

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

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

---

**Untersuchungen zur Entblutezeit bei Rindern**  
**nach Bolzenschußbetäubung**

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

von Eva Maria Hilsenbeck  
aus Ellwangen/Jagst

München 2007

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

Dekan: Univ.-Prof. Dr. E. P. Märtlbauer  
Referent: Univ.-Prof. Dr. Dr. h. c. A. Stolle  
Korreferent: Univ.-Prof. Dr. Hermanns

Tag der Promotion: 9. Februar 2007

# INHALTSVERZEICHNIS

<b>1.</b>	<b>VORWORT</b>	<b>2</b>
<b>2.</b>	<b>EINLEITUNG</b>	<b>3</b>
<b>3.</b>	<b>LITERATUR</b>	
<b>3.1</b>	<b>Rechtliche Grundlagen</b>	<b>4</b>
3.1.1	Tierschutzgesetz	4
3.1.2.	Tierschutz- Schlacht- Verordnung	4
3.1.3	Richtlinie des Rates zum Schutz von Tieren	5
<b>3.2.</b>	<b>Philosophische Betrachtungen</b>	<b>6</b>
<b>3.3.</b>	<b>Begriffsbestimmungen</b>	<b>7</b>
<b>3.4.</b>	<b>Bolzenschußbetäubung</b>	<b>9</b>
3.4.1	Betäubung	9
3.4.2	Bolzenschußgeräte	10
3.4.3	Funktionsablauf	10
3.4.4	Wirkungsweise	11
3.4.5	Korrekte Schußposition	12
3.4.6	Betäubeerfolg	12
<b>3.5.</b>	<b>Untersuchungen zur Betäubung durch Bolzenschuß</b>	<b>14</b>
3.5.1	Hilfsmittel zur Untersuchung	14
3.5.2	Untersuchungen zur Bolzenschußbetäubung	16

<b>3.6</b>	<b>Entblutung</b>	<b>20</b>
3.6.1	Entblutetechniken	20
3.6.2	Verblutungstod	21
3.6.3	Besonderheiten der Blutversorgung	22
<b>3.7</b>	<b>Agonale Phase</b>	<b>24</b>
3.7.1	Begriffsbestimmung	24
3.7.2	Sterbephase	24
3.7.3	Todeszeitbestimmung	26
3.7.3.1	Der klinische Tod	26
3.7.3.2	Der Hirntod	27
3.7.3.3	Die vollständige Muskelerschlaffung nach Eintritt des klinischen Todes	28
<b>4.</b>	<b>EIGENE UNTERSUCHUNGEN</b>	
<b>4.1.</b>	<b>Der Schlachtbetrieb</b>	<b>30</b>
4.1.1	Betäubung und Entblutung	30
4.1.2	Tiermaterial	31
<b>4.2</b>	<b>Versuchsaufbau</b>	<b>32</b>
4.2.1.	Profilerstellung (Block 1)	32
4.2.2.	Provozierte Reaktionen (Block 2)	33
4.2.3.	Detaillierte Zeiterfassung (Block 3)	33

<b>5.</b>	<b>ERGEBNISSE</b>	
<b>5.1.</b>	<b>Profilerstellung</b>	<b>34</b>
5.1.1	Auswertung Zeit Schuß – Stich	34
5.1.1.1	Betäubungsqualität	34
5.1.1.2	Reaktionen beim Hochziehen	34
5.1.1.3	Zeitdauer Schuß – Entblutungsstich	34
5.1.1.4	Schußqualität	34
5.1.2	Auswertung Entblutungszeit	35
5.1.2.1	Stichreaktion	35
5.1.2.2	Stichqualität	35
5.1.2.3	Blutmenge	36
5.1.3	Absetzen des Vorderfußes	37
5.1.3.1	Auftreten von Reaktionen bei allen Tieren	37
5.1.3.2	Zusammenhänge zwischen den Reaktionen beim Ende des Ausblutens und dem Absetzen	38
5.1.3.3	Auftreten von Reaktionen beim Absetzen des Karpus in Abhängigkeit von der Zeit seit Entblutestich	39
5.1.3.4	Auftreten von Reaktionen in Abhängigkeit von der Kategorie und der Zeit seit Entblutestich	39
5.1.4	Genickstich	43
<b>5.2.</b>	<b>Provozierte Reaktionen</b>	<b>44</b>
5.2.1	Provozierte Reaktionen in der Gesamtgruppe	44
5.2.2	Provozierte Reaktionen in Abhängigkeit von der Kategorie	45
5.2.3	Provozierte Reaktionen in Abhängigkeit von der Fettklasse	46
5.2.4	Reaktionen beim Absetzen im Karpus	47
<b>5.3</b>	<b>Detaillierte Erfassung in Zeitabschnitten</b>	<b>49</b>
5.3.1.	Reaktionen während des Ausblutens	49
5.3.2	Art der Reaktionen während des Ausblutens	52
5.3.3	Reaktionen beim Absetzen des Karpus	53

5.3.4	Tiere mit Reaktionen beim Absetzen in Abhängigkeit von Erschlaffung und Kategorie	56
5.3.5	Reaktionsstärke beim Absetzen des Karpus im Zeitverlauf	57
<b>6.</b>	<b>DISKUSSION</b>	<b>58</b>
<b>7.</b>	<b>ZUSAMMENFASSUNG</b>	<b>66</b>
<b>8.</b>	<b>SUMMARY</b>	<b>67</b>
<b>9.</b>	<b>LITERATURVERZEICHNIS</b>	<b>68</b>
<b>10.</b>	<b>ABBILDUNGS- UND TABELLENVERZEICHNIS</b>	<b>79</b>

Die Humanität beim Schlachten erblicken wir darin,  
dass den Tieren nicht bewusst werden soll,  
wie sie der Mensch ihres Urrechtes zu leben,  
beraubt.

(FAHRBACH, 1948)

# 1 VORWORT

Durch die Entscheidung 2000/418/EG wurde der Einsatz des Rückenmarkzerstörers zum 1.1.2001 verboten. Nachfolgend wurde diese Entscheidung durch die Verordnung (EG) 999/2001 abgelöst.

Mit dem Wegfall des Rückenmarkzerstörers hat sich eine neue Situation bezüglich der Beurteilung der Entblutungszeit und den nachfolgenden Schlachtarbeiten eingestellt. Vorher wurde den Tieren nach dem Schuss das Rückenmark mit Hilfe eines flexiblen Plastikstabes, welchen man durch das Schussloch einführte, zerstört und damit jegliche Erregungsleitung zum Gehirn unterbunden.

Die so behandelten Tiere waren zwar im klinischen Sinne nicht tot, d. h. Herz- und Kreislauffunktionen waren noch nicht vollständig erloschen, aber man konnte sicher sein, dass eine bewusste Wahrnehmung nachfolgender Schlachtarbeiten nicht mehr erfolgen konnte. Wohl aber zeigte ein Großteil der Tierkörper durch das noch schlagende Herz erhebliche Reaktionen beim sofortigen Absetzen von Körperteilen, wie etwa den Füßen oder dem Kopf.

Aufgrund der geänderten Situation gilt es diesen Bereich des Schlachtens erneut zu überprüfen.



## 2 EINLEITUNG

Dem Schlachten im eigentlichen Sinne, nämlich dem Töten durch Blutentzug, wird eine Betäubung vorausgeschickt, so dass sich das Schlachttier idealerweise bis zum Eintritt des Todes in einem Zustand der Empfindungs- und Wahrnehmungslosigkeit befindet.

Die Phase 1 des Schlachtens beginnt mit der Betäubung durch den Bolzenschuß und endet spätestens 60 Sekunden danach. Diese gesetzlich verankerte Zeitangabe soll einer eventuell möglichen Bewußtseinswiederkehr entgegenwirken. Die erfolgreiche Umsetzung der Betäubung kann anhand verschiedener Parameter untersucht werden. Reaktionen auf Schmerzreize, als zentrale, lebenswichtige Schutzfunktionen des Organismus, dürfen bis zum Eintritt des Todes nicht wiederkehren (Männl, 1994).

Mit dem Setzen des Entblutestichs beginnt die Phase 2 und nimmt mit dem Individualtod ihr Ende. Diese Zeit des Sterbens ist bei kurzen Agonieformen, wie wir es beim Eröffnen großer Blutgefäße vorfinden, nicht konkret fassbar. Es lässt sich auch nie mit Gewissheit feststellen inwieweit diese Zeit wahrgenommen oder Eingriffe empfunden werden, wohl aber durch verschiedene Untersuchungsmethoden eingrenzen.

Ziel dieser Arbeit ist es die Entblute- bzw. Sterbezeit bei Rindern nach Bolzenschußbetäubung näher zu beleuchten. Es soll die mit dem Tod einhergehende visuell feststellbare Muskelerschlaffung und die entsprechenden Zeitparameter untersucht werden.

## 3 LITERATUR

### 3.1 Rechtliche Grundlagen

#### 3.1.1 Tierschutzgesetz (TierSchG)

Das **Tierschutzgesetz (TierSchG)** in der Fassung der Bekanntmachung vom 25.Mai 1998 (BGBl.I S. 1105), geändert durch Artikel 2 des Gesetzes vom 12.April 2001 (BGBl.I S.530) fordert in § 4, Satz (1), dass ein Wirbeltier nur unter Betäubung oder sonst, soweit nach den gegebenen Umständen zumutbar, nur unter Vermeidung von Schmerzen getötet werden darf. Ein Wirbeltier darf nur töten, wer die dazu notwendigen Kenntnisse und Fähigkeiten hat. Satz (2) bestimmt, dass für das Schlachten eines warmblütigen Tieres § 4a gilt. In diesem kommt zum Ausdruck, dass ein warmblütiges Tier nur geschlachtet werden darf, wenn es vor Beginn des Blutentzugs betäubt worden ist. Ausnahmen hiervon sind in Satz (2) geregelt. Keiner Betäubung bedarf es bei Notschlachtungen oder dem Schächten bei bestimmten Religionsgemeinschaften, wenn zuvor eine behördliche Ausnahme-genehmigung erfolgte.

#### 3.1.2 Tierschutz-Schlachtverordnung (TierSchIV)

Die **Verordnung zum Schutz von Tieren im Zusammenhang mit der Schlachtung und Tötung (Tierschutz-Schlachtverordnung)** vom 3.3.1997 gibt in § 13 über das Betäuben, Schlachten und Töten noch genauere Auskunft. In Satz (1) heißt es, dass die Tiere so zu betäuben sind, dass sie schnell und unter Vermeidung von Schmerzen oder Leiden in einen bis zum Tod anhaltenden Zustand der Empfindungs- und Wahrnehmungslosigkeit zu versetzen sind. Satz (3) beschreibt, dass sofort nach dem Betäuben, und zwar für die in Anlage 2, Spalte 1 genannten jeweiligen Betäubeverfahren in entsprechend festgelegtem Zeitraum, mit dem Entbluten begonnen werden muss. Das Tier muss entbluten, solange es empfindungs- und

wahrnehmungsunfähig ist. Bei warmblütigen Tieren muss dafür gesorgt werden, dass durch Eröffnen mindestens einer Halsschlagader oder des entsprechenden Hauptblutgefäßes sofort ein starker Blutverlust eintritt. Die Entblutung muss kontrolliert werden können. Satz (4) besagt, dass weitere Schlachtarbeiten am Tier erst durchgeführt werden dürfen, wenn keine Bewegungen des Tieres mehr wahrzunehmen sind.

### **3.1.3 Richtlinie des Rates zum Schutz von Tieren (93/119/EG)**

In der **Richtlinie des Rates** vom 22. Dezember 1993 über den Schutz von Tieren zum Zeitpunkt der Schlachtung oder Tötung heißt es in Artikel 4, dass Schlachthöfe so ausgestattet sein müssen, dass die Tiere von vermeidbaren Aufregungen, Schmerzen und Leiden verschont bleiben. Artikel 6, Satz (1), fordert Geräte, Vorrichtungen zur Ruhigstellung, Ausrüstungen und Anlagen für die Betäubung oder der Tötung der Tiere so zu konzipieren, zu bauen oder instand zu halten, dass diese eine rasche und wirksame Betäubung bzw. Tötung gewährleisten. Satz (2) bestimmt, dass für Notfälle am Schlachtplatz Ersatzausrüstungen und –geräte bereitgehalten werden müssen, die ebenso regelmäßig gewartet und überprüft werden müssen. Nach Artikel 7 dürfen für das Verbringen, Unterbringen, Ruhigstellen, Betäuben, Schlachten und Töten der Tiere nur Personen eingesetzt werden, die über die notwendigen Kenntnisse und Fähigkeiten verfügen, um die Anforderungen dieser Richtlinie auf humane und effiziente Weise auszuführen.

## 3.2 Philosophische Betrachtungen

Die oben aufgeführten Tierschutzgesetze spiegeln den hohen ethischen Anspruch den Tieren gegenüber wieder. Die Öffentlichkeit erwartet die Erfüllung eines Tierschutzgesetzes, das Tiere als Mitgeschöpfe bezeichnet, die vor Schmerzen, Leiden oder Schäden zu bewahren sind (HÄNDEL, 1990). Diese Erwartung zeigt sich auch in den heftig geführten Diskussionen zum Schächten (SOIJKA, 1995).

VON MICKWITZ (1976) definiert tierschutzgerechtes Töten als einer synchron mit dem schmerzlosen Erlöschen des Bewusstseins einsetzenden oder unmittelbar folgenden totalen, irreversiblen Aufhebung der Lebensfunktionen eines Tieres. Er stellt weiterhin fest, dass das Töten eines Tieres von der Mehrzahl der Kollegen als unangenehme und im eigentlichen Sinn nicht zum tierärztlichen Beruf gehörende Verrichtung angesehen wird.

Das Verhältnis von Tier und Mensch wurde im Verlauf der Menschheitsgeschichte immer wieder aus verschiedenen Blickwinkeln betrachtet und die Tötungsfrage ist seit Jahrtausenden umstritten. Sie lässt sich in zwei- aus philosophischer Sicht unabhängige- Problemfelder aufteilen. Das Problem der Leidenszufügung und das Problem der Lebensbeendung (=Tötungsfrage) (LUY, 1998). Während z.B. DE SPINOZA (1677) und KANT (1924) eine kontraktualistische Argumentation den Tieren gegenüber anwenden, vertreten SCHOPENHAUER (1886) oder VON HARTMANN (1886) den Gleichheitsgrundsatz. De Spinoza und Kant verstehen Tiere als Sache. Man kann mit ihnen keine Verträge abschließen oder Verpflichtungen auf Gegenseitigkeit eingehen. Dinge und Tiere befinden sich auf der gleichen Stufe. Für Schopenhauer und Von Hartmann spielen derartige Gedanken eine untergeordnete Rolle. Sie sehen Tiere als Mitgeschöpfe, deren Achtung einfach eine Forderung der moralischen Gerechtigkeit ist. Die oben genannten Tierschutzgesetze sind ein Kompromiß für diese extrem konträren Standpunkte.

### 3.3 Begriffsbestimmungen

Unter Schlachten ist das Töten von Tieren durch möglichst vollständigen Blutentzug nach vorheriger Betäubung zum Zwecke der Gewinnung von Fleisch zu verstehen (N.N., 1983).

Das Schächten ist die Schlachtung von Tieren ohne vorherige Betäubung. Die Entblutung erfolgt durch einen einzigen glatten Halsschnitt mit Eröffnung der großen Gefäße. Dabei handelt es sich vom Standpunkt des Tierschutzes um ein umstrittenes Verfahren (N.N., 1983).

Die Empfindungs- und Wahrnehmungslosigkeit, sprich die Bewusstlosigkeit, soll bis zum Tod durch Entbluten anhalten. Unter Bewusstlosigkeit versteht man den Ausfall der Großhirnrinde infolge Anämie des Gehirns oder toxischer Schädigung, charakterisiert durch Festliegen, Fehlen jeglicher Reaktion auf äußere Reize, Ausfall der Reflextätigkeit (N.N., 1983).

Unter Betäubung ist die Ausschaltung des Bewusstseins und der Schmerzempfindung eines Tieres zur Vorbereitung auf einen operativen Eingriff oder auf die Schlachtung zu verstehen. Für die Schlachtung stehen unterschiedliche Methoden zur Verfügung (N.N., 1983). In der Humanmedizin versteht man unter Betäubung ein durch Zufuhr von Narkotika induzierten, reversiblen Zustand, in dem Operationen bei erloschenem Bewusstsein ohne Schmerzempfindung und Abwehrreaktionen durchgeführt werden können. Die Betäubung umfasst 1. Bewusstlosigkeit 2. Schmerzlosigkeit 3. Verminderung oder Ausschaltung der Reflexaktivität 4. Muskelrelaxation (PSCHYREMBEL, 1997).

Die Agonie (Todeskampf) geht dem Tod unmittelbar voraus, ist als Vorstadium des Exitus letalis mit reduzierten Lebensvorgängen zu verstehen (PSCHYREMBEL, 1997).

Sterben und Tod sind Prozesse, die durch den Funktionsverlust der großen Systeme (Herz-, Kreislauf-, Atem-, zentrales Nervensystem) und ihrer Koordination gekennzeichnet sind. Mit dem Verlust der Koordination setzt eine zunehmende Dissoziation der Organfunktionen ein (MADEA , 2003).

Tod bedeutet aus naturwissenschaftlicher Sicht das Ende des Lebens. Ein in Etappen ablaufender Desintegrationsvorgang aller Lebensvorgänge, der im Regelfall über Stillstand von Herz- und Atmungstätigkeit (klinischer Tod), zum Gehirntod und schließlich zum Untergang sämtlicher Organe und Zellverbände (biologischer Tod) führt (N.N.,1983). Unter Umständen kann der Zeitpunkt des Todes zeitlich vor dem Aufhören von Atmung und Herzaktion (klinischer Tod) liegen, da man das Erlöschen der Hirnfunktion als Todeszeitpunkt definiert (PSCHYREMBEL, 1997).

## **3.4 Bolzenschussbetäubung**

### **3.4.1 Betäubung**

Die älteste dokumentierte Betäubungsform ist die Keulung. Hierbei wird dem Tier mit einer Keule, Hammer oder dergleichen ein Schlag auf die Stirn oder in den Nacken gegeben. Dies führt durch eine Gehirnerschütterung zur Bewusstlosigkeit (FAHRBACH, 1948). Gegen Ende des 19. Jahrhunderts tritt der Tierschutz vermehrt in das Bewusstsein der Menschen in Europa und es wird intensiv an Möglichkeiten gearbeitet, um Schlachttiere immer besser zu betäuben. Am 21. April 1933 wird dann durch das Gesetz über das Schlachten von Tieren im ganzen Gebiet des damaligen Deutschen Reiches die Betäubepflicht vorgeschrieben (DRAWER, 1987).

Die obersten Ziele einer Betäubung sind

1. Die Betäubungswirkung muss unverzüglich eintreten
2. Die Betäubung muss tief genug sein
3. Die Betäubung muss bis zum Eintritt des Todes anhalten
4. Die Betäubung muss direkt in den Tod durch Blutentzug übergehen
5. Das Betäubungsverfahren muss in der Anwendung sicher sein

Die Tiere gelten als einwandfrei betäubt, wenn sie vollständig das Wahrnehmungs- und Empfindungsvermögen verlieren. Reaktionen auf Schmerzreize, als zentrale, lebenswichtige Schutzfunktionen des Organismus, dürfen bis zum Eintritt des Todes nicht wiederkehren (MÄNNL, 1994).

Schmerzempfindungen bei Tieren sind nicht objektivierbar. Sie werden auf der Grundlage des Postulats der Homologie bewertet (SCHLENKER, 1996). Dennoch ertragen zum Beispiel Rinder und Schweine innere Schmerzen oft lautlos, die nach dem Postulat der Homologie als sehr stark einzustufen wären (MICKWITZ, 1983).

### **3.4.2 Bolzenschussgeräte**

Es handelt sich um einen röhrenförmigen Schussapparat, aus dem mit Hilfe einer Patrone oder mit Druckluft ein Bolzen herausgeschleudert wird, der die Schädeldecke des Tieres durchdringt und Gewebeschäden sowie eine Gehirnerschütterung bewirkt. Der Gebrauch des Bolzenschussgerätes unterliegt dem Waffenrecht. Die Geräte bedürfen nach der Dritten Verordnung zum Waffengesetz einer Baumusterzulassung und müssen alle zwei Jahre dem Hersteller zur Funktionsprüfung eingesandt werden. Dies gilt auch für die am Betäubungsplatz vorzuhaltenden Ersatzgeräte. Die geprüften Geräte erhalten eine Prüfplakette. Die Bolzenschussgeräte sind mindestens arbeitstäglich zu reinigen und einer Funktionsprüfung zu unterziehen. Verschlissene oder beschädigte Teile sind dabei auszutauschen. Ausgeleierte Rückstellfedern oder Gummipuffer verhindern das vollständige Zurückziehen des Bolzens in den Lauf, wodurch sich die Geschwindigkeit reduziert und dementsprechend zu einer schwächeren Gehirnerschütterung führt (Anlage 3 Teil II Nr. 1.2 TierSchIV). Nicht selten ist in schlecht gewarteten und gepflegten Bolzenschußgeräten die Ursache zu suchen, wenn es trotz korrekter Anwendung des Gerätes zu Fehlbetäubungen kommt (HOLLEBEN VON, 1996). Natürlich sind Fehlbetäubungen auch oft in überfordertem und übermüdetem Personal zu suchen (GRANDIN, 2004).

### **3.4.3 Funktionsablauf**

Dem ruhiggestellten und kopffixierten Tier wird mit einem munitions- oder druckluftangetriebenen Bolzenschussgerät ein 7-9 cm langer Metallbolzen von etwa 1 cm Durchmesser in den Schädel geschossen. Meist wird der Bolzen anschließend durch Rückholfedern oder elastische Gummipuffer wieder in das Gerät zurückgezogen (TROEGER, 1990). Aus tierschutzfachlicher Sicht ist der korrekt durchgeführte Bolzenschuss das schnellste und wirkungsvollste Betäubungsverfahren, da der gesamte Vorgang in weniger als 2 Millisekunden abgeschlossen ist (SCHUETT-ABRAHAM, 2001). Die Betäubung kann sogar irreversibel sein, wenn lebenswichtige Hirnstammbereiche mitzerstört werden.



Als alleinige Tötungsmethode, z.B. bei Nottötungen, ist sie aber nur in Verbindung mit dem Rückenmarkszerstörer oder einer Elektrozange möglich (SCHUETT-ABRAHAM, 2001; N.N., 2004). Die Stärke der Treibladung muss der Größe und dem Alter des Tieres angepasst sein. Je nach Hersteller sind die verschiedenen Ladungsstärken farblich zu unterscheiden (MÄNNL, 1993).

#### **3.4.4 Wirkungsweise**

Die Wirkungsweise dieser Betäubungsart ist eine zweifache. Der Aufschlag des Bolzens auf dem Schädeldach bewirkt zum einen eine Gehirnerschütterung, das Eindringen in die Schädelhöhle eine Zerstörung von Hirnsubstanz (DALY und WHITTINGTON, 1989). In erster Linie basiert das Verfahren auf einer direkten mechanischen Zerstörung lebenswichtiger Zentren im Hirnstamm (HOFER, 1985; ILGERT, 1985; KÄGI, 1988; LAMBOOY, 1981a ; RIEK, 1980). Ein Teil dieser Zentren sind für die Regelung von Atmung, Blutdruck, Herzfrequenz und anderer organischer Strukturen zuständig. Ihre mechanische Zerstörung bedeutet den Hirntod der Schlachttiere (MÄNNL, 1994). Nach GREGORY (1998) verursacht die mechanische Zerstörung zwar eine Durchtrennung von Nervenbahnen, sowie Verletzungen verschiedenster Gehirnregionen, die wichtigste Komponente aber ist der Aufprall auf den knöchernen Schädel. Dieser erzeugt durch die enormen Scherkräfte Quetschungen und Zerreißen und die sogenannten Coup- und Contre-coup-Verletzungen, sowie Torsionen am Gehirnstamm mit Auslösen der Atemfunktion. Durch die Ödembildung kommt es zur intrakraniellen Drucksteigerung mit dadurch bedingter Ischämie.

Die Bolzenschussbetäubung führt zu einer sofortigen, tiefen und anhaltenden Empfindungs- und Wahrnehmungslosigkeit (DALY et al., 1987; DALY et al., 1988; DALY et al., 1989; FRICKER u. RIEK, 1981; GREGORY u. WOTTON, 1984; ILGERT, 1985; KAEGI, 1988; LAMBOOY, 1981b; LAMBOOY et al. 1981; RIEK, 1980). Die Reaktionsfähigkeit des Gehirns auf Reize aus der Außenwelt ist mit dem Bolzenschuss nachweislich erloschen. Sie kehrt auch nicht wieder,

sofern der Blutentzug innerhalb der vorgeschriebenen 60 sec erfolgt (DALY et al., 1988).

### **3.4.5 Korrekte Schussposition**

Wichtig für den Betäubeerfolg ist der korrekte Ansatz des Bolzenschussgerätes. Beim Rind ist dies der Kreuzungspunkt der Verbindungslinien zwischen der Mitte des Hornansatzes der einen und der Augenmitte (ILGERT, 1985) bzw. dem äußeren Augenwinkel (KAEGI, 1988) der gegenüberliegenden Seite. KAEGI empfiehlt einen geringgradigen paramedianen Einschuss. Das Gerät wird rechtwinklig zum Schädeldach aufgesetzt.

### **3.4.6 Betäubeerfolg**

Für eine gute Betäubewirkung spricht:

1. sofortiges Niederstürzen der Tiere
2. keine Aufrichtversuche
3. starres, reaktionsloses Auge
4. keine Atmung

(FRICKER u. RIEK, 1981; ILGERT, 1985; KAEGI, 1988; LAMBOOY, 1981; LAMBOOY u. SPANJAARD, 1981; RIEK, 1980).

Werden durch den Bolzenschuss bestimmte Bereiche des Hirnstamms zerstört, liegt das Tier in der Regel ruhig. Andernfalls kann es zu heftigen, epilepsieartigen Krampfanfällen kommen. Diese sind zwar kein Beleg für eine unzureichende Betäubung, behindern aber die weiteren Arbeiten zum Teil erheblich (N.N., 2001).

Folgende Anzeichen signalisieren dagegen eine unzureichende Betäubungswirkung:

1. Wiederkehr des Lidschlussreflexes
2. Wiederkehr des Kornealreflexes
3. Wiederkehr des Stellreflexes
4. Lautäußerungen

Die meisten wissenschaftlichen Publikationen äußern sich dahingehend, dass der Ausfall cerebraler Reflexe (Schmerzreaktionen im Kopfbereich, Augenreflexe, Stellreflexe) und lebenswichtiger Funktionen (Atmung, Kreislauf) für die Beurteilung der Betäubungswirkung ausreichend sind. Antworten auf Reize im Kopfbereich setzen intakte Kopfnerven, vor allem aber einen intakten Hirnstamm voraus. Reaktionen auf Reize an den Gliedmaßen gelten als reine Rückenmarksreflexe (MÄNNL, 1994). Ob das Erlöschen des Kornealreflexes eine objektive Methode zur Erkennung von Schmerzreaktionen ist, wird kontrovers diskutiert. Es gibt Anzeichen dafür, dass dies kein zuverlässiges Symptom für völlige Schmerzunempfindlichkeit ist (MICKWITZ und LEACH, 1977).

Der Bolzenschuss kann Schafe und Rinder bei ordnungsgemäßer Anwendung empfindungslos machen. Er hat den Nachteil, dass es derzeit kein automatisiertes Verfahren für den praktischen Einsatz gibt und er im Wesentlichen von der Ausbildung und Fähigkeit des Betäubers abhängt (N.N., 2004).

## **3.5 Untersuchungen zur Betäubung durch Bolzenschuss**

### **3.5.1 Hilfsmittel zur Untersuchung**

#### a) Elektroenzephalographie (EEG)

Mit dem EEG wird die elektrische Aktivität des (dorsalen) Kortex mittels auf der Kopfhaut befestigter Elektroden und eines Oszilloskops graphisch (Wellenbild) dargestellt. Die Auswertungen orientieren sich an der Frequenz (Geschwindigkeit) sowie der Amplitude (Mikrovolt) der aufgezeichneten Wellen. Im Allgemeinen wird zwischen irritativen Läsionen, die hohe Wellenfrequenzen und niedrige Amplituden verursachen, und destruktiven Läsionen mit langsamer Aktivität und hoher Amplitude sowie zwischen diffusen und fokalen Läsionen unterschieden (VANDEVELDE et al., 2001). In der Humanmedizin nimmt nach wie vor das EEG eine Vorrangstellung zur Feststellung des Todeszeitpunktes ein. Bei der Sicherung der Diagnose eines zerebralen Funktionsverlustes liegt ihr Wert darin, dass sie die einzige Methode ist, mit der man den aktuellen Funktionszustand des Gehirns unmittelbar erfassen kann. Tritt der Tod ein, kommt es zur isoelektrischen Stille mit einem isometrischen Kurvenbild (KÄUFER, 1971). Eine Interpretation der isoelektrischen Linie ist aber nur im Zusammenhang mit dem klinischen Bild möglich (FRICKER und RIEK, 1981).

Ein Null-Linien-EEG ist in 3 Phasen der Hirnschädigung möglich (GROSS, 1976)

#### 1. In der Wiederbelebungszeit

Wird die Durchblutung des Gehirns unterbrochen, erlischt dessen Funktion. Liegt die Ischämiezeit unter einer gewissen Zeitspanne so kann mit einer Rückkehr und Normalisierung der Hirnaktivität gerechnet werden.

#### 2. In der Erholungslatenz

Zwischen dem Ende der Ischämie und dem Wiederbeginn der Hirnfunktion liegt die Erholungslatenz.

#### 3. In der Phase des Hirntodes

Es lassen sich vier Wellenarten unterscheiden: Alpha- (8-13 Wellen/sec) und Beta- Wellen (14-30 Wellen/sec). Die Theta-Wellen (4-7 Wellen/sec) zeigen sich bei mittelgradigen Allgemeinveränderungen und die Delta-Wellen (0,5-3 Wellen/sec) bei hochgradigen. Im finalen Stadium eines Koma und bei Gehirntod herrscht bioelektrische Stille, eine Null-Linie. Bei wachen Tieren zeigt das EEG zwischen 10 und 40 Wellen/sec., bei Kälbern konnten sogar noch höhere gefunden werden (N.N., 2004).

#### b) Elektrocorticogramm (ECoG)

Beim ECoG handelt es sich um eine invasive Methode zur Messung der Hirnströme. Die registrierten Potentiale sind etwa um den Faktor 10 größer wie beim EEG, da die Ableitung direkt von der Gehirnoberfläche erfolgen. Die Messelektroden liegen der Dura mater oder dem Kortex direkt auf (AICHINGER, 2003).

#### c) SEP und VEP

Durch gezielte Stimulierung somatosensorischer Systeme wird versucht in den betreffenden Nervenbahnen und Rindenareale Potentiale auszulösen, um Hinweise auf möglicherweise vorhandenes Bewusstsein zu erhalten. Diese im EEG messbaren Potentiale werden dabei durch akustische, visuelle (VEP) oder schmerzhaft (SEP) Stimuli ausgelöst bzw. evoziert (VANDEVELDE et al., 2001). Die Auswertung der Ergebnisse ist aber nicht unumstritten.

#### c) Elektrokardiogramm (EKG)

Der Status quo der Herztätigkeit kann mit Hilfe des EKG's ermittelt werden, indem zwischen verschiedenen Punkten an der Körperoberfläche Potentialdifferenzen abgeleitet und aufgezeichnet werden. Auch hier ist das Erscheinen einer Null-Linie bezeichnend für das Erlöschen der Herzaktion (HOFFMANN, 2003).

### 3.5.2 Untersuchungen zur Bolzenschussbetäubung

RIEK (1980) hatte in seinen Untersuchungen an zwölf Kühen die Wirkung der Bolzenschussbetäubung anhand von Elektroencephalogramm (EEG), der Messung von Herzschlagfrequenz, Blutdruck und Atmung, von Augenreflexen und Augenmotorik sowie einer Sektion überprüft. Der Entblutungsstich wurde frühestens nach 78 Sekunden, im Durchschnitt nach 124 Sekunden gesetzt. Bei elf Kühen wurden die Wellen durchschnittlich 71 Sekunden nach dem Schuss träger und flachten zu einem Null-Linien-EEG ab. Bei einem Tier waren aber 398 Sekunden lang EEG-Werte zu erhalten, wenn auch mit mittelgradiger Veränderung, welche erst 30 Sekunden nach dem dann gesetzten Entblutungsstich, der wiederum keine Wachreaktion im EEG hervorrief, in ein Null-Linien-EEG überging. Dieses Tier zeigte auch nach 2 Minuten eine oberflächliche und beschleunigte Atmung. Krampfanfälle traten bei 93% in der Phase des Null-Linien-EEG's auf und wurden als Aktivitätsverlust des Großhirns mit gesteigerter medullärer oder spinaler Reflextätigkeit und nicht als Schmerzempfindung interpretiert. Bei allen Tieren erloschen Lid- und Kornealreflex. Die Atmung setzte bei allen, bis auf eines, aus. Herzschlag und Blutdruck stiegen etwa 10 Sekunden nach dem Schuss signifikant an, um dann nach ca. 75 Sekunden wieder den Ausgangswert zu erhalten. Bei seinen Versuchen wurde bei zehn von zwölf Tieren der Hirnstamm durch den Bolzenschuss zerstört. Aber alle zwölf Tiere erfüllten die für eine effiziente Bolzenschussbetäubung aufgestellten Kriterien.

KAEGI (1988) untersuchte das Zustandekommen des Bewusstseinsverlustes nach der Schussabgabe, inwieweit dieser eher durch die ausgelöste Druckwelle oder aber durch die zugefügte Verletzung zustande kommt. Auch er stellte die Zunahme von Herzfrequenz und Blutdruck unmittelbar nach dem Schuss fest und wertete dies als Reaktion vegetativer Zentren im Hirnstamm. Alle neunzehn Kühe seiner Untersuchung waren wirksam betäubt, aber bei elf von neunzehn Tieren war der Hirnstamm durch den Bolzen nicht verletzt. Bei diesen 58% waren heftige Krampfanfälle zu beobachten, obwohl das EEG eine Null-Linie anzeigte und die Tiere keine auslösbaren, zerebralen Reflexe zeigten. Die Krampfintensität wurde mit der abweichenden Schussbahn in Verbindung

gebracht. Ein weiteres Ergebnis seiner Untersuchungen war, dass, obwohl der Ansatzpunkt für den Bolzen am Kopf markiert war und der Schuß durch einen geübten Schützen ausgeführt wurde, sich beträchtliche Abweichungen im Schusskanal zeigten. Die Hirnsektionen machten auch deutlich, dass makroskopisch erfassbare Hirnläsionen nur gerade in unmittelbarer Nähe des Schusskanals auftraten, d.h. in einer Umgebung von maximal  $\pm 5$  mm. Anhand dieser Sektionen kam er zur Feststellung, dass der optimale Schusspunkt über den Schnittpunkt der Linien, die von der Mitte der Hornbasis bis zum äußeren Augenwinkel ziehen, zu ermitteln ist und dass die Schusslinie geringfügig paramedian liegen sollte. Ebenso folgerte er aus seinen Ergebnissen, dass eine Minimumlänge des Bolzens von 11 cm anzustreben sei.

In der Arbeit von GROSS (1976) ging es um einen Vergleich zwischen Schächten und Bolzenschussbetäubung im Hinblick auf die Hirnrindenaktivität, die anhand eines EEG gemessen wurde. Gleichzeitig zeichnete ein EKG die Herzaktivität auf. Von zehn geschächten Tieren trat bei sieben eine EEG-Null-Linie nach dem Schnitt zwischen 18 und 23 Sekunden auf, bei zwei war diese nach 40 bis 53 Sekunden zu sehen und bei einem erst nach 344 Sekunden. Krämpfe ließen sich bei den sieben erstgenannten bis 345 Sekunden, bei den drei anderen bis zu 635 Sekunden nachweisen. Nach dem Schnitt erhöhte sich die Herzfrequenz signifikant, fiel nach 100 Sekunden langsam ab, um bei 320 Sekunden nochmals leicht anzusteigen und dann abzufallen. Der längste gemessene Wert einer Herzaktion lag bei 820 Sekunden. Bei den fünf durch Bolzenschuss betäubten Tieren ermittelte er folgende Werte. Der Halsschnitt mit beidseitiger Eröffnung der Halsgefäße erfolgte durchschnittlich 62 Sekunden nach der Betäubung. Die Null-Linie im EEG tauchte bei vier Tieren zwischen 13 und 28 Sekunden nach dem Schuss auf, bei einem erst nach 73 Sekunden. Krämpfe waren bis zur 257 Sekunden nachzuweisen. Die Herzaktion stieg auch hier nach dem Betäubungsschuss deutlich an, jedoch nicht auf solch hohe Werte wie beim Schächten, und nahm dann kontinuierlich ab. Die längste Dauer lag bei 640 Sekunden.

Die Bedeutung unterschiedlicher Schussgeschwindigkeiten und Eindringtiefen versuchte LAMBOOY (1981b) zu ermitteln. Die Auswirkungen auf die Bewusstseinslage wurden mittels EEG überwacht. Bei kurzer Eindringtiefe war eine hohe Geschwindigkeit des Bolzens nötig oder aber bei niedriger Geschwindigkeit mussten Stammhirnteile mit verletzt sein. Kurze Eindringtiefe und niedrige Geschwindigkeit ergaben keine wirkungsvolle Betäubung. Er folgerte daraus, dass ein wichtiger Teil der Betäubung auf der Ausbreitung einer Druckwelle beruhe. Dies könnte seiner Meinung nach zu Zellmembranrupturen sowie durch Wärmeentwicklung zu Proteinkoagulationen führen.

In einer weiteren Untersuchung ging LAMBOOY (1981a) der Frage der Schussrichtung nach. Es wurden drei unterschiedliche Positionen, nämlich frontal, okzipital und Genickschuss (zwischen Okziput und 1. Halswirbel) auf ihre Auswirkungen hin geprüft. Die frontale und okzipitale Position lösten unmittelbar nach dem Schuss schwerste, im EEG nachweisbare, zerebrale Funktionsverluste aus. Gleichzeitig erlosch der Kornealreflex. Der Genickschuss führte erst nach 21 +/- 6 Sekunden zur Bewusstlosigkeit. Bis zu diesem Zeitpunkt war der Kornealreflex auslösbar. Die Hirnsektion zeigte bei Frontalschuss lediglich die Zerstörung der linken Großhirnhälfte, beim Okzipitalschuss die des Kleinhirns. Der Genickschuss bewirkte mit Ausnahme einer Blutung im Bereich der Medulla oblongata keine weitere Hirnveränderung. LAMBOOY äußerte die Vermutung, dass die im EEG nachgewiesenen Veränderungen bei frontaler und okzipitaler Schussposition durch den auf das Gehirn übertragenen Impuls ausgelöst wurden, da die kontusionellen Hirnveränderungen die EEG-Erscheinungen allein nicht erklären konnten.

DALY et al. (1987) arbeiteten in ihren Untersuchungen die Relation der Schussgeschwindigkeit zu der Betäubungstiefe heraus. Geschwindigkeiten von 55 bzw. 58 m/sec erhöhten deutlich das Ausmaß und die Dauer der Hirnstörung im Vergleich zu Geschwindigkeiten von 41 bzw. 47 m/sec.

Aus Berichten der *Humanmedizin* wurde ersichtlich, dass selbst schwere Schussverletzungen des Schädels durch einen Bolzenschussapparat nicht unbedingt zum Tod führten. ARLT et al. (1972) dokumentierte 9 Fälle dieser



Schussverletzungen. Fünf der Patienten zeigten anlässlich der Erstuntersuchung ein klares oder ein nur leicht getrübtetes Bewusstsein. Zwei davon konnten durch eine Operation geheilt werden, bei zwei blieben neurologische Ausfälle. Aus anderen Krankenhausberichten ging die volle Bewusstseinslage Betroffener hervor, die dann aber innerhalb weniger Tage an den sekundären Folgen der Hirnverletzung starben.

HEGGLIN (1957) beschrieb sieben Fälle von Mord oder Selbstmord durch Bolzenschussapparat. Nur in zwei Fällen trat der Tod unmittelbar ein, einige Patienten überlebten bis zu 9 Tagen. Er folgerte daraus, dass die Eindringtiefe und die betroffene Hirnregion entscheidend für die Auswirkung seien. Wurde bei zu schwacher Ladung nur der Kortex verletzt so konnte das Opfer unter Umständen bei einem Einschuss in eine stumme Zone fast symptomlos bleiben. Die Schädelbasis wurde wegen der Kürze des Bolzens nie verletzt.

## **3.6 Entblutung**

Nach MOJE (2004) kann man davon ausgehen, dass der Teil der Schlachtung im engeren Sinne, nämlich Betäubung und Entblutung, in Zukunft eine zunehmende Bedeutung hinsichtlich des Tierschutzes erlangt.

### **3.6.1 Entblutungstechniken**

Bei warmblütigen Tieren muss dafür gesorgt werden, dass durch Eröffnen mindestens einer Halsschlagader oder des entsprechenden Hauptblutgefäßes sofort ein starker Blutverlust eintritt. Die Entblutung muss kontrolliert werden können (Anlage 2 TierSchlV). Ohne Entblutung könnte selbst ein ausreichend betäubtes Tier seine Gehirn- und Körperfunktion wiedererlangen (N.N., 2004).

Um eine rasche und vollständige Ausblutung zu gewährleisten, müssen beide Halsschlagadern durchtrennt werden. Alternativ dazu kann der sogenannte Bruststich ausgeführt werden, bei dem das gemeinsame Ursprungsgefäß der Halsschlagadern in Herznähe durchtrennt wird (N.N., 2001). Da in diesem Fall insbesondere beim Rind auch die Blutversorgung des Gehirns über die Vertebralarterie unterbrochen wird, ist der Bruststich zu bevorzugen (JOHANNSEN, 2002).

Beim Schächten, also dem betäubungslosen Schlachten, werden durch einen sauberen, scharfen, einzügigen Schnitt sämtliche Halsstrukturen durchtrennt – die Trachea, die Speiseröhre, die Carotiden und die Jugularvenen (ROSEN, 2004; GRANDIN, 1996).

Schweine und Rinder können sowohl im Hängen als auch im Liegen entblutet werden. Bei der hängenden Entblutung werden die betäubten Tiere an einem Hinterfuß, mittels einer, an einem Haken befestigten, Kette angeschlungen und per Elevator auf eine Rohrbahn aufgezogen. Dann erst wird der Entblutungsschnitt angebracht. Bei der liegenden Entblutung hingegen werden die Tiere nach der Betäubung auf einen Ketten- oder Plattenförderer verbracht und im Liegen sofort gestochen. Sie sollten optimalerweise bis zum Eintritt des

Todes und der damit verbundenen vollständigen Erschlaffung der Muskulatur auf dem Förderband verbleiben (MÄNNL, 1994). Die Liegendentblutung bietet den Vorteil, dass Betäubungserfolg, -tiefe- und -dauer deutlich erkennbar und kontrollierbar sind. Der Nachteil besteht in einer kostenintensiveren und raumgreiferen Einrichtung.

Zur Gewinnung von Blutplasma oder Blutserum muss eine geschlossene Anlage zur unmittelbaren Aufnahme des Blutes vorhanden sein. Hierfür werden Hohlmesser verwendet, mit denen nach dem Hautschnitt der Bruststich durchgeführt wird und das Blut mittels Ablaufschlauch in Sammelbehälter fließt. (FLEISCHHYGIENE- VERORDNUNG, 2001)

### **3.6.2 Verblutungstod**

Dem Verblutungstod im eigentlichen Sinne geht ein hypovolämischer Schock voraus. Traumatische Verletzungen größerer Gefäße führen zu einem akut tödlichen hämorrhagischen, hypovolämischen Schock (ALTHOFF, 1992). Ab einem ca. 30% venös bedingtem Blutverlust, bei arteriellem Blutverlust eventuell schneller, geht das Bewusstsein beim Menschen verloren (MADEA, 2003). Ziele, um einen schnellen und sicheren Blutverlust zu erreichen, sind die Aorta, die Pulmonararterien oder das Herz (KARGER und BRINKMANN, 1997). Im ersten Stadium des hypovolämischen Schockes erfolgt die Zentralisation des Blutkreislaufes, mit Blutdruckerhöhung, um eine noch ausreichende Versorgung von Herz und Gehirn zu gewährleisten. Das zweite Stadium ist gekennzeichnet durch die reflektorische Stoffwechselaktivierung. Hier ist die Möglichkeit zum Ausstieg aus dem Circulus vitiosus noch gegeben. Die sich im Endstromgebiet steigernde Hypoxie, die stärker werdende metabolische Azidose setzen zusätzlich humorale und zelluläre Abwehrleistungen in Gang. Es folgt im dritten Stadium die irreversible Insuffizienz der Endstrombahn. Die paralytische Schockphase (sog. Entspannungskollaps) löst die Zentralisation ab, wenn ein adäquater Herzmuskelstoffwechsel nicht mehr gewährleistet ist und wenn insbesondere eine durch Mangel durchblutung der Endstromgebiete wirksam werdende

Selbstvergiftung des Körpers eintritt (KITZ und SCHULZ, 1982). Typische Organveränderungen am Herzen sind z.B. petechiale subepi- und subendokardiale Blutungen, von denen auch in der Humanmedizin berichtet werden (KITZ und SCHULZ, 1982; BIHN, 1992).

Beim akuten Verblutungstod tritt der Tod im Minutenbereich ein. KÖPCKE (1988) beschreibt einen Fall, wonach bei einseitiger Durchtrennung der Carotis bei einem Menschen der Tod nach maximal 10 min eingetreten ist. Er berichtet aber auch von ungewöhnlich langen Überlebenszeiten nach Verletzungen, die eigentlich einen raschen Tod bedingten. So wurde z.B. eine Stichverletzung ins Herz noch 48 h überlebt. Prognoseentscheidend ist jedoch nicht nur das Ausmaß, sondern auch die Schnelligkeit des Blutaustritts (MADEA, 2003).

TROEGER et al. (2005) haben einen hochsignifikanten Zusammenhang zwischen der Stichblutmenge und der Häufigkeit des Wiedererwachens auf der Nachentblutungsstrecke bei Schweinen festgestellt. Schon in früheren Untersuchungen hat TROEGER (1989) auf die Gefahr der zu hohen Bandgeschwindigkeit hingewiesen und daher eine automatisierte Überwachung dieses Produktionsschrittes gefordert.

In seinen Vorschlägen zur Entwicklung von Messverfahren zur Kontrolle der Schlachtung spricht NITSCH (1994) von Entblutungszeiten nach dem Stechen für Rinder von 6 min und für Schweine von 5-6 min.

### **3.6.3 Besonderheiten der Blutversorgung**

Die Blutversorgung des Gehirns wird beim Wiederkäuer durch das *Rete mirabile epidurale rostrale*, welches von der *A. maxillaris* gespeist wird, gewährleistet. Dieses Gefäßnetz erfährt eine Ausdehnung nach caudal, um dort mit den Ästen der *Aa. condylaris* und *occipitalis*, sowie der *A. vertebralis* zu anastomosieren. Bei Schafen und Ziegen sind diese Strukturen kaum ausgebildet (NICKEL et al, 1992).

EEG- studien an unbetäubten Schafen und Kälbern, die durch Inzision der Halsgefäße entblutet wurden, zeigten wesentliche Unterschiede zwischen diesen beiden Tierarten in der Zeitdauer bis zum Erreichen der isoelektrischen Linie. So waren Schafe und Lämmer z.B. nach 2 – 7 sec bewusstlos, während dies bei Kälbern erst 65 – 85 sec nach dem Entblutungsschnitt der Fall war. Zudem zeigten einige Kälber ein periodisches Wiederaufleben möglicher Sensibilität im EEG für über 300 sec. BLACKMORE und NEWHOOK (1982) vermuteten den Grund hierfür in der Versorgung durch die Vertebralarterien. Diese Theorie unterstützen Untersuchungen von BLACKMAN et al. (1986) BLACKMORE (1984) und DALY et al. (1988). So hatte DALY et al. (1988) Untersuchungen zur Ermittlung des Erlöschens der Funktionsfähigkeit des Gehirns nach dem betäubungslosen Entbluten durchgeführt. Dabei ergab sich, dass sich bei adulten Rindern evozierte Potentiale zwischen 20 und 126 Sekunden nach dem Halsschnitt nachweisen ließen. GRANDIN und REGENSTEIN (1994) stellten ebenso fest, dass beim Schächten der Eintritt der Empfindungslosigkeit bei Rindern bis zu mehreren Minuten dauern kann und sahen die Gründe in der besonderen Blutversorgungslage.

KALLWEIT et al. (1989) nahmen an, dass die Blutversorgung des Gehirns über die Vertebralarterien mit dem Alter des Tieres zunimmt.

ANIL et al. (1995a,b) berichteten, dass bei Kälbern durch die Vertebralarterien die Blutversorgung des Gehirns bis zu 3 min auf 30% des normalen Niveaus aufrecht erhalten werden konnte, wenn nach dem Halsschnitt die Carotiden durch Aufblähung der Gefäßwände verschlossen waren. Beim Bruststich war diese Gefahr natürlich nicht gegeben.

In den Forschungen von BAGER et al. (1988) und SHAW et al. (1990) wurden die Vertebralarterien ligiert. Sie kamen zu dem Ergebnis, daß diese Gefäßverbindung nicht allein für die längere kortikale Aktivität verantwortlich wäre. Im Vergleich zu den kleinen Wiederkäuern trat auch hier eine verzögerte Bewusstlosigkeit auf.

## **3.7 Agonale Phase**

Eine Forderung für humanes Schlachten ist, dass weitergehende Schlachtarbeiten nicht vor dem Eintritt des Todes beginnen sollen. Den Tod kann man entweder am Sistieren des Herzschlags oder an der Zerstörung des Gehirns erkennen (N.N., 2004). Die TierSchIV besagt, dass weitere Arbeiten an dem Tier erst vorgenommen werden dürfen, wenn keine Bewegungen des Tieres mehr zu erkennen sind.

### **3.7.1 Begriffsbestimmung**

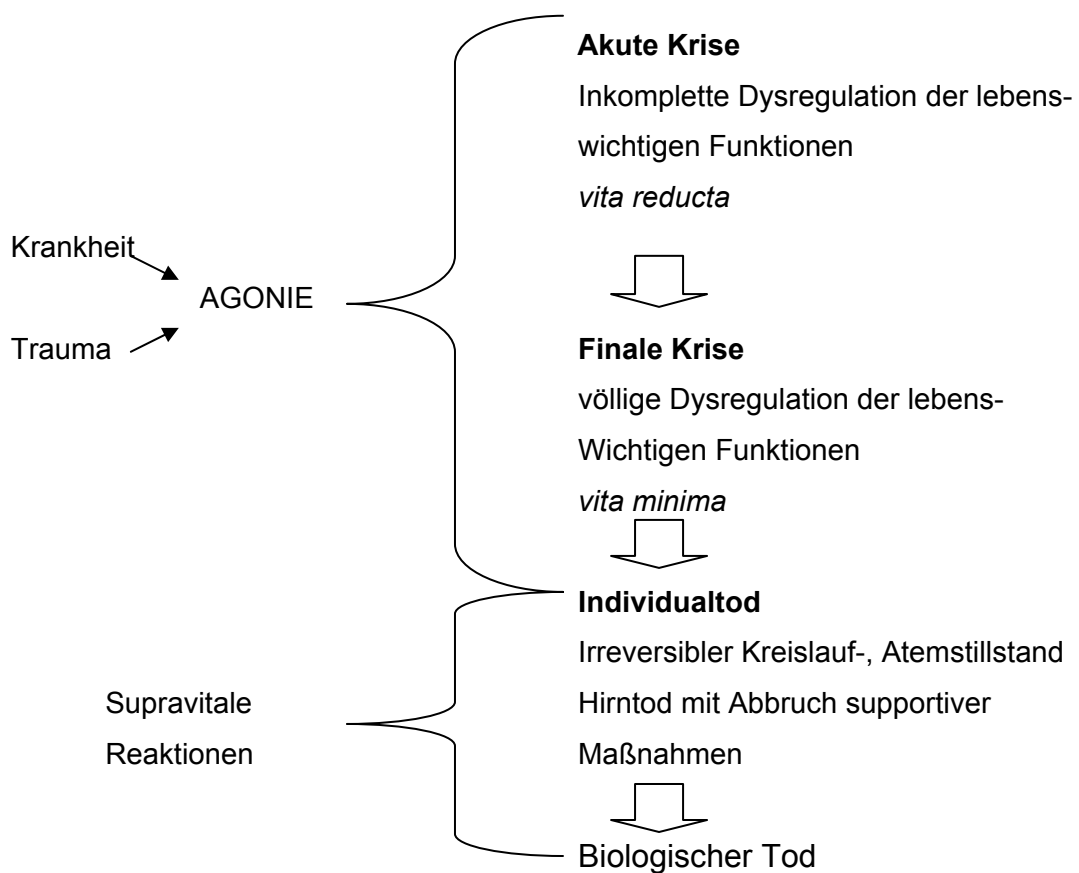
Die Phase des Sterbens bezeichnet man als Agonie, deren Dauer in Abhängigkeit vom schädigenden Agens und den verbleibenden Reaktionsmöglichkeiten stark variieren kann. (MADEA, 2003) Das Sterben ist aber noch als ein Teil des Lebens zu betrachten, es ist der Übergang zum Tod. Es ist sehr schwierig hier eine Linie zu ziehen.

### **3.7.2 Sterbephase**

Die Definition vom Ende des Lebens und Beginn des Todes ist nicht einfach. Früher wurde unterschieden zwischen letum- dem Sterben und mors- dem Tod. Die klassische Medizin des Altertums kannte vier Atria mortis, die Eintrittspforten des Todes, nämlich Hirn, Herz, Lunge und das Blut (DOERR, 1969). Der Gesamttod liegt bei höheren Lebewesen dann vor, wenn Gehirn, Herz und Lunge ihre Funktionen vollständig und irreversibel eingestellt haben (STÜNZI und WEISS, 1981). Der Tod eines Menschen und auch Tieres, der sog. Individualtod, wird durch das Sterben eingeleitet, das in Abhängigkeit von der Zeit bei längerem Andauern als Vorbote des Todes unverkennbar ist, bei kurzer Dauer aber nicht als prämortale Phase konkret fassbar in Erscheinung tritt. Das Ende des Individuallebens wird gemeinhin mit dem Ausfall der großen Funktionssysteme, zu welchen Kreislauf, Atmung und ZNS gehören, gleichgesetzt (MASSHOFF, 1960; MADEA, 2003).

Eine kurze Agonie (im Minutenbereich) findet sich z.B. beim Verbluten durch Stichverletzungen mit Beteiligung großer Gefäße. Die kurzen Agonieformen zeichnen sich oftmals durch sehr heftige Reaktionen von Atmung, des Kreislaufs (Tachykardie, Blutdruckanstieg) und des Zentralen Nervensystems (hypoxiebedingte Krämpfe) aus (MADEA, 2003). Die Agoniephase endet mit dem Individualtod.

Abbildung 1: Schema der agonalen Abläufe (MADEA, 2003)



### **3.7.3 Todeszeitbestimmung**

Jedes Lebewesen von einem höheren Organisationsstand seines Nervensystems kämpft um sein Leben, durch Angriff oder – wo nichts anderes übrig bleibt – durch die Flucht (SCHÄFER, 1969). Es wird jedes erdenkliche Mittel einsetzen, um den Tod zu entrinnen, auch in der agonalen Phase wird der Organismus die ihm zur Verfügung stehenden Möglichkeiten einer Kompensation nutzen. Hierzu zählt auch die vermehrte Ausschüttung von Corticosteroiden in Angstsituationen (DUNN, 1990).

Der Tod ist ein Zustand, auf den das Sterben hinführt. Das Sterben aber ist nicht ein definierbarer Begriff, sondern ein oft lang anhaltender Prozess, aus dem es nicht einmal selten eine Rückkehr ins Leben gäbe, würde uns nur die entsprechende Hilfe von außen zuteil. Der Todesmoment ist unbestimmbar (SCHÄFER, 1969). Bezogen auf die einzelnen Zellverbände desintegrieren im Sterbeprozess zunächst die höchstdifferenzierten, neuronalen Zellen (bereits ab einer Ischämiezeit von wenigen Minuten) und dann, nach dem Grad der Differenzierung, weniger spezialisierte Zellen. Nierenzellen können mehrere Stunden bis zum endgültigen Absterben überbrücken, gefolgt von Herzmuskel- und Skelettmuskulaturzellen (BERTELS, 2002). Je nach dem, welches Funktionssystem maßgeblich und in welcher Intensität geschädigt wird, unterscheidet man den sogenannten zentralen Tod, das protrahierte Herz-Kreislaufversagen und den akuten Herzstillstand (MADEA, 2003).

#### **3.7.3.1 Der klinische Tod**

Bis zum Zeitpunkt der Einführung des Hirntodkonzepts in der Humanmedizin galt das Herz-Kreislauf-Kriterium für die Feststellung des Todes. Die Frage, welcher Zustand des Körpers den Tod der Person bedeutet, wurde erst wieder zum offenen Problem als es um die Etablierung des Hirntodkonzepts ging. Die Einstufung ist aber nicht unstrittig (LINDEMANN, 2001).



Der klinische Tod ist ein Zustandsbild, welches klinisch den äußeren Anschein des Todes bietet. Im allgemeinen galt früher der Individualtod als eingetreten, wenn es zu einem irreversiblen Sistieren des Kreislaufs gekommen war, oder, etwas umfassender formuliert, wenn die irreversible Einstellung der für die individuelle Existenz notwendigen Funktionen erfolgt war.

Der klinische Tod ist gekennzeichnet durch

Pulslosigkeit

Tiefes Koma ohne Reaktion

Fehlen zentraler Reflexe

Muskelschlaffung

Totale Apnoe

Pupillenerweiterung

Sistieren Herz- und Atmungstätigkeit endgültig, folgt die irreversible Schädigung des Zentralnervensystems unweigerlich nach. (FORSTER und ROPOHL, 1989). In der Humanmedizin bedarf es zur Diagnosestellung des klinischen Todes einer 30minütigen erfolglosen kardiopulmonaler Reanimation (BERTELS, 2002).

### **3.7.3.2 Der Hirntod**

Durch die großen Fortschritte der Reanimationsmedizin hat man nun Situationen geschaffen, in denen der Partialtod des Herzens bzw. des Gehirns „dissoziiert“ in Erscheinung treten kann. Heute wird der Hirntod mit dem Gesamttod gleichgesetzt (MADEA, 2003). Die Funktion des Herzens ist z.B. noch aufrecht erhalten, wenn der Hirntod bereits vor einiger Zeit erfolgt war. Es kann aber auch die Funktion des Gehirns intakt bleiben, wenn das Herz längst irreversibel geschädigt ist, nämlich dann, wenn die Kreislauffunktionen künstlich erhalten werden (FORSTER und ROPOHL, 1989). Die Todesfeststellung beim Hirntod ist ein konventioneller Interpretationsakt. Die besondere Situation diesbezüglich ist, dass hier verlangt wird klinische Zeichen, welche sonst als sichere Lebenszeichen gelten, als mit dem Tod vereinbar zu betrachten. Denn

außerhalb der Hirntoddiagnostik sind Herzschlag und Eigenbeweglichkeit der Körper auch für Intensivmediziner ein sicheres Lebenszeichen. Der erstmaligen Feststellung von Hirntod folgt eine zweite Untersuchung frühestens nach 12 Stunden. Die Zeit dazwischen gilt als Schwebezeit (LINDEMANN, 2001). Es besteht die Frage, ob der Tod des Gehirns identisch ist mit dem Tod des Menschen. Für die Befürworter entspricht diese Auffassung einer biologisch eindeutig determinierten Tatsache, die Kritiker betrachten das Hirntodkonzept dagegen als der biologischen Wirklichkeit des Sterbens unangemessene Erfindung der Transplantationsmedizin (SCHLICH, 2001).

Die zerebrale Durchblutung bestimmt die Funktionsfähigkeit des Gehirns. Wenn sie unter einen kritischen Wert sinkt entstehen irreversible Strukturschäden der Hirnzellen und Zelluntergang. Die Wiederbelebungszeit zwischen Ischämiebeginn und letztmöglicher Wiederbelebung mit restitutio ad integrum beträgt für Nervenzellen der Großhirnrinde bei + 37 C und kompletter Anoxie 3-8 min, für Zellen in Kerngebieten des Hirnstammes 5-10 min und für Zellen der Kreislauf- und Atemzentren 15-30 min. Die unterschiedliche Wiederbelebungszeit für Großhirn- und Hirnstammneurone ist bedeutsam für das Hirnstammtod-Kriterium (BERTELS, 2002).

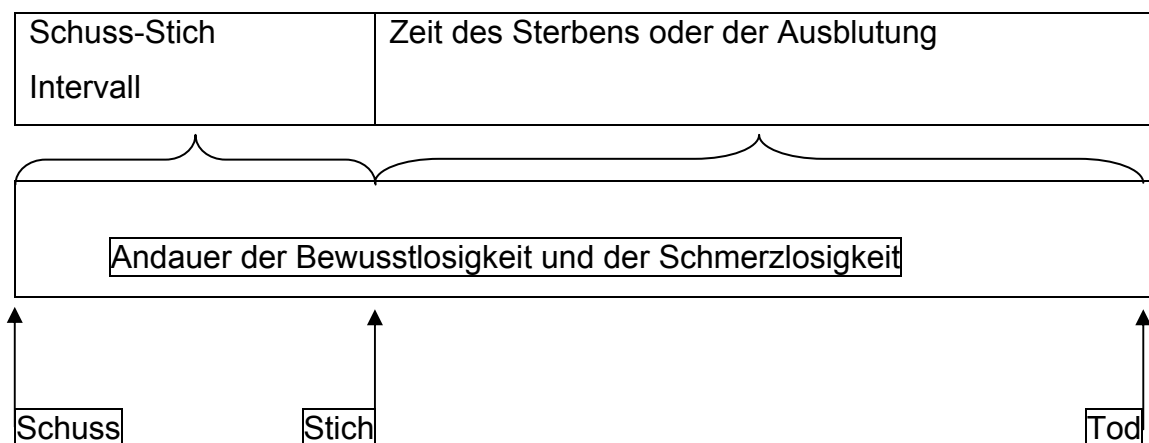
### **3.7.3.3 Die vollständige Muskelerschlaffung nach Eintritt des klinischen Todes und damit verbundene Zeitangaben**

Die klinischen Zeichen des Todes wurden weiter oben schon aufgeführt. Zu ihnen zählt auch die Muskelatonie. Diese Muskelerschlaffung ist unmittelbar mit dem Eintritt des klinischen Todes verbunden. Als Kriterium des Todes ist die Muskelerschlaffung als Ausfall der zerebralen Motorik zu werten, kombiniert mit dem Fehlen zerebraler Reflexe (FORSTER und ROPOHL, 1989). MÄNNL (1994) schrieb in seinem Vergleich zwischen Liegend- und Hängendentblutung, dass die Tiere optimalerweise bis nach dem Eintritt des Todes und der damit verbundenen Erschlaffung der Muskulatur auf dem Förderband verbleiben sollten.

PIEPER (1937) stellte bei seinen Untersuchungen fest, dass die sichtbaren Muskelkontraktionen nach dem Halsschnitt (ob nun ein- oder beidseitig ist unbekannt) bei den einzelnen Tieren von verschieden langer Dauer waren. Im Durchschnitt hörten sie nach 4.45 Minuten nach dem Schuss auf. Die Ausblutung war bei den meisten Tieren etwa 10-30 Sekunden nach dem Sistieren der Muskelbewegungen beendet. In den Ausführungen von SCHÜTT-ABRAHAM (2005) wurde von einer zeitlichen Fristsetzung von 3 min nach dem Entblutungsstich gesprochen. Die Untersuchungen von BLACKMORE u. NEWHOOK (1982) an geschächteten Kälbern zeigte ein Vorhandensein des Kornealreflexes in der Zeit von 90 – 320 Sekunden nach dem Schnitt. Teilweise gab die EEG-Aufzeichnung schon eine Null-Linie an und der Kornealreflex war trotzdem auslösbar. Es war auch interessant festzustellen, dass Schnappatmung bei allen Tieren erst nach dem Erlöschen der EEG-Linien auftraten. Alle Tiere zeigten Spontanbewegungen für über 5 Minuten und einige wenige Bewegungen konnten durch Berührung der Schlachtkörper für über 7 Minuten ausgelöst werden. Sie kamen zu dem Schluss, dass für Kälber ein Betäubeprozess gelten soll, der eine sofortige Empfindungslosigkeit hervorruft und für mindestens 6 Minuten anhält.

Die Schlachtung lässt sich wie folgt veranschaulichen

Abbildung 2: Darstellung der Zeitintervalle für ein humanes Schlachten (N.N., 2004)



## **4 EIGENE UNTERSUCHUNGEN**

### **4.1 Der Schlachtbetrieb**

Die Untersuchungen bezüglich der Entblutungszeit und deren visuellen Parametern wurden an einem zugelassenen EU-Schlachthof im nördlichen Baden-Württemberg vorgenommen. An zwei Tagen pro Woche wurden Rinder mit Stückzahlen von 80 bis 150 geschlachtet. Der Betrieb legte großen Wert auf eine tierschutzgerechte Behandlung der Tiere bei Haltung, Zulieferung und Schlachtung sowie auf Regionalität.

#### **4.1.1 Betäubung und Entblutung**

Die Tiere wurden über den Treibgang in die Betäubebox geleitet und dort mittels einer pneumatischen Rückwand und einem Kopfkeil fixiert. Die Betäubung erfolgte mit einem patronenbetriebenen Bolzenschussgerät der Marke EFA. Für Bullen wurden schwarze, für Kühe und Färsen rote Patronen verwendet. Als Ansatzpunkt für das Bolzenschussgerät diente der Schnittpunkt zweier imaginärer Linien zwischen Hornmitte der einen und Augenmitte der gegenüberliegenden Seite. Es galt ein Referenzbereich von 5 cm Durchmesser (ILGERT, 1985). Das Gerät wurde senkrecht zur Schädeloberfläche aufgesetzt.

Nach dem Zusammenbrechen erfolgte der Auswurf aus der Falle. Das betäubte Tier wurde innerhalb von 60 sec mit einem Elevator hochgezogen und über der Entblutungsrinne mit der Zwei-Messer-Technik ausschließlich über Bruststich entblutet. Angepasst an die Länge der Entblutungsstrecke (9 m) hing der zum Abzwicken der Vorderbeine benötigte Kneifer an einem durch Rollen beweglichen Seil, so dass er einen großen Wirkungsradius hatte und die Tiere individuell bearbeitet werden konnten.

#### 4.1.2 Tiermaterial

In dieser Studie wurden 545 Rinder während der Entblutung nach der Bolzenschussbetäubung untersucht.

Das Alter der weiblichen Tiere schwankte erheblich, zumeist aber handelte es sich um ältere Milchkühe oder Tiere aus der Färsenmast. Die männlichen Tiere stammten fast ausschließlich aus der Bullenmast und waren deshalb selten älter als 3 Jahre. In der Geschlechtsverteilung ergaben sich 76% weibliche und 24% männliche Tiere. Der Anteil von Fleckvieh war mit 74,5% am größten, gefolgt von Schwarzbunten mit 18%. Die restlichen 7,5% verteilen sich auf Angus, Braunvieh, Limousin, Rotbunte und verschiedene Kreuzungen. Nähere Angaben zur Geschlechts- und Rasseverteilung sowie zur Einteilung in Fettklassen und Handelskategorien in den einzelnen Versuchsblöcken sind der folgenden Tabelle zu entnehmen.

Tabelle 1: Kenndaten der Stichproben für drei Versuchsblöcke

		Block 1 Profil- erstellung	Block 2 Provozierte Reaktionen	Block 3 Detaillierte Reaktionen
Gesamtzahl		338	77	130
Gewicht		296,5 ± 58,6 kg	306,4 ± 54,1 kg	287,9 ± 64,8 kg
Kategorie	Bulle	74 (21,9%)	16 (20,8%)	37 (28,5%)
	Färse	97 (28,7%)	21 (27,3%)	32 (24,6%)
	Kuh	167 (49,4%)	40 (51,9%)	61 (46,9%)
Rasse	Fleckvieh	261 (77,2%)	57 (74,0%)	95 (73,1%)
	Schwarzbunte	48 (14,2%)	13 (16,9%)	28 (21,5%)
	Sonstige	29 (8,6%)	7 (9,1%)	7 (5,4%)
Fettklasse	1	44 (13,0%)	11 (14,3%)	37 (28,5%)
	2	160 (47,3%)	34 (44,2%)	64 (49,2%)
	3	126 (37,3%)	29 (37,7%)	28 (21,5%)
	4	6 (1,8%)	2 (2,6%)	1 (0,8%)
	5	2 (0,6%)	1 (1,3%)	-
Handelsklasse	E	-	-	1 (0,8%)
	U	24 (7,1%)	7 (9,1%)	15 (11,5%)
	R	162 (48,0%)	35 (45,5%)	56 (43,1%)
	O	112 (33,1%)	23 (29,9%)	31 (23,9%)
	P	40 (11,8%)	12 (15,6%)	27 (20,8%)

## **4.2 Versuchsaufbau**

Es wurden drei verschiedene Versuchsreihen durchgeführt,

1. Profiluntersuchungen
2. Provozierte Reaktionen
3. Detaillierte Reaktionen

deren genauer Ablauf im Folgenden geschildert wird.

### **4.2.1 Profilerstellung (Block 1)**

Bei den Erstuntersuchungen wurde ein Profil der Schlachthofgegebenheiten erstellt und der gesamte Schlachtablauf vom Schuss bis zum ersten Arbeitsschritt dokumentiert, um einen Gesamtüberblick zu gewinnen.

Es arbeiteten hier 4 Personen mit:

1. Person beim Auswurf
2. Person beim Stich und Entbluten
3. Person beim Abkneifen
4. Person in der Schlachthalle

Die erste Person vermerkte die Betäubungseffektivität (Zusammenbruch, Auge, Atmung, Cornealreflex), die Zeit bis zum Stich und die Reaktionen beim Aufhängen. Die zweite Person erfasste die Reaktionen während des Ausblutens, aufgeteilt nach Tierkörper, Hinterbein, Schwanz, Zunge und Pansensaft. Es wurde jede erkennbare Bewegung oder Regung festgehalten und anschließend den genannten 5 Gruppen zugeordnet. Dies geschah allerdings ohne Zeitraster. Bei einer Vielzahl von Tieren wurde durch diese Person noch die Blutmenge in einer skalierten Wanne aufgefangen. Die dritte Person maß die Zeit vom Bruststich bis zum Abkneifen des Vorderbeines im Karpalgelenk und hielt Rasse und Geschlecht fest. Weiterhin wurden visuell Stichqualität und Stichreaktion beurteilt. Die vierte Person hielt die Schusspositionen mittels eines angefertigten Metallkreuzes, mit eingekerbter

Linie für den Referenzbereich, fest. Zusätzlich dokumentierte sie die Form des Schußloches.

#### **4.2.2 Provozierte Reaktionen (Block 2)**

Block 2 befasste sich mit der Zeit nach dem Stich bis zum ersten Arbeitsschritt. Es wurde hier der Frage nachgegangen, wie lange sich Reaktionen auslösen ließen. Die Tiere wurden alle nach dem gleichen Zeitschema untersucht.

In diesen Versuchsabschnitt waren nur noch zwei Personen einbezogen:

1. Person beim Entblutungsstich
2. Person beim Kneifer

Die erste Person fing zum einen die Blutmenge auf und zum anderen hatte sie die Aufgabe in minütlichem Abstand einen Reiz an dem Tier zu setzen. Dazu wurde mit der Messerspitze in die Fesselbeuge zwischen Klauen und Afterklauen gestochen, um eine eventuelle Reaktion auszulösen. Die zweite Person maß die Zeit bis zum Abkneifen und hielt die eventuell aufgetretenen Reaktionen in Stärke und Dauer fest.

#### **4.2.3 Detaillierte Zeiterfassung (Block 3)**

In Block 3 erfolgte die visuelle Überprüfung der Erschlaffung während der Entblutungszeit in Zeitrastern, und zwar aufgeteilt in die Parameter

1. Körper
2. Hinterbein
3. Schwanz
4. Zunge
5. Austreten von Pansensaft

Diese Untersuchungen erfolgten nur noch durch eine Person, die auch die Zeit bis zum Abkneifen maß.

## **5 ERGEBNISSE**

### **5.1 Profilerstellung (Block 1)**

#### **5.1.1 Auswertung Zeit Schuss-Stich**

##### **5.1.1.1 Betäubungsqualität**

Alle Tiere wiesen eine effektive Betäubungsqualität auf, die sich im sofortigen Zusammenbruch nach dem Schuss, Ausfall von Atmung, starrem reaktionslosem Auge und Ausfall des Kornealreflexes zeigte.

##### **5.1.1.2 Reaktionen beim Hochziehen**

Die Mehrzahl der Tiere zeigte deutliche Körperreaktionen beim Hochziehen. 55,7% wiesen ein Schlagen oder starkes Schlagen mit dem freien Hinterbein auf, 2,7% krampften. Am Schwanz waren zum Teil starke Reaktionen zu erkennen. Es hing zwar bei 60,8% der Tiere der Schwanz herunter, aber nicht schlaff, sondern mit erkennbarem Tonus. Bei 33,3% stand der Schwanz noch steif vom Körper ab, 5,3% schlugen mit dem Schwanz und die restlichen 0,6% zeigten leichtere Schwanzbewegungen.

##### **5.1.1.3 Zeitdauer Schuss – Entblutungsstich**

Zwischen Schuss und Stich vergingen durchschnittlich 52 Sekunden, so dass die vorgeschriebene Zeit von maximal 60 Sekunden gegeben war.

##### **5.1.1.4 Schussqualität**

Bei 306 Tieren (90,5%) lag der Schuss im Referenzbereich, bei 26 Tieren (7,7%) außerhalb und bei 6 Tieren wurde zweimal geschossen (1,8%). Der gewünschte senkrechte Einschußwinkel wurde anhand der Form des Schußloches überprüft. Es ergaben sich 89,9% runde und 10,1% ovale Einschußformen.



## **5.1.2 Auswertung Entblutungszeit**

### **5.1.2.1 Stichreaktion**

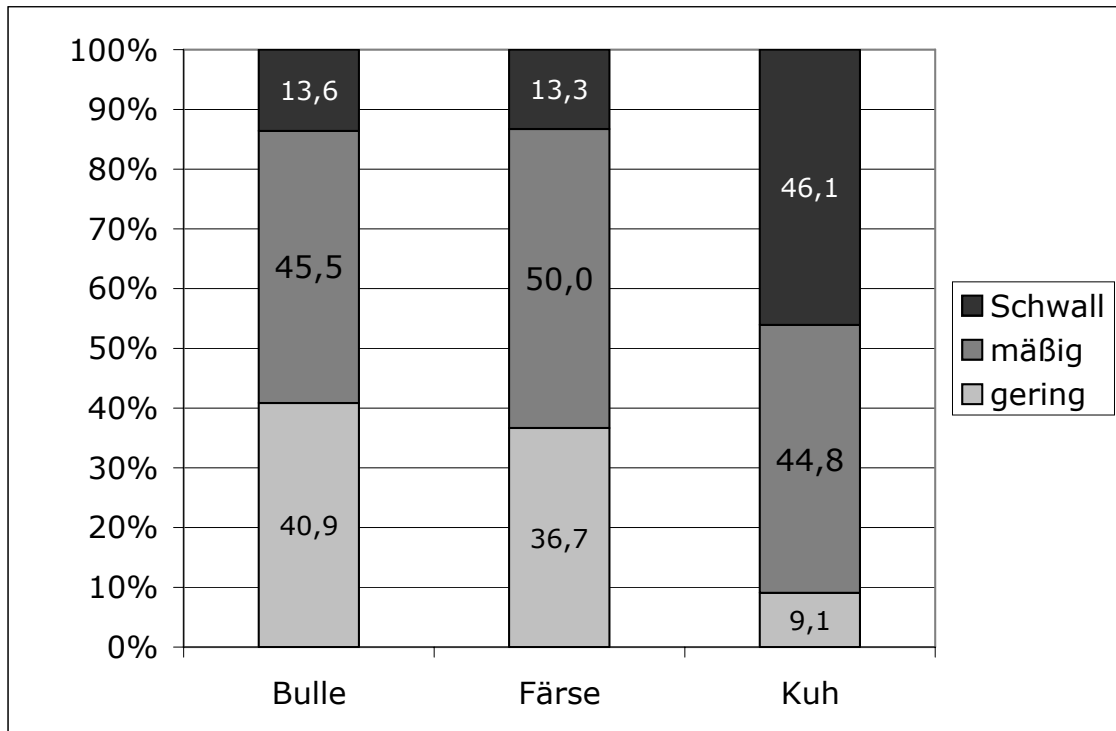
Die Reaktionen beim Entblutungsstich wurden visuell beim Hautschnitt und beim Bruststich beobachtet. Es zeigte sich, dass beim Hautschnitt Reaktionen seltener und schwächer auftraten: 51,3% der Tiere zeigten keine Reaktionen und 38,6% lediglich schwache Reaktionen in Form eines Hebens oder Streckens der Vordergliedmaße. Mittlere (Hochziehen der Vordergliedmaße, seitliches Kopfwegziehen) und starke Reaktionen (Schlagen mit der Hintergliedmaße) traten bei 10,1% der Tiere auf. Dagegen waren nur bei 34,3% der Rinder keine Reaktionen beim Bruststich zu beobachten. Schwache Reaktionen waren bei 45,8% vorhanden, mittlere und starke Reaktionen bei 20,0% der Tiere.

### **5.1.2.2 Stichqualität**

Die Stichqualität wurde visuell anhand der austretenden Blutmenge beurteilt. Es gab die Aufteilung in schwach, mäßig und stark. Demnach trat beim Entblutungsstich am häufigsten eine mäßige Blutmenge auf (n=152, 45,0%), gefolgt von der Schwallentblutung (n=96, 28,4%) und bei 79 Tieren (23,4%) mit einer geringen Blutmenge. Bei 11 Tieren (3,2%) lagen keine Angaben zur Stichqualität vor.

Wie aus Abbildung 3 ersichtlich, kam es bei 46,1% der Kühe zu einer Schwallblutung beim Entblutungsstich. Bei 44,8% trat eine mäßige und bei 9,1% eine geringe Blutmenge aus. Demgegenüber entstand nur bei 13,6% bzw. 13,3% der Bullen und Färsen eine Schwallblutung, dafür erhöhte sich der Anteil der Tiere mit einer geringen Blutung auf 40,9% bzw. 46,7%.

Abbildung 3: Beim Entblutungsstich austretende Blutmenge in Abhängigkeit von den Kategorien Bulle, Färse, Kuh (Block 1)



### 5.1.2.3 Blutmenge

Bei insgesamt 133 Tieren wurde die Blutmenge aufgefangen und gemessen. Die Ergebnisse reichten von 8-40 Liter bei durchschnittlich 19,2 Liter. Die durchschnittliche Blutmenge betrug bei Kühen 22,4 Liter, bei Bullen 16,0 Liter und bei Färsen 14,0 Liter.

### 5.1.3 Absetzen des Vorderfußes

#### 5.1.3.1 Auftreten von Reaktionen bei allen Tieren

Soweit es vom Arbeitsablauf her möglich war, wurde versucht, den Karpus erst abzusetzen, wenn das Tier völlig erschlaft war. Die durchschnittliche Zeit vom Entblutungsstich bis zum Absetzen des Vorderfußes betrug 4.06 Minuten. Es stellte sich bei 90,2% der Tiere (n=305) hierbei keine Reaktion ein. Die restlichen 9,8% (n=33) zeigten noch unterschiedlich starke Reaktionen, die sich wie folgt verteilten

Stufe	Reaktion	Anzahl	Prozent
1	Heben des Schwanzes	n = 5	15,2%
2	Krümmen des Schwanzes	n = 1	3,0%
3	Heben der Hintergliedmaße	n = 12	36,4%
4	Strecken der Hintergliedmaße	n = 5	15,2%
5	Schlagen mit der Hintergliedmaße	n = 5	15,2%
6	Wegziehen der Vordergliedmaße	n = 5	15,2%

Bei zehn Tieren (3,3%) war zusätzlich eine zweite Reaktion zu sehen: Fünf Tiere zeigten ein Heben des Schwanzes, vier ein Heben oder Strecken der Hintergliedmaße und ein Tier schlug mit der Hintergliedmaße. In Zusammenhang mit der ersten Reaktion zeigte sich das folgende Bild.

Anzahl	1. Reaktion	2. Reaktion
3	Hintergliedmaße heben	Schwanz heben
2	Hintergliedmaße schlagen	Schwanz heben
1	Hintergliedmaße schlagen	Hintergliedmaße strecken
1	Vordergliedmaße wegziehen	Hintergliedmaße heben
2	Vordergliedmaße wegziehen	Hintergliedmaße strecken
1	Vordergliedmaße wegziehen	Hintergliedmaße schlagen

### 5.1.3.2 Zusammenhänge zwischen den Reaktionen beim Ende des Ausblutens und beim Absetzen des Karpus

Von 316 Tieren, die beim Ende des Ausblutens insgesamt erschlaft waren, war bei 302 (95,6%) auch keine Reaktion beim Absetzen des Karpus erkennbar, während 14 Tiere (4,4%) trotz vorheriger Reaktionslosigkeit auf das Abzwicken des Vorderfußes reagierten (Tabelle 2). Von 22 Tieren, die beim Ende des Ausblutens noch nicht an allen Regionen, insbesondere an der Schwanzwurzel, völlig erschlaft waren, zeigten 18 (81,8%) auch beim Absetzen des Karpus noch Reaktionen.

Tabelle 2: Zusammenhänge zwischen den Reaktionen beim Ende des Ausblutens und beim Absetzen des Karpus (Block 1)

	Ende Ausbluten	Absetzen Karpus	
		ohne Reaktion	mit Reaktion
Gesamt (n=338)	Völlig erschlaft (n=316)	302 (95,6%)	14 (4,4%)
	geringer Tonus (n=22)	4 (18,2%)	18 (81,8%)
Bullen	Völlig erschlaft (n=66)	64 (97,0%)	2 (3,0%)
	geringer Tonus (n=8)	1 (12,5%)	7 (87,5%)
Färsen	Völlig erschlaft (n=95)	95 (100%)	-
	geringer Tonus (n=2)	1 (50,0%)	1 (50,0%)
Kühe	Völlig erschlaft (n=155)	143 (92,3%)	12 (7,7%)
	geringer Tonus (n=12)	2 (16,7%)	10 (83,3%)

### 5.1.3.3 Auftreten von Reaktionen beim Absetzen des Karpus in Abhängigkeit von der Zeit seit Entblutungsstich

In Abhängigkeit von der seit dem Entblutungsstich verstrichenen Zeit ergab sich das in Tab. 3 gezeigte Bild. Es wurde erkennbar, dass mit fortschreitender Zeit der Prozentsatz der Tiere mit Reaktionen kontinuierlich absank.

Tabelle 3: Tiere mit Reaktionen beim Absetzen des Karpus in Abhängigkeit von der Zeit seit Entblutungsstich (Block 1)

Zeit	alle Tiere	mit Reaktion	ohne Reaktion
2-3 min	40 (11,8%)	10 (25,0%)	30 (75,0%)
3-4 min	124 (36,7%)	12 (9,7%)	112 (90,3%)
4-5 min	125 (37,0%)	8 (6,4%)	117 (93,6%)
5-6 min	35 (10,4%)	2 (5,7%)	33 (94,3%)
6-7 min	13 (3,8%)	0 (0%)	13 (100%)
7-8 min	1 (0,3%)	0	1 (100%)
gesamt	338 (100%)	32 (9,5%)	306 (90,5%)

### 5.1.3.4 Auftreten von Reaktionen in Abhängigkeit von der Kategorie und der Zeit seit Entblutungsstich

Bei 13,2% der Kühe und bei 12,2% der Bullen traten Reaktionen auf, während in der Gruppe der Färsen nur ein Tier, d.h. 1% aller Färsen, eine Reaktion beim Absetzen des Karpus zeigte.

Tabelle 4: Tiere mit Reaktionen beim Absetzen des Karpus in Abhängigkeit von der Kategorie (Block 1)

Kategorie	Mit Reaktion (n=32)	Ohne Reaktion (n=306)
Bulle (n=74)	9 (12,2%)	65 (87,8%)
Färsen (n=97)	1 (1,0%)	96 (99,0%)
Kuh (n=167)	22 (13,2%)	145 (86,8%)

In Abhängigkeit von der Zeit seit Entblutungsstich waren Reaktionen bei Bullen vor allem – bei 7 von 9 Bullen mit Reaktionen - in den ersten 3 Minuten zu sehen. Bezüglich der Reaktionsstärke reichten die Reaktionen bis hin zum Schlagen mit der Hintergliedmaße und Wegziehen der Vordergliedmaße. In der vierten Minute nach Entblutungsstich trat noch ein Heben der Hintergliedmaße bei zwei Tieren auf. Bei den 23 Kühen mit Reaktionen waren mehrheitlich in der dritten bis fünften Minute – teilweise starke – Bewegungen erkennbar. In diesem Zeitraum trat das gesamte Spektrum der aufgezeichneten Reaktionen bei einzelnen Tieren auf. Am häufigsten, bei 4 Tieren (17,4% von 23 Kühen) in der dritten Minute und bei 2 Tieren (8,7%) in der vierten Minute war ein Heben der Hintergliedmaße zu beobachten.

In den nachstehenden Abbildungen 4 und 5 verteilen sich die Reaktionen so  
 1 = Schwanz heben, 2 = Schwanz krümmen, 3 = Hintergliedmaße heben, 4 = Hintergliedmaße strecken, 5 = mit Hintergliedmaße schlagen, 6 = Vordergliedmaße wegziehen

Abbildung 4: Reaktionen bei Bullen in Abhängigkeit von der Zeit seit Entblutungsstich (Block 1)

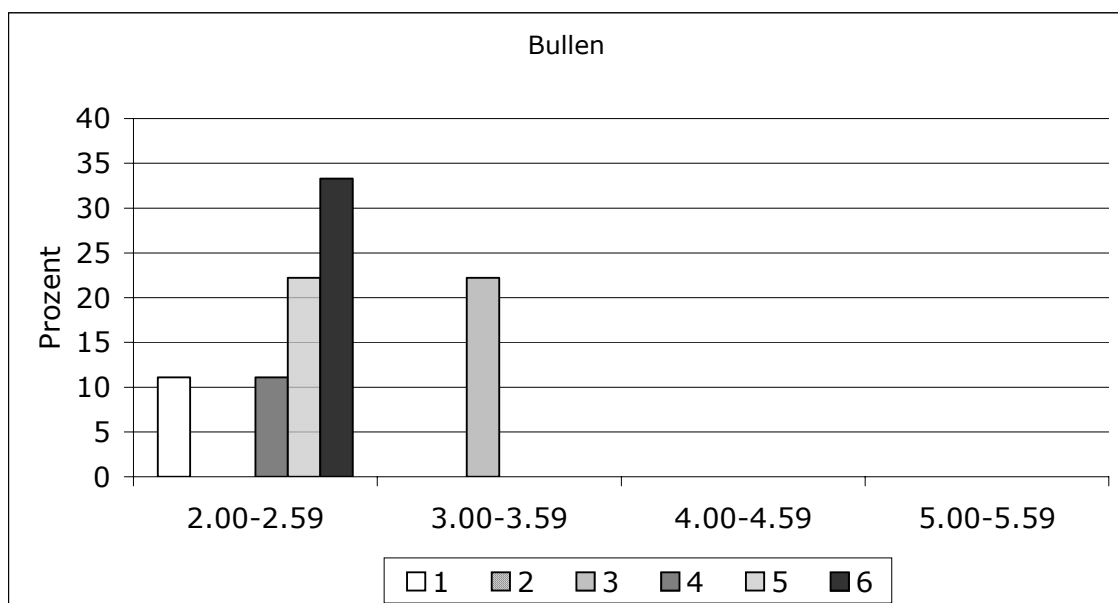
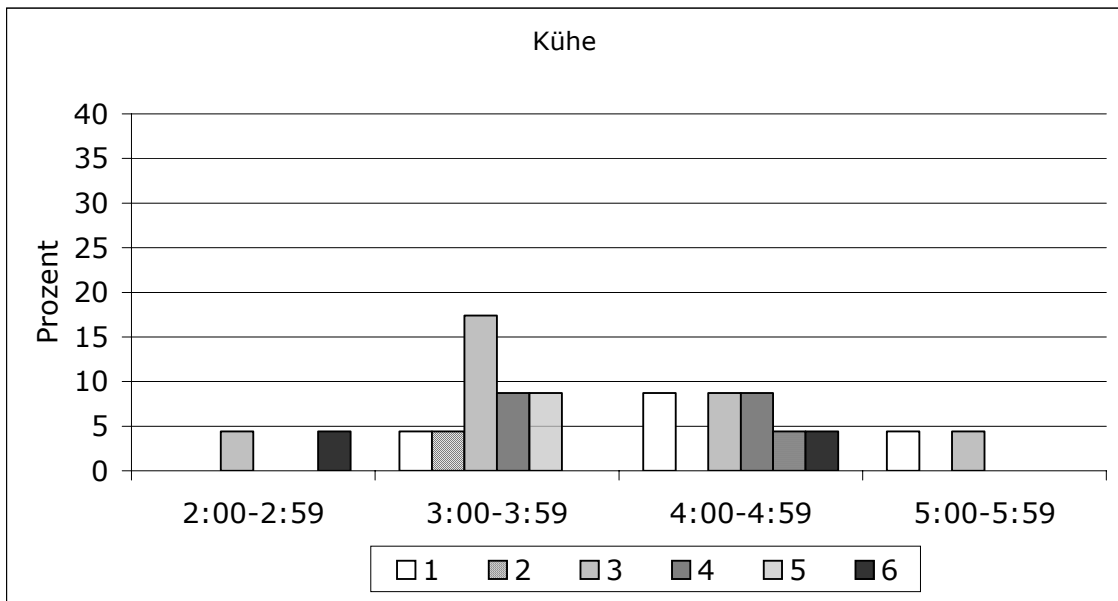
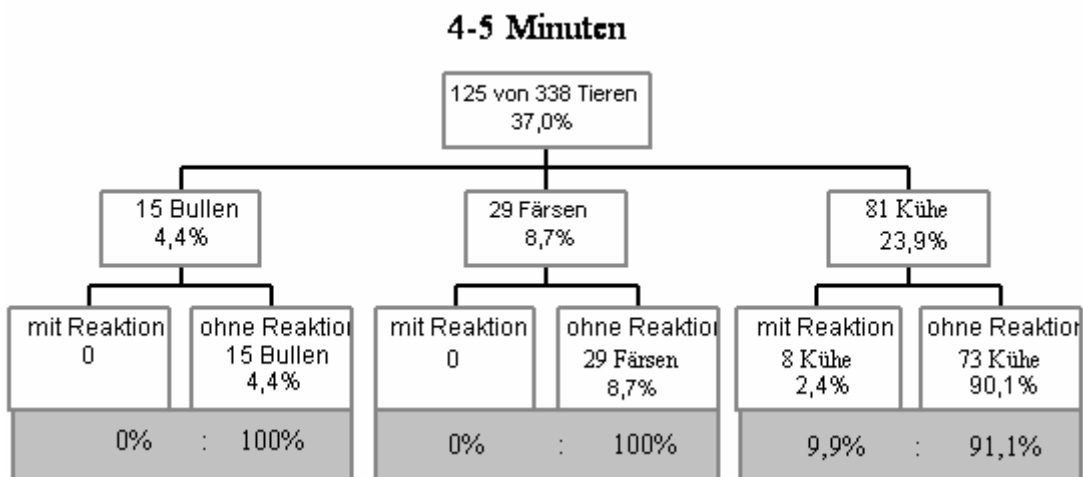
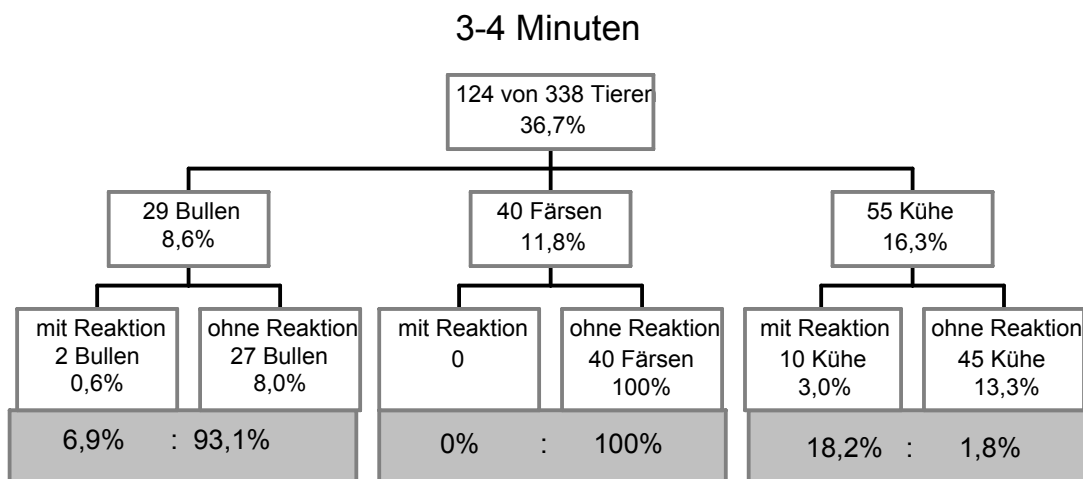
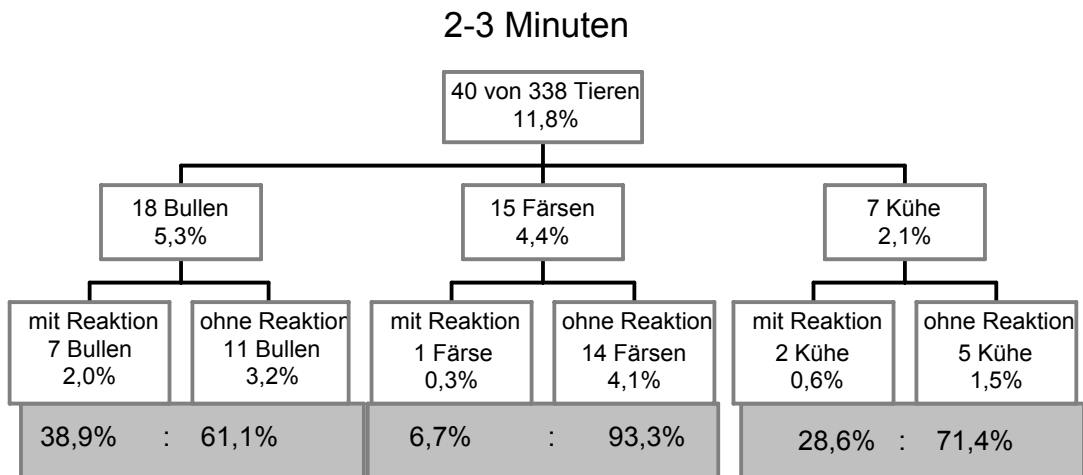


Abbildung 5: Reaktionen bei Kühen in Abhängigkeit von der Zeit seit Entblutungsstich (Block 1)

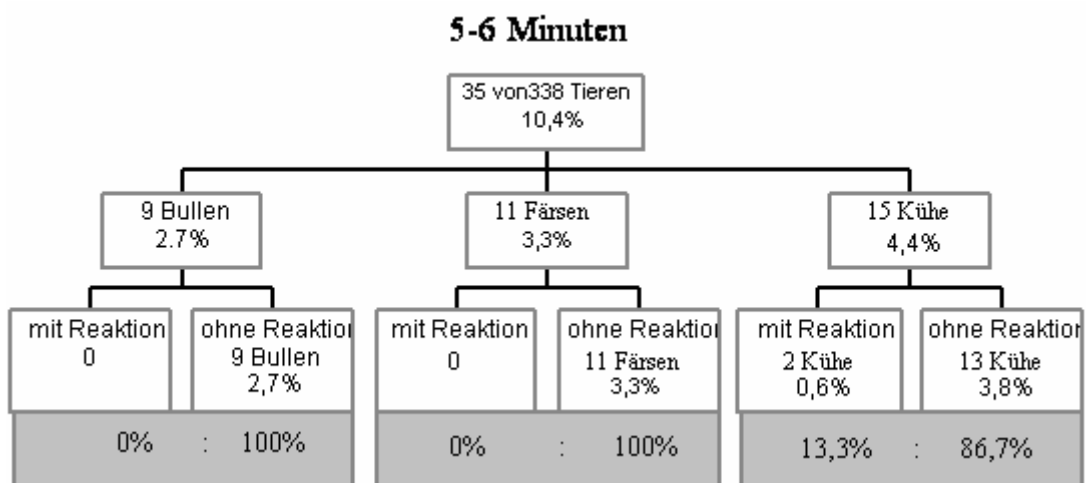


Die folgenden Diagramme stellen dar, welcher Anteil der Bullen, Färsen und Kühe in den einzelnen Zeitabschnitten jeweils Reaktionen zeigten. Vorweg ist zu sagen, dass die Entblutezeiten über 5 Minuten Dauer meist technisch durch einen Stau oder Bandstillstand verursacht wurden, nicht aber durch mangelnde Erschlaffung bei den Tierkörpern. Nur zwei Kühe, die während der Entblutezeit nachbetäubt wurden, reagierten in diesem Zeitraum auf das Abzwicken des Karpus. Wie an den Zeitrastern zu erkennen ist zeigten die meisten Tiere, jeweils knapp 37 %, in der 3-4 und 4-5 Minute eine Erschlaffung. Färsen und Bullen waren hauptsächlich im Zeitraum bis 4 Minuten, Kühe (23,9 %) hingegen bis 5 Minuten zu finden. Beim Absetzen des Karpus 2-3 Minuten nach dem Entblutungsstich ist der Anteil der Bullen innerhalb der Kategorien am größten. Es zeigten 38,9% der Bullen, 6,7% der Färsen und 28,6% der Kühe eine Reaktion. Im weiteren Verlauf trat bei Färsen keine Reaktion mehr auf. Wurde der Karpus 3-4 Minuten nach dem Entblutungsstich abgesetzt, reagierten noch 6,8% der Bullen und 18,2% der Kühe. Ab der 4. Minute zeigten nur noch Kühe eine Reaktion auf das Abzwicken des Vorderfußes: Nach 4-5 Minuten waren es noch 9,9%.

Abbildung 6: Anteil der Bullen, Färsen und Kühe mit und ohne Reaktionen beim Absetzen des Karpus in Abhängigkeit von der Zeit seit Entblutungsstich (Block 1)







#### 5.1.4 Genickstich

Bei insgesamt 22 Tieren (7 Bullen, 9 Färsen und 6 Kühe) wurde nach dem Absetzen des Karpus ein Genickstich durchgeführt, um zu sehen, ob beim direkten Einstechen in das Rückenmark irgendwelche Reaktionen in Form von Zuckungen o. a. ausgelöst werden konnten. Bei keinem der Tiere war hierauf eine Reaktion am Tierkörper, an den Hintergliedmaßen oder am Schwanz erkennbar.

## 5.2 Provozierte Reaktionen (Block 2)

### 5.2.1 Provozierte Reaktionen in der Gesamtgruppe

Der Anteil der Tiere, bei denen eine Reaktion provoziert werden konnte, senkte sich kontinuierlich mit dem zeitlichen Abstand zum Entblutungsstich. Nach 2 Minuten war noch bei 72,7% der Rinder eine Reaktion auslösbar, nach 3 Minuten nur noch bei 36,4% und nach 4 Minuten noch bei 24,7%.

Nach zwei Minuten konnte lediglich bei 21 Tieren (27,3%) keine Reaktion ausgelöst werden. 17 Tiere (22,1%) zeigten eine schwache Reaktion in Form eines Zuckens oder leichten Anbeugens des Unterfußes. Eine mittelgradige Reaktion, erkennbar an einer eindeutigen Beugung des Unterfußes, war bei 30 Rindern (38,9%) zu sehen, und bei 9 Tieren (11,7%) trat eine starke Reaktion, d. h. ein Emporschnellen des Unterfußes, auf. Nach drei Minuten war der Anteil der Tiere ohne Reaktion auf 63,6% angestiegen und nach vier Minuten zeigten 75,3% keine Reaktion mehr. Eine schwache Reaktion bestand nach 4 Minuten noch bei 16 Tieren (20,8%), eine mittlere Reaktion bei zwei (2,6%) und eine starke Reaktion (1,3%) bei einem Rind.

Tabelle 5: Provozierte Reaktionen nach 2, 3,4 u.5 Minuten (n=77 Tiere)

Provozierte Reaktion	ohne Reaktion	mit Reaktion	
2 min	21 (27,3%)	56 (72,7%)	schwach: 17 (22,1%) mittel: 30 (38,9%) stark: 9 (11,7%)
3 min	49 (63,6%)	28 (36,4%)	schwach: 13 (16,9%) mittel: 12 (15,6%) stark: 3 (3,9%)
4 min	58 (75,3%)	19 (24,7%)	schwach: 16 (20,8%) mittel: 2 (2,6%) stark: 1 (1,3%)
5 min	76 (98,7%)	1 (1,3%)	Schwach: 1 (1,3) Mittel: 0 Stark: 0

## 5.2.2 Provozierte Reaktionen in Abhängigkeit von der Kategorie

Nach 2 Minuten konnte bei 56,2% der Bullen, bei 66,7% der Färsen und bei 82,5% der Kühe eine Reaktion provoziert werden. Auch nach 4 Minuten zeigten die Kühe den höchsten Anteil an den Reaktionen: 35% der Kühe reagierten noch auf den Messerstich, während es bei den Färsen 14,3% und bei den Bullen 12,5% waren. Auch die Stärke der provozierten Reaktionen unterschied sich in Abhängigkeit von der Kategorie. Nach zwei Minuten bestanden noch bei 62,5% der Kühe mittlere und starke Reaktionen, bei den Färsen und Bullen dagegen bei 42,9% und bei 31,3%. Nach vier Minuten waren bei Färsen und Bullen keine mittleren und starken Reaktionen mehr vorhanden, aber noch bei 7,5% der Kühe.

Tabelle 6: Provozierte Reaktion in Abhängigkeit von der Kategorie (Block 2)

<b>Bullen (n=16)</b>	ohne Reaktion	mit Reaktion		
2 min	7 (43,8%)	9 (56,2%)	schwach:	4 (25,0%)
			mittel:	4 (25,0%)
			stark:	1 (6,3%)
3 min	14 (87,5%)	2 (12,5%)	schwach:	1 (6,3%)
			mittel:	0
			stark:	1 (6,3%)
4 min	14 (87,5%)	2 (12,5%)	schwach:	2 (12,5%)
			mittel:	0
			stark:	0
<b>Färsen (n=21)</b>	ohne Reaktion	mit Reaktion		
2 min	7 (33,3%)	14 (66,7%)	schwach:	5 (23,8%)
			mittel:	6 (28,6%)
			stark:	3 (14,3%)
3 min	15 (71,4%)	6 (28,6%)	schwach:	4 (19,0%)
			mittel:	2 (9,5%)
			stark:	0
4 min	18 (85,7%)	3 (14,3%)	schwach:	3 (14,3%)
			mittel:	0
			stark:	0
<b>Kühe (n=40)</b>	ohne Reaktion	mit Reaktion		
2 min	7 (17,5%)	33 (82,5%)	schwach:	8 (20,0%)
			mittel:	20 (50,0%)
			stark:	5 (12,5%)
3 min	20 (50,0%)	20 (50,0%)	schwach:	8 (20,0%)
			mittel:	10 (25,0%)
			stark:	2 (5,0%)
4 min	26 (65,0%)	14 (35,0%)	schwach:	11 (27,5%)
			mittel:	2 (5,0%)
			stark:	1 (2,5%)

### 5.2.3 Provozierte Reaktionen in Abhängigkeit von der Fettklasse

In Abhängigkeit von der Fettklasse zeigten sich tendenziell geringere provozierte Reaktionen bei den Tieren der Fettklassen 3-5. Keine provozierte Reaktion war bei 31,3% der fetteren Rinder nach 2 Minuten, bei 75,0% nach 3 Minuten und bei 87,5% nach 4 Minuten erkennbar. In der Gruppe der mageren Rinder der Fettklassen 1-2 bestand keine Reaktion bei 24,4% nach 2 Minuten, bei 55,6% nach 3 Minuten und bei 66,7% nach 4 Minuten.

Auch fällt bei der Verteilung der Reaktionsstärke innerhalb der Tiere mit provozierten Reaktionen auf, dass bei mageren Tieren eine höhere Reagibilität besteht, d.h. hier sind häufiger mittlere bis starke Reaktionen erkennbar, während bei den fetteren Rindern schwache Reaktionen dominieren. So bestand beispielsweise nach 4 Minuten noch eine mittlere und starke Reaktion bei 6,6% der Tiere in den niedrigeren Fettklassen, während in den höheren Fettklassen keine solchen Reaktionen mehr auftraten.

Tabelle 7: Provozierte Reaktionen in Abhängigkeit von der Fettklasse (Block 2)

<b>Fettklasse 1-2 (n=45)</b>	ohne Reaktion	mit Reaktion	
2 min	11 (24,4%)	34 (75,6%)	schwach: 4 ( 8,9%) mittel: 23 (51,1%) stark: 7 (15,6%)
3 min	25 (55,6%)	20 (44,4%)	schwach: 9 (20,0%) mittel: 9 (20,0%) stark: 2 (4,4%)
4 min	30 (66,7%)	15 (33,3%)	schwach: 12 (26,7%) mittel: 2 (4,4%) stark: 1 (2,2%)
5 min	44 (97,8%)	1 (2,2%)	schwach: 1 (2,2%)
<b>Fettklasse 3-5 (n=32)</b>	ohne Reaktion	mit Reaktion	
2 min	10 (31,3%)	22 (68,7%)	schwach: 13 (40,6%) mittel: 7 (21,9%) stark: 2 (6,3%)
3 min	24 (75,0%)	8 (25,0%)	schwach: 4 (12,5%) mittel: 3 (9,4%) stark: 1 (3,1%)
4 min	26 (65,0%)	4 (12,5%)	schwach: 4 (12,5%) mittel: 0 stark: 0

Die Verteilung der Tiere innerhalb der Fettklassen ist folgender Tabelle zu entnehmen.

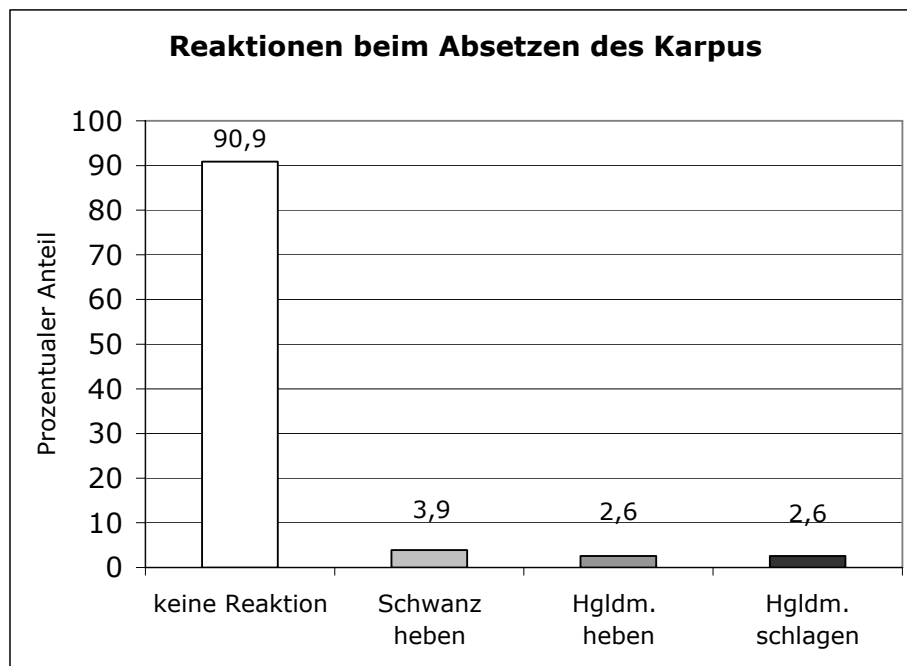
Tabelle 8: Verteilung der Tiere in Fettklassen

Fettklasse	Bullen	Färsen	Kühe
1-2	10 (62,5%)	9 (42,9%)	26 (65,0%)
3-5	6 (37,5%)	12 (57,1%)	14 (35,0%)
gesamt	16 (100%)	21 (100%)	40 (100%)

#### 5.2.4 Reaktionen beim Absetzen des Karpus

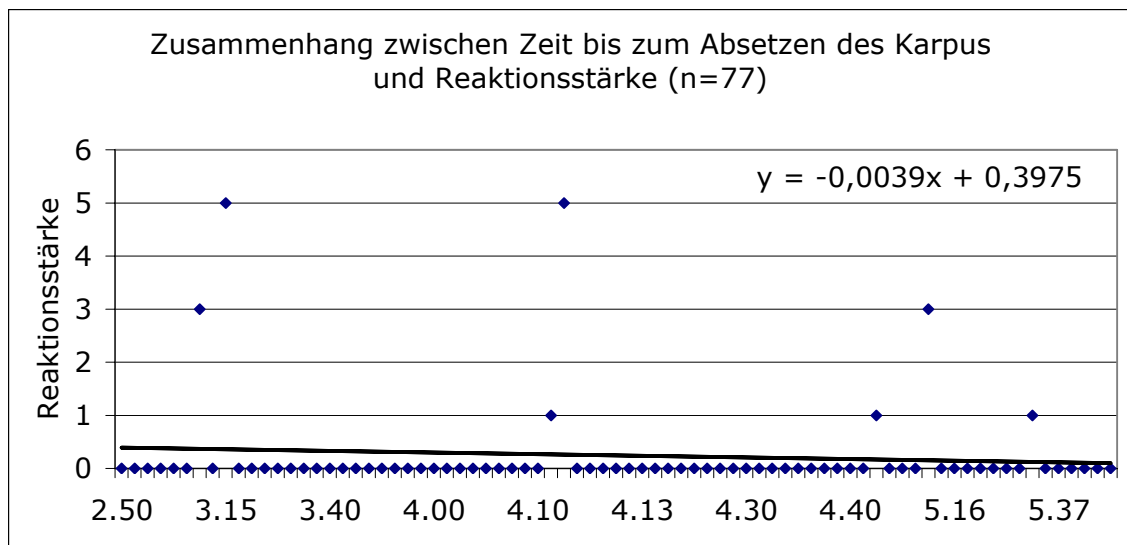
Die durchschnittliche Zeit vom Stich bis zum 1. Arbeitsschritt betrug 4.19 min (2.50 – 6.35 min). Wie in Block 1 Profilerstellung zeigten auch hier 90,9% der Rinder keine Reaktion mehr beim Absetzen der Vordergliedmaße. Von 77 Tieren reagierten 7.

Abbildung 7: Reaktionen aller Rinder (n=77) beim Absetzen des Karpus (Block 2)



Im Zusammenhang mit der, zwischen dem Entblutungsstich und dem Absetzen des Karpus, verstrichenen Zeit und der Reaktion beim Absetzen zeigte sich tendenziell eine abnehmende Reagibilität mit Verlängerung des Zeitintervalls (Abbildung 8).

Abbildung 7: Zusammenhang zwischen Zeit bis zum Absetzen des Karpus und der Reaktion (Block 2)



## **5.3 Detaillierte Erfassung in Zeitabschnitten (Block 3)**

### **5.3.1 Sichtbare Reaktionen während des Ausblutens**

Der Anteil der Tiere mit erschlafftem Tierkörper bzw. Hintergliedmaßen stieg kontinuierlich im Zeitverlauf an (Tabelle 9). Besonders von Minute 1-2 auf 2-3 kam es zu einem deutlichen Anstieg von 13,9% auf 49,2% (Tierkörper) bzw. 20,8% auf 61,5% (Hintergliedmaße). In den ersten beiden Minuten nach dem Entblutungsstich war Schwanz bei 26,2% bzw. 20,0% der Tiere erschlafft. In Minute 2-3 stieg der Anteil zunächst deutlich auf 66,2% an, danach nahm der Anteil der Tiere mit erschlafftem Schwanz langsamer, aber kontinuierlich bis auf 77,5% zu. An der Zunge war keine zeitabhängige Veränderung zu erkennen. Sie hing bei 16,9-28,9% der Tiere aus der Maulhöhle. Das Abfließen von Pansensaft deutete tendenziell auf eine zunehmende Erschlaffung der Tierkörper im Zeitverlauf hin. Der Pansensaft lief in Minute 0-1 bei 15,4% der Tiere ab, in Minute 4-5 dagegen bei 65,0%.

Der Anteil der Tiere mit sichtbaren Bewegungen von Tierkörper, Hintergliedmaße und Schwanz bzw. in der Maulhöhle befindlicher Zunge und fehlendem Austreten von Pansensaft verlief im Gegensatz zu den oben beschriebenen Zeichen der Erschlaffung (Abbildung 10).

Tabelle 9: Sichtbare Reaktionen während des Ausblutens in Abhängigkeit von der Zeit seit Entblutestich (Block 3)

		Tierkörper	Hgldm.	Schwanz	Zunge	Pansensaft
0-1 min (n=130)	schlaff	1 (0,8%)	1 (0,8%)	34 (26,2%)	22* (16,9%)	20 <sup>+</sup> (15,4%)
	bewegungslos	68 (52,3%)	95 (73,1%)	43 (33,1%)	28** (21,5%)	34 <sup>++</sup> (26,2%)
	Bewegung	61 (46,9%)	34 (26,2%)	84 (64,6%)	80*** (61,5%)	76 <sup>+++</sup> (58,5%)
		Tierkörper	Hgldm.	Schwanz	Zunge	Pansensaft
1-2 min (n=130)	schlaff	18 (13,9%)	27 (20,8%)	26 (20,0%)	34* (26,2%)	47 <sup>+</sup> (36,2%)
	bewegungslos	89 (68,5%)	96 (73,9%)	80 (61,5%)	22** (16,9%)	28 <sup>++</sup> (21,5%)
	Bewegung	23 (17,7%)	7 (5,4%)	24 (18,5%)	74*** (56,9%)	55 <sup>+++</sup> (42,3%)
		Tierkörper	Hgldm.	Schwanz	Zunge	Pansensaft
2-3 min (n=130)	schlaff	64 (49,2%)	80 (61,5%)	86 (66,2%)	35* (26,9%)	57 <sup>+</sup> (43,9%)
	bewegungslos	54 (41,5%)	48 (36,9%)	30 (23,1%)	21** (16,2%)	32 <sup>++</sup> (24,6%)
	Bewegung	12 (9,2%)	2 (1,5%)	14 (10,8%)	74*** (56,9%)	41 <sup>+++</sup> (31,5%)
		Tierkörper	Hgldm.	Schwanz	Zunge	Pansensaft
3-4 min (n=87)	schlaff	66 (75,9%)	70 (80,5%)	66 (75,9%)	25* (28,7%)	45 <sup>+</sup> (34,6%)
	bewegungslos	19 (21,8%)	16 (18,4%)	18 (20,7%)	15** (17,2%)	14 <sup>**</sup> (16,1%)
	Bewegung	2 (2,3%)	1 (1,2%)	3 (3,5%)	47*** (54,0%)	28 <sup>+++</sup> (32,2%)
		Tierkörper	Hgldm.	Schwanz	Zunge	Pansensaft
4-5 min (n=40)	schlaff	34 (85,0%)	34 (85,0%)	31 (77,5%)	8* (20,0%)	26 <sup>+</sup> (65,0%)
	bewegungslos	5 (12,5%)	6 (15,0%)	8 (20,0%)	6** (15,0%)	2 <sup>++</sup> (5,0%)
	Bewegung	1 (2,5%)	0 (0)	1 (2,5%)	26*** (65,0%)	12 <sup>+++</sup> (30,0%)

\* Zunge hängt aus der Maulhöhle, \*\* Zungenspitze sichtbar, \*\*\* Zunge in Maulhöhle

<sup>+</sup> Pansensaft läuft, <sup>++</sup> Pansensaft tropft, <sup>+++</sup> kein Pansensaft



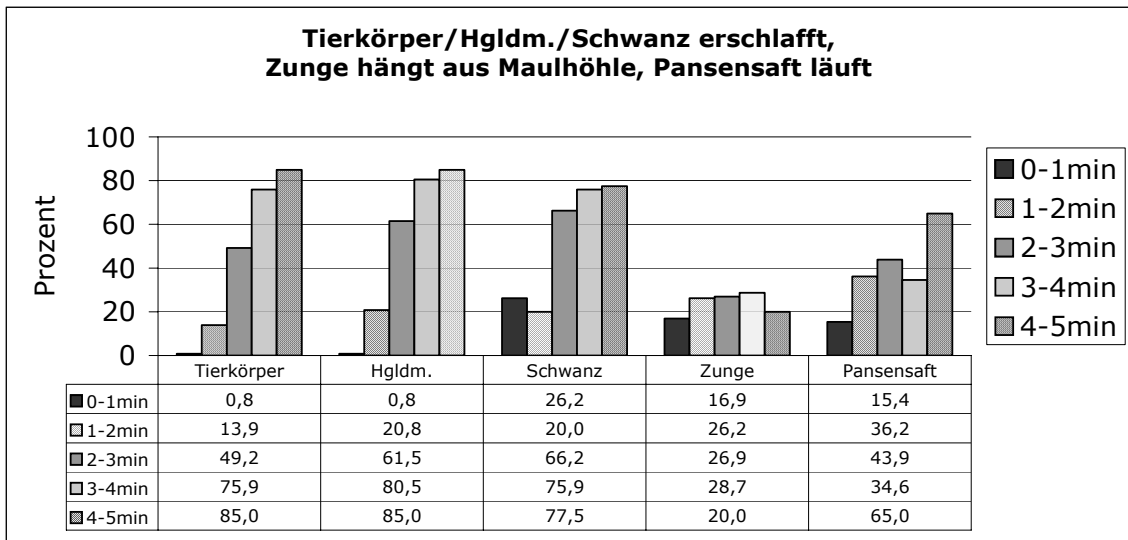


Abbildung 9: Anteil der Tiere mit Zeichen der Erschlaffung in Abhängigkeit von der Zeit seit Entblutungsstich (Block 3)

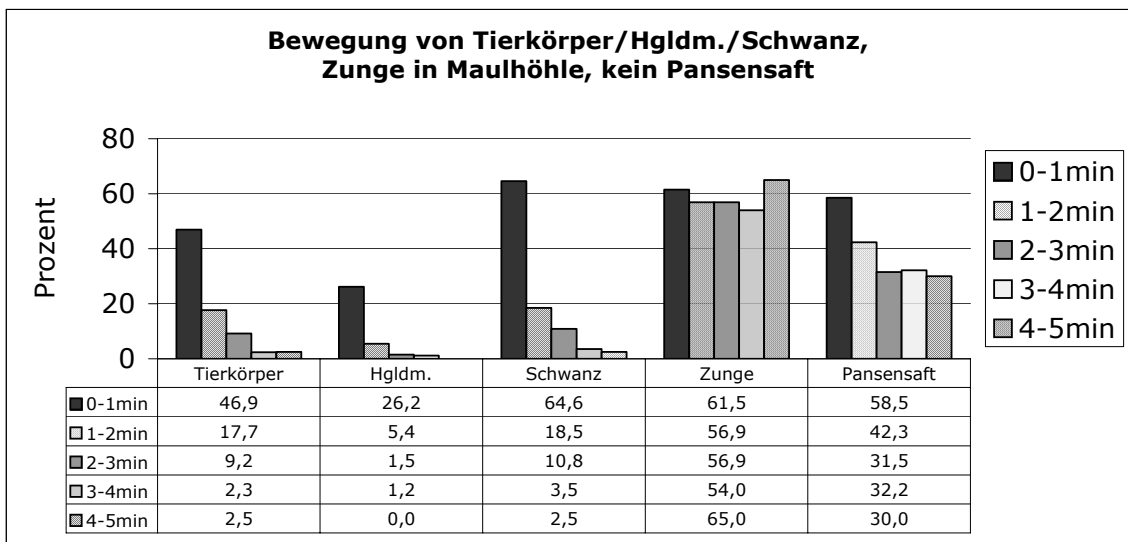


Abbildung 10: Anteil der Tiere mit deutlich sichtbaren Bewegungen in Abhängigkeit von der Zeit seit Entblutungsstich (Block 3)

### 5.3.2 Art der Reaktionen während des Ausblutens

Wie aus den folgenden Tabellen hervorgeht, waren die Reaktionen an Tierkörper, freier Hintergliedmaße und Schwanz jeweils in der ersten Minute nach dem Entblutestich am zahlreichsten und heftigsten. In den nächsten beiden Minuten nahm die Reagibilität deutlich ab. Es wird aber ersichtlich, dass einzelne Tiere auch in der vierten und fünften Minute noch Reaktionen zeigten.

Tabelle 10: Reaktionen am Tierkörper während des Ausblutens (Block 3)

	0-1 min	1-2 min	2-3 min	3-4 min	4-5 min
langsames Entkrampfen	13	3	2	1	1
Vgld. gestreckt	3	2			
Vgld. hochziehen	15	10	4	1	
Vgld. Bewegung	5	1	2		
einzelnes Hochziehen	8	3	2		
Vgld.u.Hgld. schlagen	3				
Ruderbewegung, Zappeln	3	1	2		
Kopf nach hinten gekrümmt	2	2			
krampft (Streckg. aller Gldm.)	8				
Lefzen ziehen	1	1			
Gesamt	61	23	12	2	1

Tabelle 11: Reaktionen an der freien Hintergliedmaße während des Ausblutens (Block 3)

	0-1 min	1-2 min	2-3 min	3-4 min	4-5 min
strecken	20	2	1	1	1
schlagen	13	3	1		
stark schlagen	1	2			
Gesamt	34	7	2	1	1

Tabelle 12: Reaktionen am Schwanz während des Ausblutens (Block 3)

	0-1 min	1-2 min	2-3 min	3-4 min	4-5 min
gekrümmt	18	4	4	1	1
anheben		7	3	1	
steht halb	42	6			
steht ganz	11				
schlagen				1	
fällt	13	6	2		
Bewegung		1	5		
Gesamt	84	24	14	3	1

### 5.3.3 Reaktionen beim Absetzen des Karpus

Wurde der Karpus 2-3 min nach dem Entblutestich abgesetzt, zeigten noch 44,2% der Tiere eine Reaktion. Mit fortschreitender Zeit nahm dieser Anteil kontinuierlich über 34,0% (3-4 min) und 17,2% (4-5 min) ab. Erst bei einer Zeitspanne seit Entblutestich von 5 min und mehr war bei keinem Tier eine Reaktion auf das Vorderfußabzwicken erkennbar (Tabelle 13).

Tabelle 13: Anteil der Tiere mit Reaktionen beim Absetzen des Karpus in Abhängigkeit von der Zeit seit Entblutestich (Block 3)

Zeit seit Entblutestich	Anzahl der Tiere	ohne Reaktion	mit Reaktion
2-3 min	43	24 (55,8%)	19 (44,2%)
3-4 min	47	31 (66,0%)	16 (34,0%)
4-5 min	29	24 (82,8%)	5 (17,2%)
> 5	11	11 (100%)	0 (0%)

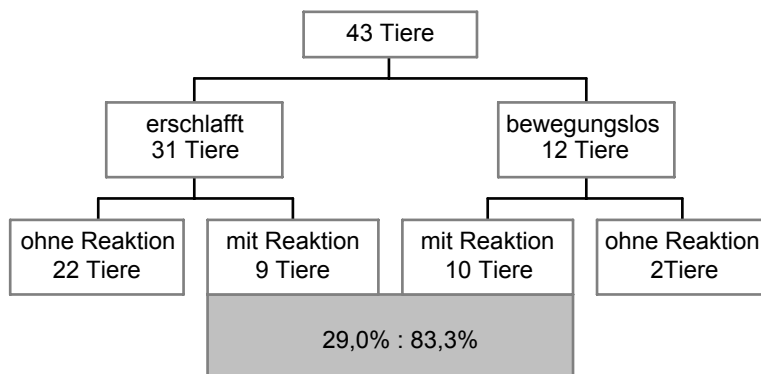
Bei insgesamt 43 Tieren wurde der Karpus innerhalb von 2-3 min nach dem Entblutestich abgesetzt. Hierbei zeigten 9 von 31 Tieren (29,0%) Reaktionen, obwohl der Tierkörper völlig erschlafft erschien. Von 12 Tieren, bei denen trotz Bewegungslosigkeit noch ein Tonus erkennbar war, reagierten noch 10 Tiere (83,3%) auf das Abzwicken des Vorderfußes.

Drei bis vier Minuten nach dem Entblutestich reagierten vier von 30 erschlafften Tieren (13,3%) und 12 von 17 bewegungslosen Tieren (70,6%). Nach einer weiteren Minute hatte sich der Anteil reagierender Tiere weiter bis auf 9,5% bzw. 37,5% erniedrigt. Erst wenn mit dem Absetzen des Karpus mindestens 5 Minuten gewartet wurde, reagierte kein Tier mehr, unabhängig davon, ob eine völlige Erschlaffung eingetreten war oder noch ein Tonus bestand.

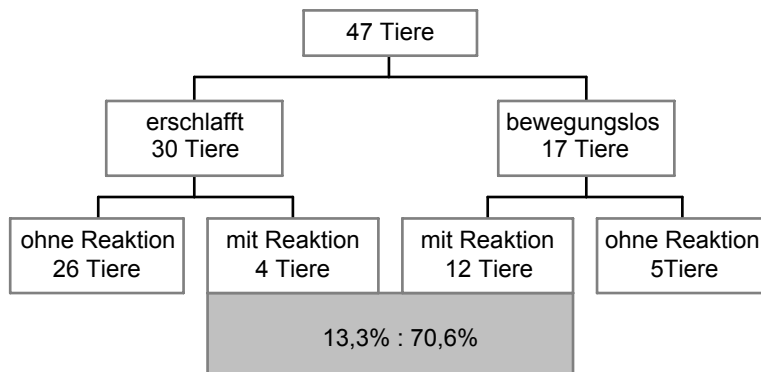
In Abbildung 11 ist das Verhältnis der Tiere mit Reaktionen innerhalb der Gruppen mit völliger Erschlaffung und Bewegungslosigkeit in der Übersicht dargestellt.

Abbildung 11: Anteil der Tiere mit Reaktionen innerhalb der völlig erschlafften und der bewegungslosen Tiere (Block 3)

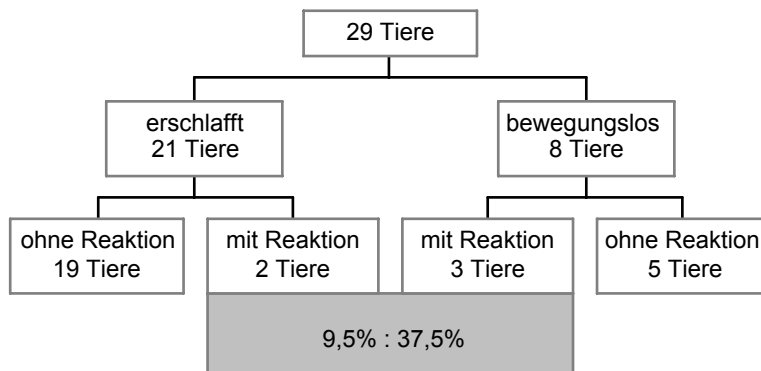
Absetzen des Karpus 2-3 min  
nach Entblutestich



Absetzen des Karpus 3-4 min  
nach Entblutestich



Absetzen des Karpus 4-5 min  
nach Entblutestich



Absetzen des Karpus > 5 min  
nach Entblutestich

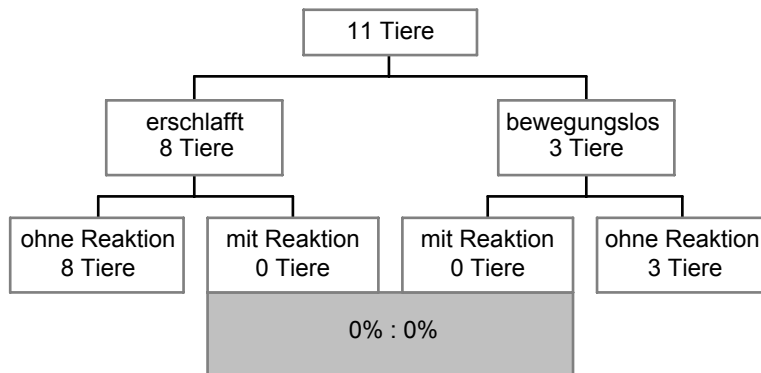
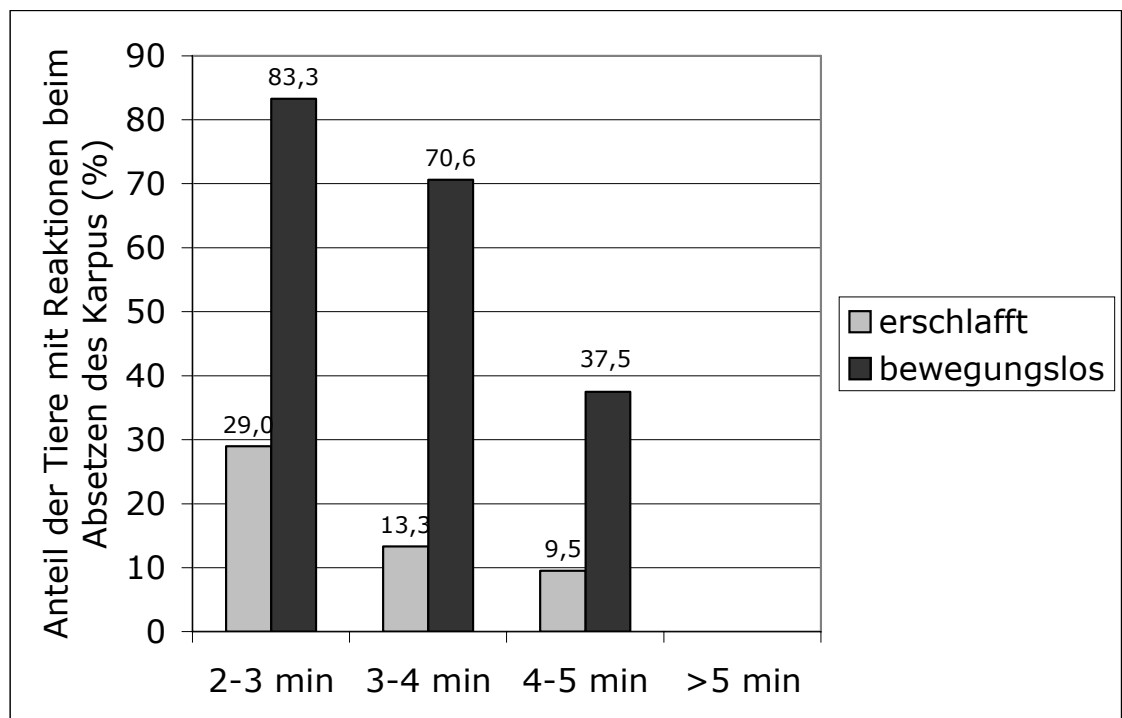


Abbildung 12: Schaudiagramm Erschlaifte - Bewegungslose Tiere (Block 3)



### 5.3.4 Tiere mit Reaktionen beim Absetzen des Karpus in Abhängigkeit von der Erschlaffung und der Kategorie

Sowohl innerhalb der Tiere mit völliger Erschlaffung als auch der lediglich bewegungslosen Tiere war der Anteil an Kühen mit Reaktionen besonders hoch. In der Gruppe der erschlafften Tiere reagierten nach 2-3 min 19,4%, nach 3-4 min 6,6% und nach 4-5 min 9,5% der Kühe auf das Absetzen des Karpus. In der Gruppe der bewegungslosen Tiere waren es nach 2-3 min 50,0%, nach 3-4 min 41,2% und nach 4-5 min 12,5% der Kühe.

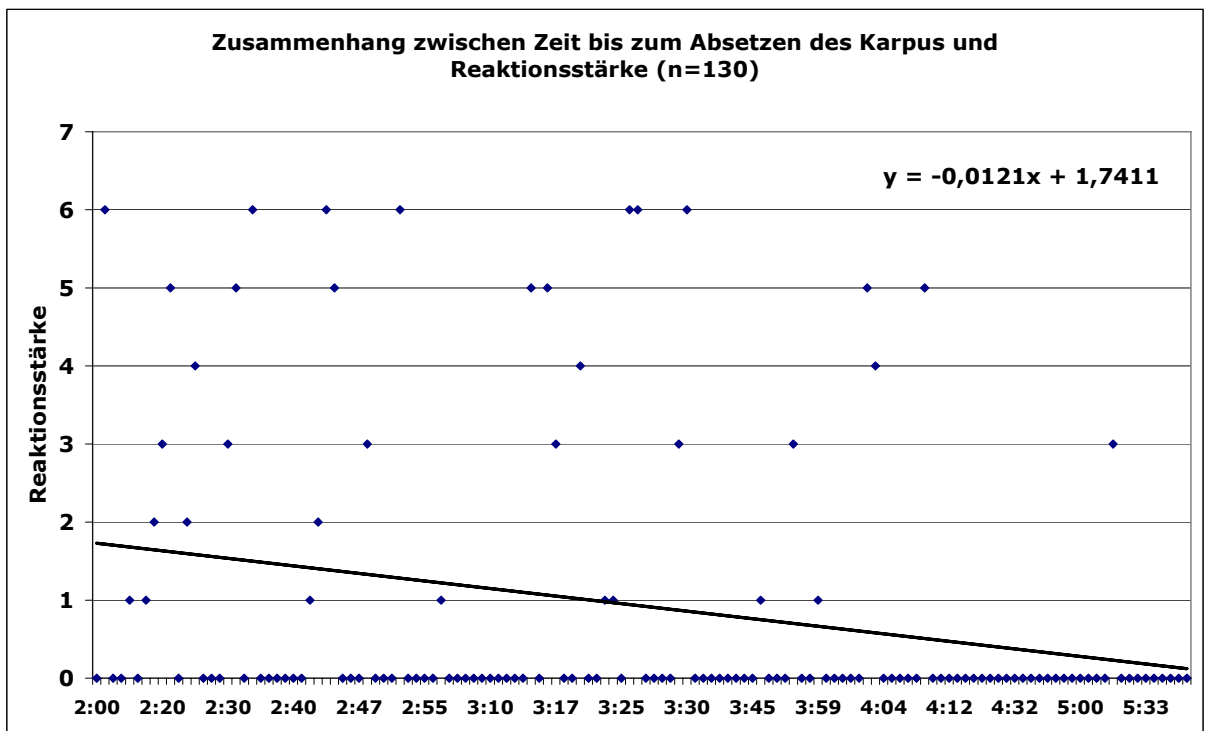
Tabelle 14: Tiere mit Reaktionen beim Absetzen des Karpus in Abhängigkeit von Erschlaffung und Kategorie

	erschlafft			bewegungslos				
	n	Bulle	Färse	Kuh	n	Bulle	Färse	Kuh
2-3 min	9	2 (22,2%)	1 (11,1%)	6 (66,7%)	12	2 (16,7%)	2 (16,7%)	6 (50,0%)
3-4 min	4	1 (25,0%)	1 (25,0%)	2 (50,0%)	12	2 (16,7%)	3 (25,0%)	7 (58,3%)
4-5 min	2	-	-	2 (100%)	3	-	2 (66,7%)	1 (33,3%)
> 5 min	0	-	-	-	0	-	-	-

### 5.3.5 Reaktionsstärke der Reaktionen beim Absetzen des Karpus im Zeitverlauf

In Abbildung 13 sind die Reaktionen beim Absetzen des Karpus gegen die Zeit aufgetragen. Es zeigt sich, dass die Reaktionsstärke im Zeitverlauf abnimmt. Beim Einzeltier ist jedoch keine Aussage darüber möglich, wie stark eine eventuelle Reaktion auf das Absetzen des Karpus in Abhängigkeit von der Zeit ausfallen wird.

Abbildung 13: Zusammenhang zwischen Zeit bis zum Absetzen des Karpus und Reaktionsstärke



## 6 DISKUSSION

Die Schlachtung von Tieren lässt sich in zwei Teile aufgliedern. Erstens in die Betäubung und zweitens in die Tötung durch Blutentzug. Die Betäubung hat die Aufgabe von Anfang an einen Zustand der Empfindungs- und Wahrnehmungslosigkeit zu schaffen, der bis zum Eintritt des Todes anhalten soll.

Wie schwierig es ist den Zeitpunkt des Todes zu bestimmen geht aus vorgenannter Literatur schon hervor. Insbesondere bei kurzen Agonieformen, wie sie beim akuten Verblutungstod auftritt, ist die prämortale oder Sterbe – Phase, nicht konkret fassbar.

Bei der Bolzenschußbetäubung handelt es sich um eine Betäubart, die im Optimalverlauf zu einem Hirntod führen kann, nämlich dann, wenn der Hirnstamm durch den Bolzen erreicht wird. Zum Nachteil des Bolzenschusses gehört aber, dass es derzeit kein automatisiertes Verfahren für den praktischen Einsatz gibt (N.N., 2004). Der Erfolg hängt also im Wesentlichen von den Fähigkeiten des Schützen ab. Dies wurde auch in den Versuchen von KAEGI (1988) deutlich, bei denen trotz vorheriger Markierung, geübtem Schützen und unter Versuchsbedingungen bei über 50% der Tiere der Hirnstamm nicht getroffen wurde. Bei RIEK (1980) waren dies nur ca. 17%. In den jetzigen Untersuchungen lagen knapp 8% der Schüsse außerhalb des Referenzbereiches, ohne dass die Tiere beim Betäube- oder Entblutevorgang als ungenügend betäubt eingestuft worden wären. Dies wurde erst am Ende der Schlachtlinie beim Vermessen festgestellt. Sowohl die genannten Untersuchungen, wie auch die eigenen, lassen den Schluß zu, dass visuell die Betäubetiefe nicht zu beurteilen ist, denn alle Tiere zeigten jeweils ein Zusammenbrechen, Ausfall von Atmung und Kornealreflex und keine Aufrichtversuche.

KAEGI (1988) führte heftige Krampfanfälle auf eine vom Hirnstamm abweichende Schußbahn zurück und kam hier bei seinen Versuchen auf Werte



von 58%. Dies könnte mit den hier gewonnenen Ergebnissen übereinstimmen, bei denen ca. 59% der Tiere durch starke tonische oder tonisch- klonische Krämpfe beim Hochziehen aufgefallen waren. Der Schußverlauf wurde aber im Rahmen dieser Untersuchungen nicht mit einbezogen, so dass sich dies nur vermuten lässt. Unabhängig von den Schußqualitäten stellten RIEK (1980) und GROSS (1976) das Auftreten einer Null- Linie im EEG im Zeitraum von 13 bis 73 Sekunden nach dem Schuß, bei einem Tier, welches weniger gut betäubt war, aber auch bis zu 398 Sekunden, fest. Krampfanfälle traten mehrheitlich in der Phase des Null- Linien EEG`s auf und zeigten sich bei GROSS bis zu 257 Sekunden. RIEK interpretierte dies als Aktivitätsverlust des Großhirns mit gesteigerter medullärer oder spinaler Reflextätigkeit, nicht aber als Schmerzreaktionen.

Selbst ein ausreichend betäubtes Tier könnte ohne Entblutung seine Gehirn- und Körperfunktionen wieder erlangen (N.N., 2004), weshalb der Bolzenschuß als alleinige Tötungsmethode nicht erlaubt ist.

Nach VON HOLLEBEN und VON WENZLAWOWICZ (2000) ist der Betäubungserfolg unter anderem auch an der fehlenden Reaktion auf den Entblutestich abzulesen. Beim Setzen des Hautschnitts reagierten 10% der Tiere in mittlerer bis starker Intensität. Dies könnte auf den nicht optimal liegenden Ansatzpunkt (7,7%) bzw. einen abweichenden Schusswinkel (10,1%) zurückzuführen sein. Auf den folgenden Bruststich zeigten dann 20% der Tiere eine mittlere bis starke Reaktion, was durch den höheren Traumatisierungsgrad dieses Schrittes begründbar wäre. Bei der austretenden Blutmenge fiel auf, dass im Bereich der mäßigen Entblutung Bullen, Färsen und Kühe in ähnlichem Verhältnis vertreten waren. In der Gruppe mit geringer Entblutung fanden sich vornehmlich Bullen und Färsen, während die Kühe bei der Schwallentblutung dominierten. Dies könnte ihre Ursache im relativ geringeren Muskelanteil von Kühen haben. Unter der Einwirkung des traumatisierenden Schußgeschehens wird vermehrt Adrenalin ausgeschüttet. Dieses Hormon bewirkt unter anderem die Erweiterung der Gefäße der Skelettmuskulatur (SCHEUNERT und TRAUTMANN, 1976) und bedingt dort einen höheren Blutanteil, wodurch augenscheinlich weniger Blut abfließt. Zu einer Gefäßkonstriktion im Rahmen

des folgenden hypovolämischen Schockes kommt es erst nach dem Eröffnen des Blutkreislaufes.

In der nun folgenden Phase des Sterbens wird der Körper alle ihm zur Verfügung stehenden Mittel der Kompensation nutzen (DUNN, 1990). Das Stadium der Zentralisation ist in erster Linie von Tachykardie und Blutdruckerhöhung geprägt, verbunden mit einer Konstriktion der Arteriolen in Haut, Nieren und den Organen des Splanchnikusgebietes, um eine noch ausreichende Versorgung von Herz und Gehirn zu gewährleisten. Die darauf folgende Dezentralisation führt zu Vasodilatation in der Kreislaufperipherie, das Blut versackt in den Kapillargebieten, und auch die lebenswichtigen Organe werden nun unterversorgt. Durch den fortwährenden Blutverlust kommt es letztendlich zum sogenannten Entspannungskollaps. Ein adäquater Herzmuskelstoffwechsel ist nicht mehr gewährleistet und in den Endstromgebieten setzt durch die Mangeldurchblutung eine Selbstvergiftung ein (KITZ und SCHULZ, 1982). Als klinisches Zeichen des eingetretenen Todes zählt die Muskelatonie. Die Muskeler schlaffung ist als Ausfall der zerebralen Motorik zu werten (FORSTER und ROPOHL, 1989).

NITSCH (1994) sprach von Entblutezeiten für Rinder von 6 Minuten ohne allerdings die Entbluteart näher zu beschreiben. BLACKMORE und NEWHOOK (1982) stellten Spontanbewegungen bei geschächteten Kälbern über 5 Minuten und Reaktionen auf Berührungen über 7 Minuten fest. Im EEG ließ sich ein periodisches Wiederaufleben möglicher Sensibilität über 300 Sekunden nachweisen. Sie kamen deshalb zu dem Schluß, dass für Kälber ein Betäubeprozess gelten soll, der eine sofortige Empfindungslosigkeit hervorruft und für mindestens 6 Minuten anhält. In den Ausführungen von SCHÜTT-ABRAHAM (2005) wurde von einer zeitlichen Fristsetzung von 3 Minuten nach dem Entblutestich gesprochen.

Die vorliegenden Untersuchungen gingen der Frage nach, ob und wie lange sich in der Sterbephase Reaktionen auslösen lassen und wie sich die damit verbundene Erschlaffung des Schlachtkörpers visuell wahrnehmen lässt.

Meist war der Schwanz das reagibelste Körperteil, an dem das Verschwinden eines Tonus zu erkennen war, insbesondere an der Schwanzwurzel. War hier noch ein geringer Tonus zu erkennen, galt das Tier als nicht völlig erschlaft. Das Auftreten von Pansensaftausfluß oder der Vorfall der Zunge wurde als Zeichen einer Erschlaffung gewertet ohne allerdings in der ersten Untersuchungsreihe dies schon zahlenmäßig festzuhalten.

Von den in Block 1 so beobachteten Tieren reagierten 95,3% nicht mehr auf das Abkneifen, während 4,7% trotz visuell festgestellter Erschlaffung noch eine Reaktion zeigten. Dies ist, vor allem bei wechselnden Untersuchern, durch das nicht immer einfache Erkennen zwischen Erschlaffung und geringem Tonus erklärbar, umso mehr, je weiter die zeitliche Entfernung zum Stich gegeben ist. Von den 22 Tieren, die noch einen Tonus aufwiesen reagierten 18 Tiere zum Teil erheblich auf das Absetzen, während 4 Tiere keine Reaktion zeigten. Bei der Aufgliederung der Tiere in die Kategorien Bullen, Färsen, Kühe fiel auf, dass vornehmlich Kühe unter den Tieren mit Reaktion zu finden waren.

In einem nächsten Schritt wurden die Tiere in Zeitraster aufgeteilt. Hierbei zeigte sich, dass nur knapp 12% der Probanden im Zeitraum von 2-3 Minuten eine Erschlaffung zeigten, gleichzeitig war hier aber der höchste Anteil, nämlich 25%, an Reaktionen zu finden. Im Zeitraum von 3-5 Minuten fanden sich ca. 75% der Tiere mit im Laufe der Zeit abnehmender Reagibilität. Nach 5 Minuten waren alle Tiere erschlaft, außer 2 Kühen, die nachbetäubt wurden. Zu bemerken wäre in diesem Zusammenhang, dass diese beiden Tiere trotz fehlerhafter Betäubung ein gutes Entbluteergebnis (22 Liter) erzielten. Im Vergleich Kühe – Bullen/Färsen zeigte sich, dass Kühe über einen längeren Zeitraum reagierten (Abb. 4 und 5) und erst später erschlaften. Um zu sehen, ob nach vollständiger Erschlaffung noch eine Reaktion durch einen direkten Einstich ins Halsmark auszulösen war, wurde an einigen Tieren ein Genickstich durchgeführt. Dieser blieb bei allen Tieren reaktionslos.

Bei den Versuchsreihen Block 2 und 3 wurde nur noch die Zeit vom Stich bis zum Abkneifen untersucht. Die Parameter von Betäubung, Aufziehen und Schußpositionen wurden als vergleichbar mit Block 1 angenommen.

In Block 2 wurde untersucht inwieweit und wie lange sich durch einen gesetzten Reiz Reaktionen auslösen ließen. Hierbei zeigte sich ebenfalls die mit fortschreitender Zeit abnehmende Reagibilität in Stärke und Auftreten. Wieder fielen die Kühe mit längerer und stärkerer Reaktionsneigung auf. Hierfür wurde eine Erklärung in der Zugehörigkeit zur Fettklasse gesucht, da Kühe doch meistens ihre Verwertung in der Milchleistung und nicht in der Mast finden. Tatsächlich schien ein gewisser Zusammenhang zwischen Reaktion und Fettklasse zu bestehen, weil die mageren Tiere nach 4 Minuten immer noch mit 33% an den Tieren mit Reaktion beteiligt waren, während dies bei den Tieren der Fettklasse 3-5 nur noch 12,5% ausmachte. Auch mit den Reaktionsstärken verhielt es sich ähnlich. Mittlere bis starke Reaktionen fanden sich hauptsächlich bei den Tieren der Fettklasse 1-2, schwache bei Tieren der Fettklasse 3-5. Eine Zuordnung der Kategorien zu den Fettklassen bestätigte dies aber nicht. Kühe waren nicht vermehrt in den Fettklassen 1-2 zu finden. Deshalb wird von einer Geschlechtsspezifität ausgegangen, was auch die etwas höhere Reaktionsbereitschaft bei den Färsen im Vergleich zu den Bullen erklären könnte. Nach 5 Minuten zeigte keines der Tiere mehr eine Reaktion, bis auf eines, das nach 5.30 Minuten auf das Abzwicken noch mit einem Anheben des Schwanzes reagierte. Hierbei handelte es sich um eine Kuh der Fettklasse 1, also beides Merkmale, die in den bisherigen Untersuchungen als besonders reagibel aufgefallen waren. Inwieweit hier ein nicht optimaler Schuß oder Entblutestich ursächlich sein könnten, konnte nicht eruiert werden.

Bei der Erfassung der Erschlaffungsvorgänge in Minutenrastern in Block 3 zeigte sich ein visuell wahrnehmbares Erschlaffen bei einem hohen Prozentsatz nach zwei bzw. drei Minuten. Nach drei Minuten zeigten schon 49% der Tiere eine völlige Erschlaffung und 42% waren bewegungslos, d.h. bei diesen war noch ein Tonus an einer der drei beobachteten Körperpartien zu erkennen. Man könnte zusammengefasst sagen, dass 91% der Tiere keine Bewegung mehr zeigten und es entsteht der Eindruck als könnte hier generell mit der Arbeit

fortgefahren werden, weshalb manche Autoren (SCHUETT-ABRAHAM, 2005) eine Fristsetzung von 3 Minuten für ausreichend halten. Die Untersuchungen innerhalb der Gruppen zeigten aber deutlich, dass die erschlafften Tiere zu diesem Zeitpunkt noch zu 29% und die im nicht erschlafften Part zu 83% in, zum Teil, erheblichen Maße reagierten. Der hohe Reaktionsanteil in der Gruppe der bewegungslosen Tiere ließ sich durchgehend beobachten. Selbst im Zeitraum über 5 Minuten fanden sich noch wenige Tiere, die nicht völlig erschlafft waren. Diese wiesen zwar zu diesem Zeitpunkt keine Reaktion mehr auf, aber verdeutlichten die Zeitspanne bis zur vollständigen Erschlaffung. Inwieweit hier ein nicht optimaler Schuß oder mangelhafter Entblutestich oder andere Negativeinwirkungen ursächlich sein könnten wurde in dieser Studie nicht untersucht und könnte in nachfolgenden Arbeiten erforscht werden. Es sollte vielmehr ein Überblick über das alltägliche Schlachtgeschehen gewonnen werden, um dann die Ergebnisse auszuwerten. Anzumerken ist aber, dass hier die Auswirkungen von Akkordarbeiten, hohen Schlachtzahlen oder überfordertem Personal weitestgehend ausgeschlossen werden können, wodurch zusätzlich mit negativen Auswirkungen zu rechnen gewesen wäre.

Beobachtungen am Vorfall der Zunge haben sich als Zeichen einer Erschlaffung nicht besonders aussagekräftig erwiesen. Schon 38% der Tiere zeigten einen Zungenvorfall in unterschiedlichem Maße gleich nach dem Stich, was sich bis zum Zeitpunkt des Absetzen im Karpus auf maximal 46% steigerte. Der Zungenvorfall wird eher mit der Schußposition als mit einer fortschreitenden Atonie in Zusammenhang gebracht. Das Auftreten von Pansensaft hingegen wird deutlich als Zeichen einer eintretenden Erschlaffung gewertet. Im Verlauf der Entblutung erhöhte sich der Anteil der Tiere mit auslaufendem oder tropfenden Pansensaft von anfangs 42% auf 70%.

In dieser Reihe wurde das Absetzen des Karpus nicht nur nach dem Eintreten einer völligen Erschlaffung durchgeführt, sondern nach den Gesichtspunkten der Bewegungslosigkeit, wie sie in der Tierschutz- Schlachtverordnung genannt sind. Es reagierten erheblich mehr Tiere (30,8%) auf das Absetzen wie in Block 1 (9,7%). Der Anteil der Tiere mit Reaktionen entsprach auch nahezu den in Block 2 festgestellten Werten. So ließ sich zum Beispiel nach 3 Minuten in

Block 2 bei 36,4% der Tiere eine Reaktion auf den Messerstich auslösen und in Block 3 reagierten im Zeitraum 2-3 Minuten 44% der Tiere. Im Zeitraster 4 Minuten zeigten 24,7% (Block 2) eine Reaktion auf den Einstich im Vergleich zu 34% (Block 3) Reaktionen beim Absetzen des Karpus. Die Ursache des höheren prozentualen Anteils in Block 3 liegt im vergleichsweise viel höheren Traumatisierungsgrad durch den Kneifer wie durch das Messer.

Aus den Ergebnissen ist zu schließen, dass sich aus der Bewegungslosigkeit allein noch nicht der Eintritt des Todes ablesen lässt. Auch die visuell wahrnehmbare Erschlaffung lässt früher ein Beginnen eines ersten Arbeitsschrittes erwarten als dies dann durch die Reaktionslage bestätigt wird. Dennoch ist bei erschlafften Tieren deutlich weniger mit Reaktionen zu rechnen, vor allem je weiter man zeitlich vom Entblutestich entfernt ist. Weiterhin zeigen beide Überprüfungen, visuell wahrnehmbare Erschlaffung und Auslösen einer Reaktion, übereinstimmend erst nach 5 Minuten das vollständige Erlöschen eines Tonus bzw. einer Reizantwort. Es wird hier nicht der Frage nachgegangen, ob die festgestellten Reaktionen als Schmerz- oder Reflexaktionen zu bewerten sind, sondern ob und wie lange sich überhaupt Reaktionen auslösen lassen, und ob der Todeseintritt visuell erkennbar ist. Reaktionen, wie das Wegziehen der Vordergliedmaßen oder das Schlagen mit den Hinterbeinen, veranlassen aber zum Nachdenken, auch wenn kein Kornealreflex auszulösen und keine Atmung vorhanden ist.

Festzuhalten bleibt, dass nach einem Zeitraum von 5 Minuten bei allen drei Kategorien überhaupt keine Reaktion mehr auf das Absetzen im Karpus erfolgte und alle Tierkörper vollständig erschlafft waren. GROSS (1976) konnte in seinen Untersuchungen nach Bolzenschuß und Halsschnitt, mit beidseitiger Eröffnung der Halsgefäße, Krämpfe sogar bis zu 5 Minuten nach dem Schuss nachweisen. Eine solche Krampfintensität bestätigte sich in den vorliegenden Untersuchungen nicht, was auf den durchgeführten Bruststich zurückgeführt wird.

Im Routinebetrieb eines Schlachthofes ist es wichtig eindeutige Vorgaben zu haben, weshalb es von Vorteil wäre, sagen zu können, nach dem Eintritt des Todes zeigt das Tier überhaupt keine Reaktionen auf nachfolgende Arbeitsschritte mehr. Dies wäre mit der Vorgabe eines festen Zeitpunktes für die Fortführung weiterer Schlachtarbeiten möglich. Viele Schlachthöfe haben auch nicht die baulichen Voraussetzungen, um eine genügend lange Wartezeit nach dem Entblutestich einhalten zu können. Nach Einbringen einer solchen Frist in die TierSchlV hätten die Betriebe deren Einhaltung durch technische Umstellung zu garantieren. Bei kurzen Entblutestrecken besteht bei Fehl- oder ungenügenden Betäubungen auch kaum die Möglichkeit des Eingreifens, da die Tiere zum einen meist erst nach dem Aufziehen als solche zu erkennen sind, und zweitens von hinten schon wieder Tiere nachgeschoben werden, die ebenfalls sofort entblutet werden sollten.

Eine weitere wichtige Komponente ist der Arbeitsschutz. Tiere, die nicht vollständig erschlaft sind zeigen zum Teil erhebliche Reaktionen beim Absetzen der Gliedmaßen, die für den dort arbeitenden Menschen nicht ungefährlich sind. Dies könnte durch eine längere Wartezeit vermieden werden. Wichtig in diesem Zusammenhang bliebe auch zu erwähnen, dass sich die ermittelten Werte auf den Bruststich beziehen. Andere Entblutetechniken wie das ein- oder beidseitige Eröffnen der Halsschlagader lassen eine längere Erschlaffungszeit vermuten, da hier die Blutversorgung über die Vertebralarterien noch aufrecht erhalten sein kann und der Blutverlust nicht in der Schnelligkeit wie beim Bruststich gegeben ist. Deshalb wäre es wünschenswert, wenn generell der Bruststich als Entbluteart durchgeführt werden würde.

Wie aus den eigenen und auch aus den in der Literatur genannten Ergebnissen hervorgeht unterliegt das Betäuben und Entbluten hinsichtlich des Optimalbereichs großen Schwankungen. Es ist deshalb von großer Bedeutung, dass es Pufferzonen gibt, die weniger gut verlaufende Schritte wieder ausgleichen können. Hierzu gehört insbesondere die Entblutestrecke, die durch eine entsprechende Länge den Abschluß des Sterbeprozesses gewährleisten kann. Ein humanes Schlachten steht auf drei Säulen: gute Betäubung, gute Entblutung und gute Entblutezeit.

## 7 ZUSAMMENFASSUNG

In der vorliegenden Untersuchung wurden an einem Schlachthof 545 Rinder (127 Bullen, 150 Färsen, 268 Kühe) im Zeitraum zwischen Bolzenschuß und Absetzen des Karpus, hinsichtlich visuell wahrnehmbarer Erschlaffung und Auslösen von Reaktionen auf einen Reiz, analysiert.

In Block 1 wurde die völlige Erschlaffung des Tierkörpers, besonders des Schwanzes, als Grundlage für das Absetzen der Vordergliedmaße genommen und es reagierten noch 9,8% der Tiere bzw. 4,4% in mittlerer bis starker Intensität. Auffallend war schon hier die relativ hohe und lang andauernde Reaktionsbereitschaft der Kühe im Gegensatz zu Bullen und Färsen. Nach 5 Minuten war, außer bei 2 fehlbetäubten Tieren, keine Reaktion auf das Absetzen mehr zu erkennen. Block 2 umfasste das Auslösen von Reaktionen mittels Messerstich in die Fesselbeuge. Es zeigte sich die mit fortschreitender Zeit abnehmende Reagibilität in Auftreten und Intensität. Auch hier zeigten sich die Unterschiede innerhalb der Kategorien, wonach aufsteigend in der Reihenfolge Bullen, Färsen, Kühe die Reaktionsbereitschaft und –stärke zunahm. Nach 5 Minuten reagierte nur noch ein Tier schwach. Die in Block 3 visuell in Erscheinung tretende Erschlaffung wurde in unterschiedlichen Zeitrastern festgehalten und war bei nahezu allen Tieren nach 5 Minuten abgeschlossen, und in erster Linie am Schwanz und Abfließen von Pansensaft zu erkennen. Die in dieser Reihe, bei einem Teil der Tiere, als Grundlage für den folgenden Arbeitsschritt herangezogene Bewegungslosigkeit, wie sie in der TierSchIV beschrieben ist, hatte ein starkes Ansteigen der Tiere mit Reaktionen zur Folge (30,8%).

Anhand der durchgeführten Untersuchungen ist festzustellen, dass die Regelung in der TierSchIV, weitere Arbeitsschritte erst durchzuführen, wenn keine Bewegungen des Tieres mehr zu erkennen sind, nicht ausreicht. Es wird empfohlen den Wortlaut in „vollständige Erschlaffung“ umzubenennen und eine Frist von mindestens 5 Minuten nach dem Entblutestich zu setzen. Diese Werte wurden für den Bruststich ermittelt, bei anderen Entblutearten ist möglicherweise mit höheren Werten zu rechnen.



## 7 SUMMARY

### **Examinations of bleeding-time in cattle after captive bolt stunning**

At an abattoir there was investigated the visual detectable atony and the provoking of reactions in 545 cattles (127 bulls, 150 heifers, 268 cows) in the period between captive bolt stun and cutting off of the carpus.

In part 1, the complete atony of the carcass, especially of the tail, was used as the basis for the cutting off of the carpus, and there was a mild reaction in 9.8%, a strong reaction in 4.4%. Remarkably, the responsiveness of cows was high and long lasting as compared with bulls and heifers. With exception of 2 improper stunned animals, no animal reacted after 5 minutes.

In part 2, reactions were provoked with a knife stabbing in the pastern region. The frequency and intensity of reactions decreased in the course of time and increased ascending in the order bulls, heifers, cows. After 5 minutes there was only a weak reaction in one animal.

In part 3, the progress of atony every minute was investigated. In almost all animals complete atony was achieved in five minutes, and predominantly identifiable at the tail or by outflowing of ruminal fluid. If an akinesia – as demanded in the German „Tierschutzschlachtverordnung (TierSchV)“ – was used as a precondition for the cutting off of the carpus, the number of animals with reactions greatly increased up to 30.8%.

It is concluded that it is insufficient only to wait for an akinesia before cutting off of the carpus as the TierSchV demands. It is recommend to change the original term to „complete atony“ and to set a time limit of 5 minutes after sticking. The results were ascertained for bleeding by chest stab. Other bleeding methods presumably require higher values.

## 8 LITERATURVERZEICHNIS

**Aichinger, C. (2003):**

Die Implementierung der Elektrobetäubung im zugelassenen Schlachtbetrieb beim Rind.

Diss.med.vet., München

**Althoff, H. (1992):**

Akuter Verblutungstod bei Schädelhirntrauma?

Beitrag Gerichtl. Med. 50, 151-155

(Herausgeb.: S. Berg, Berlin, 1992)

**Anil, M. H., McKinstry, J. L., Wotton, S. B., Gregory, N. G. (1995a):**

Welfare of calves- 1. Investigations into some aspects of calf slaughter.

Meat Science, 41, 101-112

**Anil, M. H., McKinstry, J. L., Wotton, S. B., Gregory, N. G., Symonds, H. (1995b):**

Welfare of calves- 2. Increase in vertebral artery blood flow following exsanguinations by neck sticking and evaluation of chest sticking as an alternative slaughter method.

Meat Science, 41, 113-123

**Arlt, N., Stoltze, D., Hartung, B. (1972):**

Schussverletzungen des Schädels im Frieden.

Hefte Unfallheilkd., 111, 146-149

**Bager, F., Devine, C.E., Gilbert, K.V. (1988):**

Jugular blood flow in calves after head-only electrical stunning and throat-cutting.

Meat Science, 22, 237-243

**Bertels, A. (2002):**

Der Hirntod des Menschen – med. und ethische Aspekte.

Diss.med., Düsseldorf

**Bihn, A. (1992):**

Subendokardiale Blutungen beim Verblutungstod.

Diss.med., Düsseldorf

**Blackman, N.L., Cheetham, K., Blackmore, D.K. (1986):**

Differences in blood supply in the cerebral cortex between sheep and calves during slaughter.

Research in Vet. Sci., 40, 252-254

**Blackmore, D.K., Newkook, J.C. (1982):**

The onset of permanent insensibility in calves during slaughter.

Meat Science, 6, 295-300

**Blackmore, D.K. (1984):**

Differences in behaviour between sheep and cattle during slaughter.

Research in Vet. Sci., 37, 223-226

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

Capitive Bolt Stunning of Cattle: effects on brain function and role of bolt velocity.

Br. Vet. J., 143, 574-580

**Daly, C.C.; Kallweit E.; Ellendorf, F. (1988):**

Cortical function in cattle during slaughter: Conventional capitive bolt stunning followed by exsanguinations compared with shechita slaughter.

Vet. Rec. 122, 325-332

**Daly, C.C., Whittington, P.E. (1989):**

Investigation into the principal determinants of effective captive bolt stunning of sheep.

Research in Vet. Sci., 46, 406-408

**Doerr, W. (1969):**

Vom Sterben

In: Was ist der Tod?

Piper, München, Taschenbuch

**Drawer, K. (1987):**

Das Schlachten von Tieren im geänderten Tierschutzgesetz.

Dtsch. Tierärztl. Wschr., 94, 106-107

**Dunn, C.S. (1990):**

Stress reactions of cattle undergoing ritual slaughter using two methods of restraint.

Vet. Rec. 126, 522-525

**Fahrbach, R. (1948):**

Die heute üblichen Betäubungsverfahren bei Schlachttieren und ihre historische Entwicklung.

Diss.med.vet., Hannover

**Forster, B., Ropohl, D. (1989):**

Rechtsmedizin

Enke, Stuttgart 5.Aufl.

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

Die Betäubung von Rindern vor dem Schlachten mit Hilfe des Bolzenschussapparates.

Fleischwirtsch., 61, 124-127

**Grandin, T. (1996):**

Der rituelle Schlachtschnitt.

RFL- Rundschau für Fleischhyg. u. LM.Überwachung 48, Heft 9, 200-203

**Grandin, T. (2004):**

Animal Welfare and human slaughter.

<http://www.grandin.com/references/humane.slaughter.html>

**Grandin, T., Regenstein, J.M. (1994):**

Religious slaughter and animal welfare: a discussion for meat scientists.

Meat Focus Int. 3, 115-123

**Gregory, N.G. (1998):**

Animal welfare and meat science.

CAB International, New York, 74-92

**Gregory, N.G., Wotton, S. (1984):**

Time to loss of brain responsiveness following exsanguination in calves.

Res. Vet. Sci, 37, 141-143

**Groß, R. (1976):**

Elektroencephalographische und elektrokardiographische Verlaufsuntersuchungen nach Bolzenschussbetäubung und nach Töten durch Entbluten in der Form des rituellen Schlachtens.

Diss. Med. vet., Hannover

**Händel, U. (1990):**

Schlachten ist schlimm! Betäubungsloses Schlachten ist grausam!

Prakt. Tierarzt 7, 42-44

**Hegglin, O. (1957):**

Über Tötung und Selbstmord durch Bolzenschussapparat.

Diss. Med., Basel

**Hofer, G. (1985):**

Physiologische und anwendungsanalytische Untersuchungen zur okzipitalen und zur frontalen Bolzenschussbetäubung beim Schlachtkalb.

Diss. Med. vet., Bern

**Hoffmann, A. (2003):**

Die Implementierung der Schuss-Schlag-Betäubung im zugelassenen Schlachtbetrieb.

Diss.med.vet., München

**Holleben, K.v. (1996):**

Angewandter Tierschutz in Schlachtbetrieben

Dtsch. Tierärztl. Wo.schrift, 103, 55-58

**Holleben, K.v., Wenzlawowicz, M.v. (2000):**

Bsi- Seminar: Tierschutz am Schlachthof – Umsetzung und Überwachung  
Staatliches Veterinäruntersuchungsamt, Frankfurt/M.

**Ilgert, H. (1985):**

Effizienz der Bolzenschussbetäubung beim Rind mit Berücksichtigung der Einschussstelle und der Eindringrichtung des Bolzens unter Praxisbedingungen.

Diss.med.vet. FU Berlin

**Johannsen, S. (2002):**

Schlachttechnik.

ABAS Abschlussbericht, Amt für Arbeitsschutz Hamburg

**Kaegi, B. (1988):**

Untersuchungen zur Bolzenschussbetäubung beim Rind.

Diss.med.vet. Zürich

**Käufer, C. (1971):**

Die Bestimmung des Todes bei irreversiblen Verlust der Hirnfunktion.

Dr. Alfred Hüthig Verlag, Heidelberg

**Kallweit, B., Ellendorf, F., Daly, C., Schmidt, D. (1989):**

Physiologische Reaktionen bei der Schlachtung von Rindern und Schafen mit und ohne Betäubung.

Dtsch. Tierärztl. Wochenschrift 96, 89-92

**Karger, B., Brinkmann, B. (1997):**

Multiple gunshot suicides: potential for physical activity and medico-legal aspects.

Int J. Legal Med., 110(4), 188-192

**Köpcke, C. (1988):**

Tod durch Verblutung- unter bes. Berücksichtigung ungewöhnlicher Todesfälle.

Diss.med., Hamburg

**Kitt, T., Schulz, L.C. (1982):**

Lehrbuch der Allgemeinen Pathologie.

Enke Verlag, Stuttgart

**Lambooy, E. (1981a):**

Some neural and physiological aspects of electrical and mechanical stunning in ruminants.

Vet.med.diss Utrecht, Niederlande

**Lambooy, E. (1981b):**

Die mechanischen Aspekte der Schädeldurchdringung mit Bolzenschussapparaten bei Bullen, Mastkälbern und Schweinen.

Fleischwirtsch., 61, 1882-1884

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

Gehirnerschütterung als Betäubungsmethode für Mastkälber.

Fleischwirtsch. 61 (1), 128-130

**Lambooy, E., Spanjaard, W. (1981):**

Effect of the shooting position on the stunning of calves by captive bolt.

Vet. Rec., 109, 359-361

**Lindemann, G. (2001):**

In: Hirntod, Kulturgeschichte der Todesfeststellung.

Suhrkamp Taschenbuch, Wissenschaft ISBN 3-518-29125-4

**Luy, J. (1998):**

Die Tötungsfrage in der Tierschutzethik.

Diss. Med. Vet., Berlin (<http://www.diss.fu-berlin.de/1998/64>)

**Madea, B. (2003):**

Praxis Rechtsmedizin.

Springer, Berlin ISBN 3-540-43885-8

**Männl, M. (1993):**

Die Schuss-Schlag-Betäubung. Technologie, Anatomie und Pathologie eines Betäubungsverfahrens für Schlachtschweine.

Diss. Med. Vet., München

**Männl, M. (1994):**

Betäubung und Entblutung von Schwein und Rind.

In: Kulmbacher Reihe Band 13, Schlachten von Schwein und Rind, 62-83

Bundesanstalt für Fleischforschung, Kulmbach

**Mickwitz, G.v. (1983):**

Schmerz und Schmerzreaktion beim Tier.

Tierärztl. Umschau 38, 26-36



**Mickwitz, G.v. (1976):**

Definition des Begriffs "Tierschutzgerechtes Töten".

In: Tierschutzgerechtes Töten von Wirbeltieren, Wissenschaftliche Tagung der Fachgruppe „Tierschutzrecht“ der DVG in Hannover, 1975

Arch. Tierärztliche Fortbildg., 3, 1-2

**Moje, M. (2004):**

Große Lücke schließen.

Fleischwirtschaft, 12, 10

**Nickel, R., Schummer, A., Seiferle, E. (1992):**

Lehrbuch der Anatomie, Band 2

Parey Verlag,

**Nitsch, P. (1994):**

Meßverfahren zur Kontrolle der Schlachtung

In: Kulmbacher Reihe Band 13, Schlachten von Schwein und Rind, 191-212

Bundesanstalt für Fleischforschung, Kulmbach

**N. N. (1983):**

Wörterbuch der Veterinärmedizin.

Gustav Fischer Verlag, Jena

**N. N. (1998):**

Psyhyrembel, Klinisches Wörterbuch.

De Gruyter Verlag, Berlin

**N. N. (2001):**

Tierschutzgerechte Bolzenschussbetäubung.

Stellungnahme des BgVV, Juni 2001

**N.N. (2004):**

EFSA Report: Welfare aspects of animal stunning and killing methods.

<http://www.efsa.eu.int/science/ahawopinions/495en.html>

**Pieper, H. (1937):**

Der gegenwärtige Stand der Betäubungsweise an den dtsh. Schlachthöfen unter bes. Berücksichtigung der Betäubung der Kälber.

Diss.med.vet., Berlin

**Riek, W. (1980):**

Die Betäubung von Rindern vor dem Schlachten mit Hilfe des Bolzenschussapparates.

Diss.med.vet., Zürich

**Rosen, S.D. (2004):**

Physiological insights into shechita.

Vet. Rec. 24, 759-765

**Schäfer, H. (1969):**

Der natürliche Tod.

In: Was ist der Tod?

Piper, München, Taschenbuch

**Scheunert, A., Trautmann, A. (1976):**

Lehrbuch der Veterinär – Physiologie

Parey, Berlin und Hamburg

**Schuett-Abraham, I. (2001):**

Stellungnahme des BGVV vom Juni 2001, Tierschutzgerechte Bolz.schussbetäubung.

<http://www.schuett-abraham.de/schlachtung/schlachten.htm>

**Schütt-Abraham, I. (2005):**

Persönliche Mitteilungen.

**Schlenker, G. (1996):**

Schmerzentstehung, Schmerzwahrnehmung und Schmerzreaktionen.

Tierärztl. Umschau, 51, 3-7

**Schlich, T. (2001):**

Hirntod, Kulturgeschichte der Todesfeststellung.

Suhrkamp Taschenbuch, Wissenschaft, ISBN: 3-518-29125-4

**Shaw, F.D., Bager, F., Devine, C.E. (1990):**

The role of the vertebral arteries in maintaining spontaneous electrocortical activity after electrical stunning and slaughter in calves.

New-Zealand-Vet. J., 38(1), 14-16

**Sojka, K. (1995):**

Bundesverwaltungsgericht: Schächten darf nicht erlaubt werden.

Tierärztl. Umschau 50, 728-729

**Stünzi, H., Weiss, E. (1981):**

Lehrbuch der Allgemeinen Pathologie

7. Aufl., Parey Verlag, Berlin

**Troeger, K. (1989):**

Schlachten: Tierschutz und Fleischqualität.

Aus: Fleisch und Wurst – Bedeutung in der Ernährung des Menschen,

Kulmbacher Reihe Bd.9, 19-32 Bundesanstalt für Fleischforschung

**Troeger, K. (1990):**

Schlachten: Tierschutz und Fleischqualität.

Fleischwirtsch., 70 (3), 266-272

**Troeger, K., Moje, M., Schurr, B. (2005):**

Kontrolle der Entblutung – Voraussetzung für eine tierschutzkonforme Schweineschlachtung.

Fleischwirtsch., 85, 107-110

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

Veterinärmedizinische Neurologie

Parey, Berlin, 2. Aufl., ISBN 3-8263-3224-5

## **Gesetze, Verordnungen und sonstige Vorschriften**

### **Bekanntmachung der Neufassung der Dritten Verordnung zum Waffengesetz**

in der Fassung vom 2. September 1991,  
Bundesgesetzblatt I, S.1872

### **Entscheidung 2000/418/EG:**

Verbot des Einsatzes von Rückenmarkzerstörern bei zum menschlichen Verzehr geschlachteten Rindern, Schafen und Ziegen.

### **Richtlinie des Rates 93/119/EG:**

Über den Schutz von Tieren zum Zeitpunkt der Schlachtung oder Tötung.  
Amtsblatt Nr. L 340/21 vom 31. Dezember 1993, S. 0021-0034

### **Tierschutzgesetz (TierSchG):**

in der Fassung vom 12. April 2001  
Bundesgesetzblatt I, S. 530

### **Verordnung zum Schutz von Tieren im Zusammenhang mit der Schlachtung und Tötung (Tierschutz-Schlachtverordnung – TierSchIV)**

in der Fassung vom 3. März 1997  
Bundesgesetzblatt I, S. 405, zuletzt geändert mit Verordnung vom 25. November 1999 (BGBl I, S. 2392)

### **Verordnung (EG) Nr. 999/2001**

Maßnahmen zur Tilgung transmissibler spongiformer Enzephalopathien bei Rindern, Schafen und Ziegen.

## 10      **ABBILDUNGS- UND TABELLENVERZEICHNIS**

Abbildung 1:	Schema der agonalen Abläufe	25
Abbildung 2:	Darstellung der Zeitintervalle für humanes Schlachten	29
Abbildung 3:	Beim Entblutungsstich austretende Blutmenge (Block 1)	36
Abbildung 4:	Reaktionen bei Bullen in Abhängigkeit von der Zeit (Block 1)	40
Abbildung 5:	Reaktionen bei Kühen in Abhängigkeit von der Zeit (Block 1)	41
Abbildung 6:	Anteil der Bullen, Färsen und Kühe mit und ohne Reaktionen beim Absetzen des Karpus in Abhängigkeit von der Zeit seit Entblutungsstich (Block 1)	42
Abbildung 7:	Reaktionen aller Rinder beim Absetzen des Karpus (Block 2)	47
Abbildung 8:	Zusammenhang zwischen Zeit bis zum Absetzen des Karpus und der Reaktion (Block 2)	48
Abbildung 9:	Anteil der Tiere mit Zeichen der Erschlaffung in Abhängigkeit von der Zeit seit Entblutestich (Block 3)	51
Abbildung 10:	Anteil der Tiere mit deutlich sichtbaren Bewegungen in Abhängigkeit von der Zeit seit Entblutestich (Block 3)	51
Abbildung 11:	Anteil der Tiere mit Reaktionen innerhalb der völlig Erschlafften und der bewegungslosen Tiere (Block 3)	54
Abbildung 12:	Schaudiagramm Erschlaffte – Bewegungslose Tiere (Block 3)	55
Abbildung 13:	Zusammenhang zwischen Zeit bis zum Absetzen des Karpus und Reaktionsstärke (Block 3)	57

Tabelle 1:	Kenndaten der Stichprobe für die drei Versuchsblöcke	31
Tabelle 2:	Zusammenhänge zwischen den Reaktionen beim Ende des Ausblutens und Absetzen im Karpus (Block 1)	38
Tabelle 3:	Tiere mit Reaktionen beim Absetzen im Karpus in Abhängigkeit von der Zeit (Block 1)	39
Tabelle 4:	Tiere mit Reaktionen beim Absetzen im Karpus in Abhängigkeit von der Kategorie (Block 1)	39
Tabelle 5:	Provozierte Reaktionen nach 2,3,4 und 5 Minuten (Block 2)	44
Tabelle 6:	Provozierte Reaktionen in Abhängigkeit von der Kategorie (Block 2)	45
Tabelle 7:	Provozierte Reaktionen in Abhängigkeit von der Fettklasse (Block 2)	46
Tabelle 8:	Verteilung der Tiere in Fettklassen (Block 2)	47
Tabelle 9:	Sichtbare Reaktionen während des Ausblutens in Abhängigkeit von der Zeit seit Entblutestich (Block 3)	50
Tabelle 10:	Reaktionen am Tierkörper während des Ausblutens (Block 3)	52
Tabelle 11:	Reaktionen an der freien Hintergliedmaße während des Ausblutens (Block 3)	52
Tabelle 12:	Reaktionen am Schwanz während des Ausblutens (Block 3)	52
Tabelle 13:	Anteil der Tiere mit Reaktionen beim Absetzen des Karpus in Abhängigkeit von der Zeit (Block 3)	53
Tabelle 14:	Tiere mit Reaktionen beim Absetzen des Karpus in Abhängigkeit von Erschlaffung und Kategorie (Block 3)	56

## **DANKSAGUNG**

Herrn Univ.- Prof. Dr. Dr. h.c. A. Stolle, Vorstand des Instituts für Hygiene und Technologie der Lebensmittel tierischen Ursprungs der Tierärztlichen Fakultät der Ludwig- Maximilians- Universität München möchte ich besonders danken für die bereitwillige Übernahme des Themas und seiner großzügigen Unterstützung und Förderung dieser Studie sowie der raschen Korrektur des Manuskriptes.

Mein Dank gilt auch Herrn Rudolf Bühler, Vorstand der Bäuerlichen Erzeugergemeinschaft Schwäbisch Hall (BESH), für die Erlaubnis zur Durchführung dieser Arbeit am dortigen Schlachthof.

Ganz besonders bedanken möchte ich mich bei Frau M. Lang, der damaligen Tierschutzbeauftragten und Vorstandsmitglied des BESH, die mir ihre Arbeitszeit und –kraft als Assistentin zur Verfügung stellte und auch die damit verbundenen Verletzungsgefahren in Kauf nahm.

Großer Dank geht auch an die dort arbeitenden Kopfschlächter, insbesondere Herrn H. Groh, Herrn W. Fröhlich, Herrn T. Kircher und Herrn P. Braun, die die Untersuchungen oft mit viel Geduld ertragen mussten.

Ein weiteres Dankeswort sei an Frau Dr. J. Ludwig für die nicht immer einfache Erstellung der Statistiken gerichtet.

Meiner Tochter Svenja und all den lieben und netten Leuten, die namentlich nicht alle genannt werden können, die mir im Umgang mit der elektronischen Welt Wegweiser und Helfer waren, sei an dieser Stelle mein Dank ausgesprochen.

## **Lebenslauf**

### **Eva Maria Hilsenbeck**

Geboren am 14.11.1962 in Ellwangen/Jagst, Ostalbkreis

Familienstand: Verheiratet, vier Kinder

1969- 1973:	Grundschule Bühlertann
1973- 1979:	Realschule Bühlertann
1979- 1982:	Haus- und Ernährungswissenschaftliches Gymnasium, Schwäbisch Hall
Mai 1982	Allgemeine Hochschulreife
1982 – 1983:	Mithilfe im elterlichen Kfz- Betrieb
1983 - 1990:	Studium der Tiermedizin an der Ludwig-Maximilian Universität, München
28. Febr. 1990:	Staatsexamen
10. März 1990:	Approbation
Seit 1. Jan. 1995:	tätig bei der Fleischhygienestelle Schwäb. Hall als Amtliche Tierärztin