsabläufe gehörende Kontraktion von Muskeln (VANDEVELDE et al., 2001). Tonische Krämpfe zeichnen sich durch unveränderte, über längere Zeit anhaltende Muskelkontraktionen aus. Klonische Krämpfe hingegen sind kurz andauernde, von Pausen der Erschlaffung unterbrochene, wiederkehrende Muskelkontraktionen, die auch als „Laufbewegungen“ beschrieben werden (VANDEVELDE et al., 2001). Als auslösende Ursache der klonischen Krampfanfälle kann der Aktivitätsverlust des Großhirns mit nachfolgender gesteigerter medullärer oder spinaler Reflextätigkeit angesehen werden (BLACKMORE, 1984; FRICKER und RIEK, 1981). Die Anwesenheit von typischen epileptiformen Anfällen ist sowohl nach mechanischer als auch nach elektrischer Betäubung ein wichtiges Zeichen für die Auslösung einer unmittelbaren Unempfindlichkeit. Eine derartige Reaktion lässt aber nicht die Dauer dieser Insensibilität erkennen, sofern es nicht eine zusammentreffende und permanente Herzdysfunktion gibt (BLACKMORE, 1989).

2.5.2.3 Aussagekraft einzelner Reflexe über eine Gehirnschädigung

Nach GREGORY (1998) ist es nach mechanischer Betäubung eines Tieres möglich, die Gehirndysfunktion anhand der Gehirnnerven detailliert festzustellen, da ein positiver Reflex demonstriert, dass seine Bahn zum Gehirn funktioniert. Eine Unterscheidung zwischen Bewusstsein und Bewusstlosigkeit ist dadurch zwar nicht direkt möglich, aber man erhält ein Gesamtbild über den Grad der Funktionsstörungen im Gehirn. Negative Reflexe deuten auf ein geschädigtes Mittelhirn oder einen geschädigten Hirnstamm und damit auf Bewusstlosigkeit hin.

2.5.2.3.1 Kornealreflex

Nach Berührung der Kornea wird der Reiz durch Stimulation der Nozizeptoren im Reflexbogen zum N. trigeminus weitergeleitet. Über Weiterleitung zum sensiblen Trigeminskern im Hirnstamm und durch eine Verbindung mit dem Fazialiskern in diesem Gehirnbereich wird durch motorische Impulse des N. facialis zu den Lidmuskeln ein Schluss des Augenlides verursacht (VANDEVELDE, et al., 2001). SHAW (1989)

berichtete in einer Veröffentlichung, dass es hinsichtlich der Relevanz des Kornealreflexes als Untersuchungsparameter einer Bewusstlosigkeit unterschiedliche Ergebnisse und Auffassungen gibt. Bei seinen eigenen Forschungen beobachtete er nach effektivem Einsatz eines penetrierenden Bolzenschusses nur bei einem von hundert Tieren einen Kornealreflex, nachdem er die Hornhaut mit einem Wattestäbchen leicht berührt hatte. Aufgrund dieses Ergebnisses folgerte er, dass der penetrierende Bolzenschuss ein Verschwinden des Reflexes bewirkt und widersprach BLACKMORE und DELANY (1988), die nach allen Betäubungsmethoden einen Kornealreflex auch häufig bei ausreichend betäubten Tieren feststellten. Der Autor wies allerdings darauf hin, dass die alleinige Abwesenheit dieses Reflexes nicht die Humanität der Betäubung garantiert.

2.5.2.3.2 Augenlidreflex

Der Palpebralreflex wird durch kurze Berührung des Augenlids oder der Wimpern ausgelöst (GASTHUYS und DE MOOR, 1999). Nach GREGORY (1998) kann sich ein positiver Reflex bei Bewusstsein und Bewusstlosigkeit ereignen, während eine dauerhaft negative Antwort auf eine starke Hirnschädigung und Bewusstlosigkeit hindeutet.

2.5.2.4 Augenbewegungen

Nach einer Bolzenschussbetäubung sollten die Augen mit einem starren Blick weit geöffnet sein. Bei Auftreten eines Nystagmus muss die Unempfindlichkeit angezweifelt werden (GRANDIN, 2003). Ein Nystagmus stellt rhythmische Augenbewegungen mit langsamen Komponenten gegen die geschädigte Seite dar. Bei Läsionen des Hirnstammes kann er vertikal sein oder die Richtung verändern, während er bei Läsionen am Vestibularapparat meistens horizontal oder rotatorisch und in gleichbleibender Richtung zu beobachten ist (VANDEVELDE et al., 2001).

2.5.2.5 Atmung

Regelmäßige Atmung nach der Betäubung ist nach GREGORY (1998) ein Hinweis darauf, dass die Medulla oblongata im Gehirn und die Nerven des Rückenmarks, welche die Atembewegung kontrollieren, noch funktionieren. Ihr Auftreten deutet somit auf einen funktionierenden Hirnstamm hin und erfordert eine unverzügliche Bewertung, ob ein betäubtes Tier tatsächlich bewusstlos ist. Fehlende Atmung zeigt entweder einen nicht-funktionierenden Hirnstamm an oder dass sich ein epileptisches Anfallsgeschehen über die Aktivität der Medulla oblongata hinwegsetzt. Nicht zu übersehen ist, dass eine falsch negative Beurteilung vorkommen kann, wenn das Rückenmark durchtrennt oder erschüttert wird (GREGORY, 1998). Die häufig zu beobachtende Schnappatmung wird dem Funktionsverlust des Gehirns zugeschrieben und stellt daher auch ein Anzeichen eines richtig betäubten Tieres dar (GRANDIN, 2003).

2.6 Blutentzug

Die Entblutung muss während der Wirkungsdauer der Betäubung so schnell vorgenommen werden, dass die Tiere nicht mehr aus der Betäubung erwachen (TVT, 2001). Nach der Tierschutz-Schlachtverordnung (1997) muss die Entblutung eines Rindes im Zustand der Empfindungs- und Wahrnehmungslosigkeit bei Bolzenschussbetäubung nach 60 s und bei Elektrobetäubung nach 10 s bei Liegend- beziehungsweise 20 s bei Hängendentblutung stattfinden (Anlage 2 TierSchIV). Bei einem warmblütigen Tier muss der starke und kontrollierbare Blutverlust durch Eröffnung mindestens einer Halsschlagader oder des entsprechenden Hauptblutgefäßes herbeigeführt werden.

Üblicherweise wird ein Bruststich durchgeführt, durch den der vom Aortenbogen abgehende Truncus brachiocephalicus durchtrennt werden soll. Die Entblutungszeit beträgt unter optimalen Bedingungen 40 s, wobei in den ersten 7 s die Hälfte der Blutmenge abfließt und sich mit steigender Entblutungszeit die Geschwindigkeit des Blutaustritts verringert. Eine schlechte Schnittführung beeinflusst diese beiden Parameter negativ (THIEMIG, 1996). SCHÜTT-ABRAHAM (2002a) weist auf die wissen-

schaftlichen Erkenntnisse hin, dass bei durch Halsschnitt entbluteten Rindern, insbesondere bei Behinderung des Blutflusses durch ballonartiges Auftreiben, Thrombenbildung oder Zurückziehen der durchtrennten Arterienstümpfe, die Blutversorgung des Gehirns allein über die Vertebralarterien noch minutenlang aufrecht erhalten werden kann. Aus Gründen des Tierschutzes empfiehlt die Autorin daher, dem Bruststich gegenüber dem Halsschnitt den Vorzug zu geben, da bei diesem die Blutversorgung des Gehirns vollständig unterbrochen wird (SCHUETT-ABRAHAM, 2002a).

Zur Entblutungstechnik gehört auch die Frage, ob die Entblutung im Hängen oder der Blutentzug im Liegen größere Vorteile bringt. Ein positiver Aspekt der Liegendentblutung im Hinblick auf den Tierschutz ist die kürzere Zeit, in der die zum Stechen des Rindes nach der Fleischhygiene-Verordnung vorgeschriebene Freilegung der Stichstelle durch einen Hautschnitt (Zwei-Messer-Technik) ausgeführt werden kann (FIHV Anlage 2 Kapitel X, 1.2). Ein weiterer tierschutzrelevanter Vorteil liegt darin, dass Betäubungserfolg, Betäubungstiefe und Betäubungsdauer deutlich erkennbar und kontrollierbar sind. Es wird verhindert, dass ungenügend betäubte Tiere längere Zeit mit rückkehrendem Wahrnehmungs- und Schmerzempfinden an der Rohrbahn hängen, ohne dass der Blutentzug eingeleitet wurde. Des Weiteren wird auch die Arbeitssicherheit wesentlich erhöht. Bei elektrischer und mechanischer Betäubung kommt es häufig trotz ausreichender Betäubung zu teilweise heftigen Vorder- und Hinterhandbewegungen, die auch während des Aufziehens und der Entblutung anhalten. Bei Liegendentblutungen wird das Aufziehen für das Personal viel ungefährlicher, da dieser Arbeitsgang erst nach völliger Erschlaffung der Muskulatur stattfindet. Von Nachteil ist bei dieser Methode aber der höhere technische und räumliche Aufwand durch die Notwendigkeit eines Ketten- oder Plattenförderers (MÄNNL, 1994).

Bei dem in Deutschland nur durch Ausnahmegenehmigung erlaubten betäubungslosen Schlachten gibt es durch den Schächtschnitt eine Sonderform des Blutentzuges. Hierbei werden mit einem Querschnitt kehlseitig alle weichen Gewebe des Halses bis auf die Wirbelsäule durchtrennt (TROEGER, 1997). Neben der Verbindung des Zentralnervensystems mit dem peripheren Nervensystem bleibt beim Schächtschnitt allerdings auch die Vertebralarterie intakt, was bei Rindern dazu führt, dass das Gehirn bis zu einem gewissen Grad mit Blut versorgt wird (SCHULZE et al., 1978).

2.7 Mechanische Betäubung und BSE-Risiko

2.7.1 Bovine Spongiforme Enzephalopathie (BSE)

BSE gehört zu den Prionenkrankheiten, von denen Scrapie (Traberkrankheit des Schafes) am weitesten verbreitet und am intensivsten erforscht ist (BUDA et al., 2002). BSE wurde erstmals 1985 in Großbritannien beobachtet. Rinder aller Rassen können ab einem Alter von 22 Monaten nach einer Inkubationszeit von 18 Monaten bis mehreren Jahren an BSE erkranken. Die wahrscheinlichste Ursache für das Auftreten der Krankheit ist eine in den Jahren 1981 und 1982 beginnende Fütterung der Kühe mit von Wiederkäuern stammenden Proteinen, kombiniert mit einer Umstellung der Herstellungsverfahren für Tierkörpermehl (SCHICKER, 1998). Aus Kostengründen wurde dabei in Großbritannien Anfang der achtziger Jahre die Kochtemperatur von 130°C auf 80°C abgesenkt und dadurch der Erreger nicht abgetötet. Ab 1982 wurden zudem aus produktionstechnischen Gründen eine Fettextraktion mit Chloroform und die anschließende Behandlung mit heißem Dampf weggelassen (JONAS und LACHMANN, 1999).

Als Erreger gelten fehlgefaltete Formen der auf der Oberfläche von Nervenzellen und verschiedener Zellen lymphatischer Gewebe anzutreffenden kleinen Prionenproteine (Durchmesser 4-6 nm), in denen die Sekundärstruktur nicht von helikalen Bereichen, sondern von einer β -Faltblattstruktur dominiert wird. Die Vermehrung der Krankheitserreger und somit das Auslösen von BSE findet dadurch statt, dass die pathogenen den normalen Prionen ihre Struktur aufzwingen. Im Zuge des Zellmembran-Recycling gelangen diese in die Lysosomen der Nervenzellen, wo sie wegen ihrer Widerstandsfähigkeit gegenüber Enzymen nicht abgebaut, sondern in Plaques angehäuft werden und den Nervenzelltod auf noch unbekannte Weise verursachen (BUDA et al., 2002).

Da genaue Erkenntnisse über die Infektion des Rindes noch nicht vorliegen, werden hypothetische Vorstellungen vor allem durch Rückschlüsse aus Tierversuchen gewonnen. Danach soll die Resorption fehlgefalteter, pathogener BSE-Prionen vornehmlich im Ileum unter Vermittlung der M-Zellen (modifizierte Enterozyten) erfolgen. Der neuronale Infektionsweg vom Darm zum primären Zielgebiet der pathogenen Prionen in der Obexregion der Medulla oblongata erfolgt offenbar über das autonome Nervensystem durch axonalen Transport, wobei die Mikrotubuli als Leitschienen fungieren. Die beteiligten Hauptanteile des autonomen Nervensystems sind zum einen der enterale Nervenplexus, parasymphatische Nerven (vor allem der N. vagus) und das sympathische Nervensystem überwiegend durch die Eingeweidenerven. Ein zusätzlicher hämatogener oder lymphatischer Infektionsweg ist bei Schaf und Ziege wahrscheinlicher als beim Rind, da erkrankte kleine Wiederkäuer eine hohe Konzentration Scrapie-Prionen in vielen Lymphknoten und lymphatischen Organen aufweisen (BUDA et al., 2002).

Anfang der neunziger Jahre begannen britische Wissenschaftler mit einer Reihe von Übertragungsversuchen, um Erkenntnisse über die Pathogenese und Epidemiologie von BSE sowie über die Gefährdung des Menschen zu erhalten. Experimentell konnte dabei BSE auf eine Vielzahl unterschiedlicher Spezies übertragen werden. Rinder erkrankten beispielsweise sowohl nach intrazerebraler oder intraperitonealer Inokulation als auch nach experimenteller peroraler Verabreichung (BUSCHMANN und GROSCHUP, 1998).

Bei einer „Pathogenese-Studie“ wurde ermittelt, zu welchem Zeitpunkt und in welchen Organen der BSE-Erreger bei einem infizierten Rind nachweisbar ist (BUSCHMANN und GROSCHUP, 1998). Innerhalb dieser pathogenetischen Untersuchung (WELLS et al., 1998) wurde 30 Kälbern, die 1991 in Betrieben ohne BSE-Vorgeschichte geboren worden waren, im Alter von vier Monaten 100 Gramm gepooltes Homogenat aus 75 BSE-infizierten Hirnstämmen peroral verabreicht. Beginnend zwei Monate nach der Infektion wurden innerhalb von 22 Monaten in einem Intervall von 4 Monaten drei infizierte Kälber und zusätzlich jeweils ein Kontrollkalb gleichen Alters getötet. Anschließend sind von den Forschern bis zur letzten Tötung nach 40 Monaten willkürliche Monatsabstände gewählt worden. Es wurden in den ZNS-Geweben dieser getöteten Rinder Untersuchungen auf BSE-assoziierte Fibrillen

und immunohistochemische Nachweise auf Prionenproteinablagerungen durchgeführt. Zudem sind Verdünnungen von 44 verschiedenen Geweben hergestellt worden, welche das lymphoplasmatische Reticulum, das periphere und zentrale Nervensystem, den Verdauungstrakt, quergestreifte Muskulatur sowie Eingeweide repräsentierten. Diese Verdünnungen wurden intrazerebral und intraperitoneal in Mäuse injiziert, um einen Nachweis über die Infektiosität der jeweiligen Gewebeprobe zu erhalten.

Das Auffinden von BSE-Fibrillen gelang erstmals 32 Monate nach der Inokulation der Kälber im Rückenmark aus dem Lendenwirbelsäulenbereich. Zu diesem Zeitpunkt gab es auch immunohistochemisch die ersten positiven Befunde. Mit Hilfe des Mausbioassay konnte bei den 6-18 Monate nach der Inokulation getöteten Tieren in den Peyerschen Platten des distalen Ileums Infektiosität nachgewiesen werden. Ab dem 32. Monat nach der Verabreichung der Krankheitserreger wurde eine Infektiosität überall im Rückenmark, im Nachhirn und in den Spinalganglien diagnostiziert (WELLS et al., 1998).

Innerhalb einer aktuellen Pathogenesestudie des Friedrich-Löffler-Instituts (Bundesforschungsinstitut für Tiergesundheit) auf der Insel Riems, bei der Kälber ebenfalls mit infektiösem Material gefüttert wurden, konnten schon bei 13 und 15 Monate alten Tieren in Darm-assoziiertem Lymphgewebe pathogene Prionen gefunden werden (BUSCHMANN und GROSCHUP, 2004). Weltweit kommen Wissenschaftler zu der Überzeugung, dass die Übertragung von BSE auf den Menschen nicht mehr auszuschließen ist. Die zeitliche und geographische Koinzidenz der BSE-Erkrankung beim Rind und der neuen Variante der Creutzfeldt-Jakob-Krankheit (vCJK) beim Menschen waren bisher die Hauptargumente, die inzwischen durch experimentelle Daten bekräftigt wurden (JONAS und LACHMANN, 1999). Beispielsweise gelang einer französischen Forschergruppe (LASMEZAS et al., 1996) die Übertragung von BSE auf Affen (Makaken) durch intrazerebrale Inokulation von Hirngewebehomogenaten BSE-kranker Rinder aus England. Die neuropathologischen Veränderungen in den erkrankten Affenhirnen waren jenen der neuen Variante der CJD des Menschen sehr ähnlich. Auch Krankheitsverlauf, Symptome und neuropathologische Befunde an Mäusen, die einerseits mit Hirngewebehomogenaten von BSE-Rindern, andererseits mit solchen von vCJD Patienten infiziert worden waren, zeigten eine weitestgehende

Übereinstimmung (FEIDEN, 1998). Des Weiteren spricht für eine Übertragbarkeit auf den Menschen, dass die Erreger von BSE und der neuen Variante der CJK biologisch und biochemisch nicht voneinander abweichen, sich aber von Scrapie-Erregern unterscheiden (BUDA et al., 2002).

Als ein möglicher Übertragungsweg des BSE-Erregers auf den Menschen gilt der Verzehr von BSE-haltigen Rinderprodukten. Vor allem Rinderhirn und Rückenmark des Rindes ist als hochinfektiös einzuschätzen (JONAS und LACHMANN, 1999). Das SSC (2002b) teilte verschiedene Gewebe des Rindes aufgrund der vorläufig verfügbaren Daten, beispielsweise von WELLS et al. (1998), nach dem Grad ihrer Infektiosität in verschiedene Klassen ein. Das Gewebe aus natürlicher oder experimenteller Exposition wurde aufgrund der Infektionstiter in hoch-, mittelgradig-, schwach- sowie nichtinfektiös eingestuft. Als hochinfektiös ist danach das Gehirn und Rückenmark von natürlich erkrankten Rindern einzuschätzen, die bereits klinische Symptome zeigten. Eine mittelgradige Infektiosität ohne klinische Symptome wies nach experimenteller Infizierung sowohl das distale Ileum nach 10 Monaten als auch das Gehirn nach 32 Monaten auf. Ebenfalls 10 Monate nach versuchsbedingter Exposition wurde in Tonsillen und nach 32 Monaten im Gehirn, Rückenmark und in den Spinalganglien nur ein niedriger Infektionstiter diagnostiziert, ohne dass klinische Anzeichen vorhanden waren. Die Liste der Gewebe, in denen bis zum heutigen Zeitpunkt auch in Tierversuchen kein Nachweis einer Infektion erbracht wurde, ist sehr umfangreich und umfasst beispielsweise Skelettmuskeln. Aus Gründen des Verbraucherschutzes wurde Gewebe mit Infektionstiter in der Verordnung (EG) Nr. 999/2001 als so genanntes „spezifiziertes Risikomaterial“ definiert.

2.7.2 Nachweis von Gewebe des ZNS durch Markersubstanzen

Bis heute ist es der Wissenschaft nicht gelungen, ein sensitives Verfahren zu entwickeln, das schon am lebenden Tier fehlgefaltete Prionen diagnostizieren kann (STEINBERG, 2003). Aufgrund dieser Tatsache muss bei der Schlachtung eines Rindes besonderer Wert auf die unschädliche Beseitigung von „spezifiziertem Risikomaterial“ (SRM) gelegt werden, bei dem das ZNS- Gewebe die größte Infektionsgefahr trägt (SSC, 2002b). Ein potentiell Kontaminationsrisiko verschiedener Betäubungsverfahren kann daher durch verschiedene Nachweisverfahren auf ZNS-Gewebe beurteilt werden. Unterschiedliche Substanzen können als Marker zum Nachweis für Anteile des Zentralnervensystems in Fleischerzeugnissen, auf Fleischoberflächen und Geräten verwendet werden. In diesem Kapitel wird insbesondere auf ZNS-Nachweisverfahren eingegangen, die zur Überprüfung der Schlachttechnologie verwendet werden.

Als ein unspezifischer Marker für ZNS-Gewebe wird Cholesterol verwendet, da dessen Vorkommen im Gehirn andere Gewebe übertrifft. Nach SOUCI et al. (1994) ist der Gehalt im Rinderhirn mit 2000-2670 mg/100 g um ca. das 30-40 fache höher als in Muskel- (58-63 mg/100 g) und Fettgewebe (62-70 mg/100 g). Die enzymatische Bestimmung des Cholesterolgehalts ist ein einfach durchzuführendes Verfahren, das aber wegen seiner relativ geringen Spezifität und der hohen Schwankungsbreite der Messergebnisse nur als Screeningtest geeignet ist (HORLACHER, 2002).

Ein weiteres Verfahren stellt der immunochemische Nachweis der neuronenspezifischen Enolase (NSE) dar. Dabei handelt es sich um ein ZNS-spezifisches Enzym, welches in extraneuralen und nicht-endokrinen Geweben nicht oder nur in extrem niedriger Menge vorkommt. Als Nachweistchnik wird der NSE-Westernblot verwendet. Bei diesem werden die Proteine mittels SDS-Page getrennt und anschließend im Elektroblot auf eine PVDF-Membran übertragen. Nach dem Blotten wird die neuronenspezifische Enolase durch Immunfärbung dargestellt (SCHLOTTERMÜLLER und LÜCKER, 2002). Da Ergebnisse aus früheren Studien an nativen Materialien zeigten, dass ZNS-nahe Anteile des peripheren Nervensystems wie die dorsalen Wurzelganglien einen relativ hohen Anteil an NSE aufwiesen, während diese in distalen Anteilen des peripheren Nervensystems um Größenord-

nungen geringer sein sollen, wurde die Spezifität des NSE-Tests von SCHLOTTERMÜLLER und LÜCKER (2002) näher untersucht. Dabei wurde festgestellt, dass beispielsweise auch der Herzmuskel eine schwach positive NSE-Immunoreaktion verursacht.

HORLACHER et al. (2002) verwendeten zur immunochemischen Untersuchung von Poolproben aus Rinderlungen neben NSE zusätzlich noch das saure Gliafaserprotein (GFAP), welches als Intermediärfilament in Astrozyten vorkommt. Astrozyten gehören zu den Gliazellen des zentralen Nervensystems und sind Bestandteile der Blut-Hirnschranke (HEES und SINOWATZ, 1992). Der Hersteller des kommerziell erhältlichen Sandwich-Enzymimmunoassays RIDASCREEN® gibt an, dass ZNS-Gewebe auf rohem Fleisch und kontaminierten Flächen mittels GFAP bis zu einer Konzentration von 0,1 % nachgewiesen werden kann (N.N., 2002). Unter Verwendung dieser Nachweisgrenze untersuchten beispielsweise MOJE et al. (2001) ausschließlich mit diesem Testkit die Auswirkungen der Bolzenschussbetäubung auf Köpfe und Herzen von Rindern. SCHWÄGELE et al. (2002) machten durch die Tupferprobennahme auf Schlachtkörpern und auf Arbeitsgeräten zur Auswertung mit RIDASCREEN® deutlich, dass ein Absaugen des Rückenmarks vor der Spaltung der Schlachtkörper die Problematik einer ZNS-Kontamination nicht löst. SCHUETT-ABRAHAM (2002b) gab in einem Kommentar zur Nachweisgrenze kritisch zu bedenken, dass vor allem bei gepoolten Proben selbst eine Nachweisgrenze von 0,1 % zu hoch sei, um bei einem negativen Ergebnis das Vorhandensein von histologisch nachweisbarem ZNS-Gewebe ausschließen zu können.

ANIL et al. (1999) verwendeten zum Nachweis von Nervengewebe einen selbstentwickelten ELISA zum einen auf Syntaxin 1-B, einem integralen Membranprotein, welches ausschließlich und reichlich in Nervengewebe vorkommt, zum anderen auch auf Annexin V, einem gerinnungshemmendem Zytoplasma-Protein, das als allgemeiner Indikator einer Zellschädigung diene. Die Sensivität des ELISA zur Syntaxin 1-B-Bestimmung gaben die Autoren mit 1-2 ng Syntaxin 1-B pro ml Gesamtblut an. Die Nachweisgrenze bei Annexin V lag bei 0,125 ng/ml. Auch PRENDERGAST et al. (2003) setzten bei Untersuchungen auf ZNS-Gewebe nach Bolzenschussbetäubung und Schlachttierspaltung Syntaxin 1-B zusammen mit GFAP als Marker ein. Beide

Proteine konnten innerhalb der Studie beispielsweise auf Ausrüstungsgegenständen im Schlachthof nachgewiesen werden.

2.7.3 Verschleppung von ZNS-Gewebe nach mechanischer Betäubung

2.7.3.1 Kontamination der Umgebung mit ZNS-Gewebe

MOJE et al. (2001) untersuchten nach Bolzenschussbetäubung mittels RIDA-SCREEN® enthäutete Rinderköpfe hinsichtlich einer möglichen Kontamination mit ZNS-Material. Von 100 untersuchten Köpfen konnte bei insgesamt 95 ein positiver GFAP-Nachweis erbracht werden. Dabei waren die äußere Kaumuskulatur in 26 % der Fälle, die Muskulatur neben dem Foramen occipitale zu 72 % und die Umgebung um das Schussloch zu 95 % kontaminiert. Aufgrund dieser Ergebnisse stellte die Forschergruppe fest, dass auch eine in Spezialbetrieben durchgeführte Kopffleischgewinnung aus Sicht des Verbraucherschutzes nicht mehr zu vertreten ist (MOJE et al., 2001).

ELLERBROEK und SCHÜTT-ABRAHAM (2002) verfassten über die kritischen Punkte und die Möglichkeiten zur Reduzierung des Kontaminationsrisikos im Umgang mit Rinderköpfen und bei der Backenfleischgewinnung einen Bericht, der dem SSC für eine Stellungnahme vorgelegt wurde. Die wohl wichtigste Präventivmaßnahme gegen ZNS-Kontamination sehen die Wissenschaftler darin, bei der Backenfleischgewinnung ein penetrierendes Betäubungsverfahren zu unterlassen. Durch das Eröffnen des Hirnschädels entsteht nicht nur neben dem Foramen magnum eine zweite Öffnung für das Entweichen von ZNS-Material, sondern es kommt auch zu einem Druckausgleich in der Hirnhöhle, wodurch die Freisetzung von ZNS-Material erleichtert wird (ELLERBROEK und SCHUETT-ABRAHAM, 2002). Auch bei der stumpfen Schuss-Schlag-Betäubung muss in Abhängigkeit von der Aufschlagenergie und der Gestaltung des Bolzenendes mit einer Eröffnung der Schädelhöhle und dem Austritt von ZNS-Material gerechnet werden (BfR, 2003). Das SSC (2002b) sieht in der Backenfleischgewinnung kein Risiko, sofern eine große Zahl an Vorsichtsmaßnahmen getroffen wird. Es räumt allerdings ein, dass die Durchführbarkeit dieser Maßnahmen unter Praxisbedingungen angezweifelt werden muss.

2.7.3.2 Mögliche Verbreitung von ZNS-Gewebe im Körper

Der in das Gehirn eindringende Metallbolzen führt bei einer konventionellen Bolzenschussbetäubung zu einer massiven Zerstörung des Hirngewebes mit Blutungen (TROEGER, 2002b). ANIL et al. (1999) untersuchten innerhalb einer Studie das durch Katheter gewonnene Jugularvenenblut sowohl von 15 Rindern nach Verwendung des konventionellen perforierenden Cow Puncher (Accles and Shelvoke) ohne Einsatz des Rückenmarkzerstörers als auch von 14 Rindern, die mit dem pilzkopfförmigen nicht-penetrierenden Cash Kocker (Accles and Shelvoke) betäubt wurden. Dabei wurden keine Anzeichen einer möglichen Abschwemmung von ZNS-Material in das Jugularvenenblut gesehen, da die Untersuchung auf Syntaxin 1-B und Annexin V mittels ELISA (siehe 2.7.2.1) bei allen Tieren negativ verlief. Zudem fanden die Forscher sowohl bei der konventionellen histologischen Untersuchung als auch nach immunozytochemischer Anfärbung des S-100 β Proteins kein Gehirngewebe (ANIL et al., 1999).

MARTIN et al. (2001) führten bei insgesamt 726 Rindern mit zeit- und schlachttechnologischen Varianzen zunächst makroskopische Untersuchungen auf verdächtige Emboli im rechten Herzen (Bereich der Herzklappen sowie Papillarmuskeln) und in den arteriellen Lungengefäßen durch. Innerhalb von 20 min nach einer konventionellen Bolzenschussbetäubung mit einem Schermer-Gerät wurden bei 4,1 % von 314 Rindern mit Rückenmarkzerstörung und bei 5,9 % von 340 Rindern ohne nachfolgenden Einsatz des Rückenmarkzerstörers verdächtige Partikel in den Lungenarterien und der rechten Herzkammer makroskopisch erfasst und in Petrischalen verbracht, die bis zur Untersuchung tiefgefroren wurden. Fand die Betrachtung ca. eine Stunde nach der Betäubung statt, wurden bei 20,8 % von 72 Rinderlungen verdächtige Partikel gefunden. Je nach Größe wurden diese Emboli einzeln untersucht oder zu Sammelproben von einem Rind zusammengefasst. Der Nachweis von NSE als Marker ergab für 2 Emboli positive Reaktionen, die in den Lungen von mit Rückenmarkzerstörer betäubten Rindern gefunden wurden. Quantitativ konnte die Reaktionsstärke anhand von Standards im Bereich von 0,1-0,5 % eingeordnet werden. Bei der histologischen Untersuchung der NSE-positiven Emboli war kein ZNS-Gewebe nachweisbar. Aufgrund dieser Ergebnisse folgerten MARTIN et al. (2001), dass die

ZNS-Embolisierung bei der konventionellen Bolzenschussbetäubung keine relevante Größenordnung erreicht.

HORLACHER et al. (2002) untersuchten am Schlachthof Gießen Rinderlungen nach der Betäubung mit einem Schermer-Bolzenschussgerät ohne Rückenmarkzerstörung. In 194 von 323 untersuchten Rinderlungen wurden makroskopisch insgesamt 358 verdächtige 2-5 mm große Partikel mit dunkelroter, hellroter und gelblicher Farbe gefunden. Davon wurden 355 Emboli zu 108 Proben gepoolt und immunochemisch untersucht. Dabei zeigten 2 der Proben eine schwache NSE-Immunoreaktivität, die mit GFAP-Nachweis bestätigt werden konnte. Zusätzlich wurden 6 Gewebebestandteile noch immunohistochemisch untersucht. Hiervon zeigten 2 Emboli eine positive Reaktion mit NSE-Antikörpern, die auch durch GFAP-Nachweis bestätigt werden konnte, wobei keine eindeutige histologische Differenzierung von ZNS-Zellen gelang. Die vier auffälligen Proben ergaben danach eine maximale Häufigkeit eines positiven ZNS-Nachweises von 1,2 %. Aufgrund dieser eigenen Untersuchungen schlossen HORLACHER et al. (2002) eine ZNS-Kontamination der Lunge bei Anwendung eines konventionellen Bolzenschussapparates ohne Rückenmarkzerstörung nicht gänzlich aus, jedoch würde die Größe möglicher ZNS-Emboli im mikroskopischen Bereich liegen.

Dem steht eine Studie von GARLAND et al. (1996) gegenüber, die bei Einsatz des Betäubungsgerätes The Knocker der Firma Hantover grob sichtbares und mikroskopisch bestätigtes Hirngewebe bei 2,5-5 % der Tiere mit einer Größe von mehreren Millimetern bis zu 14 cm in den rechten und linken Ästen der Hauptpulmonalarterie fanden. Das verwendete Gerät gehört allerdings zu den sogenannten "Type B pneumatic stunner", die nicht nur durch Druckluft betrieben werden, sondern auch zur schnelleren Zerstörung des Gehirns in das Schussloch Luft injizieren. Dieses Verfahren ist heutzutage ebenso wie der Rückenmarkzerstörer in der EU verboten (BRADLEY und BUDKA, 2001).

Bei einer Studie von ANIL et al. (2001) mit Schafen konnte ZNS-Gewebe im mittels Katheter gesammelten Jugularvenenblut bei 2 von 15 betäubten Schafen sowohl bei munitionsbetriebenen als auch konventionellen druckluftbetriebenen (penetrierenden) Betäubungsgeräten gefunden werden. Der eindeutige positive Nachweis gelang

zum einen nach immunozytochemischer Anfärbung des S-100 β Proteins, wobei Hirngewebe in ganz unterschiedlicher Größe sichtbar wurde. Zum anderen wurde mittels ELISA das Membranprotein Syntaxin 1-B detektiert. In Proben aus der Aorta konnte nach Einsatz der verschiedenen Geräte kein ZNS-Gewebe nachgewiesen werden (ANIL et al., 2001). Die Forscher hielten zudem in ihrer Diskussion fest, dass die Anwesenheit von Gewebe im Jugularvenenblut nicht auf zu starken Betäubungseffekt des Bolzenschussgerätes zurückgeführt werden kann, da bei den in der Studie verwendeten ausgewachsenen Schafen beispielsweise beim Druckluftgerät mit 100 psi ein Betriebsdruck gewählt wurde, der normalerweise bei Jungtieren verwendet wird (ANIL et al., 2001). Es wird angenommen, dass eine Embolisierung von Hirngewebe, die in dem kurzen Intervall zwischen Betäubung und Entblutung geschehen muss, wie beim Menschen von einem Riss eines größeren venösen Sinus des Gehirns ausgeht, welcher es dem Hirnmaterial direkt ermöglicht, in den Blutstrom zu gelangen (BAUER et al., 1996). Da das Herz des Rindes noch einige Minuten nach dem Bolzenschuss weiterschlägt, kann das ZNS-Material im Jugularvenenblut durch den ganzen Körper abgeschwemmt werden (ANIL und HARBOUR, 2001). Auch MOJE et al. (2001) untersuchten aufgrund des Verdachtes einer Abschwemmung von Risikomaterial nach Bolzenschussbetäubung 200 rechte Herzhälften. Sie verwendeten nach Entnahme von Tupferproben den RIDASCREEN®-Test (siehe 2.7.2). In 2 % der untersuchten Herzen konnte GFAP sicher nachgewiesen werden, in weiteren 1,5 % der rechten Herzhälften lag das Ergebnis im Bereich der Nachweisgrenze.

SCHUETT-ABRAHAM (2002b) regt zur Minimierung des Risikos einer Verschleppung von ZNS-Gewebe an, dass durch alternative Entblutungsverfahren, wie beispielsweise Schächtschnitt nach der Betäubung, die venöse Blutgefäßverbindung zwischen Kopf und Herz so schnell wie möglich unterbrochen werden sollte.

Nach GARLAND (1996) ist bei jeder Methode der Kopfbetäubung mit einer möglichen Embolisierung von Gehirngewebe in den Körper zu rechnen, da das Auftreten von ZNS-Gewebe in der Lunge nach einem nicht-invasiven Schädeltrauma beim Menschen schon seit über 60 Jahren bekannt ist. Das SSC (2002a) vertritt die Meinung, dass bei einer nicht-penetrierenden Betäubung des Kopfes kein relevantes Risiko einer Kontamination mit ZNS-Gewebe besteht. Allerdings schließt auch

HOFFMANN (2003) nach Abschluss ihrer Untersuchungen aufgrund der diagnostizierten Gehirnblutungen bei der nicht-penetrierenden Schuss-Schlag-Betäubung eine Verschleppung von Nervengewebe auf dem Blutweg nicht aus. Auch JOHANNSEN (2002) weist mit Blick auf die nicht-penetrierende Kopfbetäubung auf die mögliche Gefahr einer Abschwemmung von ZNS-Gewebe über die zerstörte Blut-Hirn-Schranke hin. Die Blut-Hirn-Schranke stellt eine funktionelle Schranke zwischen Nervengewebe und Blutgefäßen dar. Sie wird zum einen vom Endothel der Gehirnkapillaren und zum anderen von der Oberflächenmembran der Gliazellen gebildet (LIEBICH, 1993). In einer Studie an Ratten mit verschiedenen Schädeltraumata wurde anhand des Übertritts von mit radioaktivem Jod-125 markiertem Rinderalbumin aus dem Blut in das Gehirngewebe die Durchlässigkeit der Blut-Hirn-Schranke ermittelt (VAN DEN BRINK et al., 1994). Hierbei zeigte schon die früheste Untersuchung nach zwei Stunden, dass es auch bei geschlossenem Schädeltrauma zu einer Erhöhung der Permeabilität an allen untersuchten Hirnpräparaten kommt. Der größte Übertritt der Markersubstanz war im Bereich des Hirnstamms und des Cerebellums zu verzeichnen. Die schwere Gehirnerschütterung alleine ist in diesem Fall für die Durchlässigkeit verantwortlich (VAN DEN BRINK et al., 1994).

3 Eigene Untersuchungen

3.1 Material

3.1.1 Beschreibung des Schlachtbetriebes und -ablaufes

Nach den Vorschriften der Tierschutz-Schlachtverordnung stehen derzeit für die Betäubung der Rinder während der Routineschlachtung nur zwei Betäubungsmethoden zur Auswahl. Die in dieser Untersuchung durchgeführte Schuss-Schlag-Betäubung hingegen bedarf einer Ausnahmegenehmigung nach § 14 Abs. 2 Nr. 1 der Tierschutz-Schlachtverordnung. Eine solche Genehmigung wurde für den ausgewählten Schlachtbetrieb im Untersuchungszeitraum vom 13.01.04 bis zum 31.03.04 zur Erprobung der Schuss-Schlag-Betäubung von der zuständigen Behörde erteilt. Nach organisatorischer Vorbereitung wurden die praktischen Untersuchungen vom 02.02.-19.03.04 in einem von der EU zugelassenen Rinderschlachtbetrieb in Süddeutschland durchgeführt. Die durchschnittliche Tageskapazität des Betriebes an den vier Schlachttagen pro Woche lag während der Studie bei über 300 Rindern. Mit Ausnahme von Kälbern wurden alle Rinder eines jeweiligen Arbeitstages ohne Selektion in die Untersuchung miteinbezogen.

Den unmittelbaren Zutrieb der Rinder in die Betäubungsbox übernahm der erste Schlachthofmitarbeiter. Eine weitere Person führte die Betäubung des Tieres und den Auswurf auf den Trockenlanderost durch. Der nächste Arbeitsschritt umfasste das Anschlingen auf die Entblutungsbahn. Dort erfolgte durch den hierfür zuständigen Mitarbeiter zunächst ein Hautschnitt. Nach dem Messerwechsel wurde daraufhin mit einem Bruststich die Entblutung eingeleitet. Die Weiterleitung des Tieres zu den folgenden Arbeitspositionen geschah in zeitlichen Intervallen über das automatisch gesteuerte Förderband.

3.1.2 Tierbeschreibung

Insgesamt wurden 6682 Tiere untersucht. Die Geschlechtsverteilung der Rinder lag bei 4183 (62,6 %) männlichen und 2499 (37,4 %) weiblichen Tieren.

Erwartungsgemäß dominierte bei den Rassen das im süddeutschen Raum weit verbreitete Fleckvieh mit einem Anteil von 87,0 % (3641 von 4183 Tieren) bei den männlichen und 87,9 % (2197 von 2499 Tieren) bei den weiblichen Rindern. Bei den 2499 weiblichen Tieren war die Rasse Schwarzbunt mit 118 Rindern (4,7 %) am zweithäufigsten noch vor Braunvieh mit 59 Tieren (2,4 %) vertreten, während von den 4183 männlichen Rindern nur 59 Tiere (1,4 %) der Rasse Schwarzbunt angehörten (**Tab. 1**).

Rasse	Männlich		Weiblich		Gesamtzahl	
	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%
Fleckvieh	3641	87,0	2197	87,9	5838	87,4
Schwarzbunt	59	1,4	118	4,7	177	2,6
Braunvieh	19	0,5	59	2,4	78	1,2
Charolais	31	0,7	4	0,2	35	0,5
Limousin	21	0,5	0	0	21	0,3
Rotbunt	21	0,5	17	0,7	38	0,6
Fleisch-Fleckvieh	101	2,4	7	0,3	108	1,6
Grauvieh	7	0,2	9	0,4	16	0,2
Fleischrind-Milch	59	1,4	8	0,3	67	1,0
Fleischrind-Fleisch	140	3,3	19	0,8	159	2,4
Kreuzungen	59	1,4	37	1,5	96	1,4
Sonstige	25	0,6	24	1,0	49	0,7
Gesamt	4183	100	2499	100	6682	100

Tab. 1: Rassenverteilung weiblicher und männlicher Tiere, sowie Gesamtzahl

Eine genauere Unterteilung innerhalb der Geschlechter konnte aufgrund der Kategorienverteilung vorgenommen werden. Weiterführende Erklärungen über das Kategorienschema der Rinderhandelsklassen sind in **Tab. 98 im Anhang** dargestellt. 4033 (60,4 %) der 6682 untersuchten Tiere gehörten der Kategorie Jungbulle an. Die Kühe stellten mit 1991 Tieren (29,8 %) die nächststärkere Kategorie dar. Auch die Kategorie Färse war mit 508 Tieren (7,6 %) noch relativ häufig anzutreffen, während Ochsen mit 88 Tieren (1,3 %) und Bullen mit 62 Tieren (0,9 %) schwach vertreten waren (**Tab. 2** und **Abb. 1**).

Kategorie	Anzahl	%
Jungbulle	4033	60,4
Bulle	62	0,9
Ochse	88	1,3
Kuh	1991	29,8
Färse	508	7,6
Gesamt	6682	100

Tab. 2: Kategorienverteilung der untersuchten Tiere

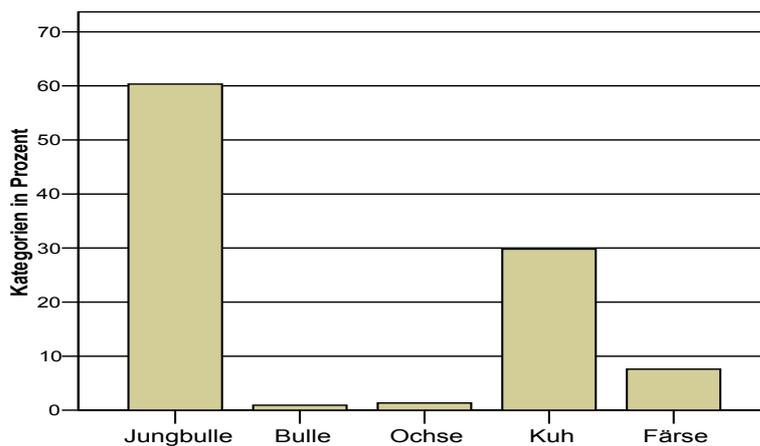


Abb. 1: Übersicht über die Häufigkeit verschiedener Kategorien bei der Untersuchung

Wie aus **Tab. 3** ersichtlich, war die Alterstruktur der weiblichen und männlichen Tiere sehr gegensätzlich. Von 4183 männlichen Rindern waren insgesamt 4105 Tiere (98,1 %) weniger als 2 Jahre alt, wobei davon 1114 Tiere (26,6 %) sogar < 1,5 Jahre alt waren. Insgesamt 1889 (75,6 %) der 2499 weiblichen Rinder waren zwischen ≥ 2 < 8 Jahre alt und 403 Rinder (16,1 %) gehörten der Altersklasse ≥ 8 Jahre an.

Jahre	Männlich		Weiblich		Gesamtzahl	
	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%
< 1,5	1114	26,6	13	0,5	1127	16,9
≥ 1,5 < 2	2991	71,5	194	7,8	3185	47,7
≥ 2 < 5	74	1,8	1122	44,9	1196	17,9
≥ 5 < 8	4	0,1	767	30,7	771	11,5
≥ 8	0	0	403	16,1	403	6,0
Gesamt	4183	100	2499	100	6682	100

Tab. 3: Altersverteilung weiblicher und männlicher Tiere, sowie Gesamtzahl

Auch das Schlachtgewicht wies große Differenzen zwischen den Geschlechtern auf. Insgesamt erreichten 3169 (75,8 %) der 4183 männlichen Tiere ein Schlachtgewicht zwischen 350 und 449,5 kg, während 1485 (59,4 %) der 2499 weiblichen Rinder nach der Schlachtung weniger als 350 kg wogen (**Tab. 4**).

Schlachtgewicht in kg	Männlich		Weiblich		Gesamtzahl	
	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%
≤ 299,5	118	2,8	684	27,4	802	12,0
300 - 349,5	587	14,0	801	32,1	1388	20,8
350 - 399,5	1761	42,1	674	27,0	2435	36,4
400 - 449,5	1408	33,7	267	10,7	1675	25,1
450 - 499,5	272	6,5	65	2,6	337	5,0
≥ 500	37	0,9	8	0,3	45	0,7
Gesamt	4183	100	2499	100	6682	100

Tab. 4: Schlachtgewichtsverteilung weiblicher und männlicher Tiere, sowie Gesamtzahl

Über die Klassifizierungsdaten der einzelnen Tiere, die der Schlachtbetrieb zur Verfügung gestellt hatte, konnte auch die Handelsklassenverteilung ausgewertet werden. Die Kriterien dieser Einteilung sind in **Tab. 99 im Anhang** dargestellt. Wie aus **Tab. 5** ersichtlich, gehörten 2885 (43,2 %) aller 6682 Tiere der Handelsklasse U und 2598 (38,9 %) der Handelsklasse R an. Bei den männlichen Tieren herrschte die Klasse U mit einem Anteil von 56,8 % (2376 von 4183 Tieren) vor, während bei den Färsen und Kühen mit 44,4 % (1109 von 2499 Tieren) die Handelsklasse R am häufigsten vorkam (**Tab. 5**).

Handelsklasse	Männlich		Weiblich		Gesamtzahl	
	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%
E	103	2,5	26	1,0	129	1,9
U	2376	56,8	509	20,4	2885	43,2
R	1489	35,6	1109	44,4	2598	38,9
O	193	4,6	641	25,7	834	12,5
P	22	0,5	214	8,6	236	3,5
Gesamt	4183	100	2499	100	6682	100

Tab. 5: Handelsklassenverteilung weiblicher und männlicher Tiere, sowie Gesamtzahl

3.1.3 Konstruktion der Betäubungsbox

Die Betäubungsbox wurde vor Versuchsbeginn (Januar 2004) von der Firma Jarvis neu eingebaut. Sie hat als besondere Vorrichtungen eine mechanisch gesteuerte Nackenfixierung und einen von unten nach oben beweglichen Kinnheber, der die Bewegung des Kopfes einschränkt.

Abmessungen der Betäubungsbox:

- Gesamtlänge der Box: 2,82 m
- Länge der Box von Eingangstür-Nackenfixierung: 2,18 m
- Höhe der Nackenfixierung aus Kunststoff: 1,15 m hoch
- Kinnheber: Höhe 0,52 m und Breite 0,22 m
- Höhe Auswurfhilfe: 1,12 m
- Auswurfür: Höhe 1,80 m und Breite 1,96 m
- Gesamtbreite der Betäubungsbox: 0,8 m
- Höhe Box bis zu den Eisenrohren (Verhinderung Aussprung der Tiere): 1,6 m
- Anpressdruck an der Nackenfixierung: 5 bar

Um den Tieren eine gewisse Standfestigkeit zu ermöglichen, wurde der Boden der Box im Verlauf der ersten Untersuchungstage mit einer Matte aus Hartgummi ausgelegt. Jedoch war während der Untersuchungen der Trockenlanderost an die neue Box nicht angepasst. Dieser war sehr steil und für die neue Box zu kurz, so dass es hin und wieder Probleme mit der Tierlage nach dem Auswurf gab. Auf Grund dessen war bei ungünstiger Lage der Rinder das Anschlingen der Tierkörper erschwert und die Zeitdauer zwischen Betäubungsende bzw. Auswurf aus der Box und Stechen konnte verlängert sein.

3.1.4 Betäubungsgeräte

3.1.4.1 Jarvis-USSS-2 im Vorversuch

Technische Daten des Non-Penetrating-Pneumatic-Modells USSS-2, das mit 2 Griffen (hinten und seitlich) sowie 2 Auslöseschaltern ausgestattet war:

- Arbeitsdruckbereich: 120-ca. 200 psi
- Luftverbrauch pro Zyklus: 41 l
- Durchmesser des Schlagkopfes: 34,9 mm
- Austrittsweite des Schlagkopfes (nach eigener Einstellung): 17 mm
- Gewicht des Schlagkopfes: 706 g
- Abmessungen am Gerät (in cm): Länge: 48,3 / Breite: 14,0 / Höhe: 38,1
- Gewicht des Gerätes: ca. 16 kg
- Zubehör: siehe 3.1.5



Abb. 2: Jarvis-Gerätetyp USSS-2

3.1.4.2 Modifiziertes Jarvis-USSS-2 im Hauptversuch

Technische Daten des modifizierten Modells USSS-2, das mit 2 Griffen (hinten und seitlich) und 2 Auslöseschaltern ausgestattet war:

- Arbeitsdruckbereich: 120-ca. 235 psi
- Luftverbrauch pro Zyklus: 41 l
- Durchmesser des Schlagkopfes: 44,5 mm
- Austrittsweite des Schlagkopfes (nach eigener Einstellung): 10 mm
- Gewicht des Schlagkopfes: 817 g
- Abmessungen am Gerät (in cm): Länge: 48,3 / Breite: 14,0 / Höhe: 38,1
- Gewicht des Gerätes: ca. 16,2 kg
- Zubehör: siehe 3.1.5





Abb. 3: Jarvis-Schlagkopf im Hauptversuch (Aufnahmen frontal und seitlich)

3.1.4.3 EFA-VB-225

Nach Modifizierung während des ersten Versuchstages hatte das Gerät zusätzlich einen seitlichen Haltegriff.

Technische Daten des EFA-VB-225-Gerätes:

- Durchmesser des Schlagkopfes: 56 mm
- Gewicht Schlagkopfes: 520 g
- Gewicht des Gerätes: ca. 9 kg
- Kinetische Energie des Schlagkopfes = 234 J (mit Masse Schlagkopf = 0,52 kg und Stoßgeschwindigkeit = 30 m/s)
- Als Zubehör wurde von der Firma EFA ein Druckvoreinstellsystem zur Verfügung gestellt, mit dem 2 variable Druckstufen eingestellt werden konnten. Vor jeder Anwendung des Gerätes konnte somit durch einen Hebel zwischen diesen beiden Druckstufen gewählt werden. Die Druckluft wurde von einem handelsüblichen Kompressor mit einem Höchstdruck von 15 bar erzeugt.

3.1.4.4 Bolzenschussgerät

Technische Daten des EFA Cash Magnum 9000 S:

- Kaliber: 22
- Einschlagtiefe: 121 mm
- Kartuschen grün für Kälber und Schafe
- Kartuschen rot für Kühe und Bullen
- Kartuschen schwarz für schwere Bullen

3.1.5 Jarvis-Zubehör

3.1.5.1 Kompressor

Der Kompressor der Firma Boge hatte folgende technische Daten:

- Maschinentyp: SRH 330
- Verdichtungsenddruck: 35 bar
- Nennleistung: 3 KW
- Drehzahl min -1: 2900
- Sicherheitsventil am Kompressor und am Behälter bei einem Druck von 36 bar

3.1.5.2 Model AST-102 Stuning-Tester

Dieses Gerät diente der Überprüfung der Bolzengeschwindigkeit bei 175 psi. Die Zeit, die der Bolzen benötigte, an beiden Sensoren im Gerät vorbeizufahren, wurde in Mikrosekunden gemessen. So stellte ein Messwert von beispielsweise 700 die Dauer von 0,0007 s dar. Ein Ableseergebnis unter 850 war nach Herstellerangaben eine akzeptable Geschwindigkeit. Werte über 850 zeigen eine Reparatur des Gerätes an.

3.1.5.3 Model MSPR-1 Druckluftregulator 3-stufig mit Filter

Dieses Druckvoreinstellsystem war durch einen Schlauch mit dem Kompressor verbunden und besaß ein Sicherungsventil unmittelbar vor dem Schaltkasten. Mit diesem Ventil konnte die Druckluftzufuhr beispielsweise bei Reinigungsarbeiten abgestellt werden. Der mit 220 V-betriebene Schaltkasten war in unmittelbarer Nähe zur Betäubungsbox an der Wand befestigt. Vor Arbeitsbeginn wurden in diesem Steuerungskasten manuell drei Druckstufen variabel festgelegt. Unmittelbar vor jedem Einsatz des USSS-2 Gerätes konnte eine dieser eingestellten drei Druckstufen durch einen Schalter am Schaltkasten (small, medium und large) ausgewählt werden.

3.1.6 Sonstige Materialien und Geräte

- Rollwinde zur Aufhängung der Schuss-Schlag-Geräte
- handelsübliche Bandsäge für Fleischereien
- Digitalkamera und Videokamera (Firma Canon)
- Stoppuhr
- Meterstab

3.2 Methodik

Die Untersuchung fand unter Routinebedingungen ohne Beeinträchtigung des üblichen Arbeitsablaufes statt. Alle zur Schlachtung vorgestellten Tiere eines jeweiligen Arbeitstages wurden mit Ausnahme von Kälbern in die Untersuchung miteinbezogen. Dem Tierschutz und Arbeitsschutz galten dabei oberste Priorität. Daher lag sowohl neben der Falle als auch neben dem Sterilisationsbecken im Entblutungsbereich während der Schuss-Schlag-Betäubungsversuche ein Bolzenschussgerät bereit, um Nachbetäubungen durchführen zu können. Rinder, die schwer in die Kopffixierung einfädelten, wie beispielsweise stark behornete Kühe oder sehr nervöse Tiere, wurden sofort mit dem Bolzenschussapparat betäubt.

3.2.1 Methodik der Betäubungsdurchführung

Die Schuss-Schlag-Betäubungen wurden zum größten Teil mit dem Gerätetyp der Firma Jarvis durchgeführt. Der Vorversuch, in dem die Betäubung von einem erfahrenen Jarvis-Mitarbeiter vorgenommen wurde, hatte einerseits das Ziel, die Schlachthofmitarbeiter mit dem neuen Verfahren und der neuen Betäubungsbox vertraut zu machen. Zum anderen erfolgte in diesem Untersuchungsabschnitt eine intensive Erprobung der verschiedenen Druckstufen, um für die einzelnen Tierkategorien, unter Berücksichtigung der Betäubungswirkung und Schäden am Stirnbein, den richtigen Betriebsdruck ausfindig zu machen.

Aufgrund der Erfahrungen des Vorversuches wurde das Gerät vor dem Hauptversuch durch einen im Durchmesser und Gewicht größeren Schlagkopf modifiziert. Es erfolgte daraufhin, unter Berücksichtigung der Vorversuchsergebnisse, eine Anpassung der Druckstufen an den größeren Schlagkopf. In einem Nachfolgeversuch kam zum Vergleich noch ein von der Firma EFA zur Verfügung gestelltes Schuss-Schlag-Gerät zum Einsatz. Die Betäubung mit dem etablierten Bolzenschussapparat diente der Gegenüberstellung beider Betäubungsmethoden. **Tab. 6** gibt eine Übersicht über die Anzahl der Testtiere bei den verschiedenen Geräten.

Betäubungsgerät	Anzahl der Testtiere	Prozentualer Anteil von Gesamtzahl (%)
Jarvis-Vorversuch	2758	41,3
Jarvis-Hauptversuch	2603	39,0
EFA-Versuch	191	2,9
Bolzenschuss	1130	16,9
Gesamt	6682	100

Tab. 6: Anzahl der untersuchten Tiere in den einzelnen Versuchsabschnitten

3.2.1.1 Betäubung mit den Schuss-Schlag-Geräten

Der Ansatz des Schuss-Schlag-Gerätes wurde aufgrund der Untersuchungen von HOFFMANN (2003) in der Medianen, 2 cm über dem Kreuzungspunkt einer imaginären Linie zwischen Hornansatz und kontralateralem inneren Augenwinkel gewählt. Unter Routinebedingungen kann die genaue Positionierung des Schlagkopfes auf diesen Punkt nicht immer gewährleistet werden. Daher wurde bei der Beurteilung der korrekten Positionierung, ein ordnungsgemäßes Aufbringen des Schlagkopfes als solches erachtet, welches in einer Zone von 2 cm um den Punkt herum erfolgte. Bei der Auswahl des Betriebsdruckes wurde die Anatomie des Kopfes in Verbindung mit Rasse und Kategorie berücksichtigt.

3.2.1.1.1 Druckstufeneinsatz im Vorversuch

Tab. 7 gibt einen Überblick über die Häufigkeit des Einsatzes verschiedener Druckstufen im Vorversuch. Der mit Abstand am häufigsten verwendete Betriebsdruck war 180 psi mit einem Anteil von 43,6 % (1203 von 2758 Tieren). Die Umrechnung von psi zu bar ist **Tab. 100** im Anhang zu entnehmen.

Druckstufe in psi	Anzahl der Tiere	Prozentualer Anteil von Gesamtzahl (%)
120	410	14,9
130	118	4,3
140	118	4,3
150	274	9,9
160	354	12,8
175	264	9,6
180	1203	43,6
200	17	0,6
Gesamt	2758	100

Tab. 7: Anzahl der untersuchten Tiere in Bezug auf die verwendeten Druckstufen im Vorversuch

Tab. 8 zeigt die Verwendung verschiedener Druckstufen in der Kategorie Jungbulle. Bei 1067 (68,7 %) von 1553 Tieren wurde zur Betäubung ein Betriebsdruck von 180 psi eingesetzt. Bei den überwiegend vorkommenden 1342 Fleckvieh-Jungbullen kam bei 947 Tieren (70,6 %) 180 psi und als nächsthäufigere Druckstufe 175 psi bei 221 Tieren (16,5 %) zum Einsatz. Von 33 Schwarzbunten-Jungbullen wurden 23 Tiere (69,7 %) mit 180 psi betäubt und bei 10 Tieren (30,3 %) wurde eine Druckstärke von 160 psi angewendet.

	Rasse	120		130		140		150		160		175		180		200		Ges.	
		psi		psi		psi		psi		psi		psi		psi		psi		n	%
		n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
J U N G B U L L E	Fleckvieh	5	0,4	3	0,2	2	0,1	115	8,6	46	3,4	221	16,5	947	70,6	3	0,2	1342	100
	Schwarzbunt									10	30,3			23	69,7			33	100
	Braunvieh													5	100			5	100
	Charolais									1	16,7			2	33,3	3	50,0	6	100
	Limousin									1	50,0			1	50,0			2	100
	Rotbunt							1	10,0			1	10,0	8	80,0			10	100
	Fleisch- Fleckvieh											17	56,7	10	33,3	3	10,0	30	100
	Grauvieh											1	14,3	6	85,7			7	100
	Fleischrind- Milch									12	38,7	4	12,9	15	48,4			31	100
	Fleischrind- Fleisch							1	2,3	2	4,7	2	4,7	38	88,4			43	100
	Kreuzungen					1	2,9	3	8,6	3	8,6	17	48,6	8	22,9	3	8,6	35	100
	Sonstige							2	22,2	2	22,2			4	44,4	1	11,1	9	100
Gesamt	5	0,3	3	0,2	3	0,2	122	7,9	77	5,0	263	16,9	1067	68,7	13	0,8	1553	100	

Tab. 8: Anzahl der untersuchten Tiere in Bezug auf die verwendeten Druckstufen bei Jungbullen verschiedener Rassen (Vorversuch)

Wie aus **Tab. 9** ersichtlich, wurden Tiere der Kategorie Bulle zu 80,6 % (25 von 31 Tieren) mit 180 psi betäubt. Bei den Ochsen wurden dagegen die Druckstufen 120 psi und 150 psi zu je 41,2 % (14 von 34 Tieren) ausgewählt.

	Rasse	120		150		160		175		180		200		Gesamt	
		psi		psi		psi		psi		psi		psi			
		n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
B U L L E	Fleckvieh									19	86,4	3	13,6	22	100
	Schwarzbunt	1	50,0							1	50,0			2	100
	Braunvieh									1	100			1	100
	Charolais									1	50,0	1	50,0	2	100
	Limousin									1	100			1	100
	Rotbunt									1	100			1	100
	Fleisch- Fleckvieh							1	100					1	100
	Sonstige									1	100			1	100
	Gesamt	1	3,2					1	3,2	25	80,6	4	12,9	31	100
O C H S E	Fleckvieh	11	42,3	10	38,5					5	19,2			26	100
	Braunvieh									1	100			1	100
	Fleischrind- Fleisch	3	42,9	4	57,1									7	100
	Gesamt	14	41,2	14	41,2					6	17,6			34	100

Tab. 9: Anzahl der untersuchten Tiere in Bezug auf die verwendeten Druckstufen bei Bullen und Ochsen verschiedener Rassen (Vorversuch)

Tab. 10 stellt die verwendeten Druckstufen bei den weiblichen Kategorien dar. Von den im Vorversuch vorhandenen 821 Fleckvieh-Kühen wurden in absteigender Reihenfolge ihrer Anzahl 257 Tiere (31,3 %) mit 120 psi, 213 Tiere (25,9 %) mit 160 psi, 100 Tiere (12,2 %) mit 150 psi, 89 Tiere (10,8 %) mit 140 psi, 86 Tiere (10,5 %) mit 180 psi und 76 Tiere (9,3 %) mit 130 psi betäubt. Von den 53 Schwarzbunten-Kühen wurden 23 Tiere (43,4 %) mit 120 psi und 11 Rinder (20,8 %) mit 130 psi betäubt. Bei der Rasse Braunvieh wurde bei 20 (66,7 %) von 30 Tieren und bei 5 (62,5 %) von 8 gekreuzten Kühen ein Betriebsdruck von 120 psi eingesetzt. In der Kategoriengruppe der Färsen wurde bei 83 (39,7 %) von 209 Tieren die Druckstufe 120 psi verwendet. Die nächsthäufigere Druckstufe war 160 psi mit 18,2 % (38 Tiere), gefolgt von 150 psi mit 12,9 % (27 Tiere) und 130 psi mit einem Anteil von 11,5 % (24 Tiere).

	Rasse	120		130		140		150		160		175		180		Gesamt	
		psi		psi		psi		psi		psi		psi		psi			
		n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
K U H	Fleckvieh	257	31,3	76	9,3	89	10,8	100	12,2	213	25,9			86	10,5	821	100
	Schwarzbunt	23	43,4	11	20,8	1	1,9	5	9,4	11	20,8			2	3,8	53	100
	Braunvieh	20	66,7	1	3,3	2	6,7	4	13,3	2	6,7			1	3,3	30	100
	Charolais					1	100									1	100
	Rotbunt	1	20,0							4	80,0					5	100
	Grauvieh											8	100			8	100
	Fleischrind- Milch							1	100							1	100
	Fleischrind- Fleisch	1	25,0	2	50,0									1	25,0	4	100
	Kreuzungen	5	62,5	1	12,5	1	12,5			1	12,5					8	100
Gesamt	307	33,0	91	9,8	94	10,1	110	11,8	231	24,8	8	0,9	90	9,7	931	100	
F Ä R S E	Fleckvieh	69	36,9	20	10,7	19	10,2	27	14,4	37	19,8			15	8,0	187	100
	Schwarzbunt	1	50,0	1	50,0											2	100
	Charolais									1	100					1	100
	Grauvieh			1	100											1	100
	Fleischrind- Milch	3	100													3	100
	Fleischrind- Fleisch	7	87,5											1	12,5	8	100
	Kreuzungen			1	33,3	2	66,7									3	100
	Sonstige	3	75,0	1	25,0											4	100
	Gesamt	83	39,7	24	11,5	21	10,0	27	12,9	38	18,2			16	7,7	209	100

Tab. 10: Anzahl der untersuchten Tiere in Bezug auf die verwendeten Druckstufen bei Kühen und Färsen verschiedener Rassen (Vorversuch)

3.2.1.1.2 Druckstufeneinsatz im Hauptversuch

Aufgrund der Eindrücke des Vorversuches wurden im Hauptversuch unter Berücksichtigung des größeren und schwereren Schlagkopfes 933 (35,8 %) der 2603 Rinder mit 150 psi, 1205 Tiere (46,3 %) mit 210 psi und 443 Tiere (17,0 %) mit 235 psi betäubt (**Tab. 11**). Die Umrechnung von psi zu bar ist aus **Tab. 100 im Anhang** zu entnehmen.

Druckstufe in psi	Anzahl der Tiere	Prozentualer Anteil von Gesamtzahl (%)
150	933	35,8
195	22	0,8
210	1205	46,3
235	443	17,0
Gesamt	2603	100

Tab. 11: Anzahl der untersuchten Tiere in Bezug auf die verwendeten Druckstufen im Hauptversuch

Bei 1182 (71,8 %) der 1646 Jungbullen wurde ein Betriebsdruck von 210 psi ausgewählt. Von den 1455 Fleckvieh-Jungbullen wurden 1058 Tiere (72,7 %) mit einem Druck von 210 psi und 373 Tiere (25,6 %) mit 235 psi betäubt. Bei den vom Schlachtbetrieb als Fleischrind-Fleisch bezeichneten Tieren lag der Anteil der 64 Jungbullen in der höchsten verwendeten Druckstufe (235 psi) bei 57,8 % (37 Tiere). Auch bei 10 (90,9 %) von 11 Charolais-Jungbullen wurde ein Betriebsdruck von 235 psi zur Betäubung angewendet (**Tab. 12**).

	Rasse	150 psi		195 psi		210 psi		235 psi		Gesamt	
		n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
J U N G B U L L E	Fleckvieh	3	0,2	21	1,4	1058	72,7	373	25,6	1455	100
	Schwarzbunt	1	5,3			17	89,5	1	5,3	19	100
	Braunvieh					5	100			5	100
	Charolais					1	9,1	10	90,9	11	100
	Limousin	1	8,3			9	75,0	2	16,7	12	100
	Rotbunt					9	100			9	100
	Fleisch- Fleckvieh					24	96,0	1	4,0	25	100
	Fleischrind- Milch	2	9,1			16	72,7	4	18,2	22	100
	Fleischrind- Fleisch	2	3,1	1	1,6	24	37,5	37	57,8	64	100
	Kreuzungen	2	13,3			11	73,3	2	13,3	15	100
	Sonstige					8	88,9	1	11,1	9	100
	Gesamt	11	0,7	22	1,3	1182	71,8	431	26,2	1646	100

Tab. 12: Anzahl der untersuchten Tiere in Bezug auf die verwendeten Druckstufen bei Jungbullen verschiedener Rassen (Hauptversuch)

Die Kategoriegruppe der Bullen wurde zu 44,4 % (8 von 18 Tieren) bei einem Druck von 210 psi betäubt. Zur Betäubung von Ochsen wurde dagegen in 86,4 % der Fälle (38 von 44 Tieren) ein Betriebsdruck von 150 psi gewählt (**Tab. 13**).

	Rasse	150 psi		210 psi		235 psi		Gesamt	
		n	%	n	%	n	%	n	%
B U L L E	Fleckvieh	1	6,7	6	40,0	8	53,3	15	100
	Schwarzbunt			1	100			1	100
	Kreuzungen					1	100	1	100
	Sonstige			1	100			1	100
	Gesamt	1	5,6	8	44,4	9	50,0	18	100
O C H S E	Fleckvieh	32	88,9	1	2,8	3	8,3	36	100
	Fleischrind- Fleisch	1	33,3	2	66,7			3	100
	Kreuzungen	2	100					2	100
	Sonstige	3	100					3	100
	Gesamt	38	86,4	3	6,8	3	6,8	44	100

Tab. 13: Anzahl der untersuchten Tiere in Bezug auf die verwendeten Druckstufen bei Bullen und Ochsen verschiedener Rassen (Hauptversuch)

Tab. 14 stellt die verwendeten Druckstufen bei den weiblichen Tieren im Hauptversuch dar. Von 696 Kühen wurden 690 Tiere (99,1 %) mit 150 psi betäubt. Auch in der Kategorie Färse wurde bei 193 (97,0 %) von 199 Tieren ein Betriebsdruck von 150 psi zur Betäubung ausgewählt. Diese einseitige Auswahl wurde aufgrund von Erfahrungen aus dem Vorversuch getroffen.

	Rasse	150 psi		210 psi		Gesamt	
		n	%	n	%	n	%
K U H	Fleckvieh	598	99,2	5	0,8	603	100
	Schwarzbunt	40	97,6	1	2,4	41	100
	Braunvieh	22	100			22	100
	Charolais	2	100			2	100
	Rotbunt	2	100			2	100
	Fleisch-Fleckvieh	1	100			1	100
	Kreuzungen	15	100			15	100
	Sonstige	10	100			10	100
	Gesamt	690	99,1	6	0,9	696	100
F Ä R S E	Fleckvieh	167	98,2	3	1,8	170	100
	Schwarzbunt	5	100			5	100
	Braunvieh	1	100			1	100
	Rotbunt	1	100			1	100
	Fleisch-Fleckvieh	2	100			2	100
	Fleischrind-Milch	1	25,0	3	75,0	4	100
	Fleischrind-Fleisch	4	100			4	100
	Kreuzungen	8	100			8	100
	Sonstige	4	100			4	100
	Gesamt	193	97,0	6	3,0	199	100

Tab. 14: Anzahl der untersuchten Tiere in Bezug auf die verwendeten Druckstufen bei Kühen und Färsen verschiedener Rassen (Hauptversuch)

3.2.1.1.3 Druckstufeneinsatz im EFA-Versuch

Bei einer Gesamttierzahl von 191 wurden 135 Tiere mit 13 bar (70,7 %) und 56 Rinder mit 10 bar (29,3 %) betäubt.

In der Kategorie Jungbulle wurde bei 128 (98,5 %) von 130 Tieren als Betriebsdruck 13 bar ausgewählt. Von 36 Kühen wurden 35 Tiere (97,2 %) mit 10 bar betäubt. Bei 19 (76,0 %) von 25 Färsen fand die Betäubung unter 10 bar statt und bei 6 der Rinder (24,0 %) wurde ein Druck von 13 bar angewendet (**Tab. 15**).

	Rasse	10 bar		13 bar		Gesamt	
		n	%	n	%	n	%
JUNGBULLE	Fleckvieh	2	1,6	126	98,4	128	100
	Fleischrind-Fleisch			1	100	1	100
	Sonstige			1	100	1	100
	Gesamt	2	1,5	128	98,5	130	100
KUH	Fleckvieh	31	100			31	100
	Rotbunt	3	75,0	1	25,0	4	100
	Kreuzungen	1	100			1	100
	Gesamt	35	97,2	1	2,8	36	100
FÄRSE	Fleckvieh	13	68,4	6	31,6	19	100
	Schwarzbunt	1	100			1	100
	Rotbunt	1	100			1	100
	Fleisch-Fleckvieh	3	100			3	100
	Fleischrind-Fleisch	1	100			1	100
	Gesamt	19	76,0	6	24,0	25	100

Tab. 15: Anzahl der untersuchten Tiere in Bezug auf die verwendeten Druckstufen bei Jungbullen, Kühen und Färsen verschiedener Rassen (EFA)

3.2.1.2 Betäubung mit dem Bolzenschussgerät

Die Bolzenschussbetäubung erfolgte an der bewährten Ansatzstelle (Kreuzungspunkt vom inneren Augenwinkel zum kontralateralen Hornansatz). Es wurden im Einklang mit den Herstellerangaben hauptsächlich schwarz markierte Patronen benutzt. Nur bei leichtgewichtigen Tieren wurde auf die rote Kartusche zurückgegriffen.

3.2.2 Methodik zur Untersuchung des Betäubungserfolges

Die erste Untersuchungsposition, die nachfolgend näher erläutert wird, war direkt neben der Box im Betäubungsbereich. Die zweite Position befand sich am Beginn der Entblutungsbahn, an welcher sowohl der Auswurf aus der Falle, das Anschlingeln, der Hautschnitt als auch der Entblutungsstich zu beobachten waren. Eine dritte Position erfasste die weiteren Reaktionen des Tieres bis zum beginnenden Hautabzug am Hinterviertel.

3.2.2.1 Untersuchungsposition an der Betäubungsbox

Nach dem Eintrieb des Tieres in die Betäubungsbox wurde zuerst die Nummer der Ohrmarke erfasst. Danach stand bei den Schuss-Schlag-Geräten die Auswahl und Dokumentation der Druckstufe im Mittelpunkt. Nachdem die Fixation durch den Betäuber erfolgte, wurde sowohl auf den richtigen Ansatz (siehe 3.2.1.1 und 3.2.1.2) des Gerätes als auch auf akustische Besonderheiten wie beispielsweise Druckentweichungen geachtet. Nach Überprüfung der visuell erkennbaren Kriterien eines effektiven Betäubungseintritts (Niederstürzen, tonischer Krampf, Augen starr, Sistieren der Atmung und Ausfall der Augenreflexe) wurde das Tier entweder zum Auswurf freigegeben oder gegebenenfalls nachbetäubt. Alle bei einem Tier bezüglich der Betäubung gemachten Beobachtungen wurden schriftlich festgehalten. Eine Kopie des Dokumentationsbogens ist **Tab. 101 im Anhang** zu entnehmen.

3.2.2.2 Untersuchungsposition am Anfang der Entblutungsbahn

Nach dem Auswurf des Tieres auf den Trockenlanderost und der Erfassung der Ohrmarke wurden an dieser Untersuchungsposition die Betäubungstiefe und die unwillkürlichen Bewegungen des Tieres beurteilt. Die Bewertung der anhaltende Bewusstlosigkeit erfolgte über einen optischen Gesamteindruck unter Einbeziehung der visuell erkennbaren Parameter Atmung, gerichteter Blick, Ohrenspiel, Nasenspiel, Kornealreflex bzw. Lidreflex und Augenbewegungen. Die unwillkürlichen Bewegungen wurden auf dem Rost, beim Anschlingen sowie jeweils beim Hautschnitt und Entblutungsstich beobachtet. Ihre Einteilung bei der Dokumentation erfolgte in keine bis mäßige, schwache, starke und sehr starke Bewegungen (Dokumentation siehe **Tab. 102 im Anhang**).

3.2.2.3 Untersuchungsposition am Ende der Entblutungsbahn

Diese Untersuchungsposition erfasste Reaktionen des Tieres nach dem Entblutungsstich an den weiteren Arbeitspositionen bis zum Hautabzug an der Hintergliedmaße. Zur Beurteilung der Betäubungstiefe und -dauer wurden hier die unwillkürlichen Bewegungen und Besonderheiten wie beispielsweise der weitere Verlauf einer Schnappatmung beobachtet (Dokumentation siehe **Tab. 102 im Anhang**).

3.2.3 Methodik der pathologisch-anatomischen Untersuchung

3.2.3.1 Adspektion der Kopfoberfläche

Das Stirnbein (Os frontale) der Köpfe im Bereich der Aufschlagfläche des Schlagkopfes wurde stichprobenartig nach Hautabzug äußerlich betrachtet und zur schriftlichen Dokumentation in 4 Stufen zunehmender Beschädigung eingeteilt:

1. Impression: am Stirnbein ist nur der Abdruck des Schlagkopfes sichtbar
2. leichte Delle: Stirnbein im Bereich der Aufschlagfläche leicht eingebrochen
3. tiefe Delle: Stirnbein im Bereich der Aufschlagfläche stark eingebrochen
4. Fraktur: Stirnbein im Bereich der Aufschlagfläche zertrümmert

3.2.3.2 Pathologisch-anatomische Untersuchung am eröffneten Kopf

Im ersten Arbeitsschritt wurden die Köpfe visuell an ihrer Oberfläche auf pathologisch-anatomische Veränderungen untersucht (siehe 3.2.3.1). In einem zweiten Schritt erfolgte mit einer Bandsäge ein sagittaler Querschnitt in Höhe der Aufschlagfläche des Schlagkopfes. Mit der sich anschließenden Adspektion der Lamina externa, der Lamina interna und der Dura mater encephali wurden mögliche Beschädigungen dieser Strukturen erfasst. Das Gehirn wurde auf das Vorhandensein von Hämatomen untersucht. Die Dokumentation aller pathologisch erkennbaren Veränderungen geschah schriftlich und fast lückenlos auch photographisch.

3.2.4 Methodik der ZNS-Untersuchung

Zur Untersuchung auf Gewebe des ZNS wurde der RIDASCREEN® Risk Material 10/5 Test (r-biopharm, Art Nr. R 6703) verwendet. Dabei handelt es sich um einen Sandwich-Enzymimmunoassay zur quantitativen Bestimmung von ZNS-Material in und auf rohem Fleisch und Wurstwaren sowie auf kontaminierten Flächen.

Das Testprinzip basiert auf einer Antigen-Antikörper-Reaktion in Form eines Sandwich-ELISA. Der Nachweis von Risikomaterial erfolgt über die Bestimmung von saurem Gliafaserprotein (GFAP), einem zellulären Marker, der in besonders hoher Konzentration im ZNS vorkommt. Die Vertiefungen der Mikrotiterstreifen sind mit spezifischen Antikörpern gegen GFAP beschichtet. Wenn eine Probe ZNS-Gewebe enthält, bindet darin enthaltenes Protein an den Fänger-Antikörper. Mit einem Peroxidasegekoppelten Antikörper gegen GFAP (Enzymkonjugat) wird gebundenes Antigen nachgewiesen. Durch drei anschließende Waschvorgänge wird nichtgebundenes Enzymkonjugat wieder entfernt. Danach wird das rötlich gefärbte Substrat/Chromogen hinzugegeben, das vom gebundenen Enzymkonjugat in ein blaues Endprodukt umgewandelt wird. Eine anschließende Zugabe eines Stopp-Reagenzes führt zu einem Farbumschlag von blau nach gelb. Die Messung erfolgt innerhalb 15 Minuten photometrisch bei 450 nm. Dabei ist die Extinktion der Lösung proportional zur ZNS-Konzentration der Probe.

Im Testkit des RIDASCREEN®-Test waren enthalten:

- Eine Mikrotiterplatte mit 96 Kavitäten (12 Streifen mit je 8 Einzelkavitäten)
- Vier Standards (je 1,3 ml) mit GFAP in wässriger Lösung entsprechend 0 % (Nullstandard), 0,1 %, 0,2 %, 0,4 % ZNS in einer Probe
- Ein gebrauchsfertiges Enzymkonjugat mit Peroxidase-konjugiertem Antikörper gegen GFAP
- Ein Red Chromogen Pro (Substrat/Chromogen, 10 ml) rötlich gefärbt, Tetramethylbenzidin enthaltend
- Eine Stopp-Reagenz (14 ml) mit 1N Schwefelsäure
- Ein Probenpuffer (10 ml) als 10-fach Konzentrat mit 0,5 % SDS (musste vor Gebrauch mit destilliertem Wasser 1:10 verdünnt werden)

- Ein Waschpuffer (Salz) zur Herstellung eines 10 mM Phosphatpuffers (pH 7,4), 0,05 % Tween 20 enthaltend (zur Herstellung des Puffers wurde der gesamte Beutelinhalt in 1 l destilliertem Wasser aufgelöst)
- Zwei Pasteurpipetten, auf 1 ml graduiert zum Vorlegen des Probenpuffers

3.2.4.1 Probenentnahme

Die Tiere wurden aufgrund der äußeren Kopfadspektion für die Untersuchung ausgewählt. Es wurde angestrebt, möglichst alle vier Stufen der oberflächlichen Kopfbeschädigung (s. 3.2.3.1) zu gleichen Teilen zu erfassen.

Von 40 Schuss-Schlag-betäubten Tieren wurden jeweils an folgenden vier Orten Tupferproben entnommen:

1. Ventriculus cordis dexter
2. Truncus pulmonalis
3. Ventriculus cordis sinister
4. Aorta

Technische Hilfsmittel bei der Probenentnahme:

- Probenröhrchen aus Polystyrol (R-BIOPHARM) mit 1 ml des 1:10 verdünnten Probenpuffers
- Verschlussstopfen aus PE, Durchmesser 11 mm (VWR)
- Sterile Baumwolltupfer (R-BIOPHARM)
- Probenständer aus Aluminium mit insgesamt 50 Halterungen (VWR)

Zur Probennahme wurde der Baumwolltupfer nach dem Anfeuchten mit destilliertem Wasser an der jeweiligen Probenentnahmestelle mehrmals abgerollt. Danach wurde der Tupfer im Probenpuffer ausgeschüttelt. Der Puffer und die gesammelten Proben wurden vor und nach der Entnahme bei einer Temperatur von ca. 7°C aufbewahrt und nach ca. 24 Stunden ausgewertet.

Zusätzlich wurde noch von 20 Schuss-Schlag-betäubten Tieren direkt nach dem Entblutungsstich jeweils eine Blutprobe gewonnen. Zur besseren Vergleichbarkeit wurde dabei nur das Blut von Kühen und Färsen untersucht, die mit 150 psi betäubt wurden.

3.2.4.2 ZNS-Nachweis

Zur Auswertung der Proben waren zusätzlich noch folgende Geräte und Materialien erforderlich:

- Bechergläser 100 ml (SCHOTT)
- Pipettierwannen
- Standardpipettenspitzen 300 µl (EPPENDORF)
- Präzisionspipetten DIN/ISO 9001:
 - 10-100 µl Reference Variabel (EPPENDORF)
- Multikanalpipette DIN/ISO 9001:
 - 12-Kanalpipette 25-200 µl (DUNN-LABORTECHNIK GmbH)
- Titertek ® Mikrotitrations-Plattenschüttler (FLOW LABORATORIES GmbH)
- Vortex Genie 2 ® (BENDER und HOBEIN AG)
- Mikrotiterplatten-Photometer (BIO RAD Microplate Reader Model 3550-UV) mit Software (BIO RAD Microplate Manager®/PC Data Analysis Software for the Model 3550-UV Microplate Readers, Version 3.1)
- Excel 97 unter Windows 95 (MICROSOFT)

Testdurchführung:

Die Reagenzien wurden entgegen der Herstellerangaben auf eine Temperatur von ca. 15°C gebracht, da vorherige Tests gezeigt hatten, dass nur in diesem Bereich die geforderten Extinktionswerte für die Standards erreicht werden. Es wurde darauf geachtet, dass die Mikrotiterplatte durch Abdecken bei allen Inkubationen keiner direkten Sonneneinstrahlung ausgesetzt wurde, da vor allem die Chromogenlösung nach Angaben des Herstellers sehr lichtempfindlich ist. Nur so viele Kavitäten sind in den Halterahmen eingesetzt worden, wie für alle Standards und Proben benötigt wurden.

Anschließend wurde protokolliert, in welche Vertiefungen die Standards und die Proben jeweils platziert werden.

Dann wurden 50 µl der einzelnen Standardlösungen bzw. 50 µl der zuvor aufgeschüttelten Proben in die jeweils definierte Kavität pipettiert. Anschließend sind je 50 µl des Konjugats in die entsprechenden Kavitäten gegeben und 10 min inkubiert worden. In dieser Zeit wurde die Platte nach Abdunklung vorsichtig auf dem Rüttler bewegt. Der nächste Arbeitsschritt umfasste ein Ausschlagen der Kavitäten und ein kräftiges Ausklopfen auf einer saugfähigen Unterlage. Daraufhin wurden die Kavitäten dreimal mit je 250 µl Waschpuffer gewaschen. Jeweils 100 µl Substrat/Chromogenlösung wurden anschließend in die Kavitäten einpipettiert und die Platte nach Abdunklung 5 Minuten inkubiert. Zum Schluss wurden jeweils 100 µl Stopp-Reagenz in die Vertiefungen pipettiert und vorsichtig mit dem Rüttler gemischt. Innerhalb von 15 Minuten nach Zugabe des Stopp-Reagenz erfolgte die Messung der Extinktion bei 450 nm unter Verwendung eines Photometers. Die Farbintensitäten der hierbei mitausgewerteten Standards dienten als Referenzwerte zur Erstellung einer Eichgeraden. Mit Hilfe der Software Microplate Manager Version 3.1 wurden die ZNS-Konzentrationen der Proben anhand dieser Eichgeraden ermittelt. Auswertungen mit einer Konzentration höher als 0,1 % ZNS-Gewebe in der Probe wurden als positiv gewertet.

3.3 Datenerfassung, Datenauswertung, Statistik

Die schriftlich erfassten Untersuchungsergebnisse wurden nach Entwurf eines Kodierungsplanes in das aktuelle SPSS 12 Programmsystem zur statistischen Datenanalyse eingetragen und ausgewertet. Ergänzende Daten zur Einzelauswertung der Rinder wurden aus Listen entnommen, die der Schlachtbetrieb zur Verfügung gestellt hatte. Dadurch konnten auch zusätzliche Angaben zur Rasse, die Rinderklassifizierungsdaten, das Geburtsdatum des Tieres und das Schlachtgewicht in die Auswertung miteinbezogen werden.

Aufgrund der großen Tierzahl erfolgte die Veranschaulichung der Ergebnisse überwiegend in Tabellenform (Word 2000). Eine Tierzahl von über 30 Tieren wurde bei der Datenauswertung als Gruppengröße mit statistischer Aussagekraft bewertet. Abbildungen wurden mit dem SPSS 12 Programmsystem oder Excel 2000 erstellt.

4 Ergebnisse

Bei der Darstellung der Ergebnisse wird die Betäubung mit dem **Schuss-Schlag-Verfahren** als **Schlag** bzw. **Nachschlag** bezeichnet und die **Bolzenschussbetäubung** als **Schuss** bzw. **Nachschuss**.

4.1 Betäubungserfolg

Insgesamt standen bei der Studie drei Geräte zur Verfügung, wobei eines der Schuss-Schlag-Betäubungsgeräte während der laufenden Untersuchung modifiziert wurde. Folgende **Tab. 16** gibt einen Überblick über die Erstbetäubungsquoten in den einzelnen Versuchsabschnitten. Dabei handelt es sich um den prozentualen Anteil der Tiere von der jeweiligen Gesamtzahl, bei denen keine Nachbetäubung erforderlich war. Der Erfolg der Betäubung wurde anhand verschiedener Parameter an mehreren Untersuchungspositionen überprüft (siehe 3.2.2).

	Gesamtzahl untersuchter Tiere	Anzahl der Tiere ohne Nachbetäubung	Prozentualer Anteil von jeweiliger Gesamtzahl (%)
Jarvis-Vorversuch	2758	2358	85,5
Jarvis-Hauptversuch	2603	2147	82,5
EFA-Versuch	191	119	62,3
Bolzenschuss	1130	1056	93,5
Gesamt	6682	5680	85,0

Tab. 16: Erstbetäubungsquoten in den einzelnen Versuchsabschnitten

4.1.1 Jarvis-Vorversuch

4.1.1.1 Erstbetäubungsquote

Wie aus **Tab. 16** ersichtlich, waren 2358 der 2758 Rinder nach dem ersten Schlag ausreichend betäubt. Dies entspricht einer Erstbetäubungsquote von 85,5 %.

Abb. 4 und Tab. 75 im Anhang zeigen den Erstbetäubungserfolg bei den verschiedenen Kategorien auf. Von 1553 Jungbullen wurden 1304 (84,0 %) ohne Nachbetäubung ordentlich betäubt. Auch von den am zweithäufigsten vorkommenden 931 Kühen konnten 806 Tiere (86,6 %) ausreichend betäubt werden, des Weiteren wurde bei 191 (91,4 %) von 209 Färsen eine ausreichende Empfindungs- und Wahrnehmungslosigkeit erzielt. Von 31 Bullen konnten 24 Tiere (77,4 %) erfolgreich betäubt werden. Das beste Erstbetäubungsergebnis unter den verschiedenen Kategorien wurde bei den Ochsen erzielt, da 33 der 34 Tiere (97,1 %) ausreichend betäubt werden konnten.

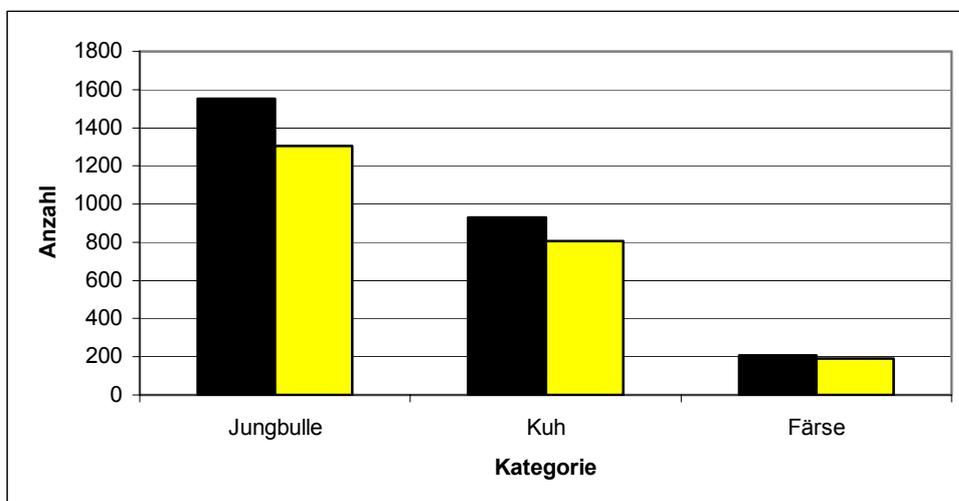


Abb. 4 : Verhältnis Gesamtanzahl (dunkel) zu Tieren ohne Nachbetäubung (hell) innerhalb der Kategorien Jungbülle, Kuh und Färsen (Vorversuch)

Die Erstbetäubungsraten unter den verschiedenen Rassen sind in **Tab. 17** dargestellt. Das am häufigsten vorkommende Fleckvieh hatte mit 85,6 % (2052 von 2398 Tieren) eine nahezu identische Erstbetäubungsquote wie die Gesamtanzahl. Von 90 Tieren der Rasse Schwarzbunt konnten 78 (86,7 %) erfolgreich betäubt werden. Bei

den 58 als Fleischrind-Fleisch bezeichneten Rindern konnte bei 51 Tieren (87,9 %) eine erfolgreiche Erstbetäubung durchgeführt werden.

Tab. 76 im Anhang zeigt die Erstbetäubungsquoten bei männlichen Tieren verschiedener Rassen. Bei Jungbullen der Rasse Fleckvieh war der Erstbetäubungserfolg mit 83,8 % (1125 von 1342 Tieren) geringer als bei den Schwarzbunten mit 90,9 % (30 von 33 Tieren). Eine ausreichende Betäubung konnte bei Kreuzungen in 88,6 % (31 von 35 Tieren), bei Tieren von Fleischrind-Fleisch in 88,4 % (38 von 43 Tieren) und bei Jungbullen der Rasse Fleisch-Fleckvieh in 86,7 % (26 von 30 Tieren) der Fälle erreicht werden. Die Erstbetäubungsquote der als Fleischrind-Milch bezeichneten Tiere lag bei 77,4 % (24 von 31 Tieren). Von 26 Fleckvieh-Ochsen waren 25 Tiere (96,2 %) nach dem ersten Schlag erfolgreich betäubt.

Tab. 77 im Anhang stellt die Erstbetäubungsquoten bei weiblichen Tieren verschiedener Rassen dar. Diese lag bei den Fleckvieh-Kühen mit 86,6 % (711 von 821 Tieren) höher als bei den Rassen Schwarzbunt mit 84,9 % (45 von 53 Tieren) und Braunvieh mit 80,0 % (24 von 30 Tieren). Bei den Färsen erreichte nur die Rasse Fleckvieh eine aussagekräftige Tierzahl. Von 187 Fleckvieh-Färsen wurden 93,6 % (175 Tiere) ohne Nachbetäubung erfolgreich betäubt.

Rasse	Gesamtzahl untersuchter Tiere	Anzahl der Tiere ohne Nachbetäubung	Prozentualer Anteil von jeweiliger Gesamtzahl (%)
Fleckvieh	2398	2052	85,6
Schwarzbunt	90	78	86,7
Braunvieh	37	28	75,7
Charolais	10	9	90,0
Limousin	3	2	66,7
Rotbunt	16	14	87,5
Fleisch-Fleckvieh	31	27	87,1
Grauvieh	16	15	93,8
Fleischrind-Milch	35	28	80,0
Fleischrind-Fleisch	58	51	87,9
Kreuzungen	46	40	87,0
Sonstige	18	14	77,8
Gesamt	2758	2358	85,5

Tab. 17: Erstbetäubungsquoten bei den verschiedenen Rassen (Vorversuch)

Bezogen auf das Alter konnte bei den $\geq 2 < 5$ -jährigen Rindern mit 89,4 % (481 von 538 Tieren) der größte und bei den ≥ 8 Jahre alten Tieren mit 82,2 % (152 von 185 Tieren) der geringste Erstbetäubungserfolg erzielt werden (**Tab. 18**).

Bei den Jungbullen lag die Erstbetäubungsquote bei den $\geq 1,5 < 2$ Jahre alten Tieren bei 84,1 % (903 von 1074 Tieren). Die jüngeren Tiere dieser Kategorie ($< 1,5$ Jahre) konnten in 83,7 % (401 von 479 Tieren) der Fälle erfolgreich betäubt werden (**Tab. 78 im Anhang**).

Von den $\geq 2 < 5$ -jährigen Kühen waren 89,6 % (345 von 385 Tieren), von den $\geq 5 < 8$ -jährigen waren 85,6 % (309 von 361 Tieren) und von den ≥ 8 Jahre alten Tieren dieser Kategorie waren 82,2 % (152 von 185 Tieren) nach dem ersten Schlag zufrieden stellend betäubt. Von 82 Färsen, die $\geq 1,5 < 2$ Jahre alt waren, konnten 92,7 % (76 Tiere) erfolgreich betäubt werden. Auch bei den $\geq 2 < 5$ -jährigen Färsen konnte ein Erstbetäubungserfolg von 90,1 % (109 von 121 Tieren) erzielt werden (**Tab. 78 im Anhang**).

Altersverteilung (in Jahre)	Gesamtzahl untersuchter Tiere	Anzahl der Tiere ohne Nachbetäubung	Prozentualer Anteil von jeweiliger Gesamtzahl (%)
< 1,5	498	420	84,3
$\geq 1,5 < 2$	1173	995	84,8
$\geq 2 < 5$	538	481	89,4
$\geq 5 < 8$	364	310	85,2
≥ 8	185	152	82,2
Gesamt	2758	2358	85,5

Tab. 18: Erstbetäubungsquoten bei den verschiedenen Altersklassen (Vorversuch)

Tab. 19 stellt das Betäubungsergebnis ohne Nachbetäubung innerhalb verschiedener definierter Schlachtgewichtsbereiche dar. Das beste Ergebnis mit 91,1 % (572 von 628 Tieren) wurde bei den Rindern erreicht, die nach der Schlachtung zwischen 300 und 349,5 kg schwer waren. Der geringste Erstbetäubungserfolg mit einer aussagekräftigen Tierzahl wurde bei Tieren mit einem Schlachtgewicht von 450 bis 499,5 kg mit 76,7 % (102 von 133 Tieren) erzielt.

Tab. 79 im Anhang zeigt die Erstbetäubungsquoten männlicher Tiere verschiedener Schlachtgewichtsklassen. In der Kategorie Jungbulle konnte im Bereich unter 300 kg mit 95,6 % (43 von 45 Tieren) das beste Ergebnis erreicht werden, während die schlechteste Quote bei Tieren in einem Schlachtgewichtsbereich von 450 bis 499,5 kg mit 75,7 % (78 von 103 Tieren) erzielt wurde (**Tab. 79 im Anhang**).

Das beste Erstbetäubungsergebnis innerhalb einer Gewichtsstufe konnte in der Kategorie Kuh zwischen 300 und 349,5 kg mit einer Quote von 89,6 % (275 von 307 Tieren) erzielt werden. Das niedrigste aussagekräftige Resultat lag mit 81,7 % (94 von 115 Tieren) im Schlachtgewichtsbereich zwischen 400 und 449,5 kg. Bei Färsen lag die höchste Quote im Schlachtgewichtsbereich 300 bis 349,5 kg bei 92,8 % (77 von 83 Tieren) (**Tab. 80 im Anhang**).

Schlachtgewichtsbereich (in kg)	Gesamtzahl untersuchter Tiere	Anzahl der Tiere ohne Nachbetäubung	Prozentualer Anteil von jeweiliger Gesamtzahl (%)
≤ 299,5	349	315	90,3
300 - 349,5	628	572	91,1
350 - 399,5	988	832	84,2
400 - 449,5	638	524	82,1
450 - 499,5	133	102	76,7
≥ 500	22	13	59,1
Gesamt	2758	2358	85,5

Tab. 19: Erstbetäubungsquoten bei unterschiedlichen Schlachtgewichten (Vorversuch)

4.1.1.2 Nachschlag und Nachschuss bei definierten Druckstärken

Da der Vorversuch vor allem der Erforschung des besten Betriebsdruckes diente, wurden insgesamt 8 verschiedene Druckstufen innerhalb der Tierkategorien verwendet. **Tab. 20** gibt einen Überblick über die Betäubungswirkung der verschiedenen Druckstufen auf die einzelnen Kategorien.

Druckstufe	Kategorie	Gesamtzahl untersuchter Tiere	Anzahl der Tiere ohne Nachbetäubung	Prozentualer Anteil von jeweiliger Ge- samtzahl (%)
120 psi	Jungbulle	5	5	100
	Bulle	1	0	0
	Ochse	14	14	100
	Kuh	307	259	84,4
	Färse	83	77	92,8
	Gesamt	410	355	86,6
130 psi	Jungbulle	3	2	66,7
	Kuh	91	79	86,8
	Färse	24	23	95,8
	Gesamt	118	104	88,1
140 psi	Jungbulle	3	2	66,7
	Kuh	94	85	90,4
	Färse	21	17	81,0
	Gesamt	118	104	88,1
150 psi	Jungbulle	122	101	82,8
	Ochse	14	13	92,9
	Kuh	111	96	86,5
	Färse	27	25	92,6
	Gesamt	274	235	85,8
160 psi	Jungbulle	77	69	89,6
	Kuh	239	214	89,5

	Färse	38	35	92,1
	Gesamt	354	318	89,8
175 psi	Jungbulle	263	225	85,6
	Bulle	1	1	100
	Gesamt	264	226	85,6
180 psi	Jungbulle	1067	892	83,6
	Bulle	25	20	80,0
	Ochse	6	6	100
	Kuh	89	73	82,0
	Färse	16	14	87,5
	Gesamt	1203	1005	83,5
200 psi	Jungbulle	13	8	61,5
	Bulle	4	3	75,0
	Gesamt	17	11	64,7

Tab. 20: Erstbetäubungsquoten der Kategorien bei definierten Druckstärken (Vorversuch)

Zur differenzierten Betrachtung der Betäubungswirkung und Nachbetäubung im Vorversuch wird nachfolgend sowohl der bei Jungbullen (180 psi) als auch der bei Kühen (120 psi) am häufigsten verwendete Betriebsdruck näher analysiert (siehe 3.2.1.1.1).

Mit einem Betriebsdruck von 120 psi konnte bei 259 von 307 Kühen (84,4 %) eine erfolgreiche Erstbetäubung durchgeführt werden. Bei 13 (61,9 %) von 21 Tieren wurde durch einen einmaligen Nachschlag ein nachträglicher Betäubungserfolg erzielt. Der doppelte Nachschlag von 2 Tieren blieb dagegen wirkungslos. Eine Nachbetäubung mit dem Bolzenschussapparat musste bei insgesamt 11 Kühen (3,6 %) in der

Betäubungsbox und bei insgesamt 24 (7,8 %) von 307 Kühen nach dem Auswurf vorgenommen werden (**Tab. 21**).

	Kein Nachschlag		Einmaliger Nachschlag		Zweimaliger Nachschlag		Gesamt	
	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%
Kein Nachschuss	259	84,4	13	4,2	0	0	272	88,6
Nachschuss in Falle	6	2,0	3	1,0	2	0,7	11	3,6
Nachschuss außerhalb Falle	19	6,2	5	1,6	0	0	24	7,8
Gesamt	284	92,5	21	6,8	2	0,7	307	100

Tab. 21: Nachbetäubung von Kühen bei Druckstufe 120 psi (Vorversuch)

Mit 180 psi konnte bei 892 (83,6 %) von 1067 Jungbullen mit dem ersten Schlag eine ausreichende Empfindungs- und Wahrnehmungslosigkeit herbeigeführt werden. Von 89 einfach nachgeschlagenen Tieren konnten 63 Tiere (70,8 %) zum Auswurf aus der Box freigegeben werden. Der doppelte Nachschlag führte bei einem von fünf Tieren zum Erfolg. Ein Nachschuss mit dem Bolzenschussgerät war bei 111 (10,4 %) von 1067 Jungbullen notwendig (**Tab. 22**).

	Kein Nachschlag		Einmaliger Nachschlag		Zweimaliger Nachschlag		Gesamt	
	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%
Kein Nachschuss	892	83,6	63	5,9	1	0,1	956	89,6
Nachschuss in Falle	25	2,3	17	1,6	3	0,3	45	4,2
Nachschuss außerhalb Falle	56	5,2	9	0,8	1	0,1	66	6,2
Gesamt	973	91,2	89	8,3	5	0,5	1067	100

Tab. 22: Nachbetäubung von Jungbullen bei Druckstufe 180 psi (Vorversuch)

4.1.1.3 Schlagposition und Nachbetäubung

An der Betäubungsfalle wurden technische Abweichungen von der Schlagposition erfasst. Ein nicht-planer Ansatz des Betäubungsgerätes konnte zum einen optisch als auch durch akustisch hörbare Druckentweichungen festgestellt werden. **Tab. 23** gibt einen Überblick über die Schuss-Schlag-Position und Häufigkeit von Nachschlägen im Vorversuch.

	Anzahl	Prozentualer Anteil von Gesamtzahl (%)
Planer Geräteansatz bei gerader Kopffixierung (ohne Nachschlag)	2195	79,6
Planer Geräteansatz bei schiefer Kopffixierung (ohne Nachschlag)	207	7,5
Nicht-planer Geräteansatz (ohne Nachschlag)	154	5,6
Einmaliger Nachschlag	185	6,7
Zweimaliger Nachschlag	17	0,6
Gesamtzahl	2758	100

Tab. 23: Schlagposition und Nachschlag im Vorversuch

Zur Beurteilung der Auswirkung der Schlagposition auf die Betäubungswirkung wurden nachfolgend nur Tiere berücksichtigt, die bei planem Geräteansatz ohne Nachschlag betäubt wurden.

Tab. 24 zeigt eine nähere Betrachtung der Auswirkung des planen Geräteansatzes bei gerader Kopfposition. Bei richtiger Schlagposition mussten insgesamt 120 (5,6 %) von 2138 Tieren im Vorversuch nachgeschossen werden. Bei 24 (77,4 %) der 31 Tiere, bei denen der Schlag etwas über der definierten Schlagzone von 2 cm um den Kreuzungspunkt lag, konnte eine ausreichende Betäubung erzielt werden. Eine etwas zu laterale Schlagposition brachte bei 22 (84,6 %) der 26 Rinder einen ausreichenden Erfolg.

	Schlagposition richtig		Schlagposition zu seitlich		Schlagposition zu hoch		Gesamt	
	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%
Kein Nachschuss	2018	91,9	22	1,0	24	1,1	2064	94,0
Nachschuss in Falle	31	1,4	2	0,1	3	0,1	36	1,6
Nachschuss außerhalb Falle	89	4,1	2	0,1	4	0,2	95	4,3
Gesamt	2138	97,4	26	1,2	31	1,4	2195	100

Tab. 24: Nachschuss bei gerader Kopfposition und planem Ansatz (Vorversuch)

Bei planem Geräteansatz und schiefer Kopfposition, die vor allem bei sehr nervös reagierenden Tieren entstand, mussten 16 (9,7 %) von 165 Tieren bei richtiger Schlagposition vor allem außerhalb der Falle nachgeschossen werden. Bei zu seitlicher Schlagposition mussten 8 (20 %) von 40 Tieren nachgeschossen werden (**Tab. 25**).

	Schlagposition richtig		Schlagposition zu seitlich		Schlagposition zu hoch		Gesamt	
	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%
Kein Nachschuss	149	72,0	32	15,5	2	1,0	183	88,4
Nachschuss in Falle	1	0,5	4	1,9	0	0	5	2,4
Nachschuss außerhalb Falle	15	7,2	4	1,9	0	0	19	9,2
Gesamt	165	79,7	40	19,3	2	1,0	207	100

Tab. 25: Nachschuss bei schiefer Kopfposition und planem Ansatz (Vorversuch)

4.1.1.4 Wiederkehrendes Bewusstsein

In diesem Kapitel wird die Häufigkeit einzelner wichtiger Parameter dargestellt, die für die Gesamtbeurteilung einer ungenügenden Betäubungstiefe außerhalb der Betäubungsbox relevant waren.

Bei 140 (80,5 %) von 174 Tieren, die außerhalb der Falle nachbetäubt wurden, war regelmäßige Atmung ein entscheidendes Kriterium für den erforderlichen Nachschuss (**Tab. 26**). Von diesen 140 Tieren mit Atmung zeigten im Jarvis-Vorversuch 15 Rinder (10,7 %) vor der Nachbetäubung zusätzlich noch gerichtetes Sehen und weitere 5 Tiere (3,6 %) einen Lid- bzw. Kornealreflex (**Tab. 97 im Anhang**).

Bei 32 (18,4 %) der 174 Tiere wurden keine regelmäßige Atmung jedoch andere visuelle Zeichen einer ungenügenden Betäubungstiefe beobachtet (**Tab. 26**). 9 (28,1 %) von diesen 32 Tieren hatten beispielsweise einen positiven Lid- bzw. Kornealreflex, der Mitursache für einen erforderlichen Nachschuss war (**Tab. 97 im Anhang**).

	Keine Atmung		Schnappatmung		Regelmäßige Atmung		Gesamt	
	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%
Kein Nachschuss	2474	89,7	16	0,6	1	0,04	2491	90,3
Nachschuss in Falle	93	3,4	0	0	0	0	93	3,4
Nachschuss außerhalb Falle	32	1,2	2	0,1	140	5,1	174	6,3
Gesamt	2599	94,2	18	0,7	141	5,1	2758	100

Tab. 26: Atmung außerhalb der Falle (Vorversuch)

4.1.1.5 Unwillkürliche Bewegungen nach erfolgreicher Erstbetäubung

Um den täglichen Arbeitsablauf nicht zu stören, konnten nicht von allen Tieren an der jeweiligen Untersuchungsposition Aufzeichnungen gemacht werden.

Nach erfolgreicher Erstbetäubung zeigten 1977 (84,2 %) von 2347 Tieren keine bis mäßige, 261 Tiere (11,1 %) schwache, 90 Rinder (3,8 %) starke und 19 Tiere (0,8 %) sehr starke reflektorische Bewegungen auf dem Trockenlanderost. Während des Anschlingevorgangs an der Hintergliedmaße zeigten 2021 (86,0 %) von 2349 Tieren keine bis mäßige und 246 (10,5 %) schwache Bewegungen. Beim Entblutungsvorgang waren 972 (41,4 %) der 2348 Rinder nahezu reflexlos und 280 (11,9 %) zeigten starke Abwehrbewegungen. Nach der Ausblutung hing der Körper bei 2081 (88,6 %) von 2348 Tieren bewegungslos und schlaff nach unten, während bei 241 (10,3 %) Tieren noch leichte Bewegungen zu beobachten waren (**Tab. 27**).

Unwillkürliche Bewegungen	Untersuchungsposition									
	Rost		Anschlingen		Hautschnitt		Entblutung		Hängen	
	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%
Keine-mäßige	1977	84,2	2021	86,0	1896	80,9	972	41,4	2081	88,6
Schwache	261	11,1	246	10,5	393	16,8	1089	46,4	241	10,3
Starke	90	3,8	71	3,0	54	2,3	280	11,9	26	1,1
Sehr starke	19	0,8	11	0,5	1	0,04	7	0,3	0	0
Untersuchte Tierzahl	2347	100	2349	100	2344	100	2348	100	2348	100

Tab. 27: Unwillkürliche Bewegungen nach erfolgreicher Erstbetäubung (Vorversuch)

4.1.2 Jarvis-Hauptversuch

4.1.2.1 Erstbetäubungsquote

Im Hauptversuch waren 2147 (82,5 %) der 2603 Tiere nach dem ersten Schlag ausreichend betäubt (**Tab. 16**). Bei genauerer Betrachtung der Erstbetäubungsquoten in den einzelnen Kategorien ergab sich nachfolgendes Bild: Von 1646 Jungbullen wurden 1308 Tiere (79,5 %) ohne Nachbetäubung erfolgreich betäubt. Bei den weiblichen Tieren wurde mit 87,9 % bei den Kühen (612 von 696 Tieren) und 86,9 % bei den Färsen (173 von 199 Tieren) eine höhere Erstbetäubungsquote als bei den Jungbullen erzielt. Von 44 Ochsen wurden 40 Tiere (90,9 %) erfolgreich betäubt und in der Kategorie Bulle, die aus der geringsten Tierzahl bestand, konnten 14 (77,8 %) von 18 Tieren ohne Nachbetäubung in den Zustand der Empfindungs- und Wahrnehmungslosigkeit versetzt werden (**Abb. 5 und Tab. 81 Anhang**).

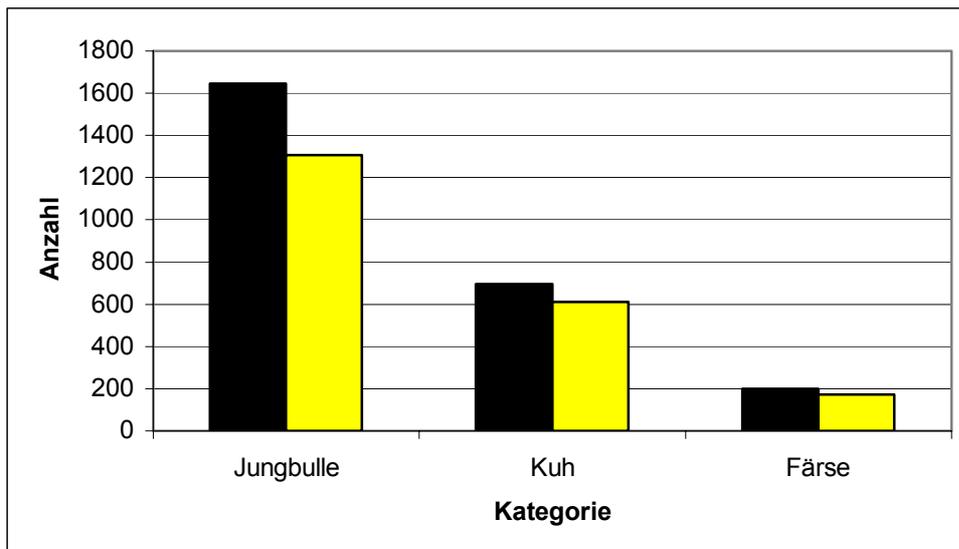


Abb. 5 : Verhältnis Gesamtanzahl (dunkel) zu Tieren ohne Nachbetäubung (hell) innerhalb der Kategorien Jungbülle, Kuh und Färse (Hauptversuch)

Tab. 28 gibt einen Überblick über den Erstbetäubungserfolg bei den Rassen im Hauptversuch. Bei den Rassen mit einer Gruppengröße von über 30 Tieren wurde bei den Schwarzbunten Rindern mit 92,4 % (61 von 66 Tieren) die beste Erstbetäubungsquote erzielt, gefolgt von Kreuzungen mit 90,2 % (37 von 41 Tieren), den als Fleischrind-Fleisch bezeichneten Rindern mit 84,5 % (60 von 71 Tieren) und Fleckvieh mit 82,1 % (1872 von 2279 Tieren).

Bei 54 (84,4 %) der 64 als Fleischrind-Fleisch bezeichneten Jungbullen konnte ein erfolgreiches Erstbetäubungsergebnis erzielt werden. Die in überwiegender Mehrheit vorkommenden Fleckvieh-Jungbullen waren zu 79,2 % (1152 von 1455 Tieren) nach dem ersten Schlag ausreichend betäubt. Von 36 Fleckvieh-Ochsen konnten 33 Tiere (91,7 %) sofort betäubt werden (**Tab. 82 im Anhang**).

Innerhalb der Kategorie Kuh konnten die Rassen Schwarzbunt zu 95,1 % (39 von 41 Tieren) und die Fleckvieh-Kühe zu 87,6 % (528 von 603 Tieren) erfolgreich betäubt werden. Bei den 22 Braunvieh-Kühen wurde bei 17 Tieren (77,3 %) eine zufriedenstellende Erstbetäubung erzielt. Von 170 Fleckvieh-Färsen waren 148 Tiere (87,1 %) nach dem ersten Schlag erfolgreich betäubt (**Tab. 83 im Anhang**).

Rasse	Gesamtzahl untersuchter Tiere	Anzahl der Tiere ohne Nachbetäubung	Prozentualer Anteil von jeweiliger Gesamtzahl (%)
Fleckvieh	2279	1872	82,1
Schwarzbunt	66	61	92,4
Braunvieh	28	21	75,0
Charolais	13	9	69,2
Limousin	12	11	91,7
Rotbunt	12	11	91,7
Fleisch-Fleckvieh	28	21	75,0
Fleischrind-Milch	26	20	76,9
Fleischrind-Fleisch	71	60	84,5
Kreuzungen	41	37	90,2
Sonstige	27	24	88,9
Gesamt	2603	2147	82,5

Tab. 28: Erstbetäubungsquoten bei den verschiedenen Rassen (Hauptversuch)

Tab. 29 zeigt die Erstbetäubungsquoten bei den verschiedenen Altersklassen des Hauptversuchs. Der Betäubungserfolg bei den $\geq 1,5 < 2$ -jährigen lag mit 79,6 % (1030 von 1294 Tieren) am niedrigsten, demgegenüber lag die Erstbetäubungsquote bei den $\geq 2 < 5$ Jahren alten Tieren mit 87,2 % (387 von 444 Tieren) am höchsten.

In der Kategorie Jungbulle konnten die $< 1,5$ Jahre alten Tiere zu 82,4 % (360 von 437 Tieren) erfolgreich ohne Nachbetäubung empfindungs- und wahrnehmungslos gemacht werden, während in der Altersklasse $\geq 1,5 < 2$ Jahre mit 78,4 % (948 von 1209 Tieren) ein niedrigeres Erstbetäubungsergebnis erzielt wurde (**Tab. 84 im Anhang**).

Von den Kühen der Altersklasse $\geq 2 < 5$ Jahre waren 90,4 % (263 von 291 Tieren), von den $\geq 5 < 8$ -jährigen waren 86,4 % (236 von 273 Tieren) und von den ≥ 8 Jahre alten Tieren waren 85,6 % (113 von 132 Tieren) nach dem ersten Schlag erfolgreich betäubt. Bei den Färsen wurde in der Altersklasse $\geq 1,5 < 2$ Jahre eine Erstbetäubungsquote von 97,2 % (70 von 72 Tieren) und bei den $\geq 2 < 5$ -jährigen eine erfolgreiche Betäubung in 81,5 % (101 von 124 Tieren) der Fälle erzielt (**Tab. 84 im Anhang**).

Altersverteilung (in Jahre)	Gesamtzahl untersuchter Tiere	Anzahl der Tiere ohne Nachbetäubung	Prozentualer Anteil von jeweiliger Gesamtzahl (%)
< 1,5	460	381	82,8
$\geq 1,5 < 2$	1294	1030	79,6
$\geq 2 < 5$	444	387	87,2
$\geq 5 < 8$	273	236	86,4
≥ 8	132	113	85,6
Gesamt	2603	2147	82,5

Tab. 29: Erstbetäubungsquoten bei den verschiedenen Altersklassen (Hauptversuch)

Tab. 30 zeigt die Analyse des Betäubungserfolges bei den 2603 Tieren des Hauptversuchs in Abhängigkeit verschiedener Schlachtgewichte. Im Gewichtsbereich von 300 bis 349,5 kg lag die Erstbetäubungsquote bei 88,4 % (434 von 491 Tieren) während sie bei 450 bis 499,5 kg 68,8 % (88 von 128 Tieren) betrug (**Tab. 30**).

Tab. 85 im Anhang stellt die Erstbetäubungsquoten bei der Schlachtgewichtsverteilung männlicher Tiere dar. Innerhalb der Kategorie Jungbulle konnte bei Tieren in einem Schlachtgewichtsbereich von 300 bis 349,5 kg mit 88,4 % (183 von 207 Tieren) das beste Erstbetäubungsergebnis erzielt werden, während bei den 450 bis 499,5 kg schweren Tieren mit 65,3 % (62 von 95 Tieren) der niedrigste Erfolg zu verzeichnen war.

Von den Kühen mit aussagekräftiger Gruppengröße konnten jene zu 89,5 % (77 von 86 Tieren) erfolgreich betäubt werden, die ein Schlachtgewicht von 400-449,5 kg erreicht hatten. Der niedrigste Wert mit 85,6 % (155 von 181 Tieren) lag bei Kühen, die nach der Ausschachtung leichter als 300 kg waren. Bei den Färsen wurde der größte Erstbetäubungserfolg mit 91,7 % (33 von 36 Tieren) in der Tiergruppe zwischen 350 bis 399,5 kg erreicht (**Tab. 86 im Anhang**).

Schlachtgewichtsbereich (in kg)	Gesamtzahl untersuchter Tiere	Anzahl der Tiere ohne Nachbetäubung	Prozentualer Anteil von jeweiliger Gesamtzahl (%)
≤ 299,5	309	267	86,4
300 - 349,5	491	434	88,4
350 - 400	971	803	82,7
400 - 449,5	693	545	78,6
450 - 499,5	128	88	68,8
≥ 500	11	10	90,9
Gesamt	2603	2147	82,5

Tab. 30: Erstbetäubungsquoten bei unterschiedlichen Schlachtgewichten (Hauptversuch)

4.1.2.2 Nachschlag und Nachschuss bei definierten Druckstärken

Im Hauptversuch wurde aufgrund der Erfahrungen des Vorversuchs und der daraus resultierenden Anpassung des Betriebsdruckes an den modifizierten Schlagkopf, fast ausschließlich mit den drei Druckstufen 150 psi (35,8 %), 210 psi (46,3 %) und 235 psi (17,0 %) betäubt (siehe 3.2.1.1.2). **Tab. 31** gibt einen Überblick über den Betäubungserfolg der Druckstärken bei den verschiedenen Kategorien.

Druckstufe	Kategorie	Gesamtzahl untersuchter Tiere	Anzahl der Tiere ohne Nachbetäubung	Prozentualer Anteil von jeweiliger Ge- samtzahl (%)
150 psi	Jungbulle	11	9	81,8
	Bulle	1	1	100
	Ochse	38	35	92,1
	Kuh	690	606	87,8
	Färse	193	168	87,0
	Gesamt	933	819	87,8
195 psi	Jungbulle	22	18	81,8
	Gesamt	22	18	81,8
210 psi	Jungbulle	1182	946	80,0
	Bulle	8	8	100
	Ochse	3	2	66,7
	Kuh	6	6	100
	Färse	6	5	83,3
	Gesamt	1205	967	80,2
235 psi	Jungbulle	431	335	77,7
	Bulle	9	5	55,6
	Ochse	3	3	100
	Gesamt	443	343	77,4

Tab. 31: Erstbetäubungsquoten der Kategorien bei definierten Druckstärken (Hauptversuch)

Tab. 32 gibt detaillierte Auskunft über die Anzahl von Nachbetäubungen bei Kühen nach Einsatz der Druckstufe 150 psi. Bei 606 (87,8 %) der 690 Tiere konnte eine erfolgreiche Erstbetäubung erzielt werden. Ein einmaliger Nachschlag war bei 15 (68,2 %) von 22 Tieren erfolgreich. Insgesamt 69 (10 %) der 690 Kühe mussten entweder in der Falle (6,5 %) oder außerhalb der Betäubungsbox (3,5 %) nachgeschossen werden.

	Kein Nachschlag		Einmaliger Nachschlag		Zweimaliger Nachschlag		Gesamt	
	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%
Kein Nachschuss	606	87,8	15	2,2	0	0	621	90,0
Nachschuss in Falle	38	5,5	7	1,0	0	0	45	6,5
Nachschuss außerhalb Falle	24	3,5	0	0	0	0	24	3,5
Gesamt	668	96,8	22	3,2	0	0	690	100

Tab. 32: Nachbetäubung von Kühen bei Druckstufe 150 psi (Hauptversuch)

Bei 168 (87,0 %) von 193 Färsen konnte mit einem Betriebsdruck von 150 psi eine erfolgreiche Erstbetäubung durchgeführt werden. Ein einmaliger Nachschlag zeigte bei 2 (25 %) von 8 Tieren eine ausreichende nachträgliche Betäubungseffektivität. Insgesamt 17 (8,8 %) der 193 Färsen mussten schon unmittelbar nach dem Schlag in der Box nachgeschossen werden, während 6 (3,1 %) der 193 Tiere außerhalb der Box wiederkehrendes Bewusstsein zeigten (**Tab. 33**).

	Kein Nachschlag		Einmaliger Nachschlag		Zweimaliger Nachschlag		Gesamt	
	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%
Kein Nachschuss	168	87,0	2	1,0	0	0	170	88,1
Nachschuss in Falle	12	6,2	5	2,6	0	0	17	8,8
Nachschuss außerhalb Falle	5	2,6	1	0,5	0	0	6	3,1
Gesamt	185	95,9	8	4,1	0	0	193	100

Tab. 33: Nachbetäubung von Färsen bei Druckstufe 150 psi (Hauptversuch)

Mit dem Druck 210 psi konnte bei 946 (80 %) von 1182 Jungbullen eine erfolgreiche Erstbetäubung erzielt werden. Der einmalige Nachschlag zeigte bei 25 (55,6 %) von 45 Tieren ausreichende Wirkung. Zweimaliges Nachschlagen hatte bei 4 (36,4 %) von 11 Tieren Erfolg. Von den gesamten 1182 Jungbullen mussten 185 Tiere (15,7 %) in der Falle und 22 Rinder (1,9 %) außerhalb der Betäubungsfalle nachgeschossen werden (**Tab. 34**).

	Kein Nachschlag		Einmaliger Nachschlag		Zweimaliger Nachschlag		Gesamt	
	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%
Kein Nachschuss	946	80,0	25	2,1	4	0,3	975	82,5
Nachschuss in Falle	161	13,6	17	1,4	7	0,6	185	15,7
Nachschuss außerhalb Falle	19	1,6	3	0,3	0	0	22	1,9
Gesamt	1126	95,3	45	3,8	11	0,9	1182	100

Tab. 34: Nachbetäubung von Jungbullen bei Druckstufe 210 psi (Hauptversuch)

Mit einem Betriebsdruck von 235 psi konnten 335 (77,7 %) der 431 Jungbullen ohne Nachbetäubung in den Zustand der Empfindungs- und Wahrnehmungslosigkeit versetzt werden. Ein einmaliger Nachschlag bewirkte bei 22 (55 %) von 40 Tieren eine ausreichende Betäubungstiefe, während ein doppeltes Nachschlagen bei 4 (28,6 %) von 14 Jungbullen erfolgreich war. Bei insgesamt 70 (16,2 %) der 431 Tiere musste entweder in der Betäubungsbox (13,2 %) oder außerhalb der Box (3,0 %) ein Nachschuss erfolgen (**Tab. 35**).

	Kein Nachschlag		Einmaliger Nachschlag		Zweimaliger Nachschlag		Gesamt	
	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%
Kein Nachschuss	335	77,7	22	5,1	4	0,9	361	83,8
Nachschuss in Falle	30	7,0	17	3,9	10	2,3	57	13,2
Nachschuss außerhalb Falle	12	2,8	1	0,2	0	0	13	3,0
Gesamt	377	87,5	40	9,3	14	3,2	431	100

Tab. 35: Nachbetäubung von Jungbullen bei Druckstufe 235 psi (Hauptversuch)

4.1.2.3 Schlagposition und Nachbetäubung

Tab. 36 gibt einen Überblick über die Schlagposition und Häufigkeit von Nachschlägen im Hauptversuch.

	Anzahl	Prozentualer Anteil von Gesamtzahl (%)
Planer Geräteansatz bei gerader Kopffixierung (ohne Nachschlag)	2054	78,9
Planer Geräteansatz bei schiefer Kopffixierung (ohne Nachschlag)	290	11,1
Nicht-planer Geräteansatz (ohne Nachschlag)	114	4,4
Einmaliger Nachschlag	118	4,5
Zweimaliger Nachschlag	27	1,0
Gesamtzahl	2603	100

Tab. 36: Schlagposition und Nachschlag im Hauptversuch

Zur Beurteilung der Auswirkungen der Schlagposition auf die Betäubungswirkung wurden nachfolgend nur Tiere herangezogen, die mit planem Geräteansatz ohne Nachschlag betäubt wurden.

Tab. 37 zeigt, dass bei gerader Kopfposition ein leicht seitlicher Ansatz des Gerätes in 23 (76,7 %) von 30 Fällen zum Erfolg führte. Eine zu hoch gewählte Schlagposition erzielte bei 19 (70,4 %) von 27 Rindern eine ausreichende Betäubungswirkung. Bei richtig gewählter Schlagposition benötigten insgesamt 176 (8,8 %) der 1994 Rinder einen Nachschuss. Dabei wurden 132 Tiere (6,6 %) dieser 1994 Rinder in der Betäubungsbox nachgeschossen und 44 Rinder (2,2 %) außerhalb der Falle.

	Schlagpos. richtig		Schlagpos. zu seitlich		Schlagpos. zu hoch		Schlagpos. zu niedrig		Gesamt	
	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%
Kein Nachschuss	1818	88,5	23	1,1	19	0,9	3	0,1	1863	90,7
Nachschuss in Falle	132	6,4	5	0,2	8	0,4	0	0	145	7,1
Nachschuss außerhalb Falle	44	2,1	2	0,1	0	0	0	0	46	2,2
Gesamt	1994	97,1	30	1,5	27	1,3	3	0,1	2054	100

Tab. 37: Nachschuss bei gerader Kopfposition und planem Ansatz
(Hauptversuch)

Wie **Tab. 38** zeigt, mussten nach richtiger Schlagposition bei schiefer Kopfhaltung insgesamt 35 (13,6 %) der 258 Tiere nachgeschossen werden. Infolge zu seitlichem Ansatz des Gerätes war bei 17 (54,8 %) von 31 Tieren eine Nachbetäubung erforderlich. Insgesamt benötigten 46 (15,9 %) der 290 Tiere mit schiefer Kopfposition direkt in der Falle und 6 (2,1 %) dieser Tiere außerhalb der Box einen Nachschuss.

	Schlagposition richtig		Schlagposition zu seitlich		Schlagposition zu hoch		Gesamt	
	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%
Kein Nachschuss	223	76,9	14	4,8	1	0,3	238	82,1
Nachschuss in Falle	30	10,3	16	5,5	0	0	46	15,9
Nachschuss außerhalb Falle	5	1,7	1	0,3	0	0	6	2,1
Gesamt	258	89,0	31	10,7	1	0,3	290	100

Tab. 38: Nachschuss bei schiefer Kopfposition und planem Ansatz (Hauptversuch)

4.1.2.4 Wiederkehrendes Bewusstsein

In diesem Kapitel werden die wichtigsten Parameter dargestellt, die für den Gesamteindruck einer ungenügenden Betäubungstiefe außerhalb der Betäubungsbox relevant waren.

Bei 50 (74,6 %) von insgesamt 67 Tieren, bei denen ein Nachschuss außerhalb der Falle notwendig war, konnte zuvor eine regelmäßige Atmung diagnostiziert werden (**Tab. 39**). Ein weiterer Aspekt bezüglich der ungenügenden Betäubungstiefe war, dass von diesen 50 noch-atmenden Rindern, die außerhalb der Betäubungsbox nachgeschossen werden mussten, 13 Tiere (26 %) noch zusätzlich einen gerichteten Blick zeigten. Bei weiteren 13 Tieren (26 %) wurde zusammen mit einer regelmäßigen Atmung ein Lid- bzw. Kornealreflex beobachtet (**Tab. 97 im Anhang**).

12 (17,9 %) der 67 Tiere, die außerhalb der Falle nachgeschossen werden mussten, zeigten keine Atmung (**Tab. 39**). 8 (66,7 %) von diesen 12 Tieren hatten als wesent-

lichsten Parameter einer ungenügenden Betäubung einen vorhandenen Lid- bzw. Kornealreflex (**Tab. 97 im Anhang**).

Aus **Tab. 39** ist außerdem ersichtlich, dass von 116 Rindern mit Schnappatmung außerhalb der Falle 94 Tiere (81 %) keine Anzeichen von Bewusstsein zeigten. Bei 17 Tieren (14,7 %) trat diese nach einem Nachschuss in der Falle auf und in 5 Fällen (4,3 %) war sie außerhalb der Falle Begleiterscheinung einer mangelhaften Betäubungstiefe.

	Keine Atmung		Schnappatmung		Regelmäßige Atmung		Gesamt	
	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%
Kein Nachschuss	2126	81,7	94	3,6	0	0	2220	85,3
Nachschuss in Falle	298	11,4	17	0,7	1	0,04	316	12,1
Nachschuss außerhalb Falle	12	0,5	5	0,2	50	1,9	67	2,6
Gesamt	2436	93,6	116	4,5	51	2,0	2603	100

Tab. 39: Atmung außerhalb der Falle (Hauptversuch)

4.1.2.5 Unwillkürliche Bewegungen nach erfolgreicher Erstbetäubung

Auch im Hauptversuch konnten nicht von allen Tieren an der jeweiligen Untersuchungsposition Aufzeichnungen gemacht werden. Wie aus **Tab. 40** ersichtlich zeigten nach erfolgreicher Erstbetäubung 1959 (92,2 %) von 2124 Rindern keine bis mäßige Bewegungen der Gliedmaßen auf dem Trockenlanderost. Schwache Reflexe zeigten auf dieser Position 117 Tiere (5,5 %), starke Reflexe 41 Rinder (1,9 %) und sehr starke reflektorische Bewegungen waren auf dem Rost bei 7 Tieren (0,3 %) zu sehen. Beim Aufziehen zur Schlachtbahn zeigten 1884 (88,7 %) von 2124 Tieren keine bis mäßige und 214 (10,1 %) der Rinder schwache Abwehrbewegungen. Beim Entblutungsstich waren bei 520 (24,5 %) von 2124 Tieren keine bis mäßige, bei 1545 Rindern (72,7 %) schwache und bei 59 Tieren (2,8 %) starke unwillkürliche Bewegungen zu beobachten. Nach dem Entblutungsvorgang zeigten 2008 (94,5 %) von 2124 Tieren im Hängen keine bis mäßige Bewegungen. Bei 106 Rindern (5,0 %) waren schwache reflektorische Bewegungen am Ende der Entblutungsbahn zu beobachten.

Unwillkürliche Bewegungen	Untersuchungsposition									
	Rost		Anschlingen		Hautschnitt		Entblutung		Hängen	
	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%
Keine-mäßige	1959	92,2	1884	88,7	1971	92,8	520	24,5	2008	94,5
Schwache	117	5,5	214	10,1	142	6,7	1545	72,7	106	5,0
Starke	41	1,9	24	1,1	10	0,5	59	2,8	10	0,5
Sehr starke	7	0,3	2	0,1	0	0,0	0	0	0	0
Untersuchte Tierzahl	2124	100	2124	100	2123	100	2124	100	2124	100

Tab. 40: Unwillkürliche Bewegungen nach erfolgreicher Erstbetäubung (Hauptversuch)

4.1.3 EFA-Versuch

4.1.3.1 Erstbetäubungsquote

Wie aus **Tab. 16** ersichtlich, waren in diesem Versuchsabschnitt 119 der 191 Tiere nach dem ersten Schlag ausreichend betäubt. Dies entspricht einer Betäubungsquote von 62,3 %.

Die Betäubung mit dem EFA-Gerät brachte bezogen auf die einzelnen Kategorien folgendes Ergebnis: Bei 68 (52,3 %) der 130 Jungbullen war die Erstbetäubung zufrieden stellend. Von 36 Kühen konnten 26 Tiere (72,2 %) sofort betäubt werden und alle 25 Färsen wurden mit dem ersten Schlag erfolgreich betäubt (**Abb. 6 und Tab. 87 im Anhang**).

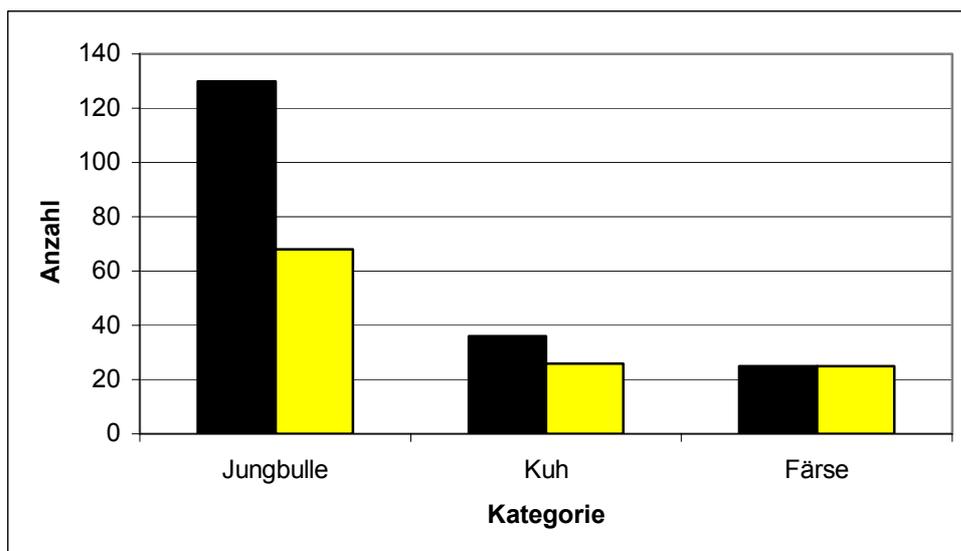


Abb. 6 : Verhältnis Gesamtanzahl (dunkel) zu Tieren ohne Nachbetäubung (hell) innerhalb der Kategorien Jungbülle, Kuh und Färsen (EFA)

Tab. 41 zeigt die Erstbetäubungsquoten verschiedener Rassen. Von 178 Fleckvieh-Rindern konnten 107 Tiere (60,1 %) zufrieden stellend betäubt werden. Wegen zu geringer Tierzahlen kann bei den anderen Rassen keine aussagekräftige Betäubungsquote genannt werden.

Von 128 Fleckvieh-Jungbullen konnten 66 Tiere (51,6 %) ohne Nachbetäubung in den Zustand der Empfindungs- und Wahrnehmungslosigkeit versetzt werden (**Tab. 88 im Anhang**).

22 (71 %) der 31 Fleckvieh-Kühe waren nach dem ersten Schlag ausreichend betäubt. Bei allen 4 Kühen der Rasse Rotbunt wurde eine erfolgreiche Erstbetäubung erzielt (**Tab. 88 im Anhang**).

Rasse	Gesamtzahl untersuchter Tiere	Anzahl der Tiere ohne Nachbetäubung	Prozentualer Anteil von jeweiliger Gesamtzahl (%)
Fleckvieh	178	107	60,1
Schwarzbunt	1	1	100
Rotbunt	5	5	100
Fleisch-Fleckvieh	3	3	100
Fleischrind-Fleisch	2	2	100
Kreuzungen	1	0	0
Sonstige	1	1	100
Gesamt	191	119	62,3

Tab. 41: Erstbetäubungsquoten bei den verschiedenen Rassen (EFA)

Die Erstbetäubungsquote lag bei den < 1,5-jährigen Rindern mit 55,0 % (22 von 40 Tieren) am niedrigsten. Bei der Altersverteilung $\geq 2 < 5$ Jahre alter Rinder konnte mit 85,0 % (17 von 20 Tieren) die höchste Erstbetäubungsquote verzeichnet werden. Allerdings kann die Gesamtanzahl dieser Altersgruppe von 20 Tieren als nicht aussagekräftig angesehen werden (**Tab. 42**).

Wie aus **Tab. 89 im Anhang** ersichtlich, konnten die Jungbullen < 1,5 Jahre in 53,8 % der Fälle (21 von 39 Tieren) ohne Nachbetäubung ausreichend betäubt werden.

Die Tiere der Altersklasse $\geq 1,5 < 2$ Jahre wiesen ein Erstbetäubungsergebnis von 51,6 % auf (47 von 91 Tieren).

Tab. 89 im Anhang stellt zudem die Alter-Kategorie-Verteilung bei weiblichen Tieren dar. Die niedrigste Betäubungseffizienz innerhalb der Kategorie Kuh, welche aus einer Gesamtanzahl von 36 Tieren bestand und daher keine aussagekräftige Altersklasse aufwies, lag mit 76,9 % (10 von 13 Tieren) bei den $\geq 2 < 5$ -jährigen Kühen. Bei den $\geq 5 < 8$ -jährigen war ein Erstbetäubungserfolg von 63,6 % (7 von 11 Tieren) zu verzeichnen. Die ≥ 8 Jahre alten weiblichen Tiere hatten ein erfolgreiches Ergebnis von 75,0 % (9 von 12 Tieren). Alle 17 Färsen in der Altersklasse $\geq 1,5 < 2$ Jahre konnten durch den ersten Schlag ausreichend betäubt werden.

Altersverteilung (in Jahre)	Gesamtzahl untersuchter Tiere	Anzahl der Tiere ohne Nachbetäubung	Prozentualer Anteil von jeweiliger Gesamtzahl (%)
< 1,5	40	22	55,0
$\geq 1,5 < 2$	108	64	59,3
$\geq 2 < 5$	20	17	85,0
$\geq 5 < 8$	11	7	63,6
≥ 8	12	9	75,0
Gesamt	191	119	62,3

Tab. 42: Erstbetäubungsquoten bei den verschiedenen Altersklassen (EFA)

Die Auswertung der Schlachtgewichte im EFA-Versuch zeigte auf, dass bei den Tieren mit einem Gewicht $\leq 299,5$ kg mit 91,7 % (22 von 24 Tieren) die höchste Erstbetäubungsquote erreicht wurde, während bei den Rindern im Gewichtsbereich von 400 bis 449,5 kg 45,1 % (23 von 51 Tieren) ohne Nachbetäubung ausreichend betäubt wurden (**Tab. 43**).

In der Kategorie Jungbulle wurde zwischen 350 und 399,5 kg Schlachtgewicht ein Erstbetäubungsergebnis von 62,3 % (33 von 53 Tieren) erzielt, während die Quote

bei den Tieren mit einem Schlachtgewicht zwischen 400 und 449,5 kg bei 44,9 % (22 von 49 Tieren) lag (**Tab. 90 im Anhang**).

Von 15 Kühen, die ein Schlachtgewicht zwischen 350 und 399,5 kg erreichten, waren 10 Tiere (66,7 %) nach dem ersten Schlag erfolgreich betäubt (**Tab. 90 im Anhang**).

Schlachtgewichtsbereich (in kg)	Gesamtzahl untersuchter Tiere	Anzahl der Tiere ohne Nachbetäubung	Prozentualer Anteil von jeweiliger Gesamtzahl (%)
≤ 299,5	24	22	91,7
300 - 349,5	33	22	66,7
350 - 399,5	72	47	65,3
400 - 449,5	51	23	45,1
450 - 499,5	10	4	40,0
≥ 500	1	1	100
Gesamt	191	119	62,3

Tab. 43: Erstbetäubungsquoten bei unterschiedlichen Schlachtgewichten (EFA)

4.1.3.2 Nachschlag und Nachschuss bei definierten Druckstärken

Im EFA-Versuch wurde mit dem Druckvoreinstellsystem entweder 10 bar (29,3 %) oder 13 bar (70,7 %) gewählt (siehe 3.2.1.1.3). **Tab. 44** gibt einen Überblick über die Betäubungswirkung dieser beiden Druckstufen auf die verschiedenen Kategorien.

Druckstufe	Kategorie	Gesamtzahl untersuchter Tiere	Anzahl der Tiere ohne Nachbetäubung	Prozentualer Anteil von jeweiliger Gesamtzahl (%)
10 bar	Jungbulle	2	1	50,0
	Kuh	35	25	71,4
	Färse	19	19	100
	Gesamt	56	45	80,4
13 bar	Jungbulle	128	67	52,3
	Kuh	1	1	100
	Färse	6	6	100
	Gesamt	135	74	54,8

Tab. 44: Erstbetäubungsquoten der Kategorien bei definierten Druckstärken (EFA)

Da bei diesem Gerät aus arbeitstechnischen Gründen (starker Rückstoß) auf einen Nachschlag verzichtet werden musste, wurde eine Nachbetäubung ausschließlich durch den Bolzenschussapparat vorgenommen.

Von 128 Jungbullen, die unter einem Betriebsdruck von 13 bar betäubt wurden, mussten 53 (41,4 %) Tiere in der Falle und 8 Rinder (6,3 %) außerhalb der Betäubungsbox nachgeschossen werden (**Tab. 45**).

Nach Einsatz der Druckstufe 10 bar bei 35 Tieren der Kategorie Kuh, mussten 9 Tiere (25,7 %) in der Box nachbetäubt werden. Ein Tier (2,9 %) zeigte nach dem Auswurf aus der Falle Zeichen wiederkehrenden Bewusstseins (**Tab. 45**).

	Kategorie Kuh bei Druckstufe 10 bar		Kategorie Jungbulle bei Druckstufe 13 bar	
	Anzahl	%	Anzahl	%
Kein Nachschuss	25	71,4	67	52,3
Nachschuss in Falle	9	25,7	53	41,4
Nachschuss außerhalb Falle	1	2,9	8	6,3
Gesamt	35	100	128	100

Tab. 45: Nachbetäubung bei den Druckstufen 10 bar und 13 bar (EFA)

4.1.3.3 Schlagposition und Nachbetäubung

Im EFA-Versuch konnte das Gerät bei 181 Tieren plan aufgesetzt werden. In 10 Fällen kam es infolge nicht-planen Ansatzes zu Druckentweichungen.

Nachfolgend wird auf die Betäubungswirkung nach planem Ansatz näher eingegangen. Ein Nachschlag wurde wie bereits beschrieben bei keinem Tier durchgeführt. Bei gerader Kopffixierung und richtiger Schlagposition mussten insgesamt 54 (33,8 %) von 160 Tieren nachgeschossen werden. Davon war bei 46 Rindern (28,8 %) der Nachschuss schon in der Falle und bei 8 dieser Tiere (5,0 %) eine Nachbetäubung außerhalb der Falle notwendig. Wurde der Schlag etwas zu lateral angesetzt, musste bei 2 (33,3 %) von 6 Tieren nachgeschossen werden (**Tab. 46**).

	Schlagposition richtig		Schlagposition zu seitlich		Schlagposition zu hoch		Gesamt	
	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%
Kein Nachschuss	106	62,4	4	2,4	2	1,2	112	65,9
Nachschuss in Falle	46	27,1	2	1,2	2	1,2	50	29,4
Nachschuss außerhalb Falle	8	4,7	0	0	0	0	8	4,7
Gesamt	160	94,1	6	3,5	4	2,4	170	100

Tab. 46: Nachschuss bei gerader Kopfposition und planem Ansatz (EFA)

In der **Tab. 46** sind von den 181 Tieren mit planem Geräteansatz 11 Tiere nicht erfasst. Diese 11 Tiere konnten nur mit schiefer Kopfhaltung zur Betäubung fixiert werden. Bei 9 Rindern (81,8 %) konnte das Schuss-Schlag-Gerät trotzdem richtig ange-
 setzt werden. 5 (55,6 %) dieser 9 Tiere mussten daraufhin in der Falle nachgeschossen werden. Von zwei Tieren mit schiefer Kopfposition, bei denen der Schlag etwas zu lateral gesetzt wurde, musste ein Rind nicht nachgeschossen werden und das andere benötigte einen sofortigen Nachschuss in der Box.

4.1.3.4 Wiederkehrendes Bewusstsein

Bei 6 (66,7 %) von 9 Tieren, die außerhalb der Box nachgeschossen wurden, war regelmäßige Atmung ein wesentlicher Parameter für ungenügende Betäubungstiefe (**Tab. 47**). Zusätzlich zur regelmäßigen Atmung waren bei 3 Tieren (33,3 %) Anzeichen eines gerichteten Blickes zu diagnostizieren (**Tab. 97 im Anhang**).

Bei 2 Tieren, die vor dem Nachschuss außerhalb der Box keine Atmung zeigten, waren ein positiver Lid- bzw. Kornealreflex Parameter für eine ungenügende Betäubungstiefe (**Tab. 97 im Anhang**).

	Keine Atmung		Schnappatmung		Regelmäßige Atmung		Gesamt	
	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%
Kein Nachschuss	109	57,1	10	5,2	0	0	119	62,3
Nachschuss in Falle	62	32,5	1	0,5	0	0	63	33,0
Nachschuss außerhalb Falle	2	1,0	1	0,5	6	3,1	9	4,7
Gesamt	173	90,6	12	6,3	6	3,1	191	100

Tab. 47: Atmung außerhalb der Falle (EFA)

4.1.3.5 Unwillkürliche Bewegungen nach erfolgreicher Erstbetäubung

Um den Arbeitsablauf nicht zu stören, konnte bei einem ausreichend betäubten Tier keine Aufzeichnung über die Bewegungen nach der Betäubung gemacht werden.

Tab. 48 gibt Auskunft über unwillkürliche Bewegungen nach erfolgreicher Erstbetäubung bei den 118 untersuchten Rindern. Auf dem Rost zeigten 110 Tiere (93,2 %) keine bis mäßige Bewegungen. Bei jeweils 4 Tieren (3,4 %) konnten auf dem Trockenlanderost schwache oder starke Abwehrbewegungen beobachtet werden. Beim Anschlingevorgang hatten 111 Tiere (94,1 %) keine bis mäßige Reflexe, bei 5 Tieren (4,2 %) waren schwache und bei 2 Rindern (1,7 %) starke Bewegungen zu erkennen. Beim Entblutungsvorgang wurden bei 80 Tieren (67,8 %) keine bis mäßige und bei 38 Rindern (32,2 %) schwache Bewegungen beobachtet. Im Hängen nach der Ausblutung waren 115 Rinder (97,5 %) nahezu reflexlos.

Unwillkürliche Bewegungen	Untersuchungsposition									
	Rost		Anschlingen		Hautschnitt		Entblutung		Hängen	
	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%
Keine-mäßige	110	93,2	111	94,1	105	89,0	80	67,8	115	97,5
Schwache	4	3,4	5	4,2	10	8,5	38	32,2	3	2,5
Starke	4	3,4	2	1,7	3	2,5	0	0	0	0
Sehr starke	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Untersuchte Tierzahl	118	100	118	100	118	100	118	100	118	100

Tab. 48: Unwillkürliche Bewegungen nach erfolgreicher Erstbetäubung (EFA)

4.1.4 Bolzenschuss

4.1.4.1 Erstbetäubungsquote

In diesem Versuchsabschnitt waren 1056 der 1130 Tiere nach dem ersten Schuss ausreichend betäubt. Dies entspricht einer Erstbetäubungsquote von 93,5 % (Tab.16).

Aus **Abb. 7 und Tab. 91 im Anhang** wird ersichtlich, dass von 704 Jungbullen 649 Tiere (92,2 %) ohne Nachschuss ordnungsgemäß betäubt waren. Von 328 Kühen waren 313 (95,4 %) Tiere nach dem ersten Schuss ausreichend betäubt. Die beste Erstbetäubungsquote hatten die Färsen, bei denen 73 (97,3 %) von 75 Tieren erfolgreich betäubt werden konnten. Von den zahlenmäßig schwach vertretenen Bullen konnten 11 (84,6 %) von 13 Tieren ausreichend betäubt werden und alle 10 Ochsen wurden bei der Erstbetäubung ausreichend in einen Zustand der Empfindungs- und Wahrnehmungslosigkeit versetzt.

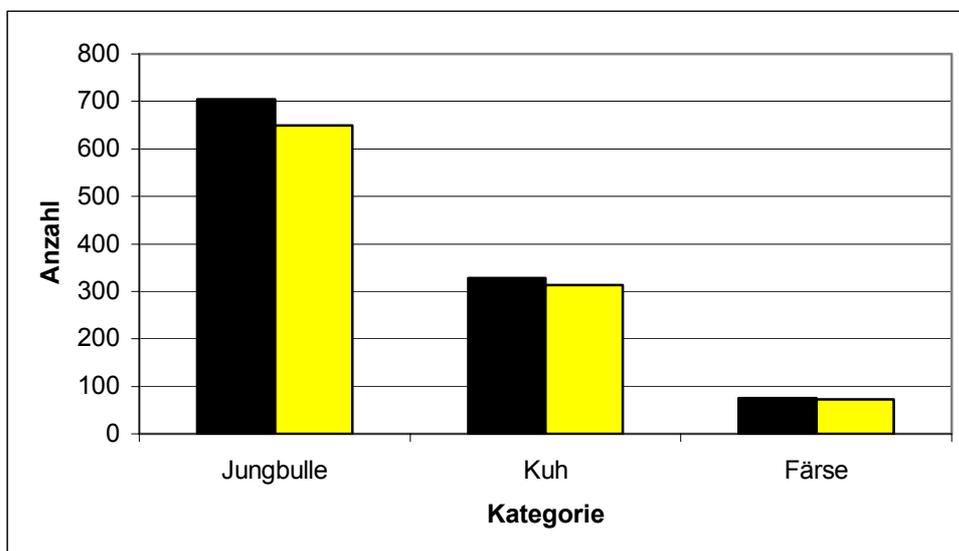


Abb. 7: Verhältnis Gesamtanzahl (dunkel) zu Tieren ohne Nachbetäubung (hell) innerhalb der Kategorien Jungbulle, Kuh und Färsen (Bolzenschuss)

Tab. 49 zeigt die Erstbetäubungsquoten unter den verschiedenen Rassen der 1130 untersuchten Tiere. Bei den Rassen mit aussagekräftiger Tierzahl wiesen Fleckvieh

mit 93,6 % (920 von 983 Tieren) und Fleisch-Fleckvieh mit 93,5 % (43 von 46 Tieren) die erfolgreichsten Quoten auf.

Von 597 Fleckvieh-Jungbullen waren 553 Tiere (92,6 %) nach dem ersten Schuss ausreichend betäubt. Bei den Jungbullen der Rasse Fleisch-Fleckvieh waren 42 (93,3 %) von 45 Tieren nach der Erstbetäubung zufrieden stellend betäubt (**Tab. 92 im Anhang**).

Bei den fast ausschließlich vorkommenden Fleckvieh-Kühen konnte bei 285 (95,0 %) der 300 Tiere eine erfolgreiche Erstbetäubung durchgeführt werden. Von 66 Fleckvieh-Färsen konnten 64 Tiere (97,0 %) zufrieden stellend ohne Nachschuss betäubt werden (**Tab. 93 im Anhang**).

Rasse	Gesamtzahl untersuchter Tiere	Anzahl der Tiere ohne Nachbetäubung	Prozentualer Anteil von jeweiliger Gesamtzahl (%)
Fleckvieh	983	920	93,6
Schwarzbunt	20	20	100
Braunvieh	13	13	100
Charolais	12	11	91,7
Limousin	6	5	83,3
Rotbunt	5	5	100
Fleisch-Fleckvieh	46	43	93,5
Fleischrind-Milch	6	6	100
Fleischrind-Fleisch	28	24	85,7
Kreuzungen	8	7	87,5
Sonstige	3	2	66,7
Gesamt	1130	1056	93,5

Tab. 49: Erstbetäubungsquoten bei den verschiedenen Rassen (Bolzenschuss)

Das beste Erstbetäubungsergebnis bezogen auf das Alter konnte mit 96,9 % (188 von 194 Tieren) in der Altersklasse der $\geq 2 < 5$ -jährigen Tiere erzielt werden, während die niedrigste Quote mit 91,9 % (68 von 74 Tieren) bei den ≥ 8 Jahre alten Rindern zu beobachten war (**Tab. 50**).

Bei den jüngeren Jungbullen ($< 1,5$ Jahre) konnten 113 (91,9 %) der 123 Tiere ausreichend betäubt werden. Von den 581 älteren Tieren ($\geq 1,5 < 2$ Jahre) dieser Kategorie wurden 536 Tiere (92,3 %) ohne Nachschuss erfolgreich betäubt (**Tab. 94 im Anhang**).

In der Kategorie Kuh lag die beste Erstbetäubungsquote in einer Gruppe mit aussagekräftiger Tierzahl mit 97,7 % (129 von 132 Tieren) bei den $\geq 2 < 5$ Jahre alten Rindern, gefolgt von der Altersgruppe der $\geq 5 < 8$ -jährigen mit 95 % (115 von 121 Tieren) und den ≥ 8 -jährigen mit 91,9 % (68 von 74 Tieren). Das am häufigsten vorkommende Alter in der Kategorie Färse lag zwischen $\geq 2 < 5$ Jahren. Von diesen 49 Tieren waren 47 Rinder (95,9 %) nach dem ersten Schuss ausreichend betäubt (**Tab. 94 im Anhang**).

Altersverteilung (in Jahre)	Gesamtzahl untersuchter Tiere	Anzahl der Tiere ohne Nachbetäubung	Prozentualer Anteil von jeweiliger Gesamtzahl (%)
< 1,5	129	119	92,2
$\geq 1,5 < 2$	610	565	92,6
$\geq 2 < 5$	194	188	96,9
$\geq 5 < 8$	123	116	94,3
≥ 8	74	68	91,9
Gesamt	1130	1056	93,5

Tab. 50: Erstbetäubungsquoten bei den verschiedenen Altersklassen (Bolzenschuss)

Aus **Tab. 51** wird ersichtlich, dass Rinder im Schlachtgewichtsbereich von 450 bis 499,5 kg mit 89,4 % (59 von 66 Tieren) den niedrigsten Erstbetäubungserfolg aufwiesen. Das beste Ergebnis in einer ausreichend großen Gruppe, wurde bei den nach Ausschachtung 300 bis 349,5 kg schweren Tieren mit 97,9 % (231 von 236 Tieren) erzielt.

Bei den Jungbullen waren alle 91 Tiere im Schlachtgewichtsbereich zwischen 300 und 349,5 kg nach dem ersten Schuss erfolgreich betäubt. Der niedrigste Erstbetäubungserfolg ergab sich mit 89,3 % (50 von 56 Tieren) bei den 450 bis 499,5 kg schweren Rindern dieser Kategorie (**Tab. 95 im Anhang**).

In der Kategorie Kuh lag das beste Erstbetäubungsergebnis mit 97,4 % (37 von 38 Tieren) im Bereich zwischen 400 und 449,5 kg Schlachtgewicht, gefolgt von der Gewichtsguppe der $\leq 299,5$ kg schweren Rinder mit 96,3 % (79 von 82 Tieren) und den 300 bis 349,5 kg schweren Tieren mit einer Quote von 96,1 % (99 von 103 Tieren). Die höchste aussagekräftige Erstbetäubungsquote wurde in der Kategorie Färse mit 96,8 % (30 von 31 Tieren) im Schlachtgewichtsbereich zwischen 300 und 349,5 kg erzielt (**Tab. 96 im Anhang**).

Schlachtgewichtsbereich (in kg)	Gesamtzahl untersuchter Tiere	Anzahl der Tiere ohne Nachbetäubung	Prozentualer Anteil von jeweiliger Gesamtzahl (%)
$\leq 299,5$	120	114	95,0
300 - 349,5	236	231	97,9
350 - 399,5	404	368	91,1
400 - 449,5	293	273	93,2
450 - 499,5	66	59	89,4
≥ 500	11	11	100
Gesamt	1130	1056	93,5

Tab. 51: Erstbetäubungsquoten bei unterschiedlichen Schlachtgewichten (Bolzenschuss)

4.1.4.2 Wiederkehrendes Bewusstsein

In diesem Kapitel werden die wichtigsten Parameter dargestellt, die zu einem Nachschuss außerhalb der Betäubungsbox führten.

Bei 33 (91,7 %) von 36 Tieren war vor dem Nachschuss regelmäßige Atmung zu beobachten (**Tab. 52**). Von diesen 33 Rindern, die aufgrund regelmäßiger Atmung nachgeschossen wurden, hatten 5 Tiere (15,2 %) zusätzlich noch einen gerichteten Blick und ebenfalls 5 Rinder (15,2 %) einen Lid- bzw. Kornealreflex (**Tab. 97 im Anhang**).

Von 3 Tieren, die keine Atmung vor der Nachbetäubung außerhalb der Betäubungsbox zeigten, hatten 2 Tiere (66,7 %) als wesentlichste Parameter einer ungenügenden Betäubungstiefe einen Lid- bzw. Kornealreflex (**Tab. 97 im Anhang**).

	Keine Atmung		Schnappatmung		Regelmäßige Atmung		Gesamt	
	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%
Kein Nachschuss	1025	90,7	31	2,7	0	0	1056	93,5
Nachschuss in Falle	37	3,3	1	0,1	0	0	38	3,4
Nachschuss außerhalb Falle	3	0,3	0	0	33	2,9	36	3,2
Gesamt	1065	94,2	32	2,8	33	2,9	1130	100

Tab. 52: Atmung außerhalb der Falle (Bolzenschuss)

4.1.4.3 Unwillkürliche Bewegungen nach erfolgreicher Erstbetäubung

Auch bei der Bolzenschussbetäubung konnten nicht bei allen Tieren an jeder Untersuchungsposition Aufzeichnungen gemacht werden. Die erfolgreiche Erstbetäubung mit dem Bolzenschussgerät bewirkte bei 840 (80,8 %) der 1039 Tiere auf dem Rost eine Bewegungslosigkeit, 130 (12,5 %) der 1039 Tiere zeigten schwache reflektorische Bewegungen und bei 55 (5,3 %) Rindern war auf dieser Untersuchungsposition ein starkes Schlagen der Gliedmaßen zu sehen. Während des Aufziehens an die Rohrbahn waren bei 939 (90,4 %) von 1039 Rindern keine-mäßige, bei 76 Tieren (7,3 %) waren schwache und bei 20 Rindern (1,9 %) starke unwillkürliche „Laufbewegungen“ zu sehen. Beim Entblutungsstich bewegten sich 428 (41,2 %) der 1039 Rinder nicht bis mäßig, während bei 540 Tieren (52,0 %) schwache Reflexe zu erkennen waren. Nach der Ausblutung hing bei 963 (92,5 %) von 1041 Tieren der Körper schlaff nach unten und 69 (6,6 %) Tiere zeigten noch schwache reflektorische Bewegungen (**Tab. 53**).

Unwillkürliche Bewegungen	Untersuchungsposition									
	Rost		Anschlingen		Hautschnitt		Entblutung		Hängen	
	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%
Keine-mäßige	840	80,8	939	90,4	936	90,1	428	41,2	963	92,5
schwache	130	12,5	76	7,3	88	8,5	540	52,0	69	6,6
starke	55	5,3	20	1,9	13	1,3	70	6,7	9	0,9
Sehr starke	14	1,3	4	0,4	2	0,2	1	0,1	0	0
Untersuchte Tierzahl	1039	100	1039	100	1039	100	1039	100	1041	100

Tab. 53: Unwillkürliche Bewegungen nach erfolgreicher Erstbetäubung (Bolzenschuss)

4.2 Kopfspektion

4.2.1 Adspektion von Kopfoberflächen im Vorversuch

Im Vorversuch wurde bei insgesamt 148 Rinderköpfen nach Hautabzug die Oberfläche betrachtet. Dabei handelte es sich um 87 Jungbullen-, 49 Kuh- und 12 Färsenköpfe. **Tab. 54** gibt einen Überblick über das Ergebnis der Oberflächenbetrachtung des Stirnbeins bei insgesamt 87 untersuchten Tierköpfen der Kategorie Jungbulle unter Berücksichtigung des eingesetzten Betriebsdruckes. Die hauptsächlich verwendete Druckstufe 180 psi verursachte bei 11 (15,5 %) von 71 betrachteten Köpfen an der Aufschlagfläche des Schlagkopfes eine leichte Delle und bei 27 (38 %) Schädeln eine tiefe Delle. Bei 33 (46,5 %) der 71 mit diesem Betriebsdruck geschlagenen Jungbullenköpfe wurde eine Fraktur des Os frontale sichtbar.

	130 psi		150 psi		160 psi		180 psi		Gesamt	
	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%
Impression	0	0	0	0	1	16,7	0	0	1	1,1
Leichte Delle	1	33,3	4	57,1	0	0	11	15,5	16	18,4
Tiefe Delle	2	66,7	0	0	1	16,7	27	38,0	30	34,5
Fraktur	0	0	3	42,9	4	66,7	33	46,5	40	46,0
Gesamt	3	100	7	100	6	100	71	100	87	100

Tab. 54: Kopfspektion bei Jungbullen nach Einsatz verschiedener Druckstufen im Vorversuch

Die äußere Betrachtung der 49 Kuhköpfe ergab folgendes Gesamtbild: 16 Schädel (32,7 %) hatten eine Impression im Bereich der Aufschlagfläche, 17 Köpfe (34,7 %) eine leichte Delle und bei 16 Tieren (32,7 %) war eine tiefe Delle auf dem Os frontale zu erkennen. Kein Kopf aller 49 Tiere wies eine Fraktur auf. Nach Verwendung der Druckstufe 120 psi konnte an der Aufschlagfläche bei 14 (45,2 %) der 31 Kühe eine

Impression festgestellt werden. Diese schwächste Form der Schädigung wurde nach Einsatz von 160 psi bei 2 (18,2 %) von 11 Kuhköpfen diagnostiziert (**Tab. 55**).

	120 psi		130 psi		160 psi		Gesamt	
	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%
Impression	14	45,2	0	0	2	18,2	16	32,7
Leichte Delle	9	29,0	5	71,4	3	27,3	17	34,7
Tiefe Delle	8	25,8	2	28,6	6	54,5	16	32,7
Fraktur	0	0	0	0	0	0	0	0
Gesamt	31	100	7	100	11	100	49	100

Tab. 55: Kopfadspektion bei Kühen nach Einsatz verschiedener Druckstufen im Vorversuch

Bei den 12 Färsen ergab sich folgendes Bild: Bei den 5 Tieren, die mit 120 psi betäubt wurden, wies ein Kopf eine Impression und jeweils 2 Köpfe eine leichte bzw. tiefe Delle auf. Bei 6 Färsen wurde ein Druck von 130 psi verwendet, der bei 2 Tieren eine leichte Delle und bei 4 Tieren eine tiefe Delle am Os frontale verursachte. Ein Tier wurde mit 160 psi betäubt, wodurch eine leichte Delle an der Aufschlagfläche des Schlagkopfes entstand.

4.2.2 Adspektion von Kopfoberflächen im Hauptversuch

Im Hauptversuch wurden insgesamt 339 Köpfe nach Hautabzug äußerlich betrachtet. Das Kategorienverhältnis lag bei 170 Jungbullen-, 8 Ochsen-, 126 Kuh- und 35 Färsehköpfen.

Die äußere Betrachtung von 170 Jungbullenköpfen im Hauptversuch ergab folgendes Gesamtergebnis: Bei 48 Tieren (28,2 %) war nach der Betäubung eine Impression zu sehen, 26 Köpfe (15,3 %) hatten eine leichte Delle, 45 Rinder (26,5 %) eine tiefe Delle und 51 der Jungbullenköpfe (30,0 %) wiesen eine Fraktur auf. Eine Fraktur des Os frontale trat nach Verwendung eines Betriebsdruckes von 210 psi bei 37 (31,6 %) von 117 Köpfen auf. Nach Einsatz von 235 psi war solch eine Zertrümmerung des Stirnbeins bei 14 (26,4 %) von 53 Rindern zu sehen. Eine Impression zeigte sich nach Anwendung von 210 psi bei 34 (29,1 %) von 117 Köpfen und nach Einsatz von 235 psi wurde solch ein leichter „Abdruck“ bei 14 (26,4 %) der 53 betrachteten Jungbullenköpfe diagnostiziert (**Tab. 56**).

	210 psi		235 psi		Gesamt	
	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%
Impression	34	29,1	14	26,4	48	28,2
Leichte Delle	16	13,7	10	18,9	26	15,3
Tiefe Delle	30	25,6	15	28,3	45	26,5
Fraktur	37	31,6	14	26,4	51	30,0
Gesamt	117	100	53	100	170	100

Tab. 56: Kopfspektion bei Jungbullen nach Einsatz verschiedener Druckstufen im Hauptversuch

Bei Betrachtung der 125 Kuhköpfe im Bereich der Aufschlagfläche nach einer Betäubung mit 150 psi wurde bei 84 Köpfen (67,2 %) eine Impression, bei 23 Tieren (18,4

%) eine leichte Delle, bei 11 Rindern (8,8 %) eine tiefe Delle und bei 7 Kühen (5,6 %) eine Fraktur diagnostiziert (**Tab. 57**).

	150 psi		210 psi		Gesamt	
	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%
Impression	84	67,2	1	100	85	67,5
Leichte Delle	23	18,4	0	0	23	18,3
Tiefe Delle	11	8,8	0	0	11	8,7
Fraktur	7	5,6	0	0	7	5,6
Gesamt	125	100	1	100	126	100

Tab. 57: Kopfadspektion bei Kühen nach Einsatz verschiedener Druckstufen im Hauptversuch

Bei den 35 Färsen, die alle mit 150 psi betäubt wurden, wiesen 27 Tiere (77,1 %) eine Impression auf. Bei 4 Köpfen (11,4 %) war eine leichte Delle zu diagnostizieren und bei jeweils 2 Tieren (5,7 %) wurde durch den Schlagkopf eine tiefe Delle bzw. Fraktur verursacht. Von den 8 Ochenschädeln hatten 7 Köpfe nach Einsatz von 150 psi eine Impression und bei einem Kopf, bei dem die Druckstärke 235 psi angewendet wurde, war eine tiefe Delle zu sehen.

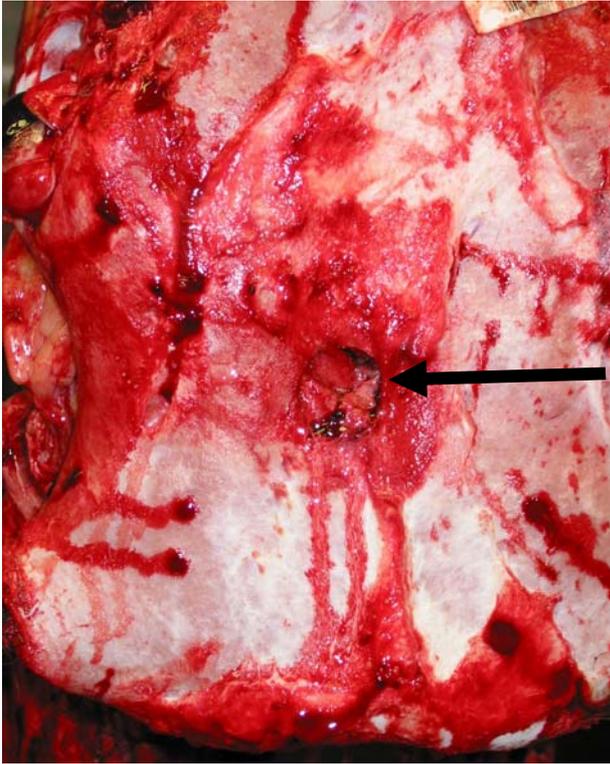


Abb.8: Kopf mit Fraktur im Bereich des Os frontale

4.2.3 Pathologisch-anatomische Untersuchungen am eröffneten Kopf im Hauptversuch

Insgesamt 80 Köpfe wurden im Bereich des Hirnschädels mit einem sagittalen Querschnitt eröffnet. Die Geschlechtsverteilung lag bei 10 weiblichen und 70 männlichen Köpfen.

Die Adspektion der Kopfoberfläche vor der Eröffnung ergab folgendes Bild: Eine Impression war bei 20 (25,0 %) der 80 Tiere zu sehen, eine leichte Delle hatten ebenfalls 20 Rinder (25,0 %). 23 Rinderschädel (28,8 %) wiesen eine tiefe Delle auf und eine Fraktur im Bereich der Aufschlagfläche konnte bei 17 Tieren (21,3 %) festgestellt werden (**Abb. 9**).

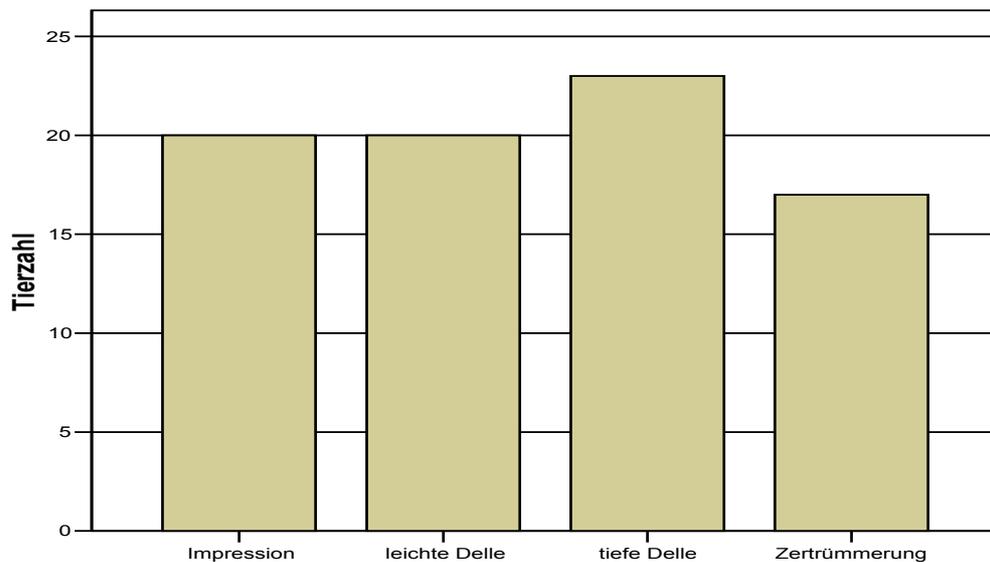


Abb. 9: Ergebnisse der Kopfspektion vor Eröffnung der Köpfe (Hauptversuch)

Nach der Eröffnung der Köpfe wurde sichtbar, dass die Lamina externa des Schädelsknochens bei 64 (80,0 %) der 80 Tiere frakturiert war, während die Lamina interna nur bei 33 (41,3 %) dieser 80 Tiere beschädigt war. Eine Verletzung der Dura mater encephali wurde bei 26 (32,5 %) der 80 Tiere diagnostiziert.

Die Auswertung der einzelnen Schäden am eröffneten Kopf im Vergleich mit den Befunden der äußeren Kopfspektion zeigte, dass bei Vorliegen einer tiefen Delle bei 22 Köpfen die Lamina externa verletzt war und bei 12 Tieren die Lamina interna. Bei einer Fraktur des Stirnbeins im Bereich der Aufschlagfläche war dieses Verhältnis 17 (L. externa) zu 14 (L. interna). Auch die Dura mater encephali war bei äußerlich sichtbarer Fraktur des Os frontale in 11 Fällen beschädigt (**Tab. 58**).

	Zerstörung	Impression	Leichte Delle	Tiefe Delle	Fraktur	Gesamt
Lamina externa	ja	6	19	22	17	64
	nein	14	1	1	0	16
Lamina interna	ja	2	5	12	14	33
	nein	18	15	11	3	47
Dura mater	ja	2	4	9	11	26
	nein	18	16	14	6	54

Tab. 58: Verletzungen an inneren Kopfstrukturen in Bezug auf äußerlich sichtbare Schäden des Os frontale (Hauptversuch)

Das Verhältnis aus äußerer zu innerer Schädigung der Köpfe bei den 10 weiblichen und 70 männlichen Tieren ist in **Tab. 59** dargestellt. Mit zunehmender äußerlich sichtbarer Schädigung des Os frontale nahm bei beiden Geschlechtern der Anteil der Zerstörung der Lamina externa, Lamina interna und Dura mater encephali zu.

		Zerstörung	Impression	Leichte Delle	Tiefe Delle	Fraktur	Gesamt
Weibliche Tiere	Lamina externa	ja	3	4	1	1	9
		nein	1	0	0	0	1
	Lamina interna	ja	2	1	0	1	4
		nein	2	3	1	0	6
	Dura mater	ja	2	1	0	1	4
		nein	2	3	1	0	6
Männliche Tiere	Lamina externa	ja	3	15	21	16	55
		nein	13	1	1	0	15
	Lamina interna	ja	0	4	12	13	29
		nein	16	12	10	3	41
	Dura mater	ja	0	3	9	10	22
		nein	16	13	13	6	48

Tab. 59: Verletzungen an inneren Kopfstrukturen in Bezug auf äußerlich sichtbare Schäden des Os frontale bei weiblichen und männlichen Tieren (Hauptversuch)

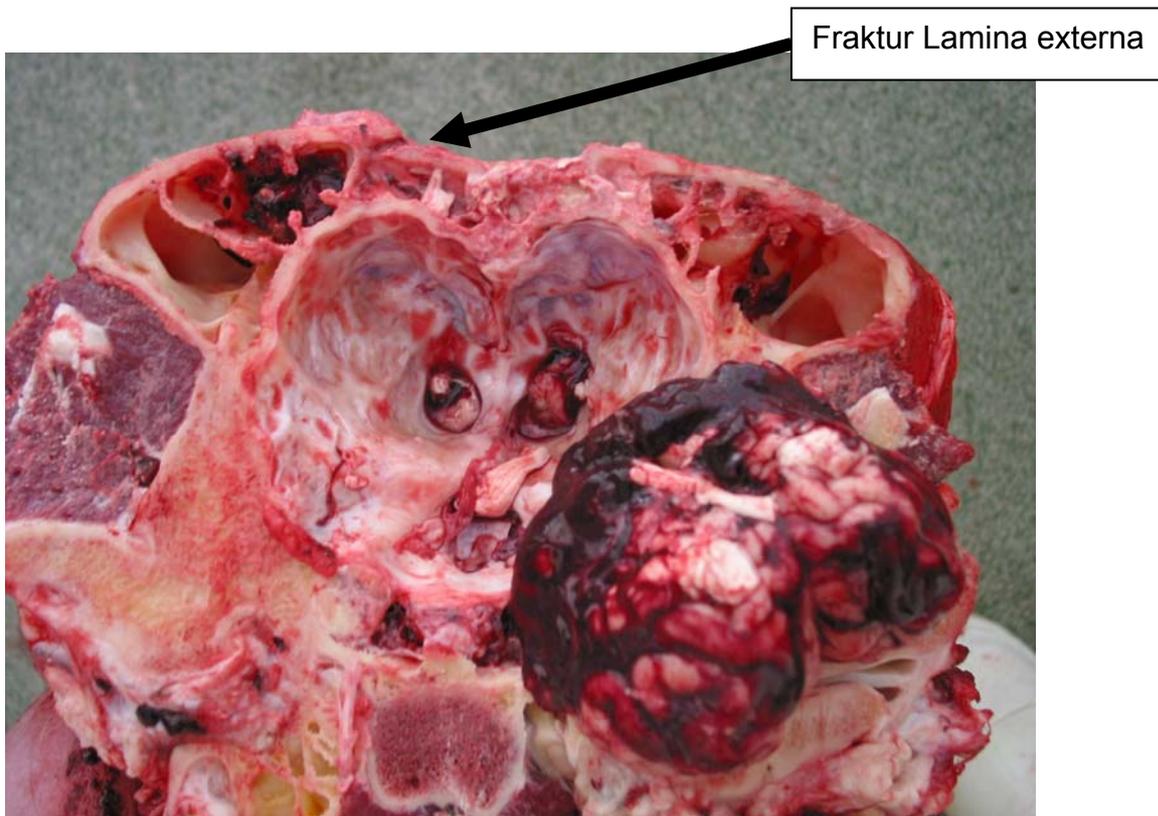


Abb. 10: Befunde am eröffneten Kopf, Gehirn vorgelagert

Eine exemplarische Untersuchung der Zerstörungen in Abhängigkeit der verwendeten Druckstufe zeigte, dass unter dem Arbeitsdruck von 210 psi bei 29 (85,3 %) von 34 Jungbullen die Lamina externa frakturiert wurde. Bei 14 (41,2 %) von 34 Tieren war zusätzlich die Lamina interna zerstört. Bei 7 Kühen, die mit 150 psi betäubt wurden, war in 6 Fällen die äußere Knochenlamelle und in 4 Fällen zusätzlich noch die innere Knochenlamelle zerstört (**Tab. 60**).

			Lamina externa	Lamina interna	Dura mater
Jungbulle	Druckstufe 210 psi	unverändert	5	20	23
		zerstört	29	14	11
		Gesamt	34	34	34
Kuh	Druckstufe 150 psi	unverändert	1	3	3
		zerstört	6	4	4
		Gesamt	7	7	7

Tab. 60: Exemplarische Darstellung des Zusammenhangs von Druckstärke und inneren Kopfverletzungen bei den Kategorien Jungbulle und Kuh (Hauptversuch)

In allen 80 nach Eröffnung des Schädels betrachteten Rinderhirnen waren Hirnbasisblutungen zu diagnostizieren. Zudem waren diffus über das ganze Gehirn verteilte Blutungen unterschiedlichen Ausmaßes zu beobachten.

Tab. 61 gibt einen Überblick über das Ausmaß von diffusen Gehirnblutungen bei den Geschlechtern in Abhängigkeit von der äußerlichen Kopfadspektion. Bei den 10 weiblichen Tieren wurden in je 5 Gehirnen zusätzlich zu den Hirnbasisblutungen noch starke und sehr starke Einblutungen über das ganze Gehirn verteilt sichtbar. Bei den männlichen Rindern waren zusätzlich zu den Hirnbasisblutungen noch in 4 (5,7 %) von 70 Gehirnen sehr starke Blutungen zu sehen. Bei 52 männlichen Tieren (74,3 %) zeigten sich starke, in 12 Fällen (17,1 %) schwache Gehirnblutungen. Bei 2 (2,9 %) der 70 Tiere waren keine zusätzlichen diffusen Hirnblutungen sichtbar. Bezogen auf die Kopfadspektion ergab sich bei männliche Tieren folgendes Bild: Starke Blutungen im Gehirn kamen bei 15 (93,8 %) von 16 männlichen Köpfen mit leichter Delle vor, bei 17 (77,3 %) von 22 Köpfen mit tiefer Delle und bei 12 (75 %) von 16 Gehirnen der Köpfe mit Fraktur an der Aufschlagfläche des Schlagkopfes.

	Blutungen	Impression	Leichte Delle	Tiefe Delle	Fraktur	Gesamt
Weibliche Tiere	keine	0	0	0	0	0
	schwache	0	0	0	0	0
	starke	2	2	1	0	5
	sehr starke	2	2	0	1	5
	Gesamt	4	4	1	1	10
Männliche Tiere	keine	0	0	2	0	2
	schwache	7	1	2	2	12
	starke	8	15	17	12	52
	sehr starke	1	0	1	2	4
	Gesamt	16	16	22	16	70

Tab. 61: Diffuse Blutungen im Gehirn in Bezug auf äußere Kopfschäden (Hauptversuch)

4.2.4 Adspektion von Kopfoberflächen im EFA-Versuch

Im EFA Versuch wurden insgesamt 61 Köpfe äußerlich untersucht. Diese teilten sich in 37 Jungbullen-, 7 Kuh- und 17 Färsenköpfe auf.

Die äußere Betrachtung der 20 Köpfe weiblicher Rinder, die mit dem Gerät der Firma EFA bei 10 bar betäubt wurden, zeigte bei insgesamt 14 (70,0 %) Tieren eine Impression und bei 6 (30,0 %) Rindern eine leichte Delle (**Tab. 62**).

	Kuh		Färse		Gesamt	
	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%
Impression	4	57,1	10	76,9	14	70,0
Leichte Delle	3	42,9	3	23,1	6	30,0
Tiefe Delle	0	0	0	0	0	0
Fraktur	0	0	0	0	0	0
Gesamt	7	100	13	100	20	100

Tab. 62: Kopfspektion nach Betäubung mit 10 bar (EFA)

Nach Verwendung der Druckstufe 13 bar konnte bei 19 (51,4 %) von 37 Jungbullen eine Impression beobachtet werden. 6 (16,2 %) dieser 37 Köpfe waren dagegen frakturiert. Auch bei 3 (75 %) von 4 Färsen konnte ein „Abdruck“ des Schlagkopfes (Impression) festgestellt werden (**Tab. 63**).

	Jungbulle		Färse		Gesamt	
	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%
Impression	19	51,4	3	75,0	22	53,7
Leichte Delle	7	18,9	1	25,0	8	19,5
Tiefe Delle	5	13,5	0	0	5	12,2
Fraktur	6	16,2	0	0	6	14,6
Gesamt	37	100	4	100	41	100

Tab. 63: Kopfspektion nach Betäubung mit 13 bar (EFA)

4.2.5 Vergleichende Betrachtung der Schuss-Schlag-Versuche in Bezug auf die Nachbetäubungshäufigkeit bei verschiedenen Kopfschäden

Insgesamt 211 (95,5 %) der 221 untersuchten Rinder, bei denen nach Hautabzug eine Impression an der Kopfoberfläche sichtbar wurde, waren ausreichend betäubt. Im Hauptversuch waren 161 (96,4 %) von 167 Rindern erfolgreich betäubt. Im Vorversuch mussten 3 (16,7 %) von 18 untersuchten Tieren mit Impression nachbetäubt werden. Beim EFA-Versuch musste bei einem (2,8 %) von 36 Rindern eine Nachbetäubung erfolgen (**Tab. 64**).

	Vorversuch		Hauptversuch		EFA		Gesamt	
	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%
Kein Nachschuss	15	83,3	161	96,4	35	97,2	211	95,5
Nachschuss in Falle	1	5,6	4	2,4	1	2,8	6	2,7
Nachschuss außerhalb Falle	2	11,1	2	1,2	0	0	4	1,8
Gesamt	18	100	167	100	36	100	221	100

Tab. 64: Nachschusshäufigkeit bei Impression

Tab. 65 stellt die Häufigkeit von Nachbetäubungen bei leichter Delle dar. Von insgesamt 105 Rindern mussten 99 (94,3 %) Tiere bei dieser Kopfschädigung nicht nachgeschossen werden. Im Hauptversuch musste keines der 53 Tiere mit diesem Befund nachbetäubt werden. Im Vorversuch war bei 4 (10,5 %) von 38 Rindern und im EFA-Versuch bei 2 (14,3 %) von 14 Tieren ein Nachschuss notwendig.

	Vorversuch		Hauptversuch		EFA		Gesamt	
	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%
Kein Nachschuss	34	89,5	53	100	12	85,7	99	94,3
Nachschuss in Falle	1	2,6	0	0	2	14,3	3	2,9
Nachschuss außerhalb Falle	3	7,9	0	0	0	0	3	2,9
Gesamt	38	100	53	100	14	100	105	100

Tab. 65: Nachschusshäufigkeit bei leichter Delle

Bei dem adspektorischen Befund tiefe Delle war bei 99 (85,3 %) von 116 Tieren kein Nachschuss erforderlich. Bei diesem Grad der Kopfschädigung mussten 13 (11,2 %) dieser 116 Rinder schon in der Falle nachbetäubt werden. Im Hauptversuch war bei 9 (15,3 %) von 59 Tieren ein sofortiger Nachschuss in der Box notwendig. Eine Nachbetäubung in der Falle war im Vorversuch bei 3 (5,8 %) von 52 Tieren und im EFA-Versuch bei einem (20 %) von 5 Tieren erforderlich (**Tab. 66**).

	Vorversuch		Hauptversuch		EFA		Gesamt	
	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%
Kein Nachschuss	48	92,3	47	79,7	4	80,0	99	85,3
Nachschuss in Falle	3	5,8	9	15,3	1	20,0	13	11,2
Nachschuss außerhalb Falle	1	1,9	3	5,1	0	0	4	3,4
Gesamt	52	100	59	100	5	100	116	100

Tab. 66: Nachschusshäufigkeit bei tiefer Delle

Tab. 67 zeigt die Nachschusshäufigkeit bei dem adspektorischen Befund Fraktur. Von 106 Rindern mit zerstörtem Os frontale im Bereich der Aufschlagfläche konnten 79 Tiere (74,5 %) erfolgreich betäubt werden. Im Vorversuch waren 38 (95 %) von 40 Tieren mit zertrümmerten Schädelknochen ausreichend betäubt. Im Hauptversuch konnten 39 (65,0 %) von 60 Rindern mit dieser Diagnose durch das Schuss-Schlag-Verfahren zufrieden stellend betäubt werden. 19 (31,7 %) dieser 60 Tiere im Hauptversuch mussten direkt in der Falle nachgeschossen werden. Beim EFA-Versuch gelang die Erstbetäubung bei 2 (33,3 %) von 6 Tieren mit Fraktur.

	Vorversuch		Hauptversuch		EFA		Gesamt	
	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%
Kein Nachschuss	38	95,0	39	65,0	2	33,3	79	74,5
Nachschuss in Falle	2	5,0	19	31,7	4	66,7	25	23,6
Nachschuss außerhalb Falle	0	0	2	3,3	0	0	2	1,9
Gesamt	40	100	60	100	6	100	106	100

Tab. 67: Nachschusshäufigkeit bei Fraktur

4.3 Untersuchung auf ZNS-Gewebe

4.3.1 Blutuntersuchungen

Von den Blutproben der 18 Kühe wurden 5 positiv und 13 negativ getestet. Die beiden Proben, die von Färsen entnommen wurden, waren negativ.

Tab. 68 gibt einen Überblick über das Alter der insgesamt 20 beprobten Tiere in Bezug auf das Untersuchungsergebnis. Bei den ≥ 8 -jährigen Tieren waren sowohl zwei Proben negativ als auch positiv. In der Altersklasse der $\geq 5 < 8$ Jahre alten Kühe waren 5 Proben negativ und eine positiv. Bei den $\geq 2 < 5$ Jahre alten Rindern wiesen zwei von 10 Proben einen positiven Befund auf.

Alter	Negative Probe	Positive Probe
$\geq 2 < 5$ Jahre	8	2
$\geq 5 < 8$ Jahre	5	1
≥ 8 Jahre	2	2
Gesamt	15	5

Tab. 68: Blutprobenergebnis bezogen auf das Alter der weiblichen Tiere

4.3.2 Tupferproben

4.3.2.1 Gesamtergebnisse der Tupferproben

Tab. 69 stellt das Gesamtergebnis der 40 Proben dar. Bei insgesamt 7 (17,5 %) der 40 beprobten Tiere musste ein Nachschuss nach der Schuss-Schlag-Betäubung durchgeführt werden. Die übrigen 33 Tiere (82,5 %) wurden mittels einmaligem Schuss-Schlag ordnungsgemäß betäubt. Insgesamt 11 (27,5 %) der 40 Gesamtproben wiesen einen negativen Befund auf und bei 10 Tieren (25,0 %) war in allen vier Tupferproben ein positiver Befund nachzuweisen.

	Alle Tupfer-negativ		1 Tupfer positiv		2 Tupfer positiv		3 Tupfer positiv		4 Tupfer positiv		Gesamt	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Schuss-Schlag	10	30,3	4	12,1	5	15,2	5	15,2	9	27,3	33	100
Schuss-Schlag mit NS	1	14,3	2	28,6	2	28,6	1	14,3	1	14,3	7	100
Gesamt	11	27,5	6	15,0	7	17,5	6	15,0	10	25,0	40	100

Tab. 69: Tupferprobenergebnis nach Schuss-Schlag-Betäubung und Schuss-Schlag-Betäubung mit Nachschuss (NS)

Eine detaillierte Darstellung der einzelnen Probenergebnisse ist **Tab. 70** zu entnehmen. Von den 33 Tieren ohne Nachschuss war die Tupferprobe aus der Aorta bei 20 Rindern (60,6 %) positiv. Von den 33 Proben aus dem Truncus pulmonalis hatten 18 (54,5 %), aus der rechten Herzkammer 16 (48,5 %) und aus der linken Herzkammer 11 (33,3 %) einen positiven Befund.

Bei den 7 nachgeschossenen Rindern waren 5 (71,4 %) der Tupferproben aus der rechten Herzkammer positiv. Von den aus der linken Herzkammer und dem Truncus pulmonalis entnommenen Proben waren jeweils 3 (42,9 %) positiv. Bei 2 (28,6 %) von den 7 Tupferproben aus der Aorta brachte der Testnachweis ein positives Ergebnis (**Tab. 70**).

		Rechte Herzkammer		Truncus pulmonalis		Linke Herzkammer		Aorta		Gesamt	
		n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Schuss- Schlag	negativ	17	51,5	15	45,5	22	66,7	13	39,4	67	50,8
	positiv	16	48,5	18	54,5	11	33,3	20	60,6	65	49,2
	Gesamt	33	100	33	100	33	100	33	100	132	100
Schuss- Schlag- mit NS	negativ	2	28,6	4	57,1	4	57,1	5	71,4	15	53,6
	positiv	5	71,4	3	42,9	3	42,9	2	28,6	13	46,4
	Gesamt	7	100	7	100	7	100	7	100	28	100

Tab. 70: Ergebnis der einzelnen Tupferproben nach Schuss-Schlag-Betäubung und Schuss-Schlag-Betäubung mit Nachschuss (NS)

Eine Übersicht über das gesamte Tupferprobenergebnis bei den 33 nicht-nachgeschossenen Tieren verschiedener Kategorien ist in **Abb. 11** dargestellt.

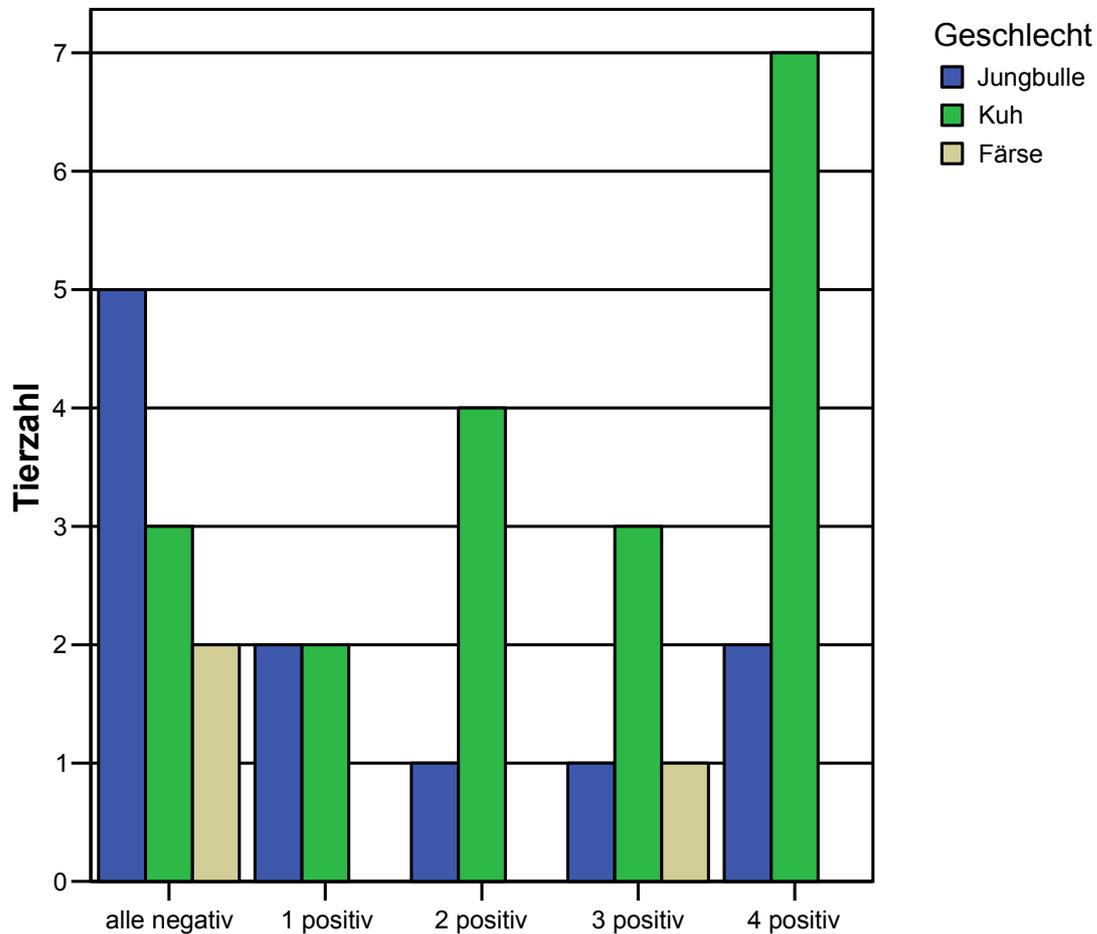


Abb. 11: Gesamtergebnis der Tupferproben bei den einzelnen Kategorien (ohne Nachschuss)

Ein Vergleich der ZNS-Befunde und der adspektorisch erfassten äußerlichen Kopfschäden bei 150 psi (ohne Nachschuss) zeigt, dass von 10 Tieren mit Impression 2 Rinder ein vollständig negatives und 6 Rinder ein in allen vier Tupferproben positives Ergebnis hatten. Bei leichter Delle waren bei 2 Tieren alle Proben negativ und eines der 9 Rinder hatte bei allen vier entnommenen Tupfern einen positiven Befund (**Tab. 71**).

	Alle Tupfer negativ	1 Tupfer positiv	2 Tupfer positiv	3 Tupfer positiv	4 Tupfer positiv	Gesamt
Impression	2	0	1	1	6	10
Leichte Delle	2	1	2	3	1	9
Tiefe Delle	0	1	0	0	0	1
Fraktur	1	0	0	0	0	1
Gesamt	5	2	3	4	7	21

Tab. 71: Probenergebnis bei Druckstufe 150 psi unter Berücksichtigung der äußeren Kopfadspektion (ohne Nachschuss)

Nach Verwendung der höheren Druckstufe 210 psi (ohne Nachschuss) waren von 11 Gesamtproben 5 komplett negativ. Die häufigsten negativen Befunde aller 4 Tupferproben konnte bei 3 Tieren mit äußerlich sichtbarer Fraktur diagnostiziert werden (**Tab. 72**).

	Alle Tupfer negativ	1 Tupfer positiv	2 Tupfer positiv	3 Tupfer positiv	4 Tupfer positiv	Gesamt
Impression	0	0	1	0	0	1
Leichte Delle	0	0	0	0	0	0
Tiefe Delle	2	1	1	0	0	4
Fraktur	3	1	0	1	1	6
Gesamt	5	2	2	1	1	11

Tab. 72: Probenergebnis bei Druckstufe 210 psi unter Berücksichtigung der äußeren Kopfadspektion (ohne Nachschuss)

4.3.2.2 Betrachtung der Proben im Einzelnen

Tab. 73 stellt die einzelnen Tupferprobenergebnisse bei nicht-nachgeschossenen Tieren in Abhängigkeit der Befunde der äußeren Adspektion des Os frontale detailliert dar. Die Proben aus der Aorta waren am häufigsten positiv (20 von 33), gefolgt von Proben aus dem Truncus pulmonalis (18 von 33) und dem Rechten Ventrikel (16 von 33). Tupferproben aus dem linken Ventrikel fielen in 11 von 33 Fällen positiv aus. Die positiven Proben der einzelnen Tupfer sind über das ganze Spektrum der Stirnbeinbeschädigungen verteilt (**Tab. 73**).

			Impression	Leichte Delle	Tiefe Delle	Fraktur	Gesamt
Rechter Ventrikel	Tupfer	negativ	4	4	4	5	17
		positiv	7	5	2	2	16
		Gesamt	11	9	6	7	33
Truncus pulmonalis	Tupfer	negativ	3	3	4	5	15
		positiv	8	6	2	2	18
		Gesamt	11	9	6	7	33
Linker Ventrikel	Tupfer	negativ	4	7	5	6	22
		positiv	7	2	1	1	11
		Gesamt	11	9	6	7	33
Aorta	Tupfer	negativ	2	4	3	4	13
		positiv	9	5	3	3	20
		Gesamt	11	9	6	7	33

Tab. 73: Einzelergebnisse der Tupferprobenuntersuchungen in Verbindung mit adspektorischen Befunden der Kopfoberfläche (ohne Nachschuss)

4.4 Dauer zwischen Betäubung und Entbluteschnitt

Es wurde stichprobenartig die Zeit zwischen Betäubung und Entblutung nach vorherigem Hautschnitt gestoppt. Das Intervall lag durchschnittlich zwischen 50 und 60 s (Tab. 74).

Tiernummer	Intervall bis zur Entblutung
151	53 s
156	60 s
165	55 s
167	60 s
170	60 s
406	55 s
409	50 s
690	60 s
692	59 s
695	65 s
697	55 s
699	54 s
701	57 s
703	50 s
707	53 s
718	70 s
719	50 s
725	55 s
831	55 s

Tab. 74: Intervall zwischen Betäubung und Entblutung

5 Diskussion

5.1 Praktikabilität der Betäubungsbox und der Betäubungsgeräte in der Routineschlachtung

5.1.1 Betäubungsbox

Die modifizierte Betäubungsfalle der Firma Jarvis erlaubte durch die Nackenfangvorrichtung mit Kinnheber eine optimale Fixierung des Kopfes. Dadurch konnte eine schussgerechte Kopfposition für den Ansatz des mechanischen Betäubungsgerätes erreicht werden. Diese kompakte Form der Fixierung erfordert eine sehr schonende Behandlung der Tiere im Vorfeld der Betäubung, da es sich während der Untersuchungen gezeigt hat, dass nervöse Rinder sehr schwer in diese Vorrichtungen einfädelt. Eine „erzwungene“ Kopffixierung kann zu dem von EW BANK et al. (1992) beschriebenen Distress führen. Vor allem der gemäßigte Einsatz des elektrischen Treibstocks unmittelbar vor der Falle und ein Sichtschutz im Treibgang erwiesen sich als sehr nützlich, weniger Aufregung bei den Rindern zu verursachen. Der Erfolg dieser Maßnahmen hing aber vor allem davon ab, in welcher „Konstitution“ die Rinder bereits angeliefert wurden.

Dem Betäuber war es durch seine seitlich erhöhte Position problemlos möglich das Betäubungsgerät korrekt anzusetzen. Daher konnte entgegen den Beobachtungen von MICKWITZ v. (1982) die Schussposition nicht als Hauptursache von Fehlbetäubungen angesehen werden. In manchen Fällen, beispielsweise bei Tieren, die nach der Kopffixierung durch ihre Mimik die Stirn stark „runzelten“, wäre allerdings eine vor dem Tier stehende Betäubungsposition sicher von Vorteil gewesen, um das Gerät noch fester aufdrücken zu können.

5.1.2 Betäubungsdurchführung

Alle für die Betäubung zuständigen Mitarbeiter verfügten über eine große praktische Erfahrung mit der Bolzenschussbetäubung. Sie waren während des gesamten Untersuchungszeitraums sehr kooperativ und gegenüber der Schuss-Schlag-Methode in großem Maße aufgeschlossen. Eine von SCHATZMANN (1997) beschriebene Abstumpfung war trotz der großen Tierzahlen nicht zu beobachten.

Zur Druckstufenauswahl erwies es sich als praktikabel, die Anatomie des Kopfes in Verbindung mit Rasse und Kategorie zu beurteilen. Dennoch wurde bei einigen Tieren, vor allem im Vorversuch, aufgrund der „unbewussten“ Berücksichtigung des Exterieurs und des subjektiven Gewichtes versehentlich ein falscher Betriebsdruck verwendet. Beim Jarvis-Druckvoreinstellsystem war positiv zu bewerten, dass während des Betriebsablaufes zwischen drei Druckstufen gewählt werden konnte und dadurch im Gegensatz zur EFA-Technik noch eine zusätzliche „Zwischenstufe“ zur Verfügung stand. Der an der Wand befestigte Schaltkasten, in dem die drei Druckstufen vor Arbeitsbeginn festgelegt wurden, war uneingeschränkt praxistauglich, da dadurch eine schnelle und logische (small, medium, large) Auswahl des Betriebsdruckes vor der Betäubung jedes Tieres getroffen werden konnte. Zudem wurde über den leistungsstarken Kompressor eine gleich bleibende Druckverteilung im System erreicht.

Das Gerätemodell der Firma Jarvis war sehr gut zu bedienen und verfügte über eine belastbare Mechanik ohne Rückstoß. Die Vergrößerung des Schlagkopfes nach dem Vorversuch brachte nur durch die Verwendung höherer Druckstufen Veränderungen im Umgang mit dem Gerät. Negativ zu bewerten war bei Gebrauch dieses Gerätemodells allerdings neben der im Vergleich zum Bolzenschussgerät stärkeren Lärmbelastung auch eine zum Teil massive Staubentwicklung in der Umgebungsluft. Diese wurde durch hoch gewirbelte Schmutzpartikel der Kopfhaut und des Fells verursacht und machte für den Betäuber einen Mundschutz erforderlich.

Das Schuss-Schlag-Gerät der Firma EFA, welches in der früheren Untersuchung von HOFFMANN (2003) noch mechanische Mängel und den geringsten Bolzendurchmesser aufwies, wurde vor Versuchsbeginn überarbeitet und mit einem größeren Schlagkopf ausgestattet. Das Modell zeigte während der Studie keine technischen Probleme. Es hatte allerdings einen sehr starken Rückstoß, der ein kontinuierliches Arbeiten schwierig machte. Auch das nachträgliche Anbringen eines seitlichen Handgriffes brachte nur wenig Verbesserung. Möglicherweise könnte dieses Problem durch einen direkt vor dem Tier stehenden Geräteansatz besser reguliert werden, da hierbei wie von LAMBOOY (1981) beschrieben, auch die Armkraft und das Körpergewicht des Betäubers eingesetzt werden könnten.

Der Einsatz des kartuschenbetriebenen Bolzenschussapparates war innerhalb des Arbeitsablaufes durch das Nachladen der Patronen sowie durch den Bolzenwechsel nach ungefähr 40 Tieren aus Gründen der BSE-Prophylaxe mit einem größeren Zeitaufwand verbunden, als dies bei den druckluftbetriebenen Schuss-Schlag-Geräten der Fall war. Er übertraf die Testgeräte allerdings an Handlichkeit, Flexibilität (Nachbetäubungen waren auch außerhalb der Box möglich) und vermindertem technischen Aufwand, da Kompressor und Zuleitungsschläuche nicht benötigt wurden. Zudem war die nach der Tierschutz-Schlachtverordnung (§ 13 Abs. 2 TierSchIV) zwingend vorgeschriebene tägliche Funktionsprüfung und Pflege einfacher als bei den komplizierter gebauten Schuss-Schlag-Geräten durchzuführen.

5.2 Betäubungserfolg bei den verschiedenen Geräten

Für die Beurteilung der anhaltenden Bewusstlosigkeit bei den untersuchten Tieren war entscheidend, welcher Gesamteindruck nach Berücksichtigung einzelner, visuell erfasster Anzeichen einer Betäubung gewonnen wurde. Als die zwei wichtigsten Parameter, die ganz sicher auf intakte ZNS-Strukturen hinwiesen und daher eine Nachbetäubung außerhalb der Betäubungsbox zur Folge hatten, wurden in allen Versuchsabschnitten eine regelmäßige Atemmechanik und/oder ein gerichteter Blick angesehen. Schnappatmung trat in der Regel, wie auch von GRANDIN (2003) beschrieben, bei ausreichend betäubten Rindern auf. Die alleinige Beurteilung eines positiven Korneal- bzw. Lidreflexes erwies sich hinsichtlich der Betäubungsqualität vor allem bei Kühen als wenig aussagekräftig. Wie nach Anwendung des Bolzenschussverfahrens von ZRENNER und HAFFNER (1999) beschrieben traten auch nach der Schuss-Schlag-Betäubung zunächst tonische mit nachfolgenden klonischen Krämpfen auf. Das Ausmaß der unwillkürlichen Bewegungen war allerdings im Vergleich zum konventionellen penetrierenden Verfahren unmittelbar nach der Betäubung auf dem Trockenlanderost um durchschnittlich ca. 9 % geringer (siehe 5.5).

Bei Betrachtung der erfolgreichen Betäubungen in den einzelnen Versuchsabschnitten der Untersuchung muss festgestellt werden, dass alle Erstbetäubungsquoten unter den von GRANDIN (2003) vorgegebenen Richtwerten liegen. Innerhalb der drei Schuss-Schlag-Versuche bewegte sich der Erstbetäubungserfolg mit 85,5 % im Vorversuch, mit 82,5 % im Hauptversuch und nur 62,3 % im EFA-Versuch in einem Bereich, den GRANDIN (2003) als sehr problematisch (unter 90 %) bezeichnet. Selbst die etablierte Bolzenschussbetäubung lag mit einer Quote von 93,5 % zwar innerhalb der Studie an der Spitze aber unterhalb des anzustrebenden Erstbetäubungsergebnisses von 95 % (GRANDIN, 2003) bzw. oberhalb der von DRAWER und ENNULAT (1977) angegebenen durchschnittlichen Fehlbetäubungsrate von 5-6 %.

Die dominante Rasse unter allen Kategorien stellte in der Untersuchung Fleckvieh mit einem Anteil von annähernd 90 % dar. Daher setzte sich auch die Gesamtbetäubungsquote fast ausschließlich aus dieser, für den süddeutschen Raum üblichen, Rinderrasse zusammen. Allerdings war zu beobachten, dass im Hauptversuch bei Rindern der Rasse Schwarzbunt der Erstbetäubungserfolg um 10 % höher als bei

Fleckvieh lag. Dies lässt sich vor allem durch die im Vergleich zum Fleckvieh schmalere Stirn (KONOLD und WÜRTENBERGER, 1954), dünnere Haut und kürzeren Haare der Niederungsrinder (HABERMEHL, 1996) erklären, wodurch die auf den Schädel auftreffende Energie besser auf das Gehirn einwirken kann. In allen Schuss-Schlag-Versuchsabschnitten zeigten sich größere Probleme mit der Betäubungseffektivität bei den überwiegend vorkommenden Jungbullen als bei den ebenfalls noch in größerer Anzahl anzutreffenden Kühen und Färsen. Die Kategorien Bulle und Ochse waren im Vergleich dazu beide zu schwach vertreten, um eine repräsentative Aussage treffen zu können. Beim Bolzenschussverfahren dagegen konnten derartige Betäubungsschwierigkeiten innerhalb einer bestimmten Kategorie nicht festgestellt werden. Eine Abhängigkeit des Erstbetäubungserfolges vom Alter der Tiere war in allen Versuchsabschnitten nicht zu beobachten. Zum Zwecke einer besseren Aussagekraft wurden dabei nur die Ergebnisse der Altersstufen innerhalb einer Kategorie verglichen, da beispielsweise Jungbullen (< 2 Jahre) und Kühe (> 2 Jahre) eine völlig gegensätzliche Altersstruktur aufweisen. Nach Betrachtung der verschiedenen Schlachtgewichtsbereiche fiel auf, dass sowohl im Vorversuch als auch Hauptversuch bei Jungbullen zwischen 450 und 499,5 kg Schlachtgewicht ein deutlich niedrigerer Erstbetäubungserfolg verzeichnet werden konnte, als dies bei Tieren derselben Kategorie mit ca. 300 kg Schlachtgewicht der Fall war. Es ist zu vermuten, dass die Ursache darin begründet liegt, dass mit zunehmendem Schlachtgewicht die Faktoren mit negativem Einfluss auf die Betäubungsqualität zunehmen. Als solche Faktoren sind die Knochendicke des Stirnbeins, die anatomische Ausprägung der Kopfform und evtl. die Behaarung im Stirnbereich zu nennen. Gerade die beiden letzten Genannten können dazu führen, dass der Schlagkopf nicht plan auf der Schädeldecke aufliegen kann. Daraus resultiert, dass die durch den Schlagkopf aufgebrachte Energie zur Auslösung eines massiven coup/contrecoup Effektes sowie Erschütterungen und Druckerhöhungen bestimmter Hirnstammteile nicht ausreichend ist. Die Folge sind Tiere, die eine ungenügende Betäubungstiefe aufweisen.

Aufgrund des dargestellten niedrigen Erstbetäubungserfolges nach Anwendung des Schuss-Schlag-Verfahrens soll nachfolgend anhand der weiteren Untersuchungsergebnisse erörtert werden, ob die Betäubung durch Gehirnerschütterung prinzipiell, wie von LAMBOOY et al. (1981) beschrieben, niedriger als das Bolzenschussverfahren mit zusätzlich penetrierender Gehirnschädigung einzuschätzen ist, oder ob es

noch weitere Möglichkeiten zur Optimierung der Methode gibt. Die nähere Betrachtung der wichtigen Einflussfaktoren Betriebsdruck und Schlagposition lässt Rückschlüsse auf die Ursachen des mangelnden Betäubungserfolgs vor allem bei den Jungbullen zu.

Während des Vorversuches erschien bei Kühen ein Betriebsdruck von 120 psi im Vergleich zu anderen Druckstufen wegen des besten Verhältnisses aus Betäubungswirkung (84,4 % Erstbetäubungsquote) und der geringsten Schäden am Os frontale (Impressionen bei 45,2 % der Tiere) am besten geeignet zu sein. Aufgrund von subjektiven Erfahrungen mit anderen Druckstufen wurde zur Betäubung von Jungbullen im Vorversuch in 68,7 % der Fälle als Betriebsdruck 180 psi ausgewählt. Bei den 1067 mit dieser Druckstufe betäubten Jungbullen wurde eine Erstbetäubungsquote von 83,6 % erreicht. Allerdings wurden durch diese Druckstärke (180 psi) zumeist massive Schäden am Stirnbein verursacht. Aufgrund dieser dargestellten Ergebnisse musste sowohl bei den Kühen als auch insbesondere bei den Jungbullen nach dem Vorversuch abschließend festgestellt werden, dass die Erstbetäubungsquote zu niedrig und das Ausmaß der Stirnbeinbeschädigung unbefriedigend waren. Als Konsequenz aus dem Vorversuch wurde vor dem Hauptversuch der Durchmesser des Schlagkopfes vergrößert. Diese Modifizierung sollte am Rinder Schädel eine bessere Verteilung der Aufschlagenergie bewirken.

Im anschließenden Hauptversuch lag die Erstbetäubungsquote bei den Jungbullen nach Einsatz von 210 psi bei 80 %. Auch beim höheren Betriebsdruck von 235 psi konnte im Hauptversuch bei den Jungbullen keine Verbesserung der Betäubungsqualität erzielt werden, da der Erstbetäubungserfolg hier sogar nur bei 77,7 % lag. Bei über 50 % der betrachteten Köpfe wurde zudem nach Verwendung der Druckstufen 210 psi und 235 psi entweder eine tiefe Delle oder eine Zertrümmerung am Os frontale festgestellt. Die Modifizierung des Schlagkopfes brachte somit bei den Jungbullen nicht den erhofften Erfolg. Daraus lässt sich folgern, dass bei der Betäubung von Jungbullen mit dem Schuss-Schlag-Verfahren grundsätzlich das größte Problem darin liegt, genügend Energie auf den meistens im Vergleich zu weiblichen Tieren breiteren und mit dickerer Haut und Haarpolster versehenen Kopf zu bringen, um eine effektive Betäubung zu bewirken, ohne dabei gleichzeitig eine Fraktur hervorzurufen. Vor allem die Druckstufe 235 psi, welche zur ausreichenden Betäubung stark

ausgeprägter Jungbullenköpfe (zumeist bei schwergewichtigen Tieren) erforderlich war, schien zu hoch für den Durchmesser des Schlagkopfes zu sein. Durch diese übermäßige Druckstärke wurde der Kopf wie von einem Geschoss frakturiert, ohne dass sich die für die Betäubung notwendige Druckwelle auf das Gehirn übertragen konnte. Die Ergebnisse der Studie widersprechen somit der Meinung von GRANDIN (2004), die eine steigende Effektivität mit zunehmender Fraktur sieht. Bei Druckstufen über 200 psi wäre daher beim Jarvis-Gerät für eine effektive Betäubung unter Vermeidung von Frakturen noch eine größere Schlagkopffläche notwendig, um die auftreffende Energie auf dem Schädeldach besser verteilen zu können. Bei den im Hauptversuch betäubten Kühen ergaben allerdings die Druckstärke (150 psi) und der größere Durchmesser des Schlagkopfes ein besseres Ergebnis als bei den Jungbullen ermittelt werden konnte. Die im Vergleich höhere Erstbetäubungsquote von 87,8 % und die reduzierten Kopfschäden (67,2 % Impressionen) untermauern diese Aussage. Da bei der Betäubung von Färsen ein ähnliches Resultat erzielt werden konnte, müsste als Konsequenz daraus vor der Schlagkopfauswahl eine Tiersortierung in männliche und weibliche Rinder erfolgen. Dies ist allerdings in einem großen EU-zugelassenen Rinderschlachtbetrieb aus verschiedenen Gründen, beispielsweise mangels Stallungen, organisatorisch nicht möglich. Der erfolgreichere Einsatz des Jarvis-Gerätetyps in einem dänischen EU-Schlachtbetrieb ist nach eigenen Beobachtungen vor Ort hauptsächlich damit zu erklären, dass der überwiegende Anteil der dortigen Rinderschädel in ihrer Ausprägung wesentlich kleiner als bei den Rindern der eigenen Studie waren. Zudem herrscht in dieser Region im Süden Dänemarks die Rasse der Schwarzbunten vor, bei denen auch in der vorliegenden Untersuchung ein besseres Erstbetäubungsergebnis als bei der Rasse Fleckvieh erreicht werden konnte.

HOFFMANN (2003) erzielte bei ihrem Versuch mit dem EFA-Vorgängermodell bei Jungbullen unter Verwendung von 13 bar Betriebsdruck ein Erstbetäubungsergebnis von 64 %. In der vorliegenden Untersuchung mit dem überarbeiteten EFA-Gerät, das mit einem größeren Schlagkopf ausgestattet war, mussten bei diesem Betriebsdruck (13 bar) im Vergleich zu HOFFMANN (2003) über 10 % mehr Jungbullen nachgeschossen werden, obwohl die durch den Schlagkopf verursachten Kopfschäden geringer (51,4 % Impression) als beim Jarvis-Gerät waren. Mitursache für das niedrige Erstbetäubungsergebnis der Jungbullen war sicherlich der starke Rückstoß des Ge-

rätes, da dadurch kinetische Energie verloren geht. Weiterhin ist zu bemerken, dass aufgrund des starken Rückstoßes und der Konzeption der Betäubungsfalle (seitlich erhöhte Position), der Betäuber fast nach jedem Einsatz des EFA-Gerätes mit dem Arm an den Begrenzungspfosten der Box stieß. Es ist anzunehmen, dass der Schlagkopf instinktiv von der ausübenden Person in einer für die Betäubungswirkung nicht optimalen Position verbracht wurde. Vermutlich wurde der Schlagkopf bereits beim Ansatz zum Teil nicht mit Nachdruck auf den Tierschädel aufgesetzt und während des Schlages das Gerät reflexartig zurückgezogen, was einen Energieverlust bedeutet. Diese Bewegungen des Ausübenden waren visuell nicht zu erfassen und der Energieverlust war nicht bei jedem Tier gleich stark.

Neben dem Erstbetäubungserfolg wurde im Vor- und Hauptversuch auch die Effektivität von Nachschlägen in Verbindung mit Druckstärke und Kategorie näher untersucht. Der einmalige Nachschlag zeigte im Vorversuch in der Kategorie Kuh bei Anwendung von 120 psi nur bei 61,9 % der Tiere eine ausreichende Wirkung, während das doppelte Nachschlagen von 2 Kühen sogar ganz erfolglos blieb. In der Kategorie Jungbulle konnte mit einem Druck von 180 psi in 70,8 % der Fälle durch einmaliges Nachschlagen eine nachträgliche erfolgreiche Betäubungswirkung erzielt werden, während ein zweimaliges Nachschlagen nur bei einem von fünf Tieren erfolgreich war. Im Hauptversuch war bei den Kühen ein einmaliger Nachschlag mit 150 psi bei 68,2 % der Tiere erfolgreich, während dieser bei den Jungbullen unter Verwendung von 210 psi und 235 psi jeweils nur eine Effektivität von ca. 55 % erzielte. Der doppelte Nachschlag führte im Hauptversuch bei Jungbullen unter Einsatz von 210 psi lediglich bei 36,4 % der Fälle zum Erfolg, während mit 235 psi sogar nur 28,6 % der Tiere ausreichend nachbetäubt wurden. Aus diesen dargestellten Ergebnissen wird ersichtlich, dass sowohl im Vorversuch als auch im Hauptversuch unter Anwendung verschiedener Druckstärken mit jedem Nachschlag die Effizienz sank. Durch die mehrfache Schuss-Schlag-Betäubung an derselben Stelle kam es möglicherweise zu Frakturen am Os frontale, wodurch die Aufschlagenergie ungenügend auf das Gehirn einwirken konnte. Aufgrund dieser mangelnden Nachschlagseffektivität der Schuss-Schlag-Geräte war der Bolzenschussapparat als „Gerät zur Nachbetäubung“ während der Untersuchungen unverzichtbar.

Es stellt sich die Frage, inwieweit Anwendungsfehler auf den Betäubungserfolg Einfluss haben. Die eigenen Versuchsergebnisse zeigten, dass bei einer geraden Fixierung des Kopfes und etwas zu lateralem Ansatzpunkt durchaus Erstbetäubungsquoten zu ermitteln (76,7 %) waren, die sich von denen mit korrekten Schlagpositionen (88,5 %) zwar unterschieden, aber in der Tendenz gleich einzustufen waren. Sobald der Kopf aber zusätzlich zum zu lateralen Ansatz schief positioniert war, sank das Betäubungsergebnis auf 45,2 %. Diese Untersuchungsergebnisse lassen allerdings keine Rückschlüsse darüber zu, welche Abweichung von dem definierten Bereich von 2 cm (LAMBOOY, 1981) um den Schusspunkt herum bei der Schuss-Schlag-Betäubung noch zu einer ausreichenden Bewusstlosigkeit führt.

Die Zeit von der Betäubung bis zur Entblutung von annähernd 60 s führte bei ausreichend betäubten Tieren zu keinen Beanstandungen im Hinblick auf den Tierschutz. Dies widerspricht sowohl dem wissenschaftlichen Bericht der EFSA (2004), die bei der Schuss-Schlag-Betäubung ein Stechen innerhalb von 12 s fordert, als auch den Aussagen von MINTZLAFF und LAY (2004), die den Blutentzug innerhalb 5-15 s für einen wesentlichen Faktor bei diesem Verfahren halten. Trotzdem ist einer schnelleren Entblutung wie bei jedem Betäubungsverfahren aus Gründen des Tierschutzes unbedingt der Vorzug zu geben, sofern sie arbeitstechnisch möglich ist.

5.3 Kopfspektroskopie nach Schuss-Schlag-Betäubung

Die stichprobenartige Betrachtung der Schädel nach Hautabzug zeigte im Vorversuch in der Kategorie Jungbulle bei 46 % eine Trümmerfraktur am Os frontale. Dies gab neben dem Erstbetäubungsergebnis Veranlassung dazu, die bereits erwähnte Modifizierung des Schlagkopfes vor dem Hauptversuch vorzunehmen, da gemäß der Richtlinie 93/119/EG keine Stirnbeinfraktur nach einer Schuss-Schlag-Betäubung entstehen darf. Die Zahl der Zertrümmerungen im Bereich der Aufschlagfläche konnte im Hauptversuch durch die Vergrößerung des Schlagkopfdurchmessers bei Jungbullen auf 30,0 % gesenkt werden, was allerdings nicht zufrieden stellend ist. Bei Kühen war dagegen im Hauptversuch nur bei 5,6 % eine Fraktur festzustellen und bei 67,5 % der betrachteten Köpfe eine Impression. Färsen hatten sogar in 77,1 % der Fälle lediglich eine Impression. Es zeigte sich zudem nach Auswertung der Ergebnisse des Vor- und Hauptversuches, dass mit den Schäden am Stirnbein auch die Zahl der Nachschüsse anstieg. Dies lässt sich dadurch belegen, dass bei Tieren, bei denen der Schlag nur eine Impression verursachte, die Erstbetäubungsquote innerhalb der Untersuchungen des Vor- und Hauptversuches bei durchschnittlich 95,1 % lag, während Rinder nach hervorgerufener Stirnbeinfraktur nur durchschnittlich zu 77,0 % mit dem Schuss-Schlag-Gerät der Firma Jarvis ausreichend betäubt waren.

Im EFA-Nachfolgeversuch kam es lediglich bei 16,2 % der Jungbullen, die ohne Ausnahme unter einem Betriebsdruck von 13 bar betäubt wurden, zu einer Trümmerfraktur und bei über 50 % war eine befriedigende Impression zu erkennen. Dies lässt sich zum einen durch den größeren Schlagkopf, welcher die Energie auf dem Kopf besser verteilt, als auch durch den starken Rückstoß erklären, da dadurch nicht die vollständige Energie auf das Schädeldach einwirkte. Auch bei diesem Gerät lag die Erstbetäubungsquote bei stichprobenartig untersuchten Tieren mit Impression bei 97,2 %, während bei einer Frakturierung des Stirnbeins nur 33,3 % der Rinder effektiv betäubt wurden. Allerdings muss an dieser Stelle noch einmal darauf hingewiesen werden, dass die Gesamtbetäubungsquote des EFA-Gerätes mit Abstand am geringsten war.

Die bereits erwähnte These von GRANDIN (2004), wonach die Effektivität mit dem Ausmaß der Fraktur steigt, kann auch nach gesamtlicher Betrachtung der Schuss-Schlag-Ergebnisse nicht bestätigt werden, da die Häufigkeit einer Nachbetäubung nach Zertrümmerungen durchschnittlich bei 25,5 % lag und die durchschnittliche Nachbetäubungsquote bei Impressionen nur bei 4,5 %.

Nach dem sagittalen Querschnitt von 80 Köpfen im Hauptversuch wurde adspektorisch erfasst, dass bei 80 % die Lamina externa des Stirnbeins frakturiert war und bei ungefähr der Hälfte auch zusätzlich die Lamina interna. Sogar die Dura mater encephali war bei einem Drittel beschädigt. Ebenso waren in allen Gehirnen Hirnbasisblutungen und bei 97,5 % der eröffneten Köpfe zusätzlich diffus über das Gehirn verteilte Einblutungen unterschiedlicher Ausprägung zu sehen. Da in den Gehirnen weiblicher Tiere stärkere Blutungen diagnostiziert wurden als bei den männlichen, kann keine Beziehung zwischen Druckstärke und Ausmaß der Blutungen hergestellt werden. In der vorliegenden Arbeit bestätigten sich somit die Beobachtungen von FINNIE (1995) und HOFFMANN (2003), die bei ihren Untersuchungen an Rindergehirnen zahlreiche Blutungen feststellen konnten.

5.4 Untersuchung auf ZNS-Gewebe nach Schuss-Schlag-Betäubung und BSE-Problematik

Eine Kontamination von ZNS-Gewebe nach außen wurde durch die Schuss-Schlag-Betäubung vermieden, da während der Untersuchung bei keinem Tier die Cutis perforiert wurde. Daher konnte auch der Schlagkopf aufgrund der ausbleibenden Penetration des Gehirns nicht als Vektor für Krankheitserreger dienen, wie beispielsweise von DALY et al. (2002) dargestellt. Dadurch nimmt neben dem Arbeitsschutz auch die vom SSC (2002b) geforderte Sicherheit bei der Kopf- und Backenfleischgewinnung zu.

Schon die über den GFAP-Nachweis mittels RIDASCREEN®-Test erhobenen positiven ZNS-Befunde in Stichblutproben von 5 Rindern bestätigten den bereits von verschiedenen Wissenschaftlern (GARLAND, 1996; JOHANNSEN, 2002; MOJE et al., 2002; HOFFMANN, 2003) geäußerten Verdacht, dass es auch bei Schuss-Schlag-Betäubung zu einer Streuung von ZNS-Gewebe kommen kann. Zudem wiesen nur 10 der 33 nicht-nachgeschossenen Tiere, unabhängig von der Kategorie und den sichtbaren Schäden an der Kopfoberfläche, negative RIDASCREEN® Testergebnisse in allen entnommenen Tupferproben auf. Dadurch wird die Einstufung durch den wissenschaftlichen Lenkungsausschuss (SSC, 2002a) widerlegt, welcher die nicht-penetrierende Betäubungsform zu den Verfahren mit sehr geringem BSE-Risiko zählt. Auffallend ist zudem, dass die größte Kontamination mit über 60 % positiven Befunden in der Aorta anzutreffen war, gefolgt von Tupferproben aus dem Truncus pulmonalis mit 54,5 %, der rechten Herzkammer mit 48,5 % und der linken Herzkammer mit 33,3 %. Dieses Ergebnis ist der Liste des SSC (2002a) hinsichtlich des Kontaminationsrisikos bei penetrierenden Verfahren sehr ähnlich, wonach für das Blut das größte Risiko besteht, gefolgt von den Pulmonalarterien mit Lunge und dem rechten Herz. Bei Betrachtung der Tupferprobenergebnisse der 7 nachgeschossenen Tiere wurde festgestellt, dass nur bei einem Tier alle 4 Tupfer positiv waren. Durch den zusätzlichen Bolzenschuss entstand somit keine stärkere Streuung von Gehirngewebe als nach alleinigem Schuss-Schlag-Verfahren. In diesem Zusammenhang muss auch noch einmal darauf hingewiesen werden, dass die äußere Betrachtung der Stirnbeinbeschädigung keinen konkreten Hinweis auf das Risiko einer Verschleppung gibt, da die positiven Proben bei allen adspektorisch erhobenen Befun-

den auftraten. Diese Untersuchungsergebnisse zeigen auf, dass bei jedem mechanischen Betäubungsverfahren zum Zwecke des Verbraucherschutzes ein schneller Blutentzug, möglicherweise über alternative Entblutungstechniken erfolgen sollte, um die zwischen Kopf und Herz bestehenden venösen Gefäßverbindungen so schnell wie möglich zu unterbinden (SCHUETT-ABRAHAM, 2002b).

5.5 Arbeitsschutz bei der Schuss-Schlag-Betäubung

Da die Cutis bei allen Tieren, wie bereits erwähnt, unverletzt blieb, bestand für die Mitarbeiter kein Risiko während der Betäubung bis zum Hautabzug mit möglicherweise infiziertem Gehirngewebe in Kontakt zu kommen. Somit kann die Einschätzung des Ausschusses für biologische Arbeitsstoffe (ABAS, 2003), der keine Kontaminationsgefahr bei der Schuss-Schlag-Betäubung sieht, bestätigt werden. Zudem trifft es zu, dass durch die Metallscheibe im Vergleich zum Bolzenschussgerät die Arbeitssicherheit steigt, weil dadurch bei einem versehentlich ausgelösten Schuss keine penetrierende Verletzungsgefahr besteht.

Bezüglich der Arbeitssicherheit an den nachfolgenden Arbeitspositionen fiel auf, dass im Hauptversuch 92,2 % der Tiere nach Auswurf aus der Box nahezu ruhig auf dem Rost lagen (Vorversuch: 84,2 %, EFA: 93,2 %). Nach dem Bolzenschuss waren nur bei 80,8 % der untersuchten Tiere auf dieser Position keine bis mäßige unwillkürliche Bewegungen zu beobachten. Dies bestätigt die Aussage mehrerer Wissenschaftler, wonach die Tiere nach Schuss-Schlag-Betäubung vor dem Anschlingen weniger Reflexbewegungen als beim Bolzenschussverfahren ohne den verbotenen Rückenmarkzerstörer aufweisen und dadurch keine Elektroimmobilisation für ein sicheres Anschlingen mehr notwendig ist (JOHANNSEN, 2002; HOFFMANN, 2003; ABAS, 2003). Zudem zeigten die Tiere beim Bruststich weniger aufziehende Bewegungen der Vordergliedmaße, welche für das Personal sehr gefährlich sind, als nach Bolzenschussbetäubung.

Im Vergleich zu der Bolzenschussbetäubung muss festgestellt werden, dass bei der Schuss-Schlag-Betäubung durch aufgewirbelten Staub die Umgebungsluft so mit Dreckpartikeln angereichert war, dass das Tragen einer Maske zum Schutze der Lungen angebracht erschien. Auch die Lärmentwicklung durch die beiden Schuss-Schlag-Geräte war massiv, so dass nicht ohne Gehörschutz gearbeitet werden konnte. Diese Beeinträchtigungen sind im Sinne des Arbeitsschutzes als sehr bedenklich einzustufen.

6 Schlussfolgerungen

6.1 Bedeutung für den Tierschutz

Aus den Untersuchungen wurde ersichtlich, dass für eine effektive Betäubung bei beiden mechanischen Betäubungsverfahren eine Kopffixierung mit Kinneber sehr empfehlenswert ist. Diese erfordert eine absolut schonende Behandlung des Rindes vor der Betäubung, da durch den Einsatz eines Kinnhebers zusätzlicher Stress entsteht. Solch ein stressfreier Zutrieb in die Betäubungsbox wäre beispielsweise durch ein in den USA verwendetes „Conveyor Restrainer System“ gewährleistet.

Als eine wichtige Schlussfolgerung der Studie ist festzuhalten, dass das Schuss-Schlag-Verfahren auch bei fehlerfreier Gerätetechnik und korrekter Anwendung in der Routineschlachtung eines EU-zugelassenen Schlachtbetriebes in Deutschland nicht die gleiche Sicherheit bietet, in solch einer Regelmäßigkeit eine tiefe Bewusstlosigkeit herbeizuführen, wie dies beim etablierten Bolzenschussverfahren der Fall ist. Keiner der getesteten Schuss-Schlag-Apparate erreichte annähernd das Erstbetäubungsergebnis des Bolzenschussverfahrens. Zudem zeigten die Untersuchungen, dass ein optimales Verhältnis zwischen Betäubungswirkung und Stirnbeinbeschädigung in der Praxis ganz schwer zu erreichen ist. Einer weiteren Modifizierung der Geräte sind durch die Verschiedenartigkeit der Köpfe vor allem innerhalb der Kategorie Jungbulle und der daraus resultierenden Notwendigkeit, die Schlagkräfte sehr individuell dosieren zu müssen, Grenzen gesetzt. Des Weiteren wurde festgestellt, dass auf einen Bolzenschussapparat als „Notfallgerät“ bei der Durchführung der Schuss-Schlag-Betäubung aus Tierschutzgründen auf keinen Fall verzichtet werden kann, da selbst ein zweiter Nachschlag oft nicht effektiv war. Für eine Einzelschlachtung wäre diese Methode gänzlich ungeeignet, da zum einen eine sehr gute Kopffixierung ohne Betäubungsbox nicht möglich ist, und zum anderen eine ungenügende Betäubung außerhalb einer Betäubungsfalle große Arbeitsschutzrisiken mit sich bringt. Zusätzlich wäre der technische Aufwand zu hoch. Aufgrund dieser angeführten Untersuchungsergebnisse kann das Verfahren daher, auch unter Einbeziehung der hohen Fehlbetäubungsquote in der Studie von HOFFMANN (2003), für eine Zulassung in Deutschland nicht empfohlen werden.

Die beim Bolzenschussverfahren zulässige Höchstdauer zwischen Betäubung und Entblutung von 60 s erwies sich auch beim Schuss-Schlag-Verfahren nach erfolgreicher Betäubung als akzeptabel.

6.2 Bedeutung für den Verbraucherschutz

Ein großer Vorteil des Schuss-Schlag-Betäubungsverfahrens liegt in einer stumpfen Erschütterung des Gehirns, wodurch zum einen die äußere Umgebung nicht kontaminiert werden kann und zum anderen keine mögliche Infizierung vom kranken zum gesunden Tier mit dem Bolzen als Vektor stattfindet. Zudem ist durch das fehlende Schussloch das Risiko einer Kontamination des Backenfleisches mit Hirngewebe geringer. Dies ist allerdings nur der Fall, wenn keine vollständige Zertrümmerung des Os frontale stattfindet.

Obwohl die Gehirnschädigung durch die ausbleibende Penetration des Gehirns im Vergleich zum Bolzenschussverfahren wesentlich geringer ist, wurde durch die positiven Befunde von ZNS-Gewebe sowohl im Stichblut als auch bei den verschiedenen Tupferproben bewiesen, dass auch die Schuss-Schlag-Betäubung eine Streuung von Hirnpartikeln in den Körper verursachen kann. Besonders alarmierend ist dabei, dass solch eine Kontamination unabhängig von den äußerlich sichtbaren Stirnbeinbeschädigungen vorkam. Schlussfolgernd sollte daher bei jedem mechanischen Verfahren die Blutversorgung des Kopfes so schnell wie möglich unterbrochen werden. Dazu bietet sich eine Betäubungsbox mit Vorrichtung zum Stechen (TROEGER, 2002a) oder die Entblutung im Liegen an.

6.3 Bedeutung für den Arbeitsschutz

Die Kopffixierung mit Kinnheber erwies sich auch bei der Bolzenschussbetäubung als Maßnahme zur Erhöhung der Arbeitssicherheit, da dadurch unkontrollierbare Kopfbewegungen des Tieres, die für die Hand des Betäubers gefährlich sind, vollständig unterbunden werden konnten.

Die geringe Austrittsweite und die pilzkopfförmige Form des Schlagkopfes machen das Schuss-Schlag-Gerät bei versehentlich ausgelösten Schüssen im Vergleich zum etablierten Bolzenschussapparat wesentlich ungefährlicher. Durch die ausbleibende Eröffnung der Schädelhöhle kommt das Schlachtpersonal zudem nicht mit möglicherweise infiziertem Gehirnmaterial in Kontakt. Ein weiterer Vorteil der Schuss-Schlag-Betäubung gegenüber dem Bolzenschussverfahren aus Sicht des Arbeitsschutzes liegt in der besseren Ruhiglage der Tiere auf dem Rost, welche ein sofortiges Weiterarbeiten ohne Elektroimmobilisierung ermöglicht.

7 Zusammenfassung

Im Rahmen dieser Arbeit wurde die Schuss-Schlag-Betäubung an 5552 Rindern in der Routineschlachtung eines größeren zugelassenen Rinderschlachtbetriebes in Süddeutschland untersucht. Es kamen dabei zwei verschiedene druckluftbetriebene Gerätetypen (Firma Jarvis und EFA) zum Einsatz. Bei insgesamt 83,3 % der 5552 Rinder konnte mit dem Schuss-Schlag-Verfahren eine erfolgreiche Erstbetäubung durchgeführt werden. Dabei wurde mit dem Jarvis-Gerätemodell ein größerer Erstbetäubungserfolg als mit dem EFA-Gerät erzielt. Eine Nachbetäubung mittels Schuss-Schlag-Verfahren war im Vor- und Hauptversuch häufig nicht effektiv. Die höchsten Nachbetäubungsquoten unter den Kategorien waren in allen Versuchsabschnitten bei den Jungbullen zu verzeichnen. Zur vergleichenden Betrachtung der Betäubungswirkung wurden 1130 Tiere mit einem kartuschenbetriebenen Bolzenschussapparat betäubt. Die Erstbetäubungsquote dieses etablierten Verfahrens lag bei 93,5 %.

An der Kopfoberfläche ließen sich im Bereich der Aufschlagfläche des Schlagkopfes am Stirnbein bei annähernd 60 % der 548 nach Hautabzug untersuchten Köpfe Schäden nachweisen, die über eine Impression hinausgingen. Auch die pathologisch-anatomische Untersuchung am eröffneten Kopf nach Querschnitt durch den Hirnschädel von 80 Tieren zeigte eine häufige Beschädigung der Lamina externa und interna. In allen 80 Gehirnen wurden Blutungen unterschiedlichen Ausmaßes diagnostiziert.

Zur Untersuchung auf ZNS-Gewebe mittels RIDASCREEN®-Test wurden zunächst von 20 Rindern nach der Schuss-Schlag-Betäubung direkt aus dem Stichblut Blutproben gewonnen, in denen bei 20 % der Tiere ein positiver Befund erhoben werden konnte. Zudem wurde von 33 Schuss-Schlag-betäubten Tieren jeweils eine Tupferprobe aus der rechten Herzkammer, der linken Herzkammer, dem Truncus pulmonalis und der Aorta entnommen. Nur bei 10 der 33 Rinder konnte in allen vier Proben kein ZNS-Gewebe nachgewiesen werden. Der häufigste Nachweis gelang mit über 60 % in der Aorta.

Als wichtigste Schlussfolgerung ist festzuhalten, dass die Schuss-Schlag-Betäubung in der Routineschlachtung hinsichtlich der Betäubungswirkung schlechter als das Bolzenschussverfahren zu beurteilen ist. Aufgrund der positiven ZNS-Befunde kann zudem der Verbraucherschutz durch dieses nicht-penetrierende Verfahren hinsichtlich der BSE-Problematik nicht erhöht werden. Nur die Arbeitssicherheit könnte nach erfolgreichem Einsatz der Schuss-Schlag-Betäubung durch die ungefährlichere Gerätemechanik, durch das Fehlen eines Schussloches und die bessere Ruhiglage der Tiere auf dem Rost verbessert werden.

8 Summary

Effectiveness of concussion stunning in comparison to captive bolt stunning in routine slaughtering of cattle

In this study, concussion stunning was examined during routine slaughter of 5552 cattle in a large EU approved slaughterhouse in southern Bavaria. In the course of the study two different pneumatic non-penetrating devices (Jarvis and EFA) were used. In a total of 83.3 % of the 5552 cattle concussion stunning resulted in an effective initial stun. The rate of successful initial stuns was higher when the Jarvis device was applied in comparison to the stun effectiveness determined with the EFA apparatus. In preliminary trials as well as the main study, restunning via concussion stunning frequently was not effective. During all stages of the study, bullocks were the category of slaughter animals with the highest restun rates. For a comparative evaluation of stun effectiveness 1130 animals were stunned with a cartridge activated captive bolt device. The initial stun rate of this established method was 93.5 %.

In approximately 60 % of 548 heads examined after skinning the surface of the head showed profound injuries of the frontal bone (exceeding mere impression) in the impact area of the bolt. The skulls of 80 cattle were split in a transversal direction after concussion stunning and the ensuing pathological-anatomical examination commonly revealed damages of the external and internal laminae of the frontal bone. In all of the 80 brains examined hemorrhages of varying extent were detected.

The dissemination of CNS tissue was examined via RIDASCREEN® Risk Material ELISA test. For this purpose, blood samples were directly taken from the sticking blood of 20 animals, 20 % of which showed a positive result. In addition, swab samples were taken from the right and left ventricle of the heart, the pulmonary trunk and the aorta of 33 concussion stunned animals. In merely 10 of these 33 cattle no CNS was detected in any of the four samples. The sample with the highest detection rate of 60 % was the aorta.

The most important conclusion of this study is the overall evaluation of concussion stunning as less suited for routine slaughter than captive bolt stunning as far as stun effectiveness is concerned. Furthermore, the positive CNS results showed that this non-penetrating stunning method does not lead to an improvement of consumer protection with respect to the BSE risk. Only staff safety might be improved by application of concussion stunning as the apparatus is safer to handle, there is no stun hole with possibly exuding brain material and an effective stun results in a better immobilization of the animals after ejection onto the bleeding table.

9 Literaturverzeichnis

Anil, M. H., Love, S., Williams, S., Shand, A., Mc Kinstry, J. L., Helps, C. R., Waterman-Pearson, A., Seghatchian, J., Harbour, D. A. (1999):

Potential contamination of beef carcasses with brain tissue at slaughter.

Veterinary Record 145, 460-462

Anil, M. H., Harbour, D. A. (2001):

Current stunning and slaughter methods in cattle and sheep.

Potential for carcass contamination with central nervous tissue and microorganism.

Fleischwirtschaft 11/2001, 123-124

Anil, M. H., Love, S., Helps, C. R., Mc Kinstry, J. L., Brown, S. N., Philips, A., Williams, S., Shand, A., Bakirel, T., Harbour, D. (2001):

Jugular venous emboli of brain tissue induced in sheep by the use of captive bolt guns.

Veterinary Record 148, 619-620

Bauer, N. E., Garland, T., Edwards, J. F. (1996):

Brain emboli in slaughtered cattle.

Vet. Pathol. Vol. 33 No. 5, S. 600

Bechthold, E. (1956):

Der praktische Fleischer.

Band 1

Hugo Matthaes Verlag, S. 49

Blackmore, D. K. (1979):

Non-penetrative percussion stunning of sheep and calves.

Veterinary Record 105, 372-375

Blackmore, D. K. (1984):

Differences in behaviour between sheep and cattle during slaughter.

Research in Veterinary Science 37, 223-226

Blackmore, D. K. (1989):

Electrocardiograms as an aid in assessing the stunning of cattle and pigs.

New Zealand Veterinary Journal 37, 59-6

Blackmore, D. K., Delany, M. W. (1988):

Slaughter of stock.

Publication No.118 Veterinary Continuing Education.

Massey University Palmerston North, New Zealand

Böhme, G. (1992):

Nervensystem.

In: Nickel, R., Schummer, A., Seiferle, E.: Lehrbuch der Anatomie der Haustiere.

Band IV, 3. Auflage

Verlag Paul Parey, S. 211-219

Bradley, R., Budka, H. (Rapporteurs, 2001) :

European Commission: Scientific report on stunning methods and BSE risks.

Prepared by the TSE/ BSE ad hoc group at its meeting of 13. Dezember 2001

Buda, S., Budras, K. D., Eggers, T., Fries, R., Hildebrandt, G., Rauscher, K., Simoens, P. (2002):

BSE-Problematik aus anatomischer Sicht.

In: Budras, K. D. (Hrsg.): Atlas der Anatomie des Rindes.

Schlütersche Verlag, S. 94-97

Buncic, S., Mc Kinstry, 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

Bundesinstitut für gesundheitlichen Verbraucherschutz und Veterinärmedizin (BgVV, 2001a):

Checkliste für die Überwachung der Bolzenschussbetäubung.

BgVV FG 305, Stand: Juni 2001

www.bgvv.de

Bundesinstitut für gesundheitlichen Verbraucherschutz und Veterinärmedizin (BgVV, 2001b):

Missstände bei der Schlachtung.

Stellungnahme des BgVV vom 1.6.2001

www.bgvv.de

Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR, 2003):

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

Stellungnahme des BfR vom 23. Dezember 2003

www.bgvv.de

Buschmann, A., Groschup, M. H. (1998):

Übertragung der spongiformen Enzephalopathien unter natürlichen und experimentellen Bedingungen.

In: Braun, U. (Hrsg.): BSE und andere spongiforme Enzephalopathien. Parey Buchverlag, S. 51-76

Buschmann, A., Groschup M. (2004):

BSE-Aktueller Stand in Deutschland.

45. Arbeitstagung des DVG in Garmisch-Partenkirchen, 2004 (in Druck)

Dahme, E., Schmahl, W. (1999):

Nervensystem.

In: Dahme, E. und Weiss, E.: Grundriss der speziellen pathologischen Anatomie. 5. Auflage

Enke Verlag, S. 379-381

Daly, C. C., Gregory, N. G., Wotton, S. B. (1987):

Captive bolt stunning of cattle: Effects on brain function and role of bolt velocity.

British Veterinary Journal 143, 574-580

Daly, D. J., Prendergast, D. M., Sheridan, J. J., Blair, I. S., Mc Dowell, 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 Vol. 68, 791-798

Delank, H. W., Gehlen, W. (1999):

Neurologie.

8. Auflage

Enke Verlag Stuttgart, S.263-267

Drawer, K., Ennulat, K. J. (1977):

Tierschutzpraxis.

Gustav Fischer Verlag Stuttgart, S. 415

Ellerbroek, L., Schütt-Abraham, I. (Rapporteurs, 2002):

Harvesting of cheek meat of cattle.

Specifically: List of critical hygiene points in harvesting of bovine heads and cheek meat of cattle.

In: European Commission: Report on TSE infectivity distribution in ruminant tissues, Annex 2

(Bericht am 25. April 2002 durch das BgVV vorgelegt)

European Food Safety Authority (EFSA, 2004):

“Welfare aspects of animal stunning and killing methods.”

Scientific report of the Scientific Panel for Animal Health and Welfare on a request from the Commission related to welfare aspects of animal stunning and killing methods, 15. Juni 2004

Ewbank, R., Parker, M. J., Mason, C. W. (1992):

Reactions of cattle to head-restraint at stunning: A practical dilemma.
Animal welfare 1: 55-63

Feiden, W. (1998):

Creutzfeldt-Jakob-Krankheit (CJD): Sporadische und neue variante Form (v-CJD).
Ist der Mensch durch BSE gefährdet?
In: Braun, U. (Hrsg.): BSE und andere spongiforme Enzephalopathien.
Parey Buchverlag, S. 112-123

Finnie, J. W., (1995):

Neuropathological changes produced by non-penetrating percussive captive bolt stunning of cattle.
New Zealand Veterinary Journal 43: 183-185

Fricker, C., Riek, W. (1981):

Die Betäubung von Rindern vor dem Schlachten mit Hilfe des Bolzenschussapparates.
Fleischwirtschaft 61, 124-127

Garland, T. (1996):

Brain emboli in the lungs of cattle. Author`s reply to Taylor K. C. article.
The Lancet 348: 749

Garland, T., Bauer, N., Bailey, M. (1996):

Brain emboli in the lungs of cattle after stunning.
The Lancet 348: 610

Gasthuys, F. M. R., de Moor, A. (1999):

Anästhesiologie.
In: Dietz, O. und Huskamp, B. (Hrsg.): Handbuch Pferdepraxis.
Enke Verlag, S. 93-94

Grandin, T. (1994a):

How stressful is slaughter?
In: Grandin T.: Euthanasia and slaughter of livestock.
Journal of American Veterinary Medical Association Volume 204: 1354-1360

Grandin, T. (1994b):

Average cortisol levels for commercial cattle slaughter with captive bolt stunning.
In: Grandin, T.: Euthanasia and slaughter of livestock.
Journal of American Veterinary Medical Association Volume 204: 1354-1360

Grandin, T. (2000):

Best practices for animal handling and stunning.
Meat & Poultry, April 2000, pg. 76

Grandin, T. (2003):

Good Management Practices for Animal Handling and Stunning (2nd Edition).
Published by American Meat Institute Foundation

Grandin, T. (2004):

Recommended captive bolt stunning techniques for cattle.
Updated September 2004
www.grandin.com/humane/cap.bolt.tips.html

Gregory, N. G. (1998):

Animal welfare and meat science.
CABI Publishing, S. 74-92

Habermehl, K. H. (1996):

Haut und Hautorgane.
In: Nickel, R., Schummer, A., Seiferle, E.: Lehrbuch der Anatomie der Haustiere.
Band III, 3. Auflage
Verlag Paul Parey, S. 516-518

Hardie, E. M. (2000):

Erkennen des Schmerzverhaltens bei Tieren.
In: Hellebrekers, L. J. (Hrsg.): Schmerz und Schmerztherapie beim Tier.
Schlütersche Verlag, S. 39-42

Hees, H., Sinowatz, F. (1992):

Histologie.
2. Auflage
Deutscher Ärzte-Verlag S. 69-71 und 154-160

Hellebrekers, L. J. (2000):

Schmerz und Schmerztherapie beim Tier.
Schlütersche Verlag, S. 11-14; 53-59

Hoffmann, A. (2003):

Implementierung der Schuss-Schlag-Betäubung im zugelassenen Schlachtbetrieb.
Vet. Med. Dissertation, München

Holleben, K. v., Schütte, A., Wenzlawowicz, M. v., Bostelmann, N. (2002):

Tierärztlicher Handlungsbedarf am Schlachthof.
Dtsch. Tierärzteblatt 4 /2002, 372-373

Holst, S. (2004):

Bolt pistol with new requirements.
New knowledge about beef, No. 3
Danish Meat Research Institute

Horlacher, S. (2002):

Nachweis von zentralnervösem Gewebe in Lebensmitteln im Hinblick auf die Bovine spongiforme Enzephalopathie (BSE).
Vet. Med. Dissertation, Gießen

Horlacher, S., Lücker, E., Eigenbrodt, E., Wenisch, S. (2002):

ZNS-Emboli in der Rinderlunge.
Berl. Münch. Tierärztl. Wschr. 115, 1-5

Johannsen, S. (2002):

Ausschuss für Biologische Arbeitsstoffe (ABAS)
Abschlussbericht Schlachttechnik. Stand: August 2002
Amt für Arbeitsschutz Hamburg, Ministerial-und Rechtsangelegenheiten
(www.baua.de)

Jonas, E., Lachmann, P. (1999):

BSE und verwandte Erkrankungen.
Verlag Hans Huber, S. 107-109

Kallweit, E., Ellendorf, F., Daly, C., Smidt, D. (1989):

Physiologische Reaktionen bei der Schlachtung von Rindern und Schafen mit und ohne Betäubung.
Dtsch. Tierärztl. Wochenschrift 96, 89-92

König, H. E., Liebich, H. G., Cervený, C. (1999):

Nervensystem.
In: König, H. E. und Liebich, H. G. (Hrsg.): Anatomie der Haussäugetiere.
Band II, Schattauer Verlag S. 230-238

Konold, O., Würtenberger, R. (1954):

Landwirtschaftliches Lehrbuch.
Band II, Ulmer Verlag S. 398-409

Lambooy, E. (1981):

Die mechanischen Aspekte der Schäeldurchdringung mit Bolzenschussapparaten bei Bullen, Mastkälbern und Schweinen.
Fleischwirtschaft 61(12), 1882-1885

Lambooy, E., (1982):

Some aspects of the effectiveness of stunning in sheep by captive bolt.
Meat Science 7, 51-57

Lambooy, E., Spanjaard, W., Eikelenboom, G. (1981):

Gehirnerschütterung als Betäubungsmethode für Mastkälber.
Fleischwirtschaft 61, 128-130

Lasmezas, C. I., Deslys, J. P., Demaimay, R., Adjou, K. T., Lamoury, F., Dormont, D., Robain, G., Ironside, J., Hauw, J. J. (1996):

BSE transmission to macaques.
Nature 381, 743-744

Liebich, H. G. (1993):

Funktionelle Histologie.
2. Auflage
Schattauer Verlag S. 333

Liebich, H. G., König H. E. (1999):

Skelett des Stammes.
In: König, H. E. und Liebich, H. G. (Hrsg.): Anatomie der Haussäugetiere.
Band I, Schattauer Verlag S. 56

Loeffler, K. (2002):

Anatomie und Physiologie der Haustiere.
10. Auflage
Ulmer Verlag, S. 411- 422

Männl, M. (1993):

Die Schuss-Schlag-Betäubung: Technologie, Anatomie und Pathologie eines Betäubungsverfahrens für Schlachtschweine.
Vet. Med. Dissertation, München

Männl, M. (1994):

Betäubung und Entblutung von Schwein und Rind.

In: Schlachten von Schwein und Rind, Kulmbacher Reihe Band 13, 66-80

Martin, A., Schlottermüller, B., Lücker, E. (2001):

Untersuchungen zur Problematik der Kontamination mit Gewebe des ZNS in Abhängigkeit von der Schlachttechnologie.

DVG-Arbeitstagung 2001, DVG Eigenverlag, 642-647

Meurer, D. G. (1999):

Allgemeine Pathologie.

Kompodium für die Veterinärmedizin.

Schattauer Verlag, S. 101

Mickwitz, G. v. (1982):

Betäubung von Schlachttieren.

Dtsch. Tierärztl. Wochenschrift 89, 166-167

Mintzlaff, H. J., Lay, N. (2004):

Die Schuss-Schlagbetäubung beim Rind.

Fleischerei Technik (FT), Heft 11-12/2004, 38-42

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. 34-36

Nickel, R., Schummer, A., Wille, K. H., Wilkens, H. (1992):

Passiver Bewegungsapparat, Skelettsystem.

In: Nickel, R., Schummer, A., Seiferle, E.: Lehrbuch der Anatomie der Haustiere.

Band I, 6. Auflage

Verlag Paul Parey, S. 128-20

N.N. (2002):

Produktinformation RIDASCREEN® Risk Material 10/5

r-biopharm, Darmstadt

Prendergast, D. M., Sheridan, J. J., Daly, D. J., Mc Dowell, 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

Schatzmann, U. (1997):

Das Töten von Tieren.

In: Sambraus, H. H. und Steiger, A. (Hrsg.): Das Buch vom Tierschutz.

Enke Verlag, S. 686-704

Schicker, E. (1998):

Spongiforme Enzephalopathien bei Mensch und Tier.

In: Braun, U. (Hrsg.): BSE und andere spongiforme Enzephalopathien.

Parey Buchverlag, S. 1-12

Schlottermüller, B., Lücker, E. (2002):

ZNS-Nachweis in Fleischerzeugnissen: Untersuchungen zur Spezifität.

DVG Arbeitstagung 2001, DVG Eigenverlag, 630-635

Schütt-Abraham, I. (2002a):

Tierschutzgerechte Betäubung von Schlachttieren vom 8.7.02

Nach einem Vortrag von April 2002

www.schuett-abraham.de

Schütt-Abraham, I. (2002b):

Möglichkeiten der Reduzierung des Risikos der Verschleppung von ZNS-Material durch den Bolzenschuss bei der Schlachtung von Rindern.

25.8.2002

www.schuett-abraham.de

Schulze, W., Schultze-Petzold, H., Hazem, A. S., Groß, R. (1978):

Übersichtsreferat: Versuche zur Objektivierung von Schmerz und Bewusstsein bei der konventionellen (Bolzenschussbetäubung) sowie religionsgesetzlichen (Schächtschnitt) Schlachtung von Schaf und Kalb.

Dtsch. Tierärztliche Wochenschrift 85, 62-66

Schwabenbauer, K. (1989):

Tierschutzrechtliche Aspekte des Schlachtens von Tieren.

Dtsch. Tierärztliche Wochenschrift 96, 87-89

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, 118-120

Shaw, F. D. (1989):

The corneal reflex following captive bolt stunning.

New Zealand Veterinary Journal, 37, 43-44

Souci, S. W., Fachmann, W., Kraut, H. (1994):

Die Zusammenfassung der Lebensmittel-Nährwert -Tabellen.

5. Auflage (Hrsg: Scherz, H. und Senser, F.)

Medpharm Scientific Publishers, Stuttgart

Steinberg, P. (2003):

Bovine Spongiforme Enzephalopathie: Risiken beim Verzehr von Lebensmitteln tierischen Ursprungs.

In: Nau, H., Steinberg, P., Kietzmann, M.: Lebensmitteltoxikologie

Parey Buchverlag, S. 173-189

Thiemig, F. (1996):

Schlachten von Schweinen, Rindern und kleinen Wiederkäuern.

In: Sielaff, H. (Hrsg.): Fleischtechnologie.

Behr's Verlag, S. 294-310

Tierärztliche Vereinigung für Tierschutz (TVT, 2001):

Tierschutzgerechtes Schlachten von Rindern, Schweinen, Schafen und Ziegen.

Merkblatt Nr. 89

Erarbeitet vom Arbeitskreis 3 (Betäubung und Schlachtung)

Tipold, A. (2000):

Neurologie.

In: Kraft, W., Hirschberger, J. (Hrsg.): Kleintierkrankheiten Band 1: Innere Medizin.

3. Auflage, S. 680-683

Troeger, K. (1990):

Schlachten: Tierschutz und Fleischqualität.

Fleischwirtschaft 70 (3), 266-272

Troeger, K. (1997):

Schlachten von Tieren.

In: Sambras, H. H., Steiger, A.: Das Buch vom Tierschutz.

Enke Verlag, S. 510-524

Troeger, K. (1998):

Fleischgewinnung und -behandlung: Rinderschlachtung.
In: Branscheid, W. et al. (Hrsg.): Qualität von Fleisch und Fleischwaren, Band1
Deutscher Fachverlag, S. 373-379

Troeger, K. (2002a):

Rinderschlachtung: Blutentzug sofort nach Stromfluss-Ende.
Fleischwirtschaft 7, 22-25

Troeger, K. (2002b):

BSE-Konsequenzen für Schlachtung, Zerlegung und Arbeitsschutz.
Dtsch. tierärztl. Wschr. 109, 368-371

Troeger, K., Lengerken, G. v., Branscheid, W. (1998):

Schlacht tiertransport.
In: Branscheid, W. et al. (Hrsg.): Qualität von Fleisch und Fleischwaren, Bd.1
Deutscher Fachverlag, S. 339-359

Van den Brink, W. A., Santos, B. O., Marmarou, A., Avezaat, C. J. J. (1994):

Quantitative analysis of blood-brain barrier damage in two models of experimental
head injury in the rat.
Acta Neurochirurgica (Suppl) 60, 456-458

Vandeveld, M., Jaggy, A., Lang, J. (2001):

Veterinärmedizinische Neurologie.
2. Auflage
Parey Buchverlag, S. 24-56 und S. 201-205

Wells, G. H. A., Hawkins, S. A. C., Green, R. B., Austin, A. R., Dexter, I., Spencer, Y. I., Chaplin, M. J., Stack, M. J., Dawson, M. (1998):

Preliminary observations on the pathogenesis of experimental bovine spongiform
encephalopathie (BSE): an update.
Veterinary Record 142, 103-106

Zrenner, K. M., Haffner, R. (1999):

Lehrbuch für Fleischkontrolleure.
Enke Verlag, S. 333-336

Gesetze, Verordnungen und Sonstige Vorschriften

Beschluss des Ausschusses für Biologische Arbeitsstoffe (ABAS)

Spezielle Maßnahmen zum Schutz der Beschäftigten vor Infektionen durch BSE/TSE-Erreger.

602 (4. Aktualisierung), Ausgabe: Oktober 2003

Dritte Verordnung zum Waffengesetz

3. WaffV i. d. F. der Bek. v. 2. September 1991 (BGBl. S. 1872); zuletzt geänd. durch VO v. 25. November 2003 (BGBl. I S. 2304)

Fleischerei- Berufsgenossenschaft

Kompodium Arbeitsschutz 4/2004

Arbeiten mit Schussapparaten (VBG 45), Arbeiten in der Fleischwirtschaft (2004), Jedermann-Verlag, Heidelberg

Fleischhygiene-Verordnung (FIHV)

In: Schneidawind, H., Habit, P., Grove, H. H.: Fleischhygienerecht.

11. Auflage (2002), Jehle Rehm Verlagsgruppe, S. 21-146

Gesetz über die Durchführung von Maßnahmen des Arbeitsschutzes zur Verbesserung der Sicherheit und des Gesundheitsschutz der Beschäftigten bei der Arbeit (Arbeitsschutzgesetz)

Vom 7. August 1996; zuletzt geändert am 19. Dezember 1998, BGBl I S. 2843

Richtlinie 93/119/EG des Rates vom 22. Dezember 1993 über den Schutz von Tieren zum Zeitpunkt der Schlachtung oder Tötung

Amtsblatt Nr. L 340 vom 31. Dezember 1993 S. 21-34

Scientific Steering Committee (SSC, 2002a):

Scientific opinion on stunning methods and BSE-risks.

Adopted by the Scientific Steering Committee at its meeting of 10. - 11. January 2002

Scientific Steering Committee (SSC, 2002b):

Update of the opinion on TSE infectivity distribution in ruminant tissues.

Initially adopted by the Scientific Steering committee at its meeting of 10. - 11. January 2002 and amended at its meeting of 7. - 8. November 2002

Tierschutzgesetz

Vom 24. Juli 1972

Fundstelle: BGBl I 1972, 1277

Neugefasst durch Bek. v. 25. Mai 1998; zuletzt geändert am 25. November 2003

Verordnung (EG) Nr.1139/2003 der Kommission

Vom 27. Juni 2003

Zur Änderung der Verordnung (EG) Nr. 999/2001 des Europäischen Parlaments und des Rates in Bezug auf Überwachungsprogramme und spezifiziertes Risikomaterial

Verordnung über das Schlachten von Tieren vom 21. April 1933

Aufgrund des § 2 des Gesetzes über das Schlachten von Tieren vom

21. April 1933, RGBl I, S. 203

Verordnung über Sicherheit und Gesundheitsschutz bei Tätigkeiten mit biologischen Arbeitsstoffen (Biostoffverordnung)

Vom 27. Januar 1999

BGBl I 1999, S. 50, letzte Änderung durch Art. 2 Nr. 9 der Verordnung vom 18. Oktober 1999 BGBl I 1999, S. 2059

Verordnung zur fleischhygienerechtlichen Untersuchung von geschlachteten Rindern auf BSE/ BSEUntersV (BSE-Untersuchungsverordnung)

Vom 18. September 2002, Bundesgesetzblatt Jahrgang 2002 Teil I Nr. 69, S. 3731 vom 30. September 2002; zuletzt geändert am 16. Juli 2004

Verordnung zum Schutz von Tieren im Zusammenhang mit der Schlachtung oder Tötung (Tierschutz-Schlachtverordnung / TierSchIV)

Vom 3. März 1997 (BGBl. I S. 405); zuletzt geändert durch die Zweite Verordnung zur Änderung der Tierschutz-Schlachtverordnung vom 4. Februar 2004

10 Abbildungs- und Tabellenverzeichnis

- Abb. 1:** Übersicht über die Häufigkeit verschiedener Kategorien bei der Untersuchung
- Abb. 2:** Jarvis-Gerätetyp-USSS-2
- Abb. 3:** Jarvis-Schlagkopf im Hauptversuch (Aufnahmen frontal und seitlich)
- Abb. 4:** Verhältnis Gesamttierzahl zu Tieren ohne Nachbetäubung innerhalb der Kategorien Jungbulle, Kuh und Färse (Vorversuch)
- Abb. 5:** Verhältnis Gesamttierzahl zu Tieren ohne Nachbetäubung innerhalb der Kategorien Jungbulle, Kuh und Färse (Hauptversuch)
- Abb. 6:** Verhältnis Gesamttierzahl zu Tieren ohne Nachbetäubung innerhalb der Kategorien Jungbulle, Kuh und Färse (EFA)
- Abb. 7:** Verhältnis Gesamttierzahl zu Tieren ohne Nachbetäubung innerhalb der Kategorien Jungbulle, Kuh und Färse (Bolzenschuss)
- Abb. 8:** Kopf mit Fraktur im Bereich des Os frontale
- Abb. 9:** Ergebnisse der Kopfspektion vor Eröffnung der Köpfe (Hauptversuch)
- Abb. 10:** Befunde am eröffneten Kopf, Gehirn vorgelagert
- Abb. 11:** Gesamtergebnis der Tupferproben bei den einzelnen Kategorien (ohne Nachschuss)
-
- Tab. 1:** Rassenverteilung weiblicher und männlicher Tiere, sowie Gesamtzahl
- Tab. 2:** Kategorienverteilung der untersuchten Tiere
- Tab. 3:** Altersverteilung weiblicher und männlicher Tiere, sowie Gesamtzahl
- Tab. 4:** Schlachtgewichtsverteilung weiblicher und männlicher Tiere, sowie Gesamtzahl
- Tab. 5:** Handelsklassenverteilung weiblicher und männlicher Tiere, sowie Gesamtzahl

-
- Tab. 6:** Anzahl der untersuchten Tiere in den einzelnen Versuchsabschnitten
- Tab. 7:** Anzahl der untersuchten Tiere in Bezug auf die verwendeten Druckstufen im Vorversuch
- Tab. 8:** Anzahl der untersuchten Tiere in Bezug auf die verwendeten Druckstufen bei Jungbullen verschiedener Rassen (Vorversuch)
- Tab. 9:** Anzahl der untersuchten Tiere in Bezug auf die verwendeten Druckstufen bei Bullen und Ochsen verschiedener Rassen (Vorversuch)
- Tab. 10:** Anzahl der untersuchten Tiere in Bezug auf die verwendeten Druckstufen bei Kühen und Färsen verschiedener Rassen (Vorversuch)
- Tab. 11:** Anzahl der untersuchten Tiere in Bezug auf die verwendeten Druckstufen im Hauptversuch
- Tab. 12:** Anzahl der untersuchten Tiere in Bezug auf die verwendeten Druckstufen bei Jungbullen verschiedener Rassen (Hauptversuch)
- Tab. 13:** Anzahl der untersuchten Tiere in Bezug auf die verwendeten Druckstufen bei Bullen und Ochsen verschiedener Rassen (Hauptversuch)
- Tab. 14:** Anzahl der untersuchten Tiere in Bezug auf die verwendeten Druckstufen bei Kühen und Färsen verschiedener Rassen (Hauptversuch)
- Tab. 15:** Anzahl der untersuchten Tiere in Bezug auf die verwendeten Druckstufen bei Jungbullen, Kühen und Färsen verschiedener Rassen (EFA)
- Tab. 16:** Erstbetäubungsquoten in den einzelnen Versuchsabschnitten
- Tab. 17:** Erstbetäubungsquoten bei den verschiedenen Rassen (Vorversuch)
- Tab. 18:** Erstbetäubungsquoten bei den verschiedenen Altersklassen (Vorversuch)
- Tab. 19:** Erstbetäubungsquoten bei unterschiedlichen Schlachtgewichten (Vorversuch)
- Tab. 20:** Erstbetäubungsquoten der Kategorien bei definierten Druckstärken (Vorversuch)
- Tab. 21:** Nachbetäubung von Kühen bei Druckstufe 120 psi (Vorversuch)
- Tab. 22:** Nachbetäubung von Jungbullen bei Druckstufe 180 psi (Vorversuch)
- Tab. 23:** Schlagposition und Nachschlag im Vorversuch
- Tab. 24:** Nachschuss bei gerader Kopfposition und planem Ansatz (Vorversuch)

-
- Tab. 25:** Nachschuss bei schiefer Kopfposition und planem Ansatz (Vorversuch)
- Tab. 26:** Atmung außerhalb der Falle (Vorversuch)
- Tab. 27:** Unwillkürliche Bewegungen nach erfolgreicher Erstbetäubung (Vorversuch)
- Tab. 28:** Erstbetäubungsquoten bei den verschiedenen Rassen (Hauptversuch)
- Tab. 29:** Erstbetäubungsquoten bei den verschiedenen Altersklassen (Hauptversuch)
- Tab. 30:** Erstbetäubungsquoten bei unterschiedlichen Schlachtgewichten (Hauptversuch)
- Tab. 31:** Erstbetäubungsquoten der Kategorien bei definierten Druckstärken (Hauptversuch)
- Tab. 32:** Nachbetäubung von Kühen bei Druckstufe 150 psi (Hauptversuch)
- Tab. 33:** Nachbetäubung von Färsen bei Druckstufe 150 psi (Hauptversuch)
- Tab. 34:** Nachbetäubung von Jungbullen bei Druckstufe 210 psi (Hauptversuch)
- Tab. 35:** Nachbetäubung von Jungbullen bei Druckstufe 235 psi (Hauptversuch)
- Tab. 36:** Schlagposition und Nachschlag im Hauptversuch
- Tab. 37:** Nachschuss bei gerader Kopfposition und planem Ansatz (Hauptversuch)
- Tab. 38:** Nachschuss bei schiefer Kopfposition und planem Ansatz (Hauptversuch)
- Tab. 39:** Atmung außerhalb der Falle (Hauptversuch)
- Tab. 40:** Unwillkürliche Bewegungen nach erfolgreicher Erstbetäubung (Hauptversuch)
- Tab. 41:** Erstbetäubungsquoten bei den verschiedenen Rassen (EFA)
- Tab. 42:** Erstbetäubungsquoten bei den verschiedenen Altersklassen (EFA)
- Tab. 43:** Erstbetäubungsquoten bei unterschiedlichen Schlachtgewichten (EFA)
- Tab. 44:** Erstbetäubungsquoten der Kategorien bei definierten Druckstärken (EFA)
- Tab. 45:** Nachbetäubung bei den Druckstufen 10 bar und 13 bar (EFA)

-
- Tab. 46:** Nachschuss bei gerader Kopfposition und planem Ansatz (EFA)
- Tab. 47:** Atmung außerhalb der Falle (EFA)
- Tab. 48:** Unwillkürliche Bewegungen nach erfolgreicher Erstbetäubung (EFA)
- Tab. 49:** Erstbetäubungsquoten bei den verschiedenen Rassen (Bolzenschuss)
- Tab. 50:** Erstbetäubungsquoten bei den verschiedenen Altersklassen (Bolzenschuss)
- Tab. 51:** Erstbetäubungsquoten bei unterschiedlichen Schlachtgewichten (Bolzenschuss)
- Tab. 52:** Atmung außerhalb der Falle (Bolzenschuss)
- Tab. 53:** Unwillkürliche Bewegungen nach erfolgreicher Erstbetäubung (Bolzenschuss)
- Tab. 54:** Kopfspektion bei Jungbullen nach Einsatz verschiedener Druckstufen im Vorversuch
- Tab. 55:** Kopfspektion bei Kühen nach Einsatz verschiedener Druckstufen im Vorversuch
- Tab. 56:** Kopfspektion bei Jungbullen nach Einsatz verschiedener Druckstufen im Hauptversuch
- Tab. 57:** Kopfspektion bei Kühen nach Einsatz verschiedener Druckstufen im Hauptversuch
- Tab. 58:** Verletzungen an inneren Kopfstrukturen in Bezug auf äußerlich sichtbare Schäden des Os frontale (Hauptversuch)
- Tab. 59:** Verletzungen an inneren Kopfstrukturen in Bezug auf äußerlich sichtbare Schäden des Os frontale bei weiblichen und männlichen Tieren (Hauptversuch)
- Tab. 60:** Exemplarische Darstellung des Zusammenhangs von Druckstärke und inneren Kopfverletzungen bei den Kategorien Jungbulle und Kuh (Hauptversuch)
- Tab. 61:** Diffuse Blutungen im Gehirn in Bezug auf äußere Kopfschäden (Hauptversuch)
- Tab. 62:** Kopfspektion nach Betäubung mit 10 bar (EFA)
- Tab. 63:** Kopfspektion nach Betäubung mit 13 bar (EFA)
- Tab. 64:** Nachschusshäufigkeit bei Impression
- Tab. 65:** Nachschusshäufigkeit bei leichter Delle

-
- Tab. 66:** Nachschusshäufigkeit bei tiefer Delle
- Tab. 67:** Nachschusshäufigkeit bei Fraktur
- Tab. 68:** Blutprobenergebnis bezogen auf das Alter der weiblichen Tiere
- Tab. 69:** Tupferprobenergebnis nach Schuss-Schlag-Betäubung und Schuss-Schlag-Betäubung mit Nachschuss
- Tab. 70:** Ergebnis der einzelnen Tupferproben nach Schuss-Schlag-Betäubung und Schuss-Schlag-Betäubung mit Nachschuss
- Tab. 71:** Probenergebnis bei Druckstufe 150 psi unter Berücksichtigung der äußeren Kopfspektion (ohne Nachschuss)
- Tab. 72:** Probenergebnis bei Druckstufe 210 psi unter Berücksichtigung der äußeren Kopfspektion (ohne Nachschuss)
- Tab. 73:** Einzelergebnisse der Tupferprobenuntersuchungen in Verbindung mit adspektorischen Befunden der Kopfoberfläche (ohne Nachschuss)
- Tab. 74:** Intervall zwischen Betäubung und Entblutung
- Tab. 75:** Erstbetäubungsquoten bei den Kategorien (Vorversuch)
- Tab. 76:** Erstbetäubungsquoten bei Rasse-Kategorie-Verteilung männlicher Tiere (Vorversuch)
- Tab. 77:** Erstbetäubungsquoten bei Rasse-Kategorie-Verteilung weiblicher Tiere (Vorversuch)
- Tab. 78:** Erstbetäubungsquoten bei Alter-Kategorie-Verteilung (Vorversuch)
- Tab. 79:** Erstbetäubungsquoten bei Schlachtgewicht-Kategorie-Verteilung männlicher Tiere (Vorversuch)
- Tab. 80:** Erstbetäubungsquoten bei Schlachtgewicht-Kategorie-Verteilung weiblicher Tiere (Vorversuch)
- Tab. 81:** Erstbetäubungsquoten bei den Kategorien (Hauptversuch)
- Tab. 82:** Erstbetäubungsquoten bei Rasse-Kategorie-Verteilung männlicher Tiere (Hauptversuch)
- Tab. 83:** Erstbetäubungsquoten bei Rasse-Kategorie-Verteilung weiblicher Tiere (Hauptversuch)
- Tab. 84:** Erstbetäubungsquoten bei Alter-Kategorie-Verteilung (Hauptversuch)
- Tab. 85:** Erstbetäubungsquoten bei Schlachtgewicht-Kategorie-Verteilung männlicher Tiere (Hauptversuch)

-
- Tab. 86:** Erstbetäubungsquoten bei Schlachtgewicht-Kategorie-Verteilung weiblicher Tiere (Hauptversuch)
- Tab. 87:** Erstbetäubungsquoten bei den Kategorien (EFA)
- Tab. 88:** Erstbetäubungsquoten bei Rasse-Kategorie-Verteilung (EFA)
- Tab. 89:** Erstbetäubungsquoten bei Alter-Kategorie-Verteilung (EFA)
- Tab. 90:** Erstbetäubungsquoten bei Schlachtgewicht-Kategorie-Verteilung (EFA)
- Tab. 91:** Erstbetäubungsquoten bei den Kategorien (Bolzenschuss)
- Tab. 92:** Erstbetäubungsquoten bei Rasse-Kategorie-Verteilung männlicher Tiere (Bolzenschuss)
- Tab. 93:** Erstbetäubungsquoten bei Rasse-Kategorie-Verteilung weiblicher Tiere (Bolzenschuss)
- Tab. 94:** Erstbetäubungsquoten bei Alter-Kategorie-Verteilung (Bolzenschuss)
- Tab. 95:** Erstbetäubungsquoten bei Schlachtgewicht-Kategorie-Verteilung männlicher Tiere (Bolzenschuss)
- Tab. 96:** Erstbetäubungsquoten bei Schlachtgewicht-Kategorie-Verteilung weiblicher Tiere (Bolzenschuss)
- Tab. 97:** Tabelle über Atmung, gerichteten Blick und Lid- bzw. Kornealreflex vor Nachschuss außerhalb der Falle
- Tab. 98:** Auszug aus der Kategorienbeschreibung der Rinderhandelsklassen
- Tab. 99:** Auszug aus den Fleischigkeitsklassen der Rinderhandelsklassen
- Tab. 100:** Umrechnungstabelle von psi auf bar
- Tab. 101:** Dokumentationsbogen an der Falle
- Tab. 102:** Dokumentationsbogen an Entblutungsbahn

11 Anhang

1. Jarvis-Vorversuch (Erstbetäubungsquoten)

Kategorie	Gesamtzahl untersuchter Tiere	Anzahl der Tiere ohne Nachbetäubung	Prozentualer Anteil von jeweiliger Gesamtzahl (%)
Jungbulle	1553	1304	84,0
Bulle	31	24	77,4
Ochse	34	33	97,1
Kuh	931	806	86,6
Färse	209	191	91,4
Gesamt	2758	2358	85,5

Tab. 75: Erstbetäubungsquoten bei den Kategorien (Vorversuch)

	Rasse	Gesamtzahl untersuchter Tiere	Anzahl der Tiere ohne Nachbetäubung	Prozentualer An- teil von jeweiliger Gesamtzahl (%)
JUNGBULLE	Fleckvieh	1342	1125	83,8
	Schwarzbunt	33	30	90,9
	Braunvieh	5	2	40,0
	Charolais	6	5	83,3
	Limousin	2	1	50,0
	Rotbunt	10	8	80,0
	Fleisch-Fleckvieh	30	26	86,7
	Grauvieh	7	7	100
	Fleischrind-Milch	31	24	77,4
	Fleischrind-Fleisch	43	38	88,4
	Kreuzungen	35	31	88,6
	Sonstige	9	7	77,8
	Gesamt	1553	1304	84,0
BULLE	Fleckvieh	22	16	72,7
	Schwarzbunt	2	1	50,0
	Braunvieh	1	1	100
	Charolais	2	2	100
	Limousin	1	1	100
	Rotbunt	1	1	100
	Fleisch-Fleckvieh	1	1	100
	Sonstige	1	1	100
	Gesamt	31	24	77,4
OCHSE	Fleckvieh	26	25	96,2
	Braunvieh	1	1	100
	Fleischrind-Fleisch	7	7	100
	Gesamt	34	33	97,1

Tab. 76: Erstbetäubungsquoten bei Rasse-Kategorie-Verteilung männlicher Tiere
(Vorversuch)

	Rasse	Gesamtzahl untersuchter Tiere	Anzahl der Tiere ohne Nachbetäubung	Prozentualer Anteil von jeweiliger Gesamtzahl (%)
KUH	Fleckvieh	821	711	86,6
	Schwarzbunt	53	45	84,9
	Braunvieh	30	24	80,0
	Charolais	1	1	100
	Rotbunt	5	5	100
	Grauvieh	8	7	87,5
	Fleischrind-Milch	1	1	100
	Kreuzungen	8	8	100
	Sonstige	4	4	100
	Gesamt	931	806	86,6
FÄRSE	Fleckvieh	187	175	93,6
	Schwarzbunt	2	2	100
	Charolais	1	1	100
	Grauvieh	1	1	100
	Fleischrind-Milch	3	3	100
	Fleischrind-Fleisch	8	6	75,0
	Kreuzungen	3	1	33,3
	Sonstige	4	2	50,0
		Gesamt	209	191

Tab. 77: Erstbetäubungsquoten bei Rasse-Kategorie-Verteilung weiblicher Tiere (Vorversuch)

	Altersverteilung (in Jahre)	Gesamtzahl untersuchter Tiere	Anzahl der Tiere ohne Nachbetäubung	Prozentualer Anteil von jeweiliger Gesamtzahl (%)
JUNGBULLE	< 1,5	479	401	83,7
	≥ 1,5 < 2	1074	903	84,1
	Gesamt	1553	1304	84,0
BULLE	≥ 2 < 5	28	23	82,1
	≥ 5 < 8	3	1	33,3
	Gesamt	31	24	77,4
OCHSE	< 1,5	13	13	100
	≥ 1,5 < 2	17	16	94,1
	≥ 2 < 5	4	4	100
	Gesamt	34	33	97,1
KUH	≥ 2 < 5	385	345	89,6
	≥ 5 < 8	361	309	85,6
	≥ 8	185	152	82,2
	Gesamt	931	806	86,6
FÄRSE	< 1,5	6	6	100
	≥ 1,5 < 2	82	76	92,7
	≥ 2 < 5	121	109	90,1
	Gesamt	209	191	91,4

Tab. 78: Erstbetäubungsquoten bei Alter-Kategorie-Verteilung (Vorversuch)

	Schlachtgewichtsbereich (in kg)	Gesamtzahl untersuchter Tiere	Anzahl der Tiere ohne Nachbe- täubung	Prozentualer Anteil von jeweiliger Gesamtzahl (%)
JUNGBULLE	≤ 299,5	45	43	95,6
	300 - 349,5	216	199	92,1
	350 - 399,5	673	561	83,4
	400 - 449,5	505	415	82,2
	450 - 499,5	103	78	75,7
	≥ 500	11	8	72,7
	Gesamt	1553	1304	84,0
BULLE	300 - 349,5	2	2	100
	350 - 399,5	9	8	88,9
	400 - 449,5	9	8	88,9
	450 - 499,5	4	4	100
	≥ 500	7	2	28,6
	Gesamt	31	24	77,4
OCHSE	≤ 299,5	9	9	100
	300 - 349,5	20	19	95,0
	350 - 399,5	5	5	100
	Gesamt	34	33	97,1

Tab. 79: Erstbetäubungsquoten bei Schlachtgewicht-Kategorie-Verteilung männlicher Tiere (Vorversuch)

	Schlachtgewichtsbereich (in kg)	Gesamtzahl untersuchter Tiere	Anzahl der Tiere ohne Nachbetäubung	Prozentualer Anteil von jeweiliger Ge- samtzahl (%)
KUH	≤ 299,5	219	193	88,1
	300 - 349,5	307	275	89,6
	350 - 399,5	261	222	85,1
	400 - 449,5	115	94	81,7
	450 - 499,5	25	19	76,0
	≥ 500	4	3	75,0
	Gesamt	931	806	86,6
FÄRSE	≤ 299,5	76	70	92,1
	300 - 349,5	83	77	92,8
	350 - 399,5	40	36	90,0
	400 - 449,5	9	7	77,8
	450 - 499,5	1	1	100
	Gesamt	209	191	91,4

Tab. 80: Erstbetäubungsquoten bei Schlachtgewicht-Kategorie-Verteilung weiblicher Tiere (Vorversuch)

2. Jarvis-Hauptversuch (Erstbetäubungsquoten)

Kategorie	Gesamtzahl untersuchter Tiere	Anzahl der Tiere ohne Nachbetäubung	Prozentualer Anteil von jeweiliger Gesamtzahl (%)
Jungbulle	1646	1308	79,5
Bulle	18	14	77,8
Ochse	44	40	90,9
Kuh	696	612	87,9
Färse	199	173	86,9
Gesamt	2603	2147	82,5

Tab. 81: Erstbetäubungsquoten bei den Kategorien (Hauptversuch)

	Rasse	Gesamtzahl untersuchter Tiere	Anzahl der Tiere ohne Nachbetäubung	Prozentualer Anteil von jeweiliger Gesamtzahl (%)
JUNGBULLE	Fleckvieh	1455	1152	79,2
	Schwarzbunt	19	16	84,2
	Braunvieh	5	4	80,0
	Charolais	11	7	63,6
	Limousin	12	11	91,7
	Rotbunt	9	8	88,9
	Fleisch-Fleckvieh	25	18	72,0
	Fleischrind-Milch	22	17	77,3
	Fleischrind-Fleisch	64	54	84,4
	Kreuzungen	15	13	86,7
	Sonstige	9	8	88,9
	Gesamt	1646	1308	79,5
BULLE	Fleckvieh	15	11	73,3
	Schwarzbunt	1	1	100
	Kreuzungen	1	1	100
	Sonstige	1	1	100
	Gesamt	18	14	77,8
OCHSE	Fleckvieh	36	33	91,7
	Fleischrind-Fleisch	3	2	66,7
	Kreuzungen	2	2	100
	Sonstige	3	3	100
	Gesamt	44	40	90,9

Tab. 82: Erstbetäubungsquoten bei Rasse-Kategorie-Verteilung männlicher Tiere (Hauptversuch)

	Rasse	Gesamtzahl untersuchter Tiere	Anzahl der Tiere ohne Nachbetäubung	Prozentualer Anteil von jeweiliger Gesamtzahl (%)
KUH	Fleckvieh	603	528	87,6
	Schwarzbunt	41	39	95,1
	Braunvieh	22	17	77,3
	Charolais	2	2	100
	Rotbunt	2	2	100
	Fleisch-Fleckvieh	1	1	100
	Kreuzungen	15	13	86,7
	Sonstige	10	10	100
	Gesamt	696	612	87,9
FÄRSE	Fleckvieh	170	148	87,1
	Schwarzbunt	5	5	100
	Braunvieh	1	0	0
	Rotbunt	1	1	100
	Fleisch-Fleckvieh	2	2	100
	Fleischrind-Milch	4	3	75,0
	Fleischrind-Fleisch	4	4	100
	Kreuzungen	8	8	100
	Sonstige	4	2	50,0
	Gesamt	199	173	86,9

Tab. 83: Erstbetäubungsquoten bei Rasse-Kategorie-Verteilung weiblicher Tiere (Hauptversuch)

	Altersverteilung (in Jahre)	Gesamtzahl untersuchter Tiere	Anzahl der Tiere ohne Nachbetäubung	Prozentualer Anteil von jeweiliger Gesamtzahl (%)
JUNGBULLE	< 1,5	437	360	82,4
	≥ 1,5 < 2	1209	948	78,4
	Gesamt	1646	1308	79,5
BULLE	≥ 2 < 5	18	14	77,8
	Gesamt	18	14	77,8
OCHSE	< 1,5	20	19	95,0
	≥ 1,5 < 2	13	12	92,3
	≥ 2 < 5	11	9	81,8
	Gesamt	44	40	90,9
KUH	≥ 2 < 5	291	263	90,4
	≥ 5 < 8	273	236	86,4
	≥ 8	132	113	85,6
	Gesamt	696	612	87,9
FÄRSE	< 1,5	3	2	66,7
	≥ 1,5 < 2	72	70	97,2
	≥ 2 < 5	124	101	81,5
	Gesamt	199	173	86,9

Tab. 84: Erstbetäubungsquoten bei Alter-Kategorie-Verteilung (Hauptversuch)

	Schlachtgewichtsbereich (in kg)	Gesamtzahl untersuchter Tiere	Anzahl der Tiere ohne Nachbetäubung	Prozentualer Anteil von jeweiliger Ge- samtzahl (%)
JUNGBULLE	≤ 299,5	33	28	84,8
	300 - 349,5	207	183	88,4
	350 - 399,5	717	579	80,8
	400 - 449,5	586	449	76,6
	450 - 499,5	95	62	65,3
	≥ 500	8	7	87,5
	Gesamt	1646	1308	79,5
BULLE	≤ 299,5	2	2	100
	300 - 349,5	2	2	100
	350 - 399,5	1	1	100
	400 - 449,5	8	8	100
	450 - 499,5	5	1	20,0
	Gesamt	18	14	77,8
	OCHSE	≤ 299,5	16	15
300 - 349,5		19	17	89,5
350 - 399,5		9	8	88,9
Gesamt		44	40	90,9

Tab. 85: Erstbetäubungsquoten bei Schlachtgewicht-Kategorie-Verteilung männlicher Tiere (Hauptversuch)

	Schlachtgewichtsbereich (in kg)	Gesamtzahl untersuchter Tiere	Anzahl der Tiere ohne Nachbetäubung	Prozentualer Anteil von jeweiliger Ge- samtzahl (%)
KUH	≤ 299,5	181	155	85,6
	300 - 349,5	192	171	89,1
	350 - 399,5	208	182	87,5
	400 - 449,5	86	77	89,5
	450 - 499,5	26	24	92,3
	≥ 500	3	3	100
	Gesamt	696	612	87,9
FÄRSE	≤ 299,5	77	67	87,0
	300 - 349,5	71	61	85,9
	350 - 399,5	36	33	91,7
	400 - 449,5	13	11	84,6
	450 - 499,5	2	1	50,0
	Gesamt	199	173	86,9

Tab. 86: Erstbetäubungsquoten bei Schlachtgewicht-Kategorie-Verteilung weiblicher Tiere (Hauptversuch)

3. EFA-Versuch (Erstbetäubungsquoten)

Kategorie	Gesamtzahl untersuchter Tiere	Anzahl der Tiere ohne Nachbetäubung	Prozentualer Anteil von jeweiliger Gesamtzahl (%)
Jungbulle	130	68	52,3
Bulle	0	0	0
Ochse	0	0	0
Kuh	36	26	72,2
Färse	25	25	100
Gesamt	191	119	62,3

Tab. 87: Erstbetäubungsquoten bei den Kategorien (EFA)

	Rasse	Gesamtzahl untersuchter Tiere	Anzahl der Tiere ohne Nachbetäubung	Prozentualer Anteil von jeweiliger Gesamtzahl (%)
JUNGBULLE	Fleckvieh	128	66	51,6
	Fleischrind-Fleisch	1	1	100
	Sonstige	1	1	100
	Gesamt	130	68	52,3
KUH	Fleckvieh	31	22	71,0
	Rotbunt	4	4	100
	Kreuzungen	1	0	0
	Gesamt	36	26	72,2
FÄRSE	Fleckvieh	19	19	100
	Schwarzbunt	1	1	100
	Rotbunt	1	1	100
	Fleisch-Fleckvieh	3	3	100
	Fleischrind-Fleisch	1	1	100
	Gesamt	25	25	100

Tab. 88: Erstbetäubungsquoten bei Rasse-Kategorie-Verteilung (EFA)

	Altersverteilung (in Jahre)	Gesamtzahl untersuchter Tiere	Anzahl der Tiere ohne Nachbetäubung	Prozentualer Anteil von jeweiliger Gesamtzahl (%)
JUNGBULLE	< 1,5	39	21	53,8
	≥ 1,5 < 2	91	47	51,6
	Gesamt	130	68	52,3
KUH	≥ 2 < 5	13	10	76,9
	≥ 5 < 8	11	7	63,6
	≥ 8	12	9	75,0
	Gesamt	36	26	72,2
FÄRSE	< 1,5	1	1	100
	≥ 1,5 < 2	17	17	100
	≥ 2 < 5	7	7	100
	Gesamt	25	25	100

Tab. 89: Erstbetäubungsquoten bei Alter-Kategorie-Verteilung (EFA)

	Schlachtgewichtsbereich (in kg)	Gesamtzahl untersuchter Tiere	Anzahl der Tiere ohne Nachbetäubung	Prozentualer Anteil von jeweiliger Gesamtzahl (%)
JUNGBULLE	≤ 299,5	1	1	100
	300 - 349,5	19	10	52,6
	350 - 399,5	53	33	62,3
	400 - 449,5	49	22	44,9
	450 - 499,5	8	2	25,0
	Gesamt	130	68	52,3
KUH	≤ 299,5	8	6	75,0
	300 - 349,5	8	6	75,0
	350 - 399,5	15	10	66,7
	400 - 449,5	2	1	50,0
	450 - 499,5	2	2	100
	≥ 500	1	1	100
Gesamt	36	26	72,2	
FÄRSE	≤ 299,5	15	15	100
	300 - 349,5	6	6	100
	350 - 399,5	4	4	100
	Gesamt	25	25	100

Tab. 90: Erstbetäubungsquoten bei Schlachtgewicht-Kategorie-Verteilung (EFA)

4. Bolzenschussgerät (Erstbetäubungsquoten)

Kategorie	Gesamtzahl untersuchter Tiere	Anzahl der Tiere ohne Nachbetäubung	Prozentualer Anteil von jeweiliger Gesamtzahl (%)
Jungbulle	704	649	92,2
Bulle	13	11	84,6
Ochse	10	10	100
Kuh	328	313	95,4
Färse	75	73	97,3
Gesamt	1130	1056	93,5

Tab. 91: Erstbetäubungsquoten bei den Kategorien (Bolzenschuss)

	Rasse	Gesamtzahl untersuchter Tiere	Anzahl der Tiere ohne Nachbetäubung	Prozentualer Anteil von jeweiliger Gesamtzahl (%)
JUNGBULLE	Fleckvieh	597	553	92,6
	Schwarzbunt	4	4	100
	Braunvieh	6	6	100
	Charolais	12	11	91,7
	Limousin	6	5	83,3
	Fleisch-Fleckvieh	45	42	93,3
	Fleischrind-Milch	6	6	100
	Fleischrind-Fleisch	21	17	81,0
	Kreuzungen	6	5	83,3
	Sonstige	1	0	0
	Gesamt	704	649	92,2
BULLE	Fleckvieh	10	8	80,0
	Braunvieh	1	1	100
	Rotbunt	1	1	100
	Fleischrind-Fleisch	1	1	100
	Gesamt	13	11	84,6
OCHSE	Fleckvieh	10	10	100
	Gesamt	10	10	100

Tab. 92: Erstbetäubungsquoten bei Rasse-Kategorie-Verteilung männlicher Tiere (Bolzenschuss)

	Rasse	Gesamtzahl untersuchter Tiere	Anzahl der Tiere ohne Nachbetäubung	Prozentualer Anteil von jeweiliger Gesamtzahl (%)
KUH	Fleckvieh	300	285	95,0
	Schwarzbunt	15	15	100
	Braunvieh	6	6	100
	Rotbunt	3	3	100
	Kreuzungen	2	2	100
	Sonstige	2	2	100
	Gesamt	328	313	95,4
FÄRSE	Fleckvieh	66	64	97,0
	Schwarzbunt	1	1	100
	Rotbunt	1	1	100
	Fleisch-Fleckvieh	1	1	100
	Fleischrind-Fleisch	6	6	100
	Gesamt	75	73	97,3

Tab. 93: Erstbetäubungsquoten bei Rasse-Kategorie-Verteilung weiblicher Tiere (Bolzenschuss)

	Altersverteilung (in Jahre)	Gesamtzahl untersuchter Tiere	Anzahl der Tiere ohne Nachbetäubung	Prozentualer Anteil von jeweiliger Gesamtzahl (%)
JUNGBULLE	< 1,5	123	113	91,9
	≥ 1,5 < 2	581	536	92,3
	Gesamt	704	649	92,2
BULLE	≥ 2 < 5	12	11	91,7
	≥ 5 < 8	1	0	0
	Gesamt	13	11	84,6
OCHSE	< 1,5	3	3	100
	≥ 1,5 < 2	6	6	100
	≥ 2 < 5	1	1	100
	Gesamt	10	10	100
KUH	≥ 1,5 < 2	1	1	100
	≥ 2 < 5	132	129	97,7
	≥ 5 < 8	121	115	95,0
	≥ 8	74	68	91,9
	Gesamt	328	313	95,4
FÄRSE	< 1,5	3	3	100
	≥ 1,5 < 2	22	22	100
	≥ 2 < 5	49	47	95,9
	≥ 5 < 8	1	1	100
	Gesamt	75	73	97,3

Tab. 94: Erstbetäubungsquoten bei Alter-Kategorie-Verteilung (Bolzenschuss)

	Schlachtgewichtsbereich (in kg)	Gesamtzahl untersuchter Tiere	Anzahl der Tiere ohne Nachbetäubung	Prozentualer Anteil von jeweiliger Ge- samtzahl (%)
JUNGBULLE	≤ 299,5	12	10	83,3
	300 - 349,5	91	91	100
	350 - 399,5	290	261	90,0
	400 - 449,5	245	227	92,7
	450 - 499,5	56	50	89,3
	≥ 500	10	10	100
	Gesamt	704	649	92,2
BULLE	300 - 349,5	5	5	100
	350 - 399,5	2	1	50,0
	400 - 449,5	4	3	75,0
	450 - 499,5	1	1	100
	≥ 500	1	1	100
	Gesamt	13	11	84,6
OCHSE	300 - 349,5	6	6	100
	350 - 399,5	2	2	100
	400 - 449,5	2	2	100
	Gesamt	10	10	100

Tab. 95: Erstbetäubungsquoten bei Schlachtgewicht-Kategorie-Verteilung männlicher Tiere (Bolzenschuss)

	Schlachtgewichtsbereich (in kg)	Gesamtzahl un- tersuchter Tiere	Anzahl der Tiere ohne Nachbe- täubung	Prozentualer Anteil von jeweiliger Ge- samtzahl (%)
KUH	≤ 299,5	82	79	96,3
	300 - 349,5	103	99	96,1
	350 - 399,5	97	91	93,8
	400 - 449,5	38	37	97,4
	450 - 499,5	8	7	87,5
	Gesamt	328	313	95,4
FÄRSE	≤ 299,5	26	25	96,2
	300 - 349,5	31	30	96,8
	350 - 399,5	13	13	100
	400 - 449,5	4	4	100
	450 - 499,5	1	1	100
	Gesamt	75	73	97,3

Tab. 96: Erstbetäubungsquoten bei Schlachtgewicht-Kategorie-Verteilung weiblicher Tiere (Bolzenschuss)

5. Sonstige Tabellen

Gerät		Keine Atmung		Schnappatmung		Regelmäßige Atmung		Gesamt	
		Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%
Jarvis-Vorversuch	Gerichteter Blick	0	0	1	6,3	15	93,8	16	100
	Li/K-Reflex	9	60,0	1	6,7	5	33,3	15	100
Jarvis-Hauptversuch	Gerichteter Blick	1	5,9	3	17,6	13	76,5	17	100
	Li/K-Reflex	8	38,1	0	0	13	61,9	21	100
EFA-Versuch	Gerichteter Blick	0	0	0	0	3	100	3	100
	Li/K-Reflex	2	100	0	0	0	0	2	100
Bolzenschuss	Gerichteter Blick	0	0	0	0	5	100	5	100
	Li/K-Reflex	2	28,6	0	0	5	71,4	7	100

Tab. 97: Tabelle über Atmung, gerichteten Blick und Lid- bzw. Kornealreflex vor Nachschuss außerhalb der Falle

Kategorie	Bezeichnung	Beschreibung
Jungbullenfleisch	A	Fleisch von ausgewachsenen* jungen männlichen nicht kastrierten Tieren von weniger als zwei Jahren
Bullenfleisch	B	Fleisch von anderen ausgewachsenen* männlichen nicht kastrierten Tieren
Ochsenfleisch	C	Fleisch von ausgewachsenen* männlichen kastrierten Tieren
Kuhfleisch	D	Fleisch von ausgewachsenen* weiblichen Tieren, die bereits gekalbt haben
Färsenfleisch	E	Fleisch von anderen ausgewachsenen* weiblichen Tieren

Tab. 98: Auszug aus der Kategorienbeschreibung der Rinderhandelsklassen

*Ausgewachsene Rinder: Rinder mit einem Lebendgewicht von mehr als 300 kg

Fleischigkeitsklasse	Beschreibung
E	Alle Profile konvex bis superkonvex; außergewöhnliche Muskelfülle
U	Profile insgesamt konvex, sehr gute Muskelfülle
R	Profile insgesamt geradlinig; gute Muskelfülle
O	Profile geradlinig bis konkav; durch- schnittliche Muskelfülle
P	Alle Profile konkav bis sehr konkav; geringe Muskelfülle

Tab. 99: Auszug aus den Fleischigkeitsklassen der Rinderhandelsklassen

psi	bar
120	8,28
140	9,65
145	9,99
150	10,34
155	10,69
160	11,03
165	11,38
170	11,72
175	12,07
180	12,41
185	12,75
190	13,10
195	13,44
200	13,79
205	14,13
210	14,48
215	14,82
220	15,17
225	15,51
230	15,86
235	16,20
240	16,55

Tab. 100: Umrechnungstabelle von psi (pounds per square inch) auf bar

Dokumentationsbogen an Entblutungsbahn (Tab. 102)

	Ohrnr.	Rost	Anschl.	Hautsch.	Entblutes.	Hängen	Bemerkung
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							
21							
22							
23							
24							
25							
26							
27							
28							
29							
30							
31							
32							
33							
34							
35							
36							
37							
38							
39							
40							
41							
42							
43							
44							
45							
46							

Danksagung

Mein besonderer Dank gilt:

meinem Doktorvater, Herrn Professor Dr. Andreas Stolle für die bereitwillige Überlassung des interessanten Themas, seiner stets freundlichen Beratung und der raschen Korrektur des Manuskriptes.

Frau Dr. Sonja Forster für die großartige Unterstützung bei der Durchführung und Auswertung der praktischen Untersuchungen und beim Erstellen der Arbeit, sowie für die effektive Hilfestellung bei Problemen aller Art.

Frau Dr. Claudia Maaßen und Herrn Dr. Michael Bucher für die Hilfe bei der Datenerhebung sowie Frau Dr. Brigitte Sperner für die Übersetzung ins Englische.

Den Firmen Jarvis und EFA für die Bereitstellung der Gerätschaften und der technischen Hilfe, sowie Herrn Hergenröther und der Firma Niederberger für die schnelle Bereitstellung der Bandsäge.

Herrn Helmut Pleiter für die Ein- und Durchführung der Betäubung und sein stets großes Engagement und fachliche Kompetenz.

Frau Maria Riesemann für die Hilfe bei der Durchführung der Tupferprobenentnahme.

Allen Mitarbeitern des Schlachthofs für ihr Engagement und ihre Unterstützung während der Untersuchung.

Allen Mitarbeitern des Instituts für Hygiene und Technologie der Lebensmittel tierischen Ursprungs der LMU München für die gute Zusammenarbeit.

Meiner ganzen Familie für die Unterstützung und den großen Rückhalt.

Lebenslauf

Name: Josef Markus Endres

Geburtsort: Pfullendorf

Geburtsdatum: 28. Januar 1974

Eltern: Hildegard Endres geb. Kloos
Josef Endres

1980 - 1984: Besuch der Grundschule in Pfullendorf

1984 - 1993: Besuch des Kolleg St. Blasien
(staatlich anerkanntes Gymnasium mit Internat)

19. Mai 1993: Allgemeine Hochschulreife

1993 - 1994: Wehrdienst

1993 - 1995: Ausbildung zum Metzger im elterlichen Betrieb, anfangs parallel zum Wehrdienst

1995: Gesellenprüfung

1996: Fortbildung zum Metzgermeister an der
1. Bayerischen Fleischerschule in Landshut

1997: Meisterpreis der Bayerischen Staatsregierung

1996 - 2003: Studium der Tiermedizin an der Ludwig-Maximilians-Universität München

09. April 2003: Staatsexamen

28. April 2003: Approbation

seit Juli 2003: Geschäftsführung und Ausübung des Berufes in der elterlichen Metzgerei

seit 01. Januar 2004: Doktorand am Institut für Hygiene und Technologie der Lebensmittel tierischen Ursprungs der Tierärztlichen Fakultät der Ludwig-Maximilians-Universität München