

## Ergebnis 1.3

### **Bericht über gute und nachteilige Praktiken bei der religiösen Schlachtung - Tierschutzbedenken aus tiermedizinischer Sicht im Bezug auf Schlachtverfahren**

#### Bericht

K. von Holleben<sup>1</sup>, M. von Wenzlawowicz<sup>1</sup>,  
N. Gregory<sup>2</sup>, H. Anil<sup>3</sup>, A. Velarde<sup>4</sup>, P. Rodriguez<sup>4</sup>  
B. Cenci Goga<sup>5</sup>, B. Catanese<sup>5</sup>, B. Lambooj<sup>6</sup>

<sup>1</sup> bsi Schwarzenbek, Deutschland

<sup>2</sup> Royal Veterinary College, Großbritannien

<sup>3</sup> Cardiff University, Großbritannien

<sup>4</sup> IRTA, Spanien

<sup>5</sup> University of Perugia, Italien

<sup>6</sup> ASG Veehouderij, Niederlande

02/2010

Adresse der Autoren:  
bsi Schwarzenbek  
Postfach 1469  
21487 Schwarzenbek  
Deutschland  
info@bsi-schwarzenbek.de  
[www.bsi-schwarzenbek.de](http://www.bsi-schwarzenbek.de)

Dieser Bericht ist Teil  
von WP1 (Arbeitsbereich1)  
**Religion, Recht und  
Tierschutz:  
Widersprüchliche Standards**  
koordiniert von  
Karen von Holleben  
und Jörg Luy  
[www.dialrel.eu](http://www.dialrel.eu)

### **Übersetzung:**

Helmut Pleiter, Tierarzt, [hpleiter@slingshot.co.nz](mailto:hpleiter@slingshot.co.nz)

### **Danksagungen:**

Die Autoren möchten sich besonders bei folgenden Mitwirkenden bedanken:

Dr. Troy Gibson, Research Associate in Animal Welfare Physiology, Royal Veterinary College Hertfordshire, UK, für Textbearbeitung des englischen Textes;

Dr. Ari Zivotofsky, Gonda Brain Research Center, Bar Ilan University, Israel, für seine Mitarbeit bei der Erstellung des Berichts;

Luc Mirabito, Institut de l'Elevage, Frankreich, für seine hilfreichen Kommentare zum Berichtentwurf;

Nicht zuletzt möchten wir Dr. Ingrid Schütt-Abraham (†), ehemals Bundesinstiut für Risikobewertung, BfR, Berlin, unsere große Dankbarkeit und unseren Respekt ausdrücken. Ohne ihre perfekt organisierte Literaturdatenbank wäre dieser Bericht niemals zustande gekommen.

**Bericht über gute und nachteilige Praktiken bei der religiösen Schlachtung**  
**- Tierschutzbedenken aus tiermedizinischer Sicht in Bezug auf Schlachtverfahren**

Inhaltsverzeichnis:

1	Einleitung .....	4
2	Physiologische Grundlagen .....	4
2.1	Schmerz .....	4
2.1.1	Ausdruck von Schmerz.....	6
2.1.2	Physiologische Anzeichen für Schmerz .....	7
2.2	Angst.....	7
2.2.1	Ausdruck von Angst .....	8
2.3	Bedrängnis (Distress) .....	8
2.4	Leiden .....	9
2.5	Stress.....	9
2.6	Empfindungs- und Wahrnehmungsfähigkeit /- losigkeit .....	10
2.6.1	Beurteilung von Empfindungs- und Wahrnehmungsfähigkeit /- losigkeit.....	11
2.6.2	Erfassung und Interpretation von elektrischer Gehirnaktivität .....	15
2.7	Tod.....	15
2.8	Physiologie des Blutentzugs oder Ausblutens.....	16
2.8.1	Verlust von Blutvolumen, Verlust von Blutdruck.....	17
2.8.2	Gehirndurchblutung nach dem Halsschnitt .....	19
2.8.3	Einflussfaktoren auf das Ausbluten oder den Blutentzug .....	21
3	Grundlagen der und Anforderungen an die Fixierung von Schlachttieren.....	24
3.1	Fixierung für das Schlachten ohne Betäubung .....	26
3.1.1	Fixierung von Rindern beim Schlachten ohne Betäubung .....	26
3.1.2	Fixierung von Schafen und Ziegen beim Schlachten ohne Betäubung.....	31
3.1.3	Fixierung von Geflügel beim Schlachten ohne Betäubung.....	32
3.2	Fixierung für die Betäubung vor der Schlachtung .....	33
3.3	Fixierung für die Betäubung nach dem Halsschnitt .....	34
4	Schlachtmethoden (Grundlagen und Bedenken).....	35
4.1	Halsschnitt ohne Betäubung .....	35
4.1.1	Der Schnitt.....	35
4.1.2	Zeit bis zum Verlust der Empfindungs- und Wahrnehmungsfähigkeit.....	39
4.1.3	Klinische Anzeichen während der Phase nach dem Schnitt.....	42
4.2	Betäubung vor dem Halsschnitt.....	47
4.2.1	Elektrische Betäubung.....	48
4.2.2	Mechanische Betäubung – penetrierende Bolzenschussbetäubung .....	56
4.2.3	Mechanische Betäubung – nicht-penetrierende Bolzenschussbetäubung .....	60
4.2.4	Gasbetäubung (Geflügel).....	63
4.3	Betäubung nach dem Halsschnitt .....	64
5	Schlussfolgerungen.....	65
5.1	Schlussfolgerungen im Bezug auf den Halsschnitt ohne Betäubung .....	65
5.2	Schlussfolgerungen im Bezug auf die Betäubung vor dem Halsschnitt.....	69
5.3	Schlussfolgerungen im Bezug auf die Betäubung nach dem Halsschnitt .....	70
5.4	Allgemeine Schlussfolgerungen .....	70
6	Literaturverzeichnis .....	73
7	Glossar .....	90

## 1 Einleitung

Dieser Bericht als Teil des Dialoges über religiöses Schlachten ist eine Zusammenfassung der Tierschutzbedenken in Bezug auf Schlachtverfahren aus tiermedizinischer Sicht.

Eingeschlossen sind *der Halsschnitt ohne Betäubung, die Betäubung vor dem Halsschnitt* (im Kontext des religiösen Schlachtens) und *die Betäubung nach dem Halsschnitt*.

Das Ziel ist es, die verschiedenen Schlachtverfahren, einschließlich des Umgangs mit den Tieren vor der Schlachtung, unvoreingenommen und vergleichend zu diskutieren und zu bewerten. Dabei basiert der Bericht einerseits auf wissenschaftlichen Erkenntnissen und andererseits auf Beobachtungen, die von Tierärzten und Wissenschaftlern unter Praxisbedingungen gesammelt wurden.

Ein Teil dieses Berichts stützt sich außerdem auf Beobachtungen, die während der für das Projekt durchgeführten ‘spot visits’ in Deutschland, Spanien, Großbritannien, Frankreich, Belgien, Italien, den Niederlanden, Israel, Australien (und Neuseeland) gemacht wurden. Diese werden als von den Tierärzten des DialRel Konsortiums gesammelte Erfahrungen bezeichnet, in erster Linie als Teil von WP2<sup>1</sup>. Die erfassten Tierarten sind Rinder, Schafe, Ziegen und Geflügel (in erster Linie Hühner und Puten).

## 2 Physiologische Grundlagen

### 2.1 Schmerz

Broom (2001) beschreibt Schmerz als aversive Empfindung und Gefühl, die mit einem tatsächlichen oder potentiellen Gewebeschaden verbunden sind. Diese Beschreibung wurde aus der Definition der International Association for the Study of Pain (IASP) entwickelt, die besagt, dass Schmerz eine unangenehme sensorische und gefühlsmäßige Erfahrung ist, die mit akuter oder potentieller Gewebeschädigung einhergeht oder in Form solcher Schädigungen beschrieben wird (IASP, 1979). “Aversiv” wird anstelle von “unangenehm” benutzt, weil Aversion leichter erkannt und beurteilt werden kann als Unannehmlichkeit, insbesondere bei nicht menschlichen Spezies, und “Erfahrung”, anders als “Empfindung oder Gefühl”, einen gewissen Grad von Bewusstsein impliziert (Broom 2001).

Das neurophysiologische System, das die Schmerzempfindung bei Menschen und Tieren reguliert (nozizeptives System) ist als ein evolutionäres Schutzsystem gedeutet worden. Es hat einen adaptiven Wert bei Flucht und Vermeidung oder während Heilung und Erholungsphasen. Die Funktion des nozizeptiven Systems ist bei allen Säugetieren und auch bei den Vögeln ähnlich. Es gibt Unterschiede zwischen Menschen und Tieren hinsichtlich der kognitiv gesteuerten Reaktionen, die darauf zielen, schmerzhafte Zustände zu beenden, zu vermeiden oder mit ihnen fertig zu werden (Zimmermann, 2005; Broom 2001). Es gibt aber auch Hinweise auf eine emotionale Komponente von Schmerz bei Säugetieren und Geflügel (Serviere et al., 2009)<sup>2</sup>. Obwohl emotionales Bewusstsein für eine nozizeptive Reizantwort nicht unbedingt erforderlich ist, kann angenommen werden, dass Wirbeltiere Schmerzen bewusst wahrnehmen (Walters, 2008).

---

<sup>1</sup> WP2 ist Work Package 2 der DialRel “Bewertung der aktuellen Praktiken”, es überprüft den aktuellen Stand und untersucht und diskutiert die Indizien aus Beobachtungen (spot visits) oder Berichten (Fragebögen) über das Vorkommen von optimaler und nachteiliger Durchführung religiöser Schlachtverfahren.

<sup>2</sup> Ein umfassender interdisziplinärer Bericht über die Identifizierung, das Verständnis und die Begrenzung von Schmerz bei landwirtschaftlich gehaltenen Nutztieren wurde unlängst von Le Neindre et al. (2009) verfasst.

Nozizeption ist der allgemeine Prozess der Verschlüsselung und Verarbeitung schädlicher Reize (noxious stimuli) durch das Zentrale Nervensystem. Ein schädlicher Reiz ist ein tatsächlich oder potentiell gewebsschädigendes Ereignis. Gewebsschäden können durch eine Reihe von Reizen hervorgerufen werden, darunter physikalische, mechanische, chemische und temperaturbedingte. Obwohl die Schädigung von Gewebe eine gemeinsame Eigenschaft schmerzauslösender Reize ist, gibt es einige Arten von Gewebeschäden, die keine Nozizeptoren stimulieren und deshalb das nozizeptive System nicht aktivieren und Schmerz verursachen. Außerdem fehlen in einigen Geweben die Nozizeptoren (z.B. Gehirn). In manchen Situationen kann ein Gewebsschaden auftreten, aber der Schaden wird nicht als Schmerz wahrgenommen, weil er keine Nozizeptoren aktiviert und deshalb keinen Schmerz oder kein Schutzverhalten auslöst. Dies ist ein bekanntes Phänomen bei inneren Organen, wie Leber oder Gehirn, bei denen ein maligner Tumor ausgedehnten Schaden anrichtet, der vom Patienten nicht bemerkt wird (Treede, 2008). Die Hirnhäute sind dennoch sensibel, und eine durch den Tumor verursachte Gehirnschwellung kann aufgrund der Aktivierung von mit den Hirnhäuten verbundenen Nervenendigungen Schmerzen hervorrufen.

Die Wahrnehmung von Schmerz beruht auf einem Zusammenspiel von Rezeptoren, Nerven, Rückenmark und Gehirn, einschließlich des Thalamus und der Hirnrinde (Brooks und Tracey, 2005; Treede et al., 2000). Schmerzrezeptoren befinden sich in Haut, Muskeln, Gelenken, Knochenhaut, den meisten inneren Organen und um die Blutgefäße herum. Schmerz kann unterschiedlich erfahren werden (z.B. stechend, dumpf), wenn unterschiedliche anatomische Strukturen involviert sind und weil unterschiedliche Gewebe durch unterschiedliche Sensoren, Sensordichte und Fasertypen charakterisiert sind. Stechender Schmerz wird von A-Fasern (Übertragungsgeschwindigkeit 5-30 m/s) übertragen und die Reaktionszeit für die Wahrnehmung von stechendem Schmerz ist kurz. C-Fasern (Übertragungsgeschwindigkeit 0,5-2 m/s) übertragen eine langsamere, brennende Art von Schmerz. Beide Arten von nozizeptiven Fasern innervieren die Haut und tiefe somatische und viszerale Strukturen (Ringkamp und Meyer, 2008; Hellyer et al., 2007).

Während des Schlachtprozesses selbst kann Schmerz verursacht werden durch unsachgemäße Fixierung, durch falsch durchgeführte Betäubung und durch Gewebserstörung beim Halsschnitt. Zwei Schmerztypen sind tierschutzrelevant im Zusammenhang mit dem Schlachtprozess. Phasischer oder nozizeptiver Schmerz entsteht durch mechanische oder thermische Reize und wird auch "kurzer" oder "primärer Schmerz" genannt. Tonischer oder entzündlicher Schmerz, resultiert von chemischen Reizstoffen, die bei Verletzungen und Entzündungen freigesetzt werden, und wird auch "andauernder" oder "sekundärer Schmerz" genannt. Bei der Schlachtung werden beide Formen von Schmerz hervorgerufen. Nozizeptiver Schmerz wird durch die mechanischen Kräfte des Schnittes verursacht, unmittelbar gefolgt vom entzündlichen Schmerz infolge der Gewebsschädigung. Die Stärke des entzündlichen Schmerzes kann durch einen glatten Schnitt gemindert, aber der Schmerz kann nicht ganz verhindert werden. Auf den nozizeptiven Schmerz hingegen hat ein glatter Schnitt so gut wie keinen Einfluss (Brooks und Tracey, 2005; Woolf, 2004).

Die Reizschwelle von Nozizeptoren ist nicht konstant. Substanzen aus geschädigten Zellen oder entzündeten Geweben stimulieren die Nozizeptoren direkt und werden als "nozizeptive Aktivatoren" betrachtet (z.B. Kaliumionen oder ATP oder bestimmte Entzündungsmediatoren). Diese Substanzen tragen zur primären Hyperalgesie bei. Eine sogenannte "sensibilisierende Suppe" sensibilisiert die Nozizeptoren für nachfolgende schmerzhaft und auch nicht schmerzhaft Reize (Muir, 2007; Hellyer et al., 2007).

Schmerz kann vom zentralen Nervensystem in beide Richtungen moduliert werden (Tracey und Mantyh, 2007). Nicht alle Traumen sind direkt schmerzhaft, weil Stress die Übertragung von Schmerzreizen im Gehirn und Rückenmark verhindern kann (Gregory, 2004). Dieses Phänomen, bekannt als stressinduzierte Analgesie, ist Teil der Selbstschutzmaßnahmen des

Körpers während lebensbedrohlicher Situationen und wird auf endogene Opiode zurückgeführt, die die nervale Übertragung des Schmerzes blockieren (Zimmermann, 2005). In diesem Zusammenhang sollte berücksichtigt werden, dass stressinduzierte Analgesie nicht in jeder lebensbedrohlichen Situation und bei jedem Individuum vorkommt. Diese betrifft häufig bestimmte Individuen, die sich in heftiger Aktivität und in erhöhter Alarmbereitschaft befinden, welche oft mit einer physiologischen Notfallantwort zusammenhängt. Dies kann auf Kampf oder andere Gefahren oder starke körperliche Beanspruchung zutreffen (Bodnar, 1984). Es besteht die Möglichkeit, dass sich Tiere, die geschlachtet werden sollen, in einem solchen Zustand befinden, aber bei sachgemäßem Umgang mit den Tieren ist dies nicht die Norm. Außerdem erleben nur 30-40% der Menschen in einer Notfallsituation eine stressinduzierte Analgesie (Melzack et al., 1982). Daher kommt eine durch endogene Opiode induzierte Analgesie während der Schlachtung wahrscheinlich nicht häufig vor. Dies kann durch Berichte von Praktikern über Schmerzreaktionen von Tieren in Stresssituationen unterstrichen werden. Rinder zum Beispiel, die sich im Klauenpflegestand befinden und offensichtliche Stresssymptome zeigen (weit geöffnete Augen, Vokalisation), reagieren immer noch beträchtlich, wenn z.B. die Bandage von einer entzündeten Klaue entfernt wird.

Andererseits erzeugt die nozizeptive Stimulation der medullären Hirnzentren Reflexantworten, einschließlich Hyperventilation, gesteigerten Sympatikotonus und Katecholaminausschüttung ähnlich wie bei einer Stressantwort, die dann durch Angst und Furcht noch verstärkt werden. Daher wird bei der tierärztlichen Anästhesie eine Eindämmung der Stressantwort empfohlen (Hellyer, 2007).

### **2.1.1 Ausdruck von Schmerz**

Tiere können Schmerzen auf folgende Art und Weise ausdrücken (Gregory, 2004):

- Fluchtreaktionen
- Bewegungslosigkeit
- Abnorme Haltung, Gang oder Geschwindigkeit, Schutzverhalten
- Vokalisation oder Aggression während Bewegung oder Manipulation
- Zurückweichen oder Zurückschrecken
- Lecken, Beißen, Kauen oder Kratzen
- Häufiger Wechsel der Körperhaltung – Ruhelosigkeit, Sich-Rollen, Krümmen, Ausschlagen, Schwanzschlagen
- Vokalisation – Stöhnen, Wimmern, Schreien, Quicken, Grollen, Zischen, Bellen
- Beeinträchtigte Atmung, flache Atmung, Stöhnen während des Atmens, erhöhte Atemfrequenz
- Muskelspannung, Zittern, Zucken, Spasmen, Anspannung
- Depression, Trägheit, Verstecken, Rückzug, regloses Liegen, Deckung suchen, Schlaflosigkeit
- Vermeidungsverhalten und Abneigung für den Ort des Traumas
- Spontane autonome Reaktionen – Schwitzen, Tachycardie, Bradycardie, Bluthochdruck, Vasokonstriktion und Blässe, gesteigerte gastro-intestinale Sekretion, verminderte intestinale Motilität, erhöhter intestinaler Sphinktertonus, Harnverhalten
- Endokrine Reaktionen (siehe unten)

Der Ausdruck von Schmerz unterscheidet sich nicht nur von Spezies zu Spezies, sondern auch von Individuum zu Individuum. Beutespezies, die in Herden leben (z.B. Schafe), zeigen normalerweise nur sehr schwache Anzeichen von Schmerz, weil schwache oder verletzte Tiere

Raubtiere anlocken könnten. Einzeltiere innerhalb einer Spezies unterscheiden sich hinsichtlich ihrer Reizschwellen für die Auslösung von Schmerzreaktionen (Gregory, 2004; Broom, 2001).

Schmerzerkennung kann schwierig sein, da unterschiedliche Schmerzgrade oder -arten unterschiedlich ausgedrückt werden können (Grant, 2004) und einige der Anzeichen nicht nur durch Schmerz ausgelöst werden, wie zum Beispiel Schwanzwedeln und Vokalisation (Gregory, 2005b; Grant, 2004; Molony et al., 1995; Molony et al., 1993). Während des Schlachtens können Schmerzäußerungen durch Fixierungseinrichtungen oder in angeschlungener Position unterdrückt sein (Holleben, 2009), außerdem könnte das Tier aufgrund des Schlachtvorgangs an der Schmerzreaktion gehindert sein (Tiere können nicht vokalisieren, wenn ihr Hals durchschnitten ist).

### **2.1.2 Physiologische Anzeichen für Schmerz**

Zusätzlich zu den schon erwähnten Anzeichen kann Schmerz von Tieren auch durch ihr klinisches Erscheinungsbild und Verhalten ausgedrückt werden. Im folgenden werden physiologische Anzeichen für Schmerz aufgelistet, wie Mellor et al. (2000) sie aufführen:

- Blutkonzentrationen von Hormonen wie Adrenalin, Noradrenalin, Corticotropin Releasing Factor, adrenocorticotrophem Hormon, Glukokortikoiden (z.B. Kortison), Prolaktin
- Blutkonzentrationen von Metaboliten wie Glukose, Milchsäure, freie Fettsäuren,  $\beta$ -Hydroxybutyrat
- Andere Variablen: Herzfrequenz, Atmung (Frequenz und Tiefe), Hämatokrit, Schweißproduktion, Muskelzittern, Körpertemperatur, Plasmaspiegel an Acute-Phase-Proteinen, Blutleukozytenspiegel, zelluläre Immunantwort, humorale Immunantwort

Die meisten dieser Parameter sind ungeeignet für die Forschung zum Schmerz direkt nach dem Halsschnitt beim Schlachten. Dies kommt daher, dass sie entweder nicht spezifisch für Schmerz sind (z.B. Herzfrequenz, Hormonantworten), die Zeitspanne nach dem Schnitt zu kurz für eine aussagefähige Reaktion ist (z.B. Hormonantwort) oder der Schlachtprozess selbst die Messung erschwert (z.B. Herzfrequenz, Blutdruck) oder die Äußerung des zu messenden Kriteriums verhindern (z.B. Vokalisation) (Hemsworth et al., 2009).

In einer aktuellen Übersicht von Gregory (2010) werden Fälle aus der Humanmedizin ausgewertet, bei denen quantitative Zusammenhänge zwischen Schmerz und der Schwere von pathologischen Veränderungen etabliert wurden. Die Befunde bei Geschwüren, Zysten und Organvergrößerungen implizieren, dass ein quantitativer Zusammenhang besteht, bei dem es entweder einen Schwellenwert gibt, ab dem Schmerz durch Dehnung des Gewebes ausgelöst wird, oder eine Gradierung des Schmerzes infolge der Größe der Läsion.

## **2.2 Angst**

Angst ist eine unangenehme emotionale Verfassung, in Erwartung eines höchst negativen Ereignisses (Sambraus, 1997). Angst und Befürchtungen sind zwei emotionale Befindlichkeiten, ausgelöst durch die Wahrnehmung einer Gefahr oder potentiellen Gefahr, die die Integrität des Tieres bedrohen (Jones et al., 2000; Boissy, 1995). Beide beinhalten Änderungen in Physiologie und Verhalten, die das Tier darauf vorbereiten, mit der Gefahr zurechtzukommen. Obwohl Angst und Befürchtung nicht immer klar unterschieden worden sind, kann Angst als ein Status der Vorahnung definiert werden, der sich auf isolierte und erkennbare Gefahren konzentriert, Befürchtungen dagegen sind diffuse Spannungszustände, die die Einbildung von nicht erkennbaren Gefahren verstärken (Rowan, 1988). Allgemeine Angst wird zum Problem, besonders dann, wenn Tiere neuen oder unerwarteten Reizen (z.B.

einem plötzlichen Geräusch oder Bewegungen, einem unbekanntem Tier) oder Situationen ausgesetzt sind, wie zum Beispiel während des Handlings oder des Transportes. Dies hat wichtige Auswirkungen auf die Unterbringung und das Management von Tieren. So können zum Beispiel unsachgemäßer Umgang, das Design von Zutriebswegen, Verladerrampen oder Buchten, Unregelmäßigkeiten in der Bodenbeschaffenheit und -farbe, Zugluft und (schlechte) Beleuchtung Angst und deren unerwünschten Auswirkungen erzeugen (Grandin, 2000).

Es gibt vier Arten von Angst, die im Allgemeinen bei Tieren beobachtet werden:

- Angeborene Angst – z.B. Isolation, Angst vor Dunkelheit, Schlangen, Spinnen;
- Angst vor Unbekanntem – z.B. fremden Objekten, plötzlichen Bewegungen;
- Durch Erfahrung gelernte Angst – erwarteter Schmerz;
- Durch Anzeichen von Angst bei anderen ausgelöste Angst;

Dinge, die für eine Spezies sehr furchterregend sind, mögen es für andere nur sehr wenig sein. Angst kann zu Panikattacken führen, die beim Menschen definiert werden als eine plötzliche Angst, die von einem Gefühl des Grauens und einem intensiven Fluchttrieb begleitet wird. Bei Herdentieren kann eine kollektive Panik, die zu einer unaufhaltsamen wilden Flucht führt, durch ein einzelnes Tier ausgelöst werden, provoziert durch Nichtigkeiten wie Insekten (Gregory, 2004).

Angst, Befürchtungen und Aufregung können die Schmerzerfahrung durch die Aktivierung des sympathischen autonomen Nervensystems verstärken (Tracey and Mantyh, 2007). Angst und Aufregung sind auch bezüglich der Effektivität von Betäubungsmethoden wichtig, weil sie einen Einfluss auf den korrekten Ansatz von Betäubungsgeräten und die Effektivität des Blutzugs haben können (siehe unten).

### **2.2.1 Ausdruck von Angst**

Der Ausdruck von Angst variiert von Spezies zu Spezies und je nach individuellen und genetischen Unterschieden (Grignard et al., 2001; Boissy und Bouissou, 1995; Boivin et al., 1994; Grandin, 1993a). Angst kann sich bei Tieren äußern durch aufgerissene Augen, Erstarren oder reduziertes Erkundungsverhalten, erhöhte Häufigkeit von Koten und Harnen, verringerte Nahrungsaufnahme, verlängerte Zeitdauer bis zum Verlassen eines sicheren Verstecks, erhöhte Herz- und Atemfrequenz, weniger Speichelfluss, Magengeschwüre, erhöhte Aufmerksamkeit und Agilität, Lecken des eigenen Körpers und Fluchtintention (Gregory, 2004; Sandem et al., 2004a; Sandem et al., 2004b; Davis, 1992). Bei Schafen und Rindern kann sich außerdem die Zeit bis zur Annäherung an ein unbekanntes Objekt, die Zeit ohne Bewegung, die Häufigkeit des Kopfhobens und die Verzögerung bei der Nahrungsaufnahme erhöhen (Boissy und Bouissou, 1995; Rushen, 1986).

Während des Schlachtvorgangs kann eine ganze Bandbreite von Angstzeichen beobachtet werden, die von offensichtlicher Unruhe und Fluchtversuchen bei weit aufgerissenen Augen einerseits bis zu einem erstarrten Tier mit leicht bebenden Nüstern, das sich evtl. häufig über die Lippen leckt, andererseits reicht.

### **2.3 Bedrängnis (Distress)**

In den "Guidelines for the Recognition and Assessment of Pain in Animals (UAPW 1989) ist Bedrängnis definiert als ein Zustand, in dem das Tier erhebliche Anstrengungen oder Ressourcen aufbringen muss, um sich den Herausforderungen der Umwelt anzupassen. Somit sind Reize, die potentiell zu Bedrängnis führen, mehr oder weniger extreme Werte oder Grade der verschiedenen Faktoren, die die Umgebung des Tieres ausmachen. Unbehagen wird als eine abgeschwächte Form der Bedrängnis betrachtet. Alle drei Begriffe, Schmerz, Bedrängnis und Leiden, werden in der europäischen Gesetzgebung verwendet. Bei Versuchstieren gibt es

auch Ansätze, Schmerz und Bedrängnis als leicht, moderat und schwerwiegend zu klassifizieren (Baumans et al., 1994).

## 2.4 Leiden

Leiden ist ein unangenehmer Gemütszustand, der die Lebensqualität beeinträchtigt. Es ist ein mentaler Status, der verbunden ist mit unangenehmen Erfahrungen, wie Schmerz, Unwohlsein, Bedrängnis, Verletzung oder emotionaler Abgestumpftheit (z.B. extremer Langeweile). Leiden kann sich aus mannigfaltigen Ursachen entwickeln. Beispielsweise kann Leiden vorkommen bei einer durch Aufenthalt in Kälte ausgelösten Notlage, beim Gefühl der Erschöpfung und Depression während einer Krebserkrankung oder bei unablässiger Qual durch chronische Kopfschmerzen (EFSA, 2005).

Die "European Laboratory Animal Science Association" (FELASA) beschreibt Leiden als einen spezifischen Gemütszustand, der nicht mit Schmerz oder Bedrängnis gleichzusetzen ist, der aber als Konsequenz aus ihnen folgen kann, wenn sie von ausreichender Intensität und/oder Dauer sind. Leiden ist erreicht, wenn Schmerz oder Bedrängnis für das Einzeltier nicht länger tolerierbar sind. Der körperliche Schmerz hat dann einen Wert jenseits der Toleranzgrenze erreicht, oder die Bedrängnis hat den Grad überschritten, bis zu dem das Tier adaptieren kann. Die Symptome von Leiden sind in hohem Maße abhängig von der Ursache des Leidens, dem Einzeltier und den Umständen. Die meisten Symptome für Schmerz und Angst können auch für Leiden genannt werden (Baumans et al., 1994).

## 2.5 Stress

Stress ist eine physiologische, mit den oben aufgeführten Gemütszuständen eng verbundene Beeinträchtigung, die von einem Stressor, wie einer bedrohlichen oder gesundheitsgefährdenden Situation, hervorgerufen wird. Stress involviert die Aktivierung der Hypothalamus-Hypophysen-Nebennieren (HPA)- Achse und die Aktivierung des sympathischen Nervensystems (SNS). Aktivierung der HPA-Achse oder des sympathoadrenomedullären Systems führen zu einer Erhöhung der Herzfrequenz und des Blutdrucks, Koten, Unterdrückung des Erkundungsverhaltens, reduzierter Nahrungsaufnahme, Unterbrechung des Reproduktionsverhaltens, übertriebener akustischer Schreckreaktion, verstärkter Schreckstarre und Kampfbereitschaft und zu gesteigerter Angstkonditionierung. Die HPA-Achse ist auch bei Trauma und Schmerz aktiviert (Hellyer et al., 2007; Gregory, 2004).

Das SNS als Teil des autonomen Nervensystems und kontrolliert durch bestimmte Zentren im Gehirn liefert Signale an sympathische Neurone, die das Individuum metabolisch auf die muskulären Anstrengungen bei Flucht und Kampf vorbereiten. Die Reaktionen umfassen die Mobilisierung von Glykogen und freien Fettsäuren, Pupillenerweiterung, erhöhte Herzfrequenz und –kontraktilität sowie Vasokonstriktion in den Körperregionen, die nicht direkt in Flucht- oder Kampfmechanismen involviert sind. Beide Wege (HPA und SNS) sind interaktiv, die Aktivierung eines Systems kann je nach Stimulus mit der Aktivierung des anderen verbunden sein (Gregory, 2004).

## 2.6 Empfindungs- und Wahrnehmungsfähigkeit /-losigkeit

Schmerz, Angst, Bedrängnis und daraus folgendes Leiden sind dann besonders wichtig, wenn ein Tier empfindungs- und wahrnehmungsfähig ist oder diese Fähigkeit wiedererlangt. Für das Schlachten nach Betäubung ist dies relevant, wenn der Betäubungseffekt nicht ausreichend lange anhält und ein Tier die Empfindungs- und Wahrnehmungsfähigkeit wiedererlangt, bevor der Tod durch Blutentzug eintritt. Während der Schlachtung ohne Betäubung kann das Tier in der Zeit bis zum endgültigen Verlust der Empfindungs- und Wahrnehmungsfähigkeit Schmerzen und Leiden ausgesetzt sein.

Für das DialRel Projekt wurde "Empfindungs- und Wahrnehmungsfähigkeit" in ähnlicher Weise definiert, wie der Begriff „Bewusstsein“ von Anästhesiologen benutzt wird: "Bewusstlosigkeit ist ein Status der Empfindungs- und Wahrnehmungslosigkeit, bei dem es zu einer temporären oder permanenten Unterbrechung der Hirnfunktion kommt. Als eine Folge daraus ist das Individuum nicht in der Lage, auf normale Reize einschließlich Schmerz zu reagieren." Bewusstsein ist ein Zustand der Empfindungs- und Wahrnehmungsfähigkeit, der die Funktionsfähigkeit des Hirnstammes und Projektionen in relevante kortikalen Regionen erfordert. Daraus folgend (Zeman, 2001) wird Bewusstsein in der alltäglichen neurologischen Praxis generell gleichgesetzt mit dem Wachzustand und der Fähigkeit, die Umwelt und andere wahrzunehmen, zu interagieren und zu kommunizieren. Eine Reihe von Bewusstseinszuständen erstreckt sich graduell vom Wachzustand über den Schlaf bis hin zum Erreichen der Bewusstlosigkeit. Außerdem gibt es keine eindeutige Grenze zwischen Empfindungs- und Wahrnehmungsfähigkeit bzw. -losigkeit, und ein Hin- und Herdriften ist möglich. Strukturen im Kern des oberen Hirnstammes spielen eine wichtige Rolle bei der Erregung und thalamische und kortikale Aktivitäten liefern einen Großteil vom "Inhalt des Bewusstseins" (Zeman, 2001). Butler und Cotterill (2006) schlagen vor, dass das neurale Substrat für komplexe kognitive Funktionen, die mit höhergradigem Bewusstsein verbunden sind, auf Mustern von neuronalen Schaltkreisen und re-entrant Schleifen basiert. Bei einem Überblick über die Hirnstrukturen von Säugetieren und Vögeln fanden die Autoren, dass viele der Hauptnervenbahnen und Schaltkreise, die in Säugerhirnen vorhanden sind und von verschiedenen Forschern als für Bildung und Erhalt der Empfindungs- und Wahrnehmungsfähigkeit ausschlaggebend identifiziert wurden, auch in Vögelhirnen vorhanden sind. Zu diesen neuroanatomischen Äquivalenten zählen das Großhirn (Kortex und subkortikale Zentren) und das Zwischenhirn (z.B. thalamische Zentren). Da die Entsprechung von neuronalen Schaltkreisen an sich noch nicht nachweist, dass Vögel eine Empfindungs- und Wahrnehmungsfähigkeit haben, verweisen die Autoren zusätzlich noch auf Verhaltensindizien als Beweis für höhere kognitive Fähigkeiten von Vögeln (Butler und Cotterill, 2006).

Wenn die betreffenden Hirnstrukturen nicht funktionieren, geht die Empfindungs- und Wahrnehmungsfähigkeit verloren. Der Verlust oder das Wiedererlangen der Empfindungs- und Wahrnehmungsfähigkeit müssen jeweils als ein Prozess verstanden werden, der abhängig vom Schlachtverfahren einige Zeit dauern kann (siehe unten).

Dementsprechend sind Anzeichen für Empfindungs- und Wahrnehmungsfähigkeit variabel und das Erstellen von Standards für die Bewertung von Empfindungs- und Wahrnehmungsfähigkeit/ -losigkeit muss sich nach dem angewandten Schlachtverfahren und der Art, wie es durchgeführt wird, richten. Die Empfindungs- und Wahrnehmungsfähigkeit kann abhängig von der Betäubungsmethode schnell wiedererlangt werden. Zum Beispiel können Hühner nach der Gasbetäubung nur wenige Sekunden, nachdem sie die ersten Anzeichen für einen funktionierenden Hirnstamm (regelmäßige Atmung und positiven Kornealreflex) gezeigt haben, wieder vollständig wach sein. Regelmäßige Atmung sollte als ein Warnsignal aufgefasst werden, wenn es darum geht, eine gute Betäubungswirkung und ein schnelles und effektives Entbluten sicherzustellen (Wenzlawowicz und Holleben, 2005).

### 2.6.1 Beurteilung von Empfindungs- und Wahrnehmungsfähigkeit/ -losigkeit

Es herrscht allgemeines Einverständnis im Zusammenhang mit Anästhesie und Schlachten, dass das physische Zusammenbrechen und das Aussetzen zielgerichteter Bewegungen wichtige Anzeichen im Bezug auf die Bewertung von Empfindungs- und Wahrnehmungsfähigkeit sind. Die Hirnrinde eines empfindungs- und wahrnehmungsfähigen Tieres integriert beide Funktionen (Haltung und Bewegung). Deshalb kann physisches Zusammenbrechen anzeigen, dass die Hirnrinde nicht länger in der Lage ist, eine stabile Haltung zu gewährleisten (Muir, 2007). Allerdings kann ein Tier, das bereits nach einem dramatischen Blutdruckabfall zusammengebrochen ist, trotzdem mit Hilfe der körpereigenen Gegenregulationsmechanismen die Empfindungs- und Wahrnehmungsfähigkeit wiedererlangen. Daher muss physisches Zusammenbrechen kein definitives Anzeichen für den Verlust der Empfindungs- und Wahrnehmungsfähigkeit sein, sondern ist ein Indikator einer frühen Phase im Hinblick auf die Entwicklung hin zu einer anhaltenden Empfindungs- und Wahrnehmungslosigkeit. Tiere können bei fließenden Übergängen am Rande der Empfindungs- und Wahrnehmungsfähigkeit dämmern, sie jeweils verlieren oder wiedererlangen (Gregory, 2005a).

Die Hirnrinde ist nicht immer am Erhalt der aufrechten Haltung oder elementarer vorwärtsgerichteter Bewegung beteiligt. Aber ihre Beteiligung ist nötig, um die Kontrolle über eine stabile Körperhaltung und die Feinmotorik aufrecht zu erhalten. Körperkontrolle zur Vermeidung physischen Zusammenbrechens und zielgerichtete Bewegungen werden auf allen Ebenen der motorischen Kontrollhierarchie sowohl vom Rückenmark (autonome Reflexe) als auch von supraspinalen Kommandos reguliert. Störungen von simplen Programmen initiieren strategische und motorische Programmierung in höheren motorischen Ebenen, wobei Kleinhirn, Basalganglien und Großhirnrinde beim Einsatz von antizipierten (feed forward) motorischen Reaktionen beteiligt sind (Grillner et al., 2008; Lalonde und Strazielle, 2007; Deliagina und Orlovsky, 2002).

Mögliche Anzeichen für eine Empfindungs- und Wahrnehmungsfähigkeit nach dem Schlachten sind Bewegungen, wie Wiederaufstehen, Aufrichten und Umherschauen. Andere Bewegungen sind schwieriger einzuordnen, weil sie auch eine Folge der Betäubung sein können (klonische Phase nach Bolzenschuss oder elektrischer Betäubung). Sie können außerdem aus einem Funktionsverlust des Kortex resultieren, der normalerweise die Kontrolle autonomer Bewegungen übernimmt. Letztendlich ist es sehr schwierig, Begriffe wie "gezielte" oder "koordinierte Bewegungen" zu standardisieren (Grillner et al., 2008; Jennings, 2004). Wie bei allen anderen Anzeichen auch, sollte man bei der Bewertung von Bewegungen im Kontext von Empfindungs- und Wahrnehmungsfähigkeit andere Anzeichen mit einbeziehen (Holleben, 2009). Dennoch ist ein Zusammenbrechen eines frei stehenden Tieres das erste Indiz für eine einsetzende Wahrnehmungslosigkeit nach dem Halsschnitt (Gregory et al., 2010; Grandin, 1994a; Blackmore, 1984).

Um die Beurteilung kognitiver Reizbeantwortung ging es auch in einer Untersuchung an bolivianischen Rindern nach Puntilla-Schlachtung (Nackenstich). Zur Bewertung der Reizanworten der Hirnnerven und um so herauszufinden, welche Teile des Rückenmarks direkt nach dem Auswurf aus der Tötebucht noch intakt waren, wurden folgende Tests durchgeführt: 1. Die Reaktion auf einen Drohstimulus, die getestet wurde, indem die Hand schnell auf die Augen zu bewegt wurde und dann beobachtet wurde, ob das Tier mit Schließen der Augen oder rückwärtige Kopfbewegung reagierte. 2. Die Antwort auf einen plötzlichen Geräuschstimulus durch Händeklatschen 5cm vom Ohr des Tieres entfernt und das Beobachten von Ohrbewegungen und Alarmreaktionen. 3. Die Antwort auf das Blasen von Luft auf die Nase, die als positiv gewertet wurde, wenn eine Rückwärtsbewegung des Kopfes daraus resultierte. 4. Die Reaktion auf verschiedene Gerüche oder Geschmäcker, die durch einen vor die Nase gehaltenen oder ins Maul gesteckten Stab getestet wurde und bei

Erweiterung der Nüstern und/oder Bewegung der Zunge als positiv galt. 5. Lokale Hautreaktionen, die durch einen einzelnen Nadelstich in die Haut über dem Stirnbein erzeugt wurden (Limon et al., 2010). Basierend auf einem hohen Prozentsatz von positiven Reizantworten auf den Drohrefiz, Geschmacksreiz, Geräusche und Nadelstiche in die Haut kamen die Autoren zu dem Schluss, dass über 70% der Tiere wahrnehmungsfähig waren (Limon et al. 2010). Eine Antworthäufigkeit von 61%, beim kognitiven Droh-Test implizierte, dass dieser Test für die Beurteilung von Empfindungs- und Wahrnehmungsfähigkeit bei Tieren nach betäubungslosem Schlachten nützlich sein könnte. Dies wäre jedoch nur möglich, wenn sichergestellt ist, dass das Tier sich auf den Stimulus konzentrieren kann und nicht durch andere Ereignisse abgelenkt wird.

Klinische Indikatoren der allgemeinen Anästhesie (Muir, 2007; Teasdale und Jennett, 1974) können eingesetzt werden, um Empfindungs- und Wahrnehmungslosigkeit zu bewerten, solange die Schlachtmethode selbst diese klinischen Anzeichen nicht verändert oder maskiert. Zum Beispiel können während des epileptischen Anfalls unmittelbar nach der elektrischen Betäubung keine Reflexe beurteilt werden, weil die Betäubungsmethode selbst Hyperaktivität hervorruft. Andere Beispiele sind die Reflexe der Hirnnerven. Denn die Funktion der für den Reflex entscheidenden Hirnnerven, kann durch die Betäubungsmethode direkt beeinträchtigt sein (z.B. bei durch mechanische Betäubung erzeugter Erschütterung der Hirnnerven oder bei Plazierung von elektrischen Betäubungselektroden in der Nähe der Augenhöhlen). In vielen Fällen limitieren Fixierung oder Anschlingen am Schlachtband die Bewegungen oder körperlichen Reaktionen. Folglich müssen die entsprechenden Reflexe der Hirnnerven immer unter Berücksichtigung der Betäubungs-/Schlachtmethode und der Fixierung getestet und bewertet werden.

Reizantworten sind willkürliche Bewegungen des Körpers oder von Körperteilen, die nicht ohne die Beteiligung der somatosensorischen, nozizeptiven, auditorischen, olfaktorischen, gustatorischen oder visuellen Hirnrinde erfolgen können. Dahingegen sind Reflexe definiert als unwillkürliche, zweckgerichtete und geordnete Reaktionen auf einen Stimulus, die eine Integration im Rückenmark oder Hirnstamm beinhalten und mit Wahrnehmung verbunden sein können.

Trotzdem sind Reflexe, besonders die unter Beteiligung der Hirnnerven, hilfreich für die Beurteilung der Gehirnfunktion, weil die Hirnnerven oberhalb des Rückenmarks in das Gehirn eintreten. Ein positiver Hirnnervenreflex kann daher nicht durch eine Rückenmarksdurchtrennung oder -verletzung verkompliziert werden und kann auch nicht als ein "Rückenmarksreflex" interpretiert werden. Wenn ein Hirnnervenreflex positiv ist, dann funktioniert diejenige Nervenbahn noch, die er im Gehirn benötigt. Hirnnervenreflexe sind hilfreich, wenn es darum geht, Überblick über Funktionsstörungen des Gehirns zu gewinnen. Wenn sie alle negativ sind, sind sie gute Indikatoren einer gestörten Aktivität des Zwischenhirns und des Stammhirns, und eine Empfindungs- und Wahrnehmungslosigkeit kann unterstellt werden, vorausgesetzt die Muskeln und die afferenten und efferenten Nerven, die die Reaktion ausführen, sind immer noch einsatzbereit und nicht durch andere Reize besetzt (Gregory, 1998a).

**Tabelle 1: Beurteilung von Empfindungs- und Wahrnehmungsfähigkeit /- losigkeit**  
 (\* Anzeichen, die auf funktionalen Hirnnerven beruhen, können nur beurteilt werden, wenn die Nervenfunktion nicht direkt durch die Betäubungs- oder Schlachtmethode beeinträchtigt wird).

Anzeichen*	Physiologische Bedeutung	Anmerkungen
Augenreflex (Berührung der Kornea oder des Lides, Auge schließt sich)	Der Kornealreflex ist ein Stammhirnreflex, <b>seine Abwesenheit zeigt den Verlust der Stammhirnfunktion und damit den Verlust der Empfindungs- und Wahrnehmungsfähigkeit.</b>	Positive Augenreflexe allein bedeuten noch keine Empfindungs- und Wahrnehmungsfähigkeit, können aber als ein Anzeichen dafür gewertet werden, dass sich das Gehirn reorganisiert, z.B. nach einer Betäubung. Positive Reflexantworten können bei empfindungs- und wahrnehmungslosen Tieren noch während mehrerer Minuten nach dem Schnitt beobachtet werden (Blackmore, 1984). Nach einer effektiven Bolzenschussbetäubung dürfen keine Augenreflexe mehr vorhanden sein.
Auge und Pupille weit geöffnet und entspannt	Funktionsverlust derjenigen Hirnnerven, die Augapfel, Lid und Pupille innervieren, folglich Beeinträchtigung der Gehirnaktivität. <b>Ein weit geöffnetes, entspanntes Auge</b> (ausdruckslos starrend), ist als <b>ergänzendes Zeichen für Empfindungs- und Wahrnehmungslosigkeit</b> zu werten	Weit geöffnete und entspannte Augen und Pupillen kommen bei toten Tieren häufig vor. Vor dem Eintritt des Todes kann dies allerdings ein vorübergehender Zustand sein. Anzeichen am Auge sind variabel und sollten niemals respiratorische und zirkulatorische Anzeichen ersetzen (Muir, 2007).
Blinzeln	Blinzeln entsteht durch einen Augenerhaltungsreflex. Die <b>Abwesenheit</b> von Blinzeln basiert auf dem Verlust von sensorischen und motorischen Fähigkeiten der betroffenen Hirnnerven und <b>ist ein verlässliches Anzeichen für Anästhesie.</b>	Das Vorhandensein von wiederholtem spontanen Blinzeln kann als ein Anzeichen für Empfindungs- und Wahrnehmungsfähigkeit gesehen werden, besonders wenn es im Zusammenhang mit auf externe Reize fokussierten Augenbewegungen auftritt.
Nystagmus	“Flackernder Augapfel”, deutet auf eine Dysfunktion im Stammhirn hin, wenn es nicht durch andere Reize ausgelöst wird. <b>Die Bedeutung von Nystagmus hängt von der Schlachtmethode ab.</b>	Nystagmus wird oft während des epileptischen Anfalls im Zusammenhang mit einer effektiven elektrischen Betäubung beobachtet. Nach der Bolzenschussbetäubung ist Wahrnehmungslosigkeit fraglich, wenn die Augen nach hinten gerollt sind oder vibrieren/ flackern.
Zielgerichtete Augenbewegungen	Involvieren kortikale Aktivität bei der Wahrnehmung und zielgerichtete motorische Aktivität der Augapfelmuskeln (Grillner et al., 2008); <b>wenn vorhanden, ist das Tier empfindungs- und wahrnehmungsfähig.</b>	Das Auge folgt den Reizen von Umgebungsbewegungen.
Kognitiver Droh-Test	Involviert kortikale Aktivität bei der Wahrnehmung, koordinierte motorische Aktivität von Hirnnerven, und für das Zurückziehen des Kopfes die Aktivität der motorischen Hirnrinde; <b>wenn positiv, ist Empfindungs- und Wahrnehmungsfähigkeit sehr wahrscheinlich.</b>	Ein Bedrohungsreiz durch eine schnelle Bewegung auf das Auge zu führt zu einer Reaktion des Tieres, bestehend aus dem Schließen der Augen und bei manchen Tieren auch dem Zurückziehen des Kopfes (Limon et al., 2010),
Schnappatmung	<b>Schnappatmung</b> (einzelne unregelmäßige Maul- oder Schnabelöffnung, meistens ohne eine Belüftung der Lungen) ist ein Anzeichen für ein absterbendes Gehirn und <b>ist kein Anzeichen für Empfindungs- und Wahrnehmungsfähigkeit.</b>	Schnappatmung kann das erste Anzeichen dafür sein, dass das Gehirn sich nach einer Betäubung reorganisiert. Nasenzucken (wie bei einem Kanichen) kann ein Anzeichen für partielle Sensibilität sein. Schnappatmung nach der Gasbetäubung kann zur Wiedererwachen führen.
Regelmäßige Atmung	Regelmäßige Atmung wird vom Stammhirn gesteuert. <b>Abwesenheit</b> von regelmäßiger Atmung <b>indiziert Empfindungs- und Wahrnehmungslosigkeit.</b>	Regelmäßige Atmung allein bedeutet noch keine Empfindungs- und Wahrnehmungsfähigkeit, aber kann als Anzeichen dafür angesehen werden, dass das Gehirn sich reorganisiert, z.B. nach Betäubung. Bei einem empfindungs- und wahrnehmungslosen Tier kann Atmung noch mehrere Minuten nach dem Schnitt vorhanden sein (Blackmore, 1984).

<b>Anzeichen*</b>	<b>Physiologische Bedeutung</b>	<b>Anmerkungen</b>
Vokalisation	Erfordert die Funktion von somatosensorischer und motorischer Hirnrinde; <b>Vokalisation indiziert Empfindungs- und Wahrnehmungsfähigkeit.</b>	Monoton klingende "falsche Vokalisation" kann synchron mit Atembewegungen und mit Spasmen während der Empfindungs- und Wahrnehmungslosigkeit vorkommen. Der Halsschnitt trennt Kehlkopf und Trachea und Vokalisation ist nicht mehr möglich. Geräusche durch in der Trachea sprudelnde und gurgelnde Flüssigkeiten können fälschlicherweise für Vokalisation gehalten werden.
Schlagen	Kann ein Anzeichen dafür sein, dass die Inhibition durch spinale Muster verloren gegangen ist. <b>Schlagen muss kein Anzeichen für Empfindungs- und Wahrnehmungsfähigkeit sein.</b>	Schlagen kann Anzeichen für eine effektive elektrische oder mechanische Betäubung sein, aber auch bei empfindungs- und wahrnehmungslosen Tieren (Gasbetäubung), während bzw. nach Durchtrennung des Rückenmarks oder am Ende des Blutenzuges vorkommen. Im Anschluss an Bolzenschussbetäubung kann Schlagen einsetzen, wenn das EEG isoelektrisch wird.
Aufrichten/ gewölbter Rücken	Subkortikale ZNS-Strukturen mögen beim Aufrichtreflex mitspielen, aber meistens bedeutet er eine funktionierende Hirnrinde und Rückkehr von Propriozeption und Muskeltonus. <b>Wenn vorhanden, ist das Tier sehr wahrscheinlich wahrnehmungsfähig.</b>	Das Aufrichten kann durch Anschlingen oder Fixierung, Erstarrungsverhalten oder den Einsatz bestimmter Stromformen bei der elektrischen Betäubung behindert werden. Ein entspannter Schwanz kommt nicht gleichzeitig mit einem aufgewölbten Rücken oder mit Aufrichten vor.
Schlaff hängender Kopf (floppy 8head)	Ein schlaffer, entspannter Kopf und Hals, bei angeschlungenen Tieren herunterhängend, zeigt an, dass der Muskeltonus und in den meisten Fällen die zerebrale Kontrolle über die Körperhaltung fehlen. <b>Wenn vorhanden, ist das Tier in den meisten Fällen empfindungs- und wahrnehmungslos.</b>	Einige Stromformen können einen sehr entspannenden oder immobilisierenden Effekt haben, z.B. bei Geflügel. In diesen Fällen können Anzeichen für ein Wiedererwachen nach der Betäubung vollständig maskiert sein. Ein schlaffer Kopf und Hals nach Bolzenschussbetäubung und damit fehlende tonische Verkrampfung ist in diesem Falle ein Zeichen für eine geringe Betäubungstiefe.
Flügel- schlagen	<b>Flügelschlagen</b> kann den Verlust der Inhibition durch übergeordnete Zentren anzeigen, aber es kann auch für koordinierte, zielgerichtete Flugversuche stehen. <b>Oft indiziert es Empfindungs- und Wahrnehmungsfähigkeit.</b>	Wenn Flügelschlagen am Schlachtband zusammen mit Vokalisation und Atmung vorkommt, zeigt dies Empfindungs- und Wahrnehmungsfähigkeit bzw. Fluchtverhalten. Unwillkürliches Flügelschlagen kommt bei reiner Kopfdurchströmung, nach Schlagbetäubung, während CAS und am Ende des Entblutens vor.
Nasenkniiff („nose prick“)	<b>Reaktion auf einen Kniff in das Nasenseptum</b> zeigt eine Aktivität des betreffenden Schaltkreises von sensorischen und motorischen Hirnnerven und <b>indiziert eine mögliche Rückkehr der Wahrnehmungsfähigkeit</b>	Wenn positiv folgt eine Schmerzreaktion/ Zurückziehen auf den Kniff ins Nasenseptum. Nützliches Hilfsmittel bei angeschlungenen durch ihre Position immobilisierten Tieren. Nach elektrischer Betäubung kann die Empfindungs- und Wahrnehmungsfähigkeit vor der Schmerzempfindung zurückkehren.
Heraus- hängende Zunge	<b>Eine entspannte Zunge</b> kann verlorene Hirnnervenfunktion anzeigen, aber <b>ist kein zuverlässiges Zeichen für Empfindungs- und Wahrnehmungslosigkeit.</b> <b>Eine aufgebogene Zunge</b> kann ein Zeichen sein für eine <b>mögliche Rückkehr der Empfindungs- und Wahrnehmungsfähigkeit.</b>	Die Zunge kann durch Schwerkraft bei entspannten Kiefermuskeln heraushängen, ein Zeichen für Empfindungs- und Wahrnehmungslosigkeit. Dies kann durch Manipulation des Kiefers von Hand bestätigt werden, wenn dabei kein Widerstand gegen die Bewegung besteht. Nach dem Halsschnitt kann die Zunge heraushängen, weil die zugehörigen Nerven und Muskeln durchtrennt sind.

Diese Tabelle von Adams und Sheridan (2008) basiert auf einem Artikel von Temple Grandin <http://www.grandin.com/humane/insensibility.html>, die Anzeichen für eine effektive Betäubung entstammen einem EFSA Bericht [http://www.efsa.europa.eu/EFSA/efsa\\_locale-1178620753812\\_1178620775454.htm](http://www.efsa.europa.eu/EFSA/efsa_locale-1178620753812_1178620775454.htm) und wurden nach Erfahrungswerten der Autoren modifiziert.

## 2.6.2 Erfassung und Interpretation von elektrischer Gehirnaktivität

Die oben genannten Indikatoren können unter experimentellen Bedingungen durch das Erstellen von Elektroenzephalogrammen (EEG) und Elektrokortikogrammen (ECoG) untermauert werden. Diese werden allgemein genutzt, um die elektrische Gehirnaktivität aufzuzeichnen und somit den Status der Empfindungs- und Wahrnehmungsfähigkeit zu bestimmen und Gehirnkrankheiten bei Menschen und Tieren zu diagnostizieren. Das Fehlen von elektrischer Aktivität, eines bestimmten Grades oder Rhythmus' an elektrischer Aktivität oder Fehlen von somatosensorisch, akustisch oder visuell evozierten Hirnpotentialen kann bedeuten, dass das Tier tot oder empfindungs- und wahrnehmungsunfähig ist. Da allerdings evozierte elektrische Gehirnaktivität auch bei anästhesierten Tieren vorkommt, ist es schwierig, allein aufgrund von einem EEG oder ECoG die Empfindungs- und Wahrnehmungsfähigkeit eines Tieres zu beurteilen. Trotzdem haben sich evozierte Potentiale bei vergleichender Beurteilung von verschiedenen Betäubungs- oder Schlachtmethoden als sehr hilfreich erwiesen. Es gibt z.B. Hinweise darauf, dass nach der CO<sub>2</sub>-Betäubung bei Schweinen akustisch evozierte Potentiale genauere Indikatoren für den Grad der Empfindungs- und Wahrnehmungsfähigkeit sind als das EEG (Rodriguez et al., 2008; Martoft et al., 2001).

Trotz der unterschiedlichen Art und Weise, auf die eine Betäubungsmethode eine Empfindungs- und Wahrnehmungslosigkeit hervorruft, kann laut EFSA (2004, Seite 30) ein Tier als empfindungs- und wahrnehmungslos gelten, wenn das EEG Veränderungen aufweist, die mit Empfindungs- und Wahrnehmungsfähigkeit nicht kompatibel sind, z.B. bei einer Epilepsie vom Typ „Grand Mal“, bei anhaltendem Ruhezustand mit weniger als 10% des Energiegehalts des EEG's vor der Betäubung oder bei Ausbleiben evozierter elektrischer Aktivität im Gehirn. Das Ausbleiben evozierter Potentiale ist bei vielen Spezies als objektiver und eindeutiger Indikator eines Verlusts der Ansprechbarkeit des Gehirns, und damit des Verlusts der Empfindungs- und Wahrnehmungsfähigkeit, verwendet worden. Das Vorhandensein evozierter Potentiale zeigt allerdings nicht zwingend eine Empfindungs- und Wahrnehmungsfähigkeit an, weil visuell evozierte Potentiale auch bei anästhesierten Tieren und bei einem isoelektrischen EEG vorhanden sein können, besonders bei Geflügel (EFSA, 2004; Zeman, 2001; Gregory, 1998c).

Veränderungen der Energiespektren des EEG spiegeln, neben ihrer Rolle bei der Bestimmung des Grades der Empfindungs- und Wahrnehmungsfähigkeit, erwiesenermaßen Aktivitätsänderungen der Hirnrinde wieder, die mit der Wahrnehmung von akutem Schmerz bei Menschen (Chen et al., 1989) und Tieren einhergehen, z.B. bei Operationen, Kastrationen, beim Schwanzkupieren und beim Mulesing. Obwohl sie ein indirektes Maß für Schmerz sind, reflektieren Veränderungen der Energiespektren kortikale Aktivität und werden deshalb als ein Bild der kognitiven Wahrnehmung und Verarbeitung schädlicher Reize angesehen (Barnett, 1997). Unlängst wurde ein soches EEG-Model unter Minimalanästhesie für die Beurteilung schmerzhafter sensorischer Einflüsse bei Rindern validiert (Gibson et al., 2007).

## 2.7 Tod

Die Definition von Tod, die für das DialRel Projekt gewählt wurde, ist diejenige, die auch von EFSA (2004, Seite 15) benutzt wird: "Tod ist ein physiologischer Zustand, bei dem Atmung und Blutzirkulation eingestellt sind, weil die respiratorischen und zirkulatorischen Hirnzentren in der Medulla Oblongata irreversibel inaktiviert sind. Aufgrund des permanenten Fehlens von Nährstoffen und Sauerstoff im Gehirn geht die Empfindungs- und Wahrnehmungsfähigkeit irreversibel verloren. Im Kontext von Betäubung und Schlachtung sind die zu beobachtenden klinischen Hauptmerkmale das anhaltende Ausbleiben von Atmung (incl. Schnappatmung), Puls sowie Korneal- und Lidreflex."

Es ist wichtig, Tod als einen Prozess mit verschiedenen von einander abhängigen Funktionen zu betrachten. Zum Beispiel wird bei einer ausreichenden Beeinträchtigung der Funktion des Stammhirns die Atmung eingestellt. Das Stammhirn ist essentiell für die Atmung. Er ist außerdem für die volle Funktionalität der Hirnrinde verantwortlich (siehe 2.6). Deshalb führt der Tod des Stammhirns oder seine ausreichende Beschädigung auch zu einem irreversiblen Verlust der Empfindungs- und Wahrnehmungsfähigkeit. Das Herz wird durch einem eigenen autonomen Mechanismus gesteuert. Es funktioniert nach Einstellung der Atmung weiterhin, solange genügend Sauerstoff und Energie zur Verfügung stehen und die Abfallprodukte in ausreichendem Maße abtransportiert werden können. Falls der Herztod oder eine ausreichende Dysfunktion des Herzens vor einer Gehirndysfunktion eintreten, wird die Hirndurchblutung reduziert oder gestoppt, was zu einem Verlust der Sauerstoff- und Energieversorgung der Neuronen innerhalb des Gehirns und einer Ansammlung von Abfallprodukten führt. Dies führt zu Fehlfunktion des Gehirns und zu Gehirntod. Ordnungsgemäße Schlachtung führt zu einem schnellen und effektiven Blutverlust. Als Folge kommt es zu einem progressiven Verlust der Sauerstoff- und Energieversorgung von Herz und Gehirn, und beide stellen mit der Zeit ihre Arbeit ein (Michiels, 2004; Rosen, 2004; Pallis, 1982a; Pallis, 1982b; Pallis, 1982c; Pallis, 1982d).

## 2.8 Physiologie des Blutentzugs oder Ausblutens

Schlachtung ist der Vorgang des Blutentzuges, um den Tod herbeizuführen, üblicherweise durch das Durchtrennen von Hauptblutgefäßen, die das Gehirn mit sauerstoffhaltigem Blut versorgen (siehe auch das DialRel Glossar im Anhang dieses Berichts und EFSA (2004)). Nach dem Durchtrennen der Hauptblutgefäße im Hals, entweder unter dem Einfluss reversibler Betäubung oder ohne Betäubung, sterben die Tiere aufgrund des Verlustes an zirkulierendem Blutvolumen und resultierender zerebraler Anoxie. Der Blutentzug kann entweder durch einen Halsschnitt oder einen Bruststich erfolgen.

Ein Halsschnitt im Sinne des DialRel Glossars beinhaltet das Durchtrennen von wichtigen Blutgefäßen in der ventralen Halsregion (Haut und Gefäße werden gleichzeitig durchtrennt). Der auch als Kehlschnitt bezeichnete Halsschnitt bedeutet einen Einschnitt unterhalb des Kieferwinkels. Beide Karotiden und Jugularvenen werden, gleichzeitig mit dem Ösophagus, der Trachea und den Vagusnerven, durchtrennt. Diese Vorgehensweise ist vom Standpunkt der Hygiene nicht ganz optimal, denn im Einklang mit den Hygienevorschriften der EU "müssen die Trachea und der Ösophagus während des Blutentzuges unversehrt bleiben". Allerdings ist die Praxis, Trachea und Oesophagus im Falle einer religiösen Schlachtung zu durchschneiden von der EU-Hygieneverordnung explizit zugelassen (VO EG Nr 853/2004, Anhang III, Sek I, Kap IV, Nr. 7. a<sup>3</sup>).

Der Bruststich wird vom DialRel Glossar definiert als "das Durchtrennen der vom Herzen ausgehenden Hauptblutgefäße durch das Einführen eines Messers vor der Brust oder dem Sternum (zwei Schnitte: erst die Haut, dann mit einem anderen Messer die Gefäße)". Durch den Bruststich, oder präthorakalen Stich, wird bei Rindern der brachiozephale Gefäßstrang unmittelbar kranial des Brustkorbeingangs durchtrennt. Der Truncus brachiocephalicus ist ein einzelner großer Gefäßstamm, der aus der Aorta entspringt und Ursprung der Halsschlagadern ist, welche den Kopf mit Blut versorgen.

---

<sup>3</sup> 7. Das Betäuben, Entbluten, Enthäuten, Ausschachten und weitere Zurichten („dressing“) muss ohne ungerechtfertigte Verzögerung so vorgenommen werden, dass jede Kontamination des Fleisches vermieden wird. Insbesondere gilt Folgendes:

(a) Die Luft- und die Speiseröhre dürfen beim Entbluten nicht verletzt werden, ausgenommen bei der Schlachtung nach religiösen Gebräuchen,

### 2.8.1 Verlust von Blutvolumen, Verlust von Blutdruck

Das zirkulierende Blutvolumen bei Tieren wird auf 8% des Körpergewichts geschätzt, und ungefähr 18% des gesamten Herzausstoßes fließen durch das Gehirn (EFSA, 2004, Seite 23). Bei einem adequaten Schnitt durch die Halsgefäße verliert ein Tier zwischen 40 und 60% seines gesamten Blutvolumens und die Verlustrate ist bei den verschiedenen untersuchten Tierarten ähnlich (Warriss und Wilkins, 1987). Der Schnitt führt zu einem Blutdruckabfall, der in hämodynamischer Instabilität und Unterbrechung der Blutzufuhr zum Gehirn und in anderen Organe resultieren kann. Dies kann zu einer ungenügenden Durchblutung von Geweben und dies wiederum zu inadeguater Sauerstoffversorgung und vermindertem Abtransport toxischer Abfallprodukte führen. Ein lebensbedrohlicher Blutdruckabfall ist oft mit einem Schockzustand verbunden, bei dem die Gewebedurchblutung nicht ausreicht, um einen aeroben Metabolismus zu gewährleisten. Die kompensatorischen Antworten des Körpers auf einen durch Blutverlust verursachten sog. hämorrhagischen Schock bestehen unter anderem aus systemischen Reaktionen, wie erhöhter Herzfrequenz, lokaler Vasokonstriktion von Arteriolen und muskulären Arterien und einem Verschieben von extrazellulären und venösen Flüssigkeitsreserven in das zirkulierende Blutvolumen. Diese Mechanismen zielen darauf ab, die Herzleistung zu erhöhen und die Durchblutung besonders in Herz, Gehirn und Nebennieren aufrecht zu erhalten (Gutierrez et al., 2008). Die Zeitverzögerung zwischen einem erheblichen Blutverlust und dem Einsetzen von Empfindungs- und Wahrnehmungslosigkeit hängt sicherlich davon ab, ob und für wie lange Kompensationsmechanismen erfolgreich sind oder ob sie letztendlich vom Blutvolumenverlust übermannt werden (Gregory, 2005a),

Der sofortige Blutdruckabfall nach dem Halsschnitt wurde häufig als wichtige Voraussetzung für einen schnellen Verlust der Empfindungs- und Wahrnehmungsfähigkeit beschrieben (Rosen, 2004; Levinger, 1995; Levinger, 1976; Levinger, 1961). Mögliche Mechanismen könnten sowohl eine Ischämie als auch Druckveränderungen der zerebrospinalen Flüssigkeit sein (Rosen, 2004; Levinger, 1976; Lieben, 1926). Rosen (2004) erwägte, dass der Kollaps des jugularvenösen Druckes nach Shechita ohne Ersatz durch Blut aus den Karotiden dazu führen würde, dass die Hirnstrukturen nicht mehr aufrechterhalten werden. Bei neueren Studien konnten jedoch keine histologischen Hinweise dafür gefunden werden, dass der plötzliche Druckabfall in der Schädelhöhle die Gehirnstrukturen oder -funktion beeinträchtigt (Gibson et al., 2009b).

Allerdings ist es möglich, dass der Verlust der Empfindungs- und Wahrnehmungsfähigkeit nicht bleibend ist, wie das Vorkommen von vorübergehenden Blutdruckerhöhungen mit Wiedererlangen der Empfindungs- und Wahrnehmungsfähigkeit bei Affen mit schwerem hämorrhagischen Schock zeigt (Bar-Joseph et al., 1989).

Gregory (2005b) geht in einer Literaturübersicht davon aus, dass bei Säugetieren, wie Menschenaffen, Hunden und Ratten, die Empfindungs- und Wahrnehmungsfähigkeit erlischt, wenn 30-40% des gesamten Blutvolumens verloren geht oder wenn der Blutdruck auf Werte unterhalb von 35 bis 50 mmHg abfällt. In dieser Übersicht kommt der Autor auch zu dem Schluss, dass Atembeschwerden bei einem langsamen Blutverlust vorkommen können. Ein Blutdruckabfall kann für Menschen (Hamlin und Stokhof, 2004) und wahrscheinlich auch für Tiere anderer Spezies (EFSA, 2004, Seite 23) sehr beunruhigend sein.

Beim Menschen wurden Auswirkungen von Blutverlusten in Klassen von I-IV eingeteilt. Zentral nervöse Symptome gehen von „Normal“ (Klasse I, Blutverlust: <15%) über „Ängstlich“ (Klasse II, Blutverlust: 15-30%) und „Verwirrt“ (Klasse III, Blutverlust: 30-40%) bis zu „Lethargisch“ (Klasse IV, Blutverlust: >40%), dabei entspricht die Klasse I einem schockfreien Zustand und Klasse IV einem präterminalen Schockzustand, der sofortige Therapie erfordert. Ein Verlust von mehr als 50% des zirkulierenden Blutvolumens zieht

einen irreversiblen hypovolämischen Schock und einen moribunden komatösen Status nach sich (Guterrez et al., 2008).

Wie schon erwähnt sollte nicht nur der prozentuale Anteil am Gesamtvolumen sondern auch der Zeitraum, über den eine bestimmte Blutmenge verloren geht, beachtet werden. Tabelle 2 zeigt die Resultate einiger Untersuchungen über den zeitlichen Verlauf des Blutverlusts nach Halsschnitt ohne Betäubung.

**Tabelle 2: Blutverlust bei Rindern und Schafen in Abhängigkeit von der Zeit nach einem Halsschnitt ohne Betäubung**

Zeit nach dem Schnitt (s)	Sahlstedt (1929) zitiert von Levinger (1995; 1976)		Anil et al. (2006)	Anil et al. (2004)
	Prozentanteil am Gesamtblutverlust* RINDER	Prozentanteil am Gesamtblutvolumen* RINDER	Blutverlust als Prozentanteil des Blutverlusts nach 120 s <i>RINDER</i>	Blutverlust als Prozentanteil des Blutverlusts nach 90 s <i>SCHAFE</i>
5.7				25
14.1				50
17.3			25	
30	33	17		
31.8				75
37.5			50	
55.8				90
60	50	25		
68.0			75	
94.4			95	
120	<b>70</b>	<b>35</b>		
180	<b>83</b>	<b>42</b>		
240	90	45		
300	95	48		

\*Weil ungefähr 50% des Gesamtblutvolumens beim Blutentzug verloren wird, wird der prozentuale Anteil am Gesamtblutvolumens errechnet, indem man den prozentualen Anteil am Gesamtblutverlust durch zwei dividiert wird.

Die Ergebnisse von Levinger deuten an, dass ein Verlust von 30% des Gesamtblutvolumens bei Rindern ungefähr 60 bis 90 Sekunden nach dem Beginn des Blutflusses nach Halsschnitt erreicht werden kann (ein Verlust von 30 bis 40% des Gesamtblutvolumens wird mit dem Verlust der Empfindungs- und Wahrnehmungsfähigkeit in Verbindung gebracht (Gregory, 2005a)). Bei Schafen ist dieser Punkt früher erreicht. Broiler, die durch Shechita geschlachtet werden, verlieren ungefähr 40 % ihres Gesamtblutvolumens innerhalb von 30 Sekunden nach dem Halsschnitt (Barnett et al., 2007).

Kritische Blutdruckwerte können bei Schafen früh erreicht werden (5 bis 6 Sekunden) (Levinger, 1976), aber der Blutdruckabfall kann zwischen einzelnen Tieren stark variieren. Lieben (1928; 1925) maß den Blutdruck in der Arteria vertebralis, Arteria carotis und der Aorta nach einem von einem professionellen jüdischen Schlachter durchgeführten Schnitt bei 4 Ziegen, 4 Schafen, 5 Kälbern und einem Jungbullen. Die Messungen ergaben einen rapide abfallenden Blutdruck bei den meisten Tieren. Der Blutdruck in der Aorta fiel langsamer ab als der in der Arteria vertebralis (es ist nicht immer möglich, den exakten Zeitpunkt aus den vorliegenden Diagrammen zu ermitteln – der geschätzte Zeitpunkt für den kritischen Blutdruckabfall liegt zwischen 2 und 10 Sekunden nach dem Schnitt). Der Autor berichtet, dass bei einem der 12 Tiere (taucht nicht im Diagramm auf) der Blutdruck in der Aorta für etwa 27 Sekunden anstieg, um dann über einen Zeitraum von drei Minuten auf Null abzufallen (es wurden keine Messungen in der A. vertebralis durchgeführt). Der bei einem

anderen Schaf aufgetretene Blutdruckanstieg nach dem anfänglichen Abfall könnte durch das Pressen eines Tuches in die Wunde ausgelöst worden sein. Der bei einem Kalb ebenfalls nach einem anfänglichen Abfall aufgetretene Blutdruckanstieg könnte ausgelöst worden sein durch das Ausbreiten von Papier vor der Wunde, um den Versuchsraum vor dem stark spritzenden Blut zu schützen. Das Ausbreiten des chirurgischen Papiers verursachte ein heftig zischendes Geräusch und passierte zwischen 2 und 3 Sekunden nach dem Schnitt. Bei einem anderen Tier wurde absichtlich ein schlechter Schnitt ausgeführt, mit einem stumpfen Messer, das für 10 Sekunden an einem ungestreckten Hals hin und her gerissen wurde. Dies resultierte in einem anfänglichen Blutdruckanstieg für 7 Sekunden in beiden Arterien und danach in einem Abfall auf unterhalb des Anfangswertes, nach 35 Sekunden stieg der Blutdruck wieder an, um dann weiter zu schwanken (Lieben, 1925). Demnach konnten nicht alle Fälle von verzögertem Blutdruckabfall durch einen schlecht ausgeführten Schnitt erklärt werden.

Newhook und Blackmore (1982b) fanden ebenfalls einen Anstieg des femoralen Blutdrucks bei drei empfindungs- und wahrnehmungsfähigen Schafen, der seinen Höhepunkt innerhalb von 6 bis 7 Sekunden nach dem Schnitt erreichte und für 10 bis 20 Sekunden erhöht blieb (bei einem Schaf gab es keinen Anstieg aber der Blutdruck blieb für 3,6 Sekunden konstant). Andererseits fiel bei 5 Schafen unter Barbituranästhesie der Blutdruck unmittelbar nach dem Durchtrennen der Blutgefäße ab. Bei anästhesierten Kälbern fiel der femorale Blutdruck 20 Sekunden nach dem ventralen Halsschnitt auf unter 40 mmHg ab. Bei dieser Studie wurden keine Gefäßverschlüsse, weder an den kopfnahen noch an den herznahen Enden, beobachtet, weil die Tiere mit Heparin vorbehandelt waren. Hingegen führten Arterienverschlüsse in anderen Fällen zu Erholungsphasen des Blutdrucks, und der Blutdruck fiel schneller ab, wenn keine Arterienverschlüsse auftraten (Anil et al., 1995b).

Zusammenfassend kann man sagen, dass der Blutdruck nicht generell unmittelbar und rapide abfällt, sondern dass Unterschiede zwischen Tierarten und Einzeltieren bestehen.

### **2.8.2 Gehirndurchblutung nach dem Halsschnitt**

Die Blutversorgung des Gehirns von Wiederkäuern stammt aus einem Gefäßnetzwerk, dem „Rete mirabilis occipitale“. Das Rete mirabilis wird sowohl von Gefäßzweigen der Karotiden als auch von den Vertebralarterien versorgt. Bei Rindern ist es ausgeprägter als bei Schafen, wohingegen es bei Ziegen weniger augenscheinliche Verbindungen zwischen den Anastomosen der beiden Gefäßpaare und dem Rete gibt (Baldwin und Bell, 1963a; Baldwin und Bell, 1963b; Levinger, 1961). Vertebralarterien sind auch bei Geflügel vorhanden (Mead, 2004).

Blackman et al. (1986) beobachteten, dass aufeinander folgende Boli eines Farbstoffes, die nach beidseitigem Durchtrennen der Halsschlagadern und Jugularvenen in das Herz von zwei 1-10 Tage alten anästhesierten Kälbern infundiert wurden, noch während mehr als 100 Sekunden nach dem Schnitt durch die Hirngefäßen passagierten. Bei zwei ausgewachsenen Schafen konnte hingegen keine Passage von Farbstoff durch Gefäße im Großhirn nach beidseitiger Durchtrennung der Hauptblutgefäße beobachtet werden. Bei Schafen mit auf nur einer Seite des Halses durchtrennten Gefäßen konnte die Passage von Farbstoff für mindestens 53 Sekunden beobachtet werden. Die Autoren kamen zu dem Schluss, dass es aufgrund der Vertebralarterien bei Rindern wichtige Unterschiede bei der Blutversorgung des Gehirns zwischen Schafen und Kälbern gibt. Die Vertebralarterien werden aufgrund ihres Verlaufs in der Nähe des Rückenmarks beim Halsschnitt nicht durchtrennt. Im Gegensatz zu denen von Schafen sind die Vertebralarterien von Rindern in der Lage, die Hirndurchblutung aufrecht zu erhalten. Es wird angenommen, dass dieser Effekt bei nicht anästhesierten Tieren noch stärker ist, weil Anästhesie bekanntermaßen die zerebrale Durchblutung verringert (Blackman et al., 1986). Levinger (1961) kommt aufgrund ähnlicher Experimente zu dem Schluss, dass der zerebrale Blutfluss durch die Vertebralarterien nicht für die Versorgung des

Gehirns ausreicht. Selbst wenn der Blutfluss durch die Vertebralarterien nicht ausreichte, um das ganze Gehirn zu versorgen, so ist es doch wahrscheinlich, dass er dazu beiträgt, den Erhalt der Gehirnfunktion und der Empfindungs- und Wahrnehmungsfähigkeit zu verlängern.

Anil et al. (1995a) fanden heraus, dass bei elektrisch betäubten und kopfüber an einem Hinterbein angeschlungenen Kälbern Gefäßverschlüsse der Karotiden eine Zeitverzögerung bis zum isoelektrischen ECoG (Gehirnversagen) verursachten. Der mittlere arterielle Blutdruck wurde bei Gefäßverschlüssen der Karotiden länger aufrecht erhalten, und der Blutfluss in den Vertebralarterien konnte für bis zu 3 Minuten bei etwa 30% seines ursprünglichen Wertes gehalten werden. Bei einigen Tieren kam es nach dem Stechen zu einer erheblichen Erhöhung des Blutflusses durch die Vertebralarterien.

Shaw et al. (1990) ligierten die Vertebralarterien bei 4 von 8 Kälbern und bestimmten das Einsetzen des Gehirnversagens mit Hilfe des ECoG. Sie kamen zu dem Schluss, dass neben dem Blutfluss durch die Vertebralarterien andere Faktoren zu der bei Kälbern nach der Schlachtung beobachteten Verzögerung bis zum Verlust der elektrokortikalen Aktivität beitragen müssen.

Bager et al. (1988) untersuchten die Hirndurchblutung bei Kälbern durch die Messung des venösen Blutes, das am kopfseitigen Ende der Jugularvenen ausfließt, und wiesen darauf hin, dass Faktoren eine wichtige Rolle spielen könnten, die den Abfluss des Blutes vom Gehirn behindern und damit den zerebralen Blutdruck erhöhen.

Daly et al. (1988) schlagen zwei Erklärungen vor: Erstens gibt es Unterschiede zwischen Tieren bezüglich des von den Vertebralarterien beigesteuerten Anteils am gesamten zerebralen Blutfluss. Zweitens liegt die Blutmenge, die das Gehirn nach der Schlachtung über die Vertebralarterien erreicht, so nahe am für die elektrische Aktivität im Kortex notwendigen Minimum, dass schon geringe Unterschiede bei Einzeltieren zu großen Schwankungen hinsichtlich der Auswirkungen führen.

Es ist wichtig, darauf hinzuweisen, dass die oben erwähnten Experimente mit sehr geringen Tierzahlen durchgeführt wurden und trotzdem schon individuelle wie auch tierartige Unterschiede gefunden wurden (Levinger, 1961). Levinger (1961) beobachtete bei kleinen Wiederkäuern, dass Tiere mit abgeklemmten Karotiden zwar kollabierten, dann aber ihre Körperkontrolle wiedererlangen konnten, während der Verlust der Körperkontrolle endgültig war, wenn die kollateralen Gefäßbahnen der Vertebral- und Okzipitalarterien auch blockiert waren. Selbst bei Schafen, bei denen die Gefäßbahnen der Vertebralarterien zum Gehirn für gewöhnlich als weniger wichtig bezeichnet werden, konnte diese Route bei einigen Tieren gefunden und bei anderen sogar aktiviert werden (Nangeroni und Kennet, 1963).

Zerebrale hämodynamische Kompensationsmechanismen unterstützen den Erhalt der Gehirnfunktion während eines Abfalls des systemischen Blutdrucks ebenfalls. Der zerebrale Perfusionsdruck (CPP), die treibende Kraft für die Blutzirkulation im Gehirn, ist definiert als die Differenz zwischen dem mittleren arteriellen Druck und dem venösen Gegendruck oder dem intrakranialen Druck. Wenn der CPP abfällt, wird der zerebrale Blutfluss zuerst durch eine Gefäßerweiterung der Widerstandsarteriolen aufrecht erhalten, ein mit Autoregulation bezeichneter Reflex. Erst bei weiterer Reduzierung des CPP erschöpft sich die Autoregulationskapazität und die Hirndurchblutung fällt abhängig vom Druck. Eine Erhöhung des Sauerstoffextraktionsanteils jedoch sorgt auch dann noch für die Aufrechterhaltung des zerebralen Sauerstoffmetabolismus und der Gewebefunktion bis zu einem gewissen Punkt (Derdeyn, 2001).

Zusammenfassend erscheinen die Einflussfaktoren auf die Dynamik der Hirndurchblutung sehr komplex, und individuelle Unterschiede wie auch Alter, Gewicht und Rasse spielen eine Rolle, so dass das Bild, das die oben genannten Untersuchungen von der zerebralen

Durchblutung zeichnen, im Bezug auf die Erklärung der anhaltenden Empfindungs- und Wahrnehmungsfähigkeit nach dem Schnitt immer noch unvollständig ist.

### **2.8.3 Einflussfaktoren auf das Ausbluten oder den Blutentzug**

Für das Verständnis der Einflussfaktoren auf die Zeitspanne bis zum Verlust der Empfindungs- und Wahrnehmungsfähigkeit ist es wichtig, diejenigen Faktoren zu betrachten, die Einfluss auf das Ausbluten haben. Gregory (2005b) erstellte eine Übersicht über diese Faktoren, die im Folgenden genauer erklärt werden:

- Art der durchtrennten Blutgefäße;
- Zustand und Durchgängigkeit der Schnittwunde;
- Herzstillstand bei der Betäubung;
- Ausrichtung des Tierkörpers;
- Vasodilatation und Vasokonstriktion im Kapillarnetz;
- tonische Muskelkontraktionen, die Blutkapillaren und -gefäße zusammendrücken, sowie
- klonische Aktivität, die für eine Bewegung des Blutes hin zur Schnittwunde sorgt.

Bei Schafen ist das Entbluten mittels Durchschneiden beider Halsschlagadern und der Jugularvenen die schnellste Art, die Ansprechbarkeit des Gehirns zu beenden (Verlust der visuell evozierten Potentiale, relevante EEG-Veränderungen), verglichen mit dem Durchtrennen von nur einer Halsschlagader, lediglich der Jugularvenen oder der Erzeugung von Herzkammerflimmern (Gregory and Wotton, 1984a; Newhook and Blackmore, 1982b).

Bei mit Bolzenschuss betäubten Kälbern, die entweder mit einem Bruststich, einem "hohen" Halal Halsschnitt oder einem "niedrigen" Halal Halsschnitt (in der Region vor dem Brustbein) entblutet wurden, erfolgte der höchste Blutverlust nach 60 Sekunden, gemessen als Prozentsatz des Körpergewichts, beim Bruststich, dicht gefolgt vom "niedrigen" Halal Schnitt, dem "hohen" Halal Schnitt und schließlich dem einseitigen Schnitt (Gregory et al., 1988a). Die Länge der Stichwunde in der Haut hat sich auch bei elektrisch betäubten Schweinen als wichtig herausgestellt (Anil et al., 2000).

Bei Geflügel führte das Durchtrennen beider Karotiden, im Vergleich zum Durchtrennen nur einer Karotide und/oder einer Jugularvene, am schnellsten zu einer Beeinträchtigung der Gehirnfunktion (Gregory und Wotton, 1986).

Die Qualität des Schnittes, einschließlich der Schärfe des Messers und der Fertigkeit, einen geschickten ununterbrochenen Schnitt in sehr kurzer Zeit auszuführen, wird oft erwähnt, besonders im Zusammenhang mit Shechita (Rosen, 2004; Lieben, 1925). Dies könnte mitverantwortlich sein für weitere Einflussfaktoren, wie Vasokonstriktion, Blutplättchenakkumulation, Ballonieren oder falsche Aneurysmen (Gregory et al., 2006; Anil et al., 1995a; Anil et al., 1995b; Gregory et al., 1988a; Graham und Keatinge, 1974), die zu einem Verschließen der durchtrennten Enden der Halsschlagadern führen können. Verstopfte Karotiden führen bei Kälbern nachweislich zu einer längeren Zeitspanne bis zum Verlust der Fähigkeit, zu stehen oder Aufrichtversuche zu unternehmen (Blackmore, 1984). Gregory et al. (2008) wiesen sowohl bei Shechita als auch bei Halal Schlachtung eine Prävalenz von 10% für große (>3cm Außendurchmesser) sog. falsche Aneurysmen in Rinderkarotiden nach. Die Prävalenz von Tieren mit bilateralen falschen Aneurysmen betrug 7 und 8 Prozent für Shechita und Halal respektive, während beim Ausbluten von Rindern, die elektrisch betäubt wurden und gleichzeitig einen Herzstillstand entwickelten, keine falschen Aneurysmen auftraten. Die Autoren kommen zu dem Schluss, dass die Kombination von falschen Aneurysmen und kollateralen Gefäßbahnen zum Gehirn das Risiko dafür darstellt, dass die Empfindungs- und Wahrnehmungsfähigkeit nach betäubungsloser religiöser Schlachtung länger anhält.

In einer kürzlich durchgeführten Studie wurde die Zeitspanne bis zum körperlichen Zusammenbrechen bei 174 adulten Rindern untersucht, die in aufrechter Körperhaltung fixiert waren und unmittelbar nach dem Halal Schnitt losgelassen wurden. Das Vorkommen von Schwellungen und falschen Aneurysmen der kopfwärtigen und herznahen Enden der durchtrennten Arterien wurde in Relation zur Zeitspanne bis zum endgültigen Kollabieren aufgezeichnet. Eine längere Zeitspanne bis zum Zusammenbrechen kam vor, wenn sowohl an den kopfwärtigen als auch an den herznahen Enden der Halsschlagadern Schwellungen bzw. falsche Aneurysmen festgestellt wurden (Gregory et al., 2010).

Eine weitere Einwirkung auf die Durchgängigkeit der Karotiden entsteht durch das Kollabieren der Gefäße infolge von Druck durch das umgebende Gewebe. Nach dem Schnitt können die Schnittenden der Gefäße sich unter die Wundoberfläche zurückziehen, so dass sie vom umgebenden Muskelgewebe bedeckt sind. Da die Karotiden und die Trachea durch Bindegewebe miteinander verbunden sind, kann ein durch Atembewegungen hervorgerufenes Zurückziehen der Trachea in den Brustraum eine weitere Beeinträchtigung des Blutverlusts aus den Karotiden verursachen. Bestimmte Körperlagen des Tieres während des Entblutes können diesen Effekt fördern (Levinger, 1995; Anil et al., 1995a; Hoffmann, 1900). Rosen (2004) erwähnt die Bedeutung einer korrekten Fixierung nach dem Schnitt im Zusammenhang mit einer guten Entblutung und der Zeitspanne zum Verlust der Empfindungs- und Wahrnehmungsfähigkeit.

Es wird behauptet, dass die Entblutung bei auf dem Rücken liegenden Rindern beeinträchtigt sein kann. Dies sei das Resultat des Drucks der Bauchorgane auf das Zwerchfell und die großen Körpervenen. Der zusätzliche Druck auf das Herz könnte das Herzschlagvolumen reduzieren (vergleiche "Herztamponade") und der Druck auf die Venen könnte den venösen Rückfluss behindern (Adams and Sheridan, 2008). In einer Untersuchung über den Herzausstoß bei Kühen in Rückenlage, die nicht entblutet wurden, änderte sich dieser Herzausstoß erst nach 30 Minuten, was in diesem Fall bedeutet, dass der Einfluss auf den venösen Rückfluss gering oder vernachlässigbar war (Wagner et al., 1990).

Bei der Diskussion über Betäubung im Zusammenhang mit dem Ausbluten wird oft darüber debattiert, ob nicht die Ausblutung und der Gesamtblutverlust nach einem Halsschnitt ohne Betäubung höher sind als nach vorangegegangener Betäubung. Anil et al (2006; 2004) untersuchten das Ausbluten von Schafen nach elektrischer Betäubung, Bolzenschussbetäubung und Schlachten ohne Betäubung, und außerdem das Ausbluten von Rindern nach Bolzenschussbetäubung und Schlachten ohne Betäubung. Sie fanden keinen Unterschied und kamen zu dem Schluss, dass das Ausbluten weder durch eine Betäubung nachteilig beeinflusst noch durch einen Halsschnitt ohne Betäubung verbessert wird. Dies wurde von Gomes Neves et al. (2009) bestätigt, die die Ausblutungseffizienz bei 171 Ochsen nach Bolzenschussbetäubung und nach Schlachten ohne Betäubung beurteilten, indem sie den Resthämoglobingehalt im musculus longissimus colli analysierten. Velarde et al. (2003) zeigten, dass Lämmer, die im Hängen und ohne Betäubung entblutet wurden, weniger Blut aus der Stichwunde verloren als Lämmer, die elektrisch betäubt (250V, 50Hz, 3s), aufgezo-gen und dann entblutet wurden. Die Autoren erwähnen als eine wahrscheinliche Erklärung, dass die mit der Elektrobetäubung verbundenen Muskelkontraktionen das Blut von den Skelettmuskeln weg und hin zum Thorax und Abdomen pressen.

Der Hämoglobingehalt in verschiedenen Muskeln – als Zeichen für die Ausblutungsqualität - wies keine Unterschiede auf bei Schafen und Kälbern, die einer Bolzenschussbetäubung oder Shechita ausgesetzt waren (Kallweit et al., 1989). Bei Broilern wurden nach verschiedenen Schlachtmethoden, einschließlich Elektrobetäubung und kosherer Schlachtung keine Unterschiede gefunden, weder hinsichtlich der nach dem Halsschnitt verlorenen Blutmenge noch hinsichtlich des Restblutes in verschiedenen Teilstücken (Kotula und Helbacka, 1966a; Kotula und Helbacka, 1966b).

Je länger der Zeitraum zwischen Betäubung und Stechen bei mit Bolzenschuss betäubten Tieren ist, desto geringer der Blutverlust, wobei aber dieser Effekt geringer ist als oft angenommen (Blackmore und Delany, 1988; Vimini et al., 1983). Selbst sechs Stunden nach einem verzögerten Blutentzug fand man bei Rindern, die mit Bolzenschuss betäubt, dann durch das Auslösen eines Herzstillstandes getötet und danach angeschlungen worden waren, nur in der Vorderviertelmuskulatur höhere Restblutgehalte. Obwohl es nach verzögertem Stechen zu einer erheblichen Verringerung des Blutflusses aus der Stichwunde kam, waren die Auswirkungen auf das äußere Erscheinungsbild des Schlachtkörpers und den Resthämoglobingehalt im Muskel gering (Gregory et al., 1988b).

Es wird oft behauptet, dass ein Herzstillstand die Ausblutungsrate herabsetzt. Bei Schweinen scheint ein funktionierendes Herz für eine ausreichende Ausblutung nicht nötig zu sein (Warriss and Wotton, 1981). Bei Schafen könnte es einen entsprechenden Effekt geben (Gregory and Wilkins, 1984), allerdings scheinen die Auswirkungen auf die Ausblutung eher eine Folge der Art des Stechens als des schlagenden oder nicht schlagenden Herzens zu sein (Warriss and Wilkins, 1987). Vimini et al. (1983) untersuchten verzögertes Entbluten 3, 6 und 15 Minuten nach der Bolzenschussbetäubung und stellten fest, dass nicht das Herz, sondern Muskelkontraktionen, der Zeitpunkt des Entblutens und die Schwerkraft von Bedeutung waren. Der mengenmäßig größte Blutverlust kam zustande, nachdem das Herz bereits zu schlagen aufgehört hatte. Bei Broilern führte ein Herzstillstand zu einer anfänglichen Verzögerung der Ausblutung, aber 2,25 Minuten nach dem Halsschnitt gab es keine Auswirkungen mehr auf die Blutmenge, die nach verschiedenen Halsschnittmethoden - automatisch ausgeführten ventralen und dorsolateralen Schnitten - aufgefangen wurde (Gregory and Wilkins, 1989a).

Die Auswirkungen der Körperpositionen von Tieren auf die Ausblutung sind möglicherweise bislang überschätzt worden, z.B. ist das Entbluten bei Schafen in einer liegenden Position ein wenig schneller als in hängender Position (Blackmore und Delany, 1988). Hess (1968) gewann bei Rindern nach der Bolzenschussbetäubung mehr Blut aus hängenden Schlachtkörpern als aus liegenden. Eine andere Untersuchung, bei der liegende und hängende Position nach der Elektrobetäubung und hängende Position nach der Bolzenschussbetäubung miteinander verglichen wurden, kam zu ähnlichen Ergebnissen bei allen Methoden. Hierzu wurde zusammenfassend festgestellt, dass die Fertigkeit der Person, die den Schnitt ausführt, wichtiger ist als die Betäubungsmethode oder die Position des Schlachtkörpers (Bucher et al., 2003).

Es ist weiterhin möglich, dass Unterschiede bezüglich Gehirngröße, Blutvolumen und der arteriellen Querschnittsfläche der Karotiden, besonders bei zunehmender Körpermasse, einen Einfluss auf die Zeitdauer bis zum Verlust der Empfindungs- und Wahrnehmungsfähigkeit haben. Die Halsschlagadern von adulten Rindern könnten im Verhältnis zum Gesamtblutvolumen zu klein sein, um ein schnelles Ausbluten und einen drastischen Blutdruckabfall zu gewährleisten. Außerdem wurde darauf hingewiesen, dass bei Schafen und Rindern unterschiedliche prozentuale Anteile am Gesamtblutvolumen zur Versorgung des Gehirns notwendig sind (Adams und Sheridan, 2008). Das Gewicht des Gehirns im Verhältnis zum Gesamtkörpergewicht beträgt bei Schafen 0,26% und bei Rindern (500-600kg Lebendgewicht) nur 0,07 bis 0,08% (Nickel, Schummer und Seiferle, 1984). Das bedeutet, dass ein geringerer Anteil des Gesamtblutvolumens für die Durchblutung des Gehirns von Rindern als von Schafen benötigt wird und dass die Hirndurchblutung während eines Blutverlustes bei Rindern schon an sich länger aufrecht erhalten bleibt als dies bei Schafen oder Ziegen der Fall ist. Dieses Argument könnte durch die Tatsache unterstützt werden, dass viele Studien über den Zeitraum bis zum Verlust der Empfindungs- und Wahrnehmungsfähigkeit aufgrund praktischer Aspekte an kleineren Tieren durchgeführt wurden, z.B. an Schafen und Kälbern, und dass die Ergebnisse sich nicht mit Beobachtungen

unter Praxisbedingungen an ausgewachsenen Tieren decken. Dies trifft sowohl für das betäubungslose Schlachten (Gregory et al., 2009; Gibson et al., 2009b; Bager et al., 1992; Gregory und Wotton, 1984a; Gregory und Wotton, 1984c; Lieben, 1928) als auch für das Schlachten nach Betäubung zu (Wenzlawowicz, 2009; Gregory et al., 1996; Bager et al., 1992).

Schließlich gibt es noch die Möglichkeit, dass das sympathische Nervensystem bei der Ausblutung eine Rolle spielt, z.B. wenn es, aktiviert durch Stressoren vor der Schlachtung, für Veränderungen des regionalen Blutflusses und geringere Ausblutungsraten verantwortlich ist. Der durch Stressoren vor der Schlachtung ausgelöste Ausstoß von Katecholaminen kann die Verteilung des Blutes beeinflussen, wobei in Stresssituationen Blut aus den peripheren Gefäßräumen in die zentralen großen Gefäße verschoben wird (Warriss und Wilkins, 1987) und daraus folgend ein größerer Blutverlust für den Verlust der Empfindungs- und Wahrnehmungsfähigkeit nötig ist. In diesem Zusammenhang muss die Durchtrennung des Vagusnerven diskutiert werden (Gregory, 2005b). Gibson et al. (2009a) beobachteten, dass der Blutdruckabfall nach dem Durchschneiden des ventralen Halsgewebes (incl. der Vagusnerven) ohne Unterbrechung der Blutzirkulation unmittelbar erfolgte und ausgeprägter war als nach dem Durchschneiden der Blutgefäße ohne gleichzeitiges Durchtrennen des Halsgewebes, wobei dieser allerdings dem Blutdruckabfall bei intakten Tieren nach ventralem Halsschnitt vergleichbar war (Gibson et al., 2009b; Anil et al., 2006). Gibson et al. (2009a) vermuteten, dass der Effekt auf den Blutdruck, der beim Durchtrennen des ventralen Halsgewebes ohne Durchschneiden der Hauptblutgefäße ausgelöst wird, durch das Durchtrennen des vagosympathischen Nervenstranges zustande kommt.

Zusammenfassend bleibt festzustellen, dass es manifolde Einflüsse auf die Qualität der Entblutung und damit auf die Dauer bis zum Verlust der Empfindungs- und Wahrnehmungsfähigkeit gibt. Von diesen Einflussfaktoren sind einige nicht durch die Ausführungsqualität des Schnittes beeinflussbar.

### **3 Grundlagen der und Anforderungen an die Fixierung von Schlachtieren**

Fixierung wird vom DialRel Glossar definiert als Bewegungseinschränkung eines Tieres / das Halten des Tieres in der korrekten Position, um einen Arbeitsschritt (z.B. das Entbluten oder Betäuben) präzise durchführen zu können. Die ideale Fixierungsmethode für das Schlachten ist abhängig von den Tieren, die geschlachtet werden sollen, dem Schlachtverfahren (einschließlich der Schlachtgeschwindigkeit und der Art der Betäubung- und/oder der Entblutung) und den Fertigkeiten des Personals. Es gibt im Bezug auf den Tierschutz einige grundlegende Anforderungen an die Fixierung, die ungeachtet des Schlachtverfahrens erfüllt sein müssen (Holleben, 2007):

- Ein Tier sollte die Fixierungseinrichtung stressfrei betreten können oder sollte stressfrei in diese verbracht werden können;
- die Fixierung selbst darf keinen unnötigen Stress / Schmerz verursachen;
- die Zeitspanne, während der das Tier fixiert wird, muss so kurz wie möglich sein;
- die Fixierung darf keine Verletzungen verursachen;
- wenn eine mechanische oder elektrische Betäubungsmethode angewandt wird, muss die Fixierungsmethode einen sicheren Ansatz des Betäubungsgerätes erlauben; wenn die Schlachtung ohne Betäubung durchgeführt wird, muss die Fixierungsmethode eine korrekte Durchführung des Entbluteschnittes erlauben;
- ein sofortiges Nachbetäuben / Betäuben im Falle von länger anhaltender oder wiedererlangter Empfindungs- und Wahrnehmungsfähigkeit muss möglich sein;

- wenn der Blutentzug nicht in der Fixierungseinrichtung durchgeführt wird, muss ein schnelles Auswerfen möglich sein, um ein möglichst kurzes Intervall zwischen Betäuben und Blutentzug zu garantieren;
- eine Fixierungseinrichtung oder –methode muss der Größe, der Tierart und dem Typus der zu schlachtenden Tiere entsprechen;
- die Fixierung darf keinen negativen Einfluss auf die Ausblutung, die Schlachtkörper- oder Fleischqualität haben und sollte zur vorgesehenen Schlachtgeschwindigkeit passen;
- guter Arbeitsschutz muss erreicht werden.

Tiere begeben sich williger in eine Fixierungseinrichtung, wenn es keine Hindernisse gibt wie z.B. Zugluft, plötzliche zischende oder knallende Geräusche, dunkle Zonen, schimmernde Reflektionen, sich bewegende Menschen oder Teile der Schlachtlinie, rutschige Böden, unangemessene Steigungen oder Veränderungen der Struktur oder Farbe von Wänden oder Boden. Außerdem ist es hilfreich, wenn die Fixierungseinrichtung gut gestaltet ist, z.B. das Tier von Ablenkungen abschirmt oder nicht allzu sehr einer Sackgasse ähnelt. Folglich sind der Stress und die Anspannung, die ein Tier während der Fixierung erfährt, abhängig von der Qualität des Zutriebsweges zur Fixierungseinrichtung, der Bauart der Fixierungseinrichtung selbst, dem Grad der Fixierung (Enge oder Druck), der Dauer der Fixierung, der individuellen Erfahrung (Handling vor der Schlachtung) oder individuellen Merkmalen des Tieres (Aufregung, Abwehrreaktionen, Gewicht, Hörner) (Grandin, 1998b; Grandin, 1996; Grandin, 1994b).

Die Fixierungsmethode sollte keine Abwehrbewegungen oder Fluchtreaktionen des Tieres auslösen, die dann zu unsachgemäß durchgeführten Vorgängen aufgrund von falsch angesetzten Betäubungsgeräten oder Messern führen (Holleben, 2007). Alle Fixierungsmethoden sollten das Konzept des optimalen Druckes berücksichtigen. Die Einrichtung sollte das Tier so fest halten, dass eine Schlachtung ohne Abwehrbewegungen ermöglicht wird, aber exzessiver Druck, der Unbehagen erzeugen würde, sollte vermieden werden. Abwehrreaktionen sind oft ein Zeichen von übermäßigem Druck (Grandin, 2005).

Kleinere Tiere können von Hand in/ auf die Fixierungseinrichtung verbracht werden, z.B. können Schafe und Ziegen von Hand auf einen Tisch gehoben werden oder Geflügel kann in Schlachtbügel oder Trichter gesteckt werden. Diese Tiere können auch von Hand und ohne die Hilfe von aufwendigen mechanischen Einrichtungen fixiert werden. Für schwerere Tiere wie Rinder benötigt man kompliziertere technische Ausrüstung, sowohl um sie beim Zusammenbrechen zu halten als auch um einen ausreichenden Arbeitsschutz sicherzustellen (Holleben, 2007).

Das Fachwissen und die Fertigkeiten des Personals beim Umgang mit den Tieren und bei der Bedienung der Einrichtungen sind extrem wichtig, um Stress, Anspannung und Verletzungen während der Fixierung zu reduzieren und negative Einflüsse auf die Entblutung sowie die Schlachtkörper- und die Fleischqualität auszuschließen (Grandin, 1998a).

Im Bezug auf die verschiedenen Schlachtverfahren muss die Fixierungseinrichtung die Tiere halten / ihre Bewegungen einschränken aber auch das nachfolgende Prozedere ermöglichen:

- Ausführung des Schnittes und das Halten während der Entblutephase (*Schlachtung ohne Betäubung*),
- Ansatz eines Betäubungsgerätes und nachfolgendes rechtzeitiges Entbluten (*Schlachtung nach Betäubung*),
- Ausführung des Schnittes und nachfolgendes sofortiges Betäuben (*Betäubung nach dem Halsschnitt, sog. post cut stunning*).

### 3.1 Fixierung für das Schlachten ohne Betäubung

Die Fixierung für das Schlachten ohne Betäubung muss eine Streckung des Halses so gewährleisten, dass ein optimaler Schnitt ermöglicht wird. Weiterhin ist es wichtig, dass die Halswunde offen bleibt, um ein schnelles Entbluten und einen schnellstmöglichen Verlust der Empfindungs- und Wahrnehmungsfähigkeit zu erreichen. Mechanische und chemische Reize (z.B. Stoffwechselprodukte aus dem Blut) an der Wunde müssen minimiert werden, solange die Tiere die Empfindungs- und Wahrnehmungsfähigkeit noch nicht verloren haben (Grandin, 1993b). Eine adäquate Fixierung nach dem Schnitt ist für eine sachgemäße Entblutung unerlässlich (Rosen, 2004).

#### 3.1.1 Fixierung von Rindern beim Schlachten ohne Betäubung

Die Fixierung von Rindern kann entweder in aufrechter Position erfolgen, um 90 Grad gedreht auf der Seite liegend oder um 180 Grad gedreht auf dem Rücken liegend. Abhängig von praktischen oder religiösen Erwägungen kommen auch andere Drehungswinkel als 90 oder 180 Grad vor. Die Fixierung von Rindern durch Aufhängen an ihren Hinterbeinen verursacht Stress und Schmerzen und ist nach Maßgabe von Tierschutzstandards (Gregory, 2005b) und europäischer Gesetzgebung nicht zulässig.

Eine aufrechte Fixierung ist in einer Box oder Falle möglich - oftmals einer Spezialanfertigung, wobei der Hals durch ein Halfter mit seitlichen Gurten oder Ketten gestreckt oder angehoben wird. Kälber können in einer halboffenen Box von Hand fixiert werden, dabei werden Kopf und Hals manuell gestreckt. In technisch komplizierteren Fällen werden mechanische Systeme wie Kinnbügel als Kopfhalter bzw. Kopfheber eingesetzt. Die bekannteste Einrichtung zur aufrechten Fixierung ist die sogenannte Cincinatti oder ASPCA-Pen, die einen Kinnheber, einen Bauchhalter und einen Vorschieber enthält (Grandin 1993b). Auf der Basis dieses Prinzips sind ähnlich Boxen von einer Reihe von Schlachtbetriebsausstattungen gebaut und modifiziert worden, und auch die hauseigenen Techniker der Schlachtbetriebe haben Eigenbauten angefertigt. Ein Großteil der rotierenden Boxen kann auf ähnliche Weise wie das aufrechte System verwendet werden, indem sie einen Vorschieber und einen Kopfheber benutzen und die Tiere mit Hilfe verstellbarer Seitenwände einengen. Eine andere Art der aufrechten Fixierung von Rindern ist der Doppelschienenrestrainer (double rail – center track), auf dem die Rinder mit den Beinen in Grätschstellung ohne Bodenkontakt vorgefahren werden und ihr Körpergewicht unter Brustbein und Bauch gehalten wird. Sobald ein Tier am Vorderende des Restrainers ankommt, wird Kopf und Hals mit Hilfe eines Kinnhebers gestreckt und dann der Schnitt ausgeführt (Grandin, 1988). Diese Art von Equipment wird auch für Kälber und Schafe benutzt, hauptsächlich in Amerika, wo hohe Schlachtgeschwindigkeiten gefahren werden.

Die Fixierung von Rindern in Rückenlage wird in Drehfallen durchgeführt, wobei der Kopf fixiert wird und die Tiere seitlich eingeeengt und dann auf den Rücken gedreht werden. In dieser Position wird der Schnitt durchgeführt, und danach werden die Tiere ein wenig zurückgedreht, um aus der Box ausgeworfen und angeschlungen zu werden. Eine der ersten dieser Drehfallen war der sogenannte „Weinberg’sche Apparat“. Zu damaliger Zeit stellte der Weinbergapparat einen großen Fortschritt im Hinblick auf die Sicherheit dar, verglichen mit dem Fesseln der Beine und Niederwerfen (Levinger, 1976). Seit damals haben mehrere Zulieferer das Prinzip übernommen (z.B. Facomia, Frankreich; Banns, Deutschland; Nawi, Niederlande) und im Hinblick auf Anwendbarkeit und Tierschutz modifizierte Fallen entwickelt. Beispiele hierfür sind eine Neugestaltung der Kopffixierungen oder Kinnheber, des Nackenbügels, eine Veränderung des Anpressdrucks der Seitenwände und des Kopfhebers, der Einsatz von mechanischer Steuerung und ein gleichmäßigerer Ablauf beim Drehen und beim Wechsel von Drehrichtung, -winkel und -geschwindigkeit (Levinger, 1995).

Drehfallen können das Tier um seine eigene oder um eine externe Achse drehen (siehe auch DialRel WP2 Bericht über die spot visits).

Es ist auch möglich, Rinder in Seitenlage zu fixieren, indem man die gleichen Drehfallen wie für die Rückenlage benutzt, z.B. die Facomia Box. Die rotierenden Boxen werden dabei auf Positionen zwischen 45 und 90 Grad gedreht, und der Schnitt wird dann an den abgekippten Rindern ausgeführt. Kleinere Schlachthöfe benutzen Eigenbauten oder modifiziertes Equipment, wie Klauenpfegetische mit angebauten Kopfhaltern, um den Kopf der auf der Seite liegenden Rinder zu stützen.

Tierschutzbedenken zur Fixierung wurden über alle Methoden geäußert. Grandin (2005) schlug diesbezüglich vor, die Qualität einer Fixierungseinrichtung zum religiösen Schlachten von Rindern unter praktischen Bedingungen zu beurteilen, und zwar durch die Ermittlung „des Prozentsatzes der Tiere, die innerhalb von 10 bis 15 Sekunden nach dem Schnitt wahrnehmungsunfähig geworden sind“, „des Prozentsatzes der Tiere, die während des Handlings und der Fixierung vokalisieren“, „des Prozentsatzes der Tiere, bei denen ein Elektrotreiber während des Eintriebs zum Einsatz kommt“, „des Prozentsatzes der Tiere, die während des Handlings ausrutschen“ und „des Prozentsatzes der Tiere, die während des Handlings hinfallen“. Die Autorin konzentriert sich besonders auf Faktoren, die Aufregung hervorrufen, weil nach ihrer Erfahrung ein ruhiges Tier schneller kollabiert und die Empfindungs- und Wahrnehmungslosigkeit schneller einzusetzen scheint. Außerdem erleichtert ein ruhigeres Tier das Entbluten (Grandin und Regenstein, 1994).

Die aufrechte Fixierung von Rindern während des Schlachtens ohne Betäubung gilt als die bessere Methode, obwohl die Drehfallen verbessert worden sind. Allerdings haben auch einige Systeme für die aufrechte Fixierung Konstruktionsfehler, die eine gute Fixierung beeinträchtigen, z.B. durch übermäßigen Druck auf die Tiere, schlecht ausgelegte Kopfhalter / Kinnheber oder Überstreckung des Kopfes (Grandin, 2005; Grandin und Regenstein, 1994; Farm Animal Welfare Council, 1985). Regenstein und Grandin (1994) erwähnen Reaktionen der Tiere aufgrund von Wundirritationen, z.B. wenn die Wunde die Metallteile des Halsrahmens berührt. Dies führt zu Ausweichbewegungen und kann auch die Entblutung verlangsamen. Die Autorin empfiehlt auf ihrer Homepage, den Druck auf den Körper des Tieres unmittelbar nach dem Schnitt zu reduzieren, um eine gute Entblutung zu gewährleisten und einen schnellen Verlust der Empfindungs- und Wahrnehmungsfähigkeit sicherzustellen. Auch Berg (2007) erwähnt, dass Konstruktionsweise und Bedienung einer Stehendfalle zu Schmerz, Leiden und Stress beitragen können, durch übermäßigen Druck des Vorschiebers oder des Kopfhalters oder dadurch, dass die Wundränder sich gegenseitig berühren oder mit Boden oder Metallteilen der Falle in Kontakt kommen. Die Autorin berichtet, dass eine Überstreckung des Kopfes zu unzureichenden Schnitten führte, weil die Schlachter vermeiden wollten, dass das Messer den metallenen Kopfhalter berührte (Berg, 2007). Mitarbeiter des Farm Animal Welfare Council, die sowohl Schlachthöfe mit aufrechter Fixierung als auch solche mit Drehfallen besuchten, berichteten von der Schwierigkeit, das Tier nach dem Schnitt so zu halten, dass es gut gestützt war und in der Box nicht auf die Wunde fiel. Sie kamen zu dem Schluss, dass hierfür ein koordiniertes Zusammenspiel des Vorschiebers und des Bauchhalters notwendig ist (Farm Animal Welfare Council, 1985).

DialRel Forscher machten bei Besuchen von Einrichtungen für aufrechte Fixierung die folgenden Beobachtungen:

- Die Zeitspanne vom Eintritt in die Falle bis zur Fixierung betrug zwischen 5 und 35 Sekunden. Danach wurden in den schnellsten Betrieben zwischen 2 und 6 Sekunden benötigt, bevor der Schnitt ausgeführt wurde. In einigen Fällen konnten bis zu 5 Minuten vom Beginn der Kopffixierung bis zum Schnitt vergehen.

Längere Zeitspannen bis zur Fixierung müssen nicht unbedingt eine schlechte Konstruktion oder schlechtes Handling bedeuten, manchmal war es einfach notwendig, dass der Bediener sich die Zeit nahm. Allerdings war eine verzögerte Fixierung oft verbunden mit Beeinträchtigungen, wie rutschigem oder unebenem Boden, zischenden Geräuschen, übermäßigem Einsatz von Treibhilfen, unangemessenen Kopfhaltern oder Halsrahmen und damit auch aufgeregten Tieren oder hohem Aufwand für die Korrektur der Kopfposition im Kopfhalter. Ausgedehntere Zeiträume zwischen dem Beginn der Fixierung und dem Schnitt waren auch bedingt durch mangelnde Kenntnis oder Aufmerksamkeit seitens der Schlachter und zusätzliche Vorrichtungen wie Waschen des Halses. Dahingegen kann eine optimale Konstruktion zu einer schnellen Fixierung des Kopfes und Durchführung des Schnittes, innerhalb von 5 Sekunden nach Eintritt des Tieres in die Box, führen.

- Während der Fixierung in einer optimal konstruierten und bedienten Falle zur Stehendfixierung wurde nur wenig Vokalisation beobachtet. Dahingegen vokalisiertes beim Einsatz mangelhafter Kopfhalter und Halsrahmen 13% bis 19% der Tiere .
- Die Effizienz der Schnittausführung variierte zwischen den Schlachtern (zwischen 2 und 12 gesetzte Schnitte), was anzeigt, dass bei aufrechter Fixierung umfangreiche Fertigkeiten erforderlich sind. In Extremfällen wurden durchschnittlich 25 Schnitte pro Tier gesetzt.
- Körperliche Reaktionen auf den Schnitt, wie ein Zurückziehen oder zitternde Bewegungen, konnten nur beobachtet werden, wenn der Hals nicht überstreckt und nicht zu fest gehalten wurde.
- Die Behandlung der Tiere bei aufrechter Fixierung nach dem Schnitt variierte je nach Konstruktion der Falle (z.B. mit oder ohne Bauchhalter) und je nach Arbeitsroutinen. In einigen Fällen wurden die Tiere zwischen dem Kopfhalter und dem Vorschieber fest und mit gestrecktem Hals gehalten. In anderen Boxen wurden die Kopfhalter und/oder Vorschieber gelockert, manchmal soweit, dass die Rinder völlig selbstständig standen. Bei diesem Beispiel konnte eine Berührung der Wundoberflächen mit Metallteilen des Halsrahmens oft vermieden werden. In anderen Fällen berührten die Wundoberflächen die Metallteile des Rahmens des öfteren, und das führte zu aversiven Reaktionen, wie Versuchen den Hals zurückzuziehen. Die Tiere wurden zwischen 26 und 173 Sekunden nach dem Schnitt aus der aufrechten Fixierungseinrichtung freigegeben; es kam zu längeren Zeitintervallen, wenn sehr große Tiere in den Boxen stecken blieben. In einigen Fällen konnte der untere Teil der vorderen Boxenöffnung während des Entblutens Druck auf den unteren Hals ausüben, was zu einer Beeinträchtigung des Blutflusses und Blutspritzen führte.
- Blut aus den durchtrennten Gefäßen verteilte sich über die Wunde, gelangte in den Kehlkopf und drang auch in die Trachea ein. Auch Mageninhalt konnte sich über die Wundfläche verteilen, aber erst nach dem Auswurf der Tiere aus der Box.

Bei Tieren, die für die Schlachtung in rotierenden Fallen auf den Rücken gedreht wurden, kam es zu längeren Zeitintervallen vom Eintritt in die Falle bis zur abgeschlossenen Fixierung, sie zeigten heftigere Abwehrbewegungen über längere Zeiträume, erhöhte Vokalisationshäufigkeit, angestrengtere Atmung (besonders in Rückenlage), erhöhte Schaumbildung am Maul und höhere Serumkortisolkonzentrationen und Hämatokritwerte im Vergleich zu Rindern, die in aufrechter Position geschlachtet wurden (Koorts, 1991; Dunn, 1990). Der Farm Animal Welfare Council (1985) bezeichnete die Drehung als belastend und erwähnte besonders die erheblichen Beeinträchtigungen, die durch den mit beträchtlichem Gewicht und Größe auf das Zwerchfell und die Brustorgane pressenden Pansen aber auch

durch unsachgemäße Bedienung entstehen. Allerdings ist nicht klar ersichtlich, in welchem Ausmaß bei diesen Untersuchungen Drehfallen veralteter Bauart benutzt wurden. Die alten Ausführungen hatten suboptimale Kopfhalter und wurden möglicherweise schlecht bedient. Bei diesen Systemen konnte es in manchen Fällen sogar zu Ausbrechen der Rinder aus der Fixierungseinrichtung kommen, und oft musste mehr als ein Versuch gemacht werden, ein Tier in die Rückenlage zu drehen (Koorts, 1991). Tagawa et al. (1994) drehten gesunde Holstein Kühe mithilfe eines Operationstisches, an den die Kühe angegurtet waren, in rechte Seiten- und Rückenlage ohne sie zu schlachten. Sie kamen zu dem Schluss, dass die Seitenlage und in größerem Ausmass die Rückenlage einen erheblichen Stressfaktor darstellen, der die Atemfunktion beeinträchtigt. Die Plasmakortisolkonzentrationen erhöhten sich beim Wechsel der Position. Die Werte erhöhten sich auf mehr als das dreifache der Kontrollwerte, allerdings geschah dies erst nach 30 Minuten in der Rückenlage. Die arterielle Sauerstoffspannung und Sauerstoffsättigung waren direkt nach der Lageveränderung signifikant herabgesetzt, und die Verringerung war am ausgeprägtesten bei in Rückenlage fixierten Rindern (Tagawa et al., 1994). Eine herabgesetzte arterielle Sauerstoffspannung als Folge von Positionswechseln in rechte oder linke Seitenlage und in die Rückenlage wurde auch von Wagner et al. (1990) beobachtet, während weder bei Herz- und Atemfrequenz noch bei anderen Blutgaswerten signifikante Veränderungen auftraten. Van Oers (1987, siehe Gregory (2005b)) beobachtete heftigere Abwehrbewegungen, wenn der Kopf eines Tieres erst nach der Drehung fixiert wurde, im Vergleich mit einer Kopffixierung vor der Drehung. Dies wurde auch während der DialRel WP2 Betriebsbesuche beobachtet, außerdem wurden noch folgende Beobachtungen gemacht:

- Der Zeitintervall zwischen Eintritt in die Box und Fixierung des Kopfes (wenn eine Kopffixierung erfolgte) betrug zwischen 13 und 100 Sekunden. Längere Zeitintervalle deuteten häufig auf Schwierigkeiten bei der Fixierung hin, die auf einer mangelhaften Konstruktion des Kopfhebers beruhten. In manchen Boxen wurden zusätzlich noch ein Halfter oder eine Kette benutzt, um eine ausreichende Fixierung von Kopf und Hals zu erreichen. Wenn der Kopf vor der Drehung nicht ausreichend fixiert war, wurden mehr Abwehrbewegungen beobachtet und manchmal kam es zum Verdrehen des Halses während der Fixierung. Dies war eine Folge davon, dass die Bediener versuchten, den Kopf des Tieres während oder nach der Drehung zu fixieren.
- Die Drehung erfolgte rechts- oder linksherum innerhalb von 8-15 Sekunden. Wenn die Tiere über eine externe Achse gedreht wurden, dauerte die Drehung länger (durchschnittlich 52 Sekunden). Der Schnitt wurde zwischen 10 und 60 Sekunden nach Beginn der Drehung durchgeführt. Die Reaktionen während der Drehung waren aufgerissene Augen, kurze oder andauernde Abwehrbewegungen (oft wiederholt über mehrere Sekunden), Aufrichtversuche von Kopf und Körper, Vokalisation (bis zu 15% der Rinder) und angestrengte gepresste Atmung, besonders in der Rückenlage. Zu berücksichtigen hierbei ist, dass unter Routinebedingungen die Reaktionen von Rindern schwierig zu erheben sind, weil die Boxen vornehmlich geschlossen gebaut sind und weil die Reaktionen durch den Fixierungsvorgang maskiert werden können (Grandin und Regenstein, 1994).
- Wenn der Kopf vom Kopfhalter sicher fixiert war, wurde der Schnitt innerhalb von 2-4 Sekunden nach Ende der Drehung angesetzt, während es bis zu einer Minute und manchmal auch noch länger dauern konnte, wenn die Kopfposition nach der Drehung des Tieres noch korrigiert werden musste. Die Effizienz der Schnittausführung variierte zwischen den Schlachtern (zwischen 3 und 13 Schnitte wurden auf den während WP2 beurteilten Betrieben gesetzt).

- Bewegungsreaktionen auf den Schnitt, wie Zurückziehen oder Zittern, konnte beobachtet werden, falls der Hals nicht zu straff fixiert war. Oft wurde nach dem Schnitt der Kopfhalter gelockert, um die Entblutung zu verbessern. Dies ermöglichte z.T. heftige Bewegung des Halses, und führte bei diesen Tieren auch zum Kontakt der Wunde mit den Metallteilen des Kopfhalters.
- Nach dem Schnitt wurde das Tier entweder für bis zu einer Minute (in Einzelfällen länger) in der Rückenlage belassen, oder es wurde wieder in die aufrechte Stellung zurückgedreht und manchmal nur ein paar Sekunden nach dem Schnitt ausgeworfen.
- Während die Tiere auf dem Rücken lagen, verteilten sich Blut und Panseninhalt oft über die proximalen und distalen Wundflächen und gelangten auch in Kehlkopf und Trachea. Dies war abhängig vom Grad der Halsstreckung und der Position des Schnittes.

Die Aspiration von Blut und ausfließendem Mageninhalt nach dem Schnitt wird beim Schlachten ohne Betäubung als tierschutzrelevant angesehen. Obwohl dieses Problem hauptsächlich mit der Rückenlage in Verbindung gebracht wird, kam es auch in der aufrechten Position bei Halal und Shechita Schlachtung vor (Gregory et al., 2009). Die Autoren untersuchten die Atemwege von Rindern nach Shechita und Halal Schlachtung ohne Betäubung und auch von Bolzenschussbetäubten Tieren. Bei allen Verfahren wurde der Schnitt an Tieren in aufrechter Position durchgeführt. Die Studie ergab, dass Blut die Innenwand der Trachea bedeckte bei 19% der Shechita, 58% der Halal und 21% der betäubt geschlachteten Rinder. Es wurde Blut in den oberen Bronchien von 36% der Shechita, 69% der Halal und 31% der betäubt geschlachteten Rinder gefunden. Zehn Prozent der Shechita, 19% der Halal und 0% der betäubt geschlachteten Rinder wiesen einen feinen, hellrot blutgefärbten Schaum in der Trachea auf. Bei allen Rindern bedeckte Blut den Kehlkopf. Es wurde der Schluss gezogen, dass durch Blut hervorgerufene Atemwegsirritationen bei solchen Tieren Leiden verursachen können, die entweder vor der Schlachtung nicht betäubt werden oder die Empfindungs- und Wahrnehmungsfähigkeit nicht schnell verlieren, wenn sich Blut in den Atemwegen befindet (Gregory et al., 2009). Diese Bedenken basieren auf der Tatsache, dass Flüssigkeit in den Atemwegen von wahrnehmungsfähigen Tieren zu einer Irritation der sensorischen Rezeptoren, die die Atemwege auskleiden, und besonders den Rezeptoren an der Glottis und der Carina führen. Bei Tieren mit intaktem Vagusnerven wäre ein Husten- oder Auswurfreflex die Folge, aber Husten ist bei durchtrenntem Vagusnerven unmöglich (Canning, 2007), obwohl eine Irritation der unteren Atemwege immer noch über sympathisch-spinale afferente Nervenbahnen wahrgenommen werden kann (Quin et al., 2007). Zusätzlich könnte die Glottis berührendes Blut eine Irritation der oberen Atemwege hervorrufen, die unter normalen Umständen den kranialen (oberen) Kehlkopfnerve aktivieren würde, welcher durch den Schnitt nicht durchtrennt wird (Gregory et al., 2009).

Auch die Fixierung von Rindern in der Seitenlage wird zur Fixierung von Tieren während der Schlachtung ohne Betäubung angewandt. Petty et al. (1994) untersuchten unter gewerblichen Bedingungen Shechita und konventionelle Schlachtung nach Bolzenschussbetäubung bei Rindern, die entweder in aufrechter Stellung oder um 90 Grad gedreht fixiert waren. Sie kamen zu dem Schluss, dass Rinder in Seitenlage weniger gestresst sind als in Rückenlage, weil der Pansen nicht auf das Zwerchfell drückt und keine Atemschwierigkeiten erzeugt. Allerdings kommt es auch in Seitenlage noch zu Druck auf die inneren Organe (Tagawa et al., 1994; Petty et al., 1991). Labooij und Kijlstra (2008) analysierten den aktuellen Wissensstand über Drehfallen, unter besonderer Berücksichtigung der Situation in den Niederlanden, und empfahlen, dass die derzeit benutzten Einrichtungen zum Drehen der Tiere überarbeitet und weiterentwickelt werden sollten, um die Fixierung zu verbessern und gleichzeitig eine teilweise Seitwärtsdrehung für eine leichtere Durchführung des Halsschnittes zu erlauben.

Erfahrungen während des DialRel Projektes ergaben, dass die Seitenlage zur Vermeidung einiger Probleme, wie Druck auf die Aorta, Hauptvenen und Zwerchfell, beitragen kann. Die Drehung bei Seitenlagesystemen ist in der Regel kürzer, und die Tiere können während und nach dem Zusammenbrechen mit weniger Druck gestützt werden. Allerdings können andere Schwierigkeiten entstehen, weil die Durchführung des Schnittes an diese Position angepasst werden muss. Unzulänglichkeiten der Anlagen und der Schlachter können, ähnlich wie bei der Rückenlage, auch hier zu Problemen führen, z.B. bezüglich Manipulation der Wunde nach dem Schnitt. Den Erfahrungen auf den Schlachthöfen zufolge, die von den DialRel Tierärzten für WP2 besucht wurden, variierte die Zeitspanne vom Anfang der Kopffixierung bis zum Schnitt zwischen einer Minute und mehr als sechs Minuten. Die Drehung auf 90 Grad dauerte zwischen 8 und 13 Sekunden. Die Anzahl der durchgeführten Schnitte betrug zwischen 4 und 13. Als Reaktion auf den Schnitt konnte Zurückziehen beobachtet werden. Rinder wurden zwischen 112 und 193 Sekunden nach dem Schnitt freigegeben. Bei Systemen, die die Tiere bis auf 45 Grad drehen, waren die Rotationszeiten kürzer. Sowohl Drehen als auch Schnitt waren in der Regel innerhalb von 10 Sekunden nach Eintritt in die Box vollzogen.

Aus der Literatur und der Erfahrung während des Projekts war nicht ersichtlich, ob eine Drehung auf die linke oder rechte Seite vorzuziehen ist. Dies könnte einen Einfluss haben auf den Druck, der auf den Pansen wirkt, die an der Trachea ziehenden Kräfte sowie den Druck auf die in die Wunde führenden Gefäße und damit auch den Blutfluss.

In der Türkei wurde während der WP2 spot visits beobachtet, dass einige Schlachthöfe eine Methode benutzen, bei der das frei stehende Tier an einem Bein angeschlungen wird. Die Tiere wurden aufgezogen, bis nur noch eine Schulter und der Kopf das Gewicht des Tieres stützten. Manchmal wurde das Tier vollständig aufgezogen und dann wieder auf seinen Kopf und seine Schulter abgesenkt. Danach wurde der Halsschnitt durchgeführt, bevor das Aufziehen abgeschlossen wurde. Einrichtungen zur Stehendfixierung wurden auch benutzt, indem ein Hinterbein durch eine untere Aussparung angeschlungen wurde, bevor das Tor geöffnet wurde. Danach wurde das Tier herausgezerrt und für den Schnitt halb aufgezogen. Diese Methode wurde sowohl für Halal als auch für Shechita benutzt. In diesem Fall war die durchschnittliche Dauer vom Auswurf bis zum Schnitt 67 Sekunden. Während des Aufziehens kam es häufig zu Vokalisationen, die Rinder zeigten Abwehrbewegungen und versuchten, sich aufzurichten.

Bei allen Formen der Fixierung von Rindern ist es möglich, dass Stress vor dem Schnitt und die Position des Tieres vor und nach dem Schnitt einen deutlichen Einfluss auf die Entblutung und die Ausblutung haben (siehe 2.8.3).

### **3.1.2 Fixierung von Schafen und Ziegen beim Schlachten ohne Betäubung**

Schafe und Ziegen können entweder in einer aufrechten Position, in Seitenlage oder in Rückenlage fixiert werden (Levinger, 1995). Es werden auch Drehungen auf andere Positionen als 90 und 180 Grad verwendet. Die Fixierung selbst von kleinen Tieren, wie Lämmern oder Ziegenkitzen, durch Aufhängen an den Hintergliedmaßen steht nicht im Einklang mit Tierschutzstandards. Trotzdem wird es in Europa immer noch durchgeführt (siehe DialRel WP2).

Schafe und Ziegen werden in aufrechter Position meist von Hand oder zwischen den Beinen des Schlachters fixiert, wobei mithilfe eines Zaunes oder einer Mauer verhindert wird, dass das Tier rückwärts geht, und der Hals des Tieres von Hand gestreckt wird. Die aufrechte Fixierung kann auch in speziell angefertigten Restrainern durchgeführt werden, wie dem des US Northeast Schaf- und Ziegenvermarktungsprogramms, der für die Schlachtung von Einzeltieren auf der Farm entwickelt wurde (Regenstein, 2000). Bei diesen Systemen muss sowohl der Schnitt als auch das Handling nach dem Schnitt sorgfältig koordiniert werden, und

ein Intervall von mindestens einer Minute bis zum Beginn weiterer Verrichtungen ist empfehlenswert. Für höhere Schlachtgeschwindigkeiten sind Doppelschienenrestrainer entwickelt worden, die den bei Rindern benutzten ähneln (Levinger, 1995; Giger et al., 1977).

Studien ergaben, dass es schwieriger war, Schafe ein zweites Mal durch einen Zutriebsgang zu bewegen, wenn sie am Gangende im vorhergehenden Durchgang für 30 Sekunden in Rückenlage gehalten wurden (Rushen, 1986; Hutson, 1982; Hutson und Butler, 1978). Es ist wichtig, dass Schafe unverzüglich und ohne zu zögern fixiert werden; dabei sollte so wenig Druck wie möglich ausgeübt werden, um unnötige Belastungen zu vermeiden (Ewbank, 1968). Das Halten oder Anheben durch Griff in die Wolle sollte vermieden werden (Holleben, 2007).

Nach DialRel Erfahrung wird die Fixierung von Schafen und Ziegen in Seitenlage durchgeführt, indem man sie auf einen Tisch hebt oder auf den Boden legt, wo sie von Hand gehalten oder ihre Beine durch Gurte oder Ketten am Tisch befestigt werden. Der Kopf des Tieres wird während und nach dem Schnitt entweder von Hand gehalten oder von einem Tisch oder Gitterrost gestützt. V-förmige Restrainer, aus denen die Tiere von Hand gehoben werden, werden benutzt, um sie zum Tisch zu befördern. Für höhere Geschwindigkeiten werden manchmal mechanische Einrichtungen verwendet, die die Tiere zwischen verstellbaren Seitenwänden halten und sie dann auf die Seite und in die durch religiöse Vorschriften bestimmte Richtung bringen. Auch hierbei werden die Tiere von Hand in die Restrainer verbracht, und der Kopf wird während und nach dem Schnitt manuell gestützt. Es konnte auch beobachtet werden (Catanese et al., 2009; Cenci Goga et al., 2009), dass Schafe für die Koshere Schlachtung (bis zu 17kg Lebendgewicht, Schlachtgeschwindigkeit über 200/h) und für die Halal Schlachtung (bis zu 55kg Lebendgewicht, Schlachtgeschwindigkeit bis über 150/h) vor dem Schnitt an einem Bein angeschlungen wurden. Die durchschnittliche Anschlingdauer vor der Durchführung des Schnittes betrug zwischen 1 und 4 Minuten, konnte aber 5 Minuten erreichen, wenn Zeit benötigt wurde, um das Messer zu schärfen, oder der Schlachter vor dem Schnitt erst an das Tier herantreten musste. Während die Tiere vor dem Stechen angeschlungen waren, hingen einige ruhig, wohingegen andere strampelten. Die Abwehrbewegungen verstärkten sich, wenn ein Schaf ein anderes strampelndes Schaf berührte. Die Reaktionen der Schafe bestanden außerdem aus Seitwärtsdrehen des Kopfes und einem augenscheinlichen Sich-Umsehen, Ausschlagen mit der Hintergliedmaße und heftigen Abwehrbewegungen des ganzen Körpers. Letzteres wurde als Fluchtverhalten interpretiert. Als Reaktion auf den Schnitt kam es manchmal zu Abwehrbewegungen und Vokalisation.

### 3.1.3 Fixierung von Geflügel beim Schlachten ohne Betäubung

Barnett et al. (2007) berichten, dass während der Shechita Schlachtung jedes einzelne Huhn manuell von einer Person fixiert wird, die beide Beine in einer erhobenen Hand hält und mit dem anderen Unterarm und der anderen Hand den Rücken des Tieres bei angelegten Flügeln stützt. Der Shochet ist dann in der Lage, mit seiner linken Hand den Kopf der Tieres zu strecken, wobei der Daumen in Schnabelnähe des Vogels gegen die Unterseite des oberen Halsteils gedrückt wird, um alle Blutgefäße mit dem Messer in der rechten Hand zu durchtrennen. Das Huhn wird dann an eine dritte Person übergeben, die es in einen Entblutetrichter steckt (Barnett et al. 2007). Bei anderen Methoden der Halal Schlachtung werden die Vögel vor dem Schnitt in einen Trichter verbracht oder in Seitenlage gelegt. Nach DialRel Erfahrung wird Geflügel für Shechita manuell fixiert oder Hühner und Puten werden vor dem Schnitt in Schlachtbügel eingehängt, obwohl letzteres nicht den Kosher Regeln entspricht. In der hängenden Position waren die Tiere entweder ruhig oder sie schlugen mit den Flügeln, in einigen Fällen heftig und lang anhaltend.

### 3.2 Fixierung für die Betäubung vor der Schlachtung

Bei der Anwendung elektrischer und mechanischer Betäubungsmethoden ist es wichtig, das Betäubungsgerät korrekt am Kopf des Tieres zu platzieren. Gewöhnlich erfordert dies eine individuelle Ruhigstellung des Tieres. Tabelle 3 gibt einen Überblick der Fixierungsmethoden. Die Entblutung wird entweder in der Fixierungseinrichtung vorgenommen oder nach dem Auswurf am angeschlungenen Tier.

**Tabelle 3: Überblick zu Fixierungsmethoden für die Betäubung von Einzeltieren**

	Rinder	Schafe	Geflügel
Elektrische Betäubung	Einzeltierbox mit manuellem Ansatz der Elektroden	Einzeltierbox oder Festhalten von Hand oder V-förmiger Restrainer/ Doppelschienenrestrainer mit manuellem Ansatz der Elektroden	Schlachtbügel
	Einzeltierbox mit automatischem Ansatz der Elektroden, z.B. Jarvis, Bann	Manuelle Fixierung in Seitenlage auf einem Tisch	Schlachttrichter
	von Hand gehaltenes Halfter	Fixierung zwischen den Beinen des Schlachters/ gegen eine Wand gehalten oder von Hand	von Hand/ in einer Schale/ Schlachthalterung sitzend
		Anschlingen (Lämmer)	
		Betäubung in Gruppen	
Mechanische Betäubung	Einzeltierbox, manueller Ansatz des Betäubungsgerätes	Einzeltierrestrainer oder -box, manueller Ansatz des Betäubungsgerätes	Schlachtbügel
	von Hand gehaltenes Halfter	Fixierung zwischen den Beinen des Schlachters/ gegen eube Wand gehalten, Kinn von Hand	Schlachttrichter
			von Hand/ zwischen den Beinen des Schlachters (Puten)

Wenn die zehn am Anfang von Kapitel 3 aufgelisteten allgemeinen Anforderungen nicht erfüllt sind, kann unsachgemäße Fixierung zu unvollständiger Betäubung führen, wenn Betäubungsgeräte, wie Zangen und Bolzenschussgeräte, falsch angesetzt oder mit Unterbrechungen angewendet werden. Außerdem kann es zu einer verzögerten Entblutung kommen, wenn die Tiere nicht ausreichend schnell in die Entbluteposition transferiert werden (Adams und Sheridan, 2008; EFSA, 2004; Holleben et al., 2002; Ilgert, 1985).

Bei Rinderschlachtungen mit hohen Geschwindigkeiten verbessern konkav geformte Kopftische in Verbindung mit Vorschiebern die Zielsicherheit beim Bolzenschuss (Holleben, 2007). Dagegen führen zu enge Fixierungen des Kopfes (z.B. durch Kinnheber und Nackenjoch in einer schlecht ausgelegten Anlage) zu erhöhtem Stress und verlängerten Zeiten bis zur Kopffixierung (Ewbank, 1992). In Deutschland (Tröger, 2002) und Neuseeland (Gilbert, 1993) wurden Anlagen mit automatischem Elektrodenansatz durch Nackenjoch und Nasenelektroden für die elektrische Betäubung von Rindern entwickelt. Diese Anlagen werden für konventionelle Schlachtung und für die Halal Schlachtung verwendet. In Europa wird in kleinen Schlachthanlagen manueller Elektrodenansatz in Betäubungsfallen praktiziert (Wenzlawowicz, 2010). Während der DialRel spot visits wurde die elektrische Betäubung auch in Drehfallen durchgeführt, und zwar nachdem die Rinder innerhalb von 13 Sekunden

nach Eintritt in die Falle in Rückenlage gedreht worden waren. Diese Vorgehensweise wurde dann dahingehend geändert, dass die Drehung schneller ausgeführt und die elektrische Betäubung während der Drehung durchgeführt wird. Der Halal Schnitt wird jetzt am gedrehten Tier in Rückenlage ausgeführt. Danach bleiben die Tiere während der Entblutung für 3 bis 4 Minuten in der Box, um dann teilweise zurückgedreht und zum Anschlingen aus der Box ausgeworfen zu werden.

Schafe folgen einander naturgemäß, stellen sich häufig hintereinander auf, treten freiwillig in einen gut angelegten Restrainer oder eine Falle ein und zeigen dabei für gewöhnlich wenig oder gar keine Aufregung. Allerdings führt unsachgemäßes Handling, wie das ins Vlies Greifen oder das Ausüben von Druck auf die falschen Körperteile während der manuellen Fixierung, zu vermehrt Stress und Aufregung (Hutson, 1993). Wenn Schafe in Gruppen in einer Bucht betäubt werden, können sie ihre Köpfe unter anderen Tieren verstecken, was einen korrekten Elektrodenansatz erschwert. Außerdem können andere Tiere der Gruppe durch Kontakt mit dem elektrisch betäubten Tier schmerzhaft Elektroschocks erhalten. Schafe sollten einzeln von Hand, in einer Falle oder in einem Restrainer fixiert werden, um unvollständige Betäubungen und schmerzhaft Elektroschocks zu minimieren (EFSA, 2004, p.77).

Bei Geflügel wurden hinsichtlich der Praxis des Aufhängens der lebenden Tiere vor der Schlachtung die meisten Bedenken geäußert. Der während des Hängens in den Schlachtbügeln auftretende Druck auf die Ständer ist besonders hoch bei Beindeformierungen oder mit steigendem Gewicht und steigender Größe, gerade bei Puten. Allerdings gibt es einige moderne Schlachtlinien, die für Vögel unterschiedlicher Größe ausgelegt sind, aber sie werden unter den herrschenden Produktionsbedingungen nicht routinemäßig angewandt (Gentle und Tilston, 2000; Gregory, 1998b; Gregory und Wilkins, 1990; Gregory et al., 1989). In der entsprechenden europäischen Gesetzgebung ist die Dauer des Hängens limitiert, und es wird sogar ein schrittweises Verbot des Aufhängens vor der Schlachtung diskutiert. Bei Gasbetäubungssystemen verbleibt das Geflügel entweder in den Transportbehältern oder es wird automatisch aus den Behältern auf ein Förderband gekippt. Folglich gibt es bei diesen Systemen keinen Bedarf für eine Einzelfixierung. Kippmodule, die für das Auskippen der Vögel aus den Transportbehältern eingesetzt werden, müssen so konstruiert sein, dass das Herausgleiten – nicht Herausfallen – der Vögel auf eine ausreichend große Fläche des Bandes erreicht wird. Dies ist notwendig, um das Auftreten von roten Flügelspitzen infolge Flügelschlagens zu vermeiden, das bei einigen dieser Systeme vermehrt vorkommt.

### **3.3 Fixierung für die Betäubung nach dem Halsschnitt**

Im Allgemeinen birgt die Fixierung zur Betäubung nach dem Halsschnitt (sog. post-cut stunning) die gleichen Probleme wie die zur Schlachtung ohne Betäubung, bis zu dem Zeitpunkt, an dem die Betäubung erfolgt. Für die Durchführung eines optimalen Schnittes muss die Fixierung zunächst gewährleisten, dass der Hals gestreckt werden kann. Außerdem muss die Halswunde offen bleiben, um ein schnelles Ausbluten zu ermöglichen. Zusätzlich zu diesen Anforderungen muss eine solche Anlage einen sicheren Ansatz von Betäubungsgeräten unmittelbar nach dem Schnitt ermöglichen. Die Länge des Zeitintervalls zwischen dem Halsschnitt und dem Ansatz des Betäubungsgerätes ist besonders von der Art der Fixierung des Tieres abhängig (Binder, 2010). Bei Rindern kann dieses Intervall entweder von technischen Voraussetzungen im Bezug auf die Auslegung der Fixierungseinrichtung abhängen (z.B. wenn der Kopf des Tieres für den Ansatz des Betäubungsgerätes nicht zugänglich ist), oder ein verlängertes Intervall kann aufgrund einer unsachgemäßen Durchführung entstehen (z.B. wenn der Betäuber sich nicht bereithält, um die Betäubung

unmittelbar anzubringen). Außerdem können religiöse Beweggründe zu einer Verzögerung der Betäubung nach dem Schnitt beitragen (Berg, 2007).

Beobachtungen der ersten Autorin betreffen die Schlachtung von acht Kälbern bei aufrechter manueller Fixierung in einer halb geschlossenen Box. Der Kopf der Tiere wurde von Hand gestreckt und die Tiere wurden durchschnittlich 3 Sekunden nach dem Schnitt (1,8 bis 4,6 Sekunden) mittels Bolzenschuss betäubt. Sowohl der Schnitt als auch die Betäubung wurden am stehenden Tier durchgeführt. An adulten Rindern in aufrechter Fixierung, bei denen der Kopf von einem Kopfheber gehalten wurde, ermittelte Berg (2007) ein Zeitintervall vom Anfang des Schnittes bis zum Betäuben nach dem Schnitt von 30 bis 40 Sekunden und manchmal sogar länger (60 bis 120 Sekunden), obwohl die Betäubung innerhalb von 5 Sekunden möglich gewesen wäre. Die Betäubung von Rindern nach dem Schnitt in rotierenden Fallen sollte ebenfalls unmittelbar nach dem Schnitt erfolgen (Gsandner, 2005), allerdings wurden hier 12 bis 15 Sekunden zwischen Schnitt und Betäubung gemessen. Diese Zeitspanne war nötig, um die Tiere aus der Schnittposition in eine Position zu bringen, in der das Bolzenschussgerät angesetzt werden konnte (Binder, 2010; Berg, 2007). In einem von DialRel bewerteten Schlachthof, in dem Rinder für den Schnitt in Rückenlage gebracht wurden, vergingen 26 Sekunden zwischen Schnitt und Betäubung. Bei einer Drehung auf 45 Grad konnte die Betäubung hingegen sehr schnell nach dem Schnitt durchgeführt werden.

Vom Standpunkt des Tierschutzes gesehen wird der Schluss gezogen, dass für eine Betäubung nach dem Schnitt bei der Fixierung der Zugang sowohl hinsichtlich optimaler Schnittführung als auch hinsichtlich des Ansatzes des Betäubungsgerätes entscheidend ist.

Zusammenfassend sind die Anforderungen an eine Fixierung und die Tierschutzrelevanz einer unsachgemäßen Fixierung von der Schlachtmethode und der Tierart abhängig. Bei allen Schlachtmethoden ist es schwierig, Tiere unterschiedlicher Größe und Form zu fixieren. Dies trifft vor allem auf sehr große Tiere wie ausgewachsene Rinder zu. Die besondere Herausforderung bei der Schlachtung ohne Betäubung besteht darin, die Fixierung während und nach dem Schnitt zu managen. Die Bedenken hierzu werden in Kapitel 4 zusammengefasst.

## **4 Schlachtmethoden (Grundlagen und Bedenken)**

### **4.1 Halsschnitt ohne Betäubung**

Schlachtung ohne Betäubung wird dann durchgeführt, wenn religiöse Vorschriften eine Betäubung nicht erlauben. Die religiöse Schlachtung im Sinne des DialRel Glossars ist eine Schlachtung im Einklang mit religiösen Vorschriften, was nicht unbedingt bedeutet, dass das Schlachten ohne Betäubung durchgeführt wird. Im Folgenden werden die Frage des Schmerzes während des Schnittes und die Zeitdauer bis zum Verlust der Ansprechbarkeit des Gehirns nach dem Schnitt erläutert.

#### **4.1.1 Der Schnitt**

Die Frage nach der Schmerzhaftigkeit des Schnittes, selbst wenn dieser von einem perfekt geschulten Schlachter mit einem perfekt geschärften Messer an einem ruhigen Tier durchgeführt wird, ist von größter Tierschutzrelevanz bei der betäubungslosen Schlachtung. Schmerz im allgemeinen, die Schmerzempfindung und verschiedene Qualitäten von Schmerz wurden im Kapitel 2.1 beschrieben. Der nozizeptive Schmerz, der während der Schlachtung durch mechanische Faktoren des Schnittes hervorgerufen wird, kann auch durch einen

sauberen Schnitt nicht beeinflusst werden. Indessen kann der Schweregrad des entzündlichen Schmerzes, der durch die Gewebeschädigung erzeugt wird, durch einen guten Schnitt vermindert aber nicht eliminiert werden (Brooks und Tracey, 2005; Woolf, 2004). Während Wunden, die mit Zerreißen von Gewebe oder multiplen Schnitten einhergehen, eine größere Aktivierung von Nozizeptoren erzeugen als ein sauberer Schnitt, werden Nozizeptoren selbst als Antwort auf einen einzelnen tiefen Halsschnitt zur Durchtrennung der Halsgefäße noch aktiviert, unabhängig von der Schärfe des Messers. Aufgrund der physiologischen Gegebenheiten ist bekannt, dass große Wunden für gewöhnlich eine bedeutende Schmerzantwort auslösen (EFSA, 2004, Seite 21).

Bei Kälbern und Rindern, die in einer stressarmen Stehendfalle fixiert wurden, beschreiben Grandin und Regenstein (1994) eine geringe oder gar keine Reaktion auf den Halsschnitt, mit Ausnahme eines leichten Zusammenzuckens beim ersten Ansetzen der Klinge am Hals. Die Tiere machten keine Ausweichversuche, und es gab kaum sichtbare Reaktionen des Körpers oder der Beine der Tiere während des Halsschnittes. Wenig oder keine Reaktion auf den Halsschnitt zeigten auch 6 von Bager et al. (1992) untersuchte Kälber.

Andere Wissenschaftler vertreten die Auffassung, dass Schmerz in erheblichem Ausmaß involviert ist. Sie weisen darauf hin, dass ein für rasches Ausbluten erforderlicher Schnitt in mit Nozizeptoren gut versorgten Körperregionen erhebliche Gewebeschäden verursacht (Kavalier, 1989). Jeder Schnitt, der darauf abzielt, das Tier durch schnellen Blutentzug zu töten, zieht eine umfassende Aktivierung des protektiven nozizeptiven Systems zum Erkennen von Gewebeschäden nach sich und führt zu einer Schmerzempfindung beim Tier (EFSA, 2004, Seite 21). Die durchtrennten Gewebe umfassen Haut, lange Zungenbeinmuskeln, Trachea, Ösophagus, beide Jugularvenen, beide Halsschlagadern, beide Trunci vagosympathici, beide Nervi recurrentes, beide Trunci juguaris und Teile der langen Halsmuskeln (König, 1999). In ihrer Literaturübersicht untermauern Lamboij und Kijlstra (2008) die oben erwähnte Ansicht, dass der Halsschnitt selbst eine Schmerzempfindung auslöst, weil die entsprechende Körperregion eine hohe Dichte an Schmerzrezeptoren aufweist. Bei einigen Tieren könnte jedoch ein vorübergehender akuter Schock die Empfindung oder den Ausdruck von Schmerz blockieren (Lamboij und Kijlstra, 2009).

Berichte über Verhaltensänderungen von Tieren während der betäubungslosen Schlachtung basieren häufig auf nicht wissenschaftlich abgesicherten Beobachtungen. Dabei werden die Gegebenheiten des Schnittes nicht genau beschrieben (z.B. Messerschärfe, Fertigkeiten des Schlachters), oder es wird nicht erwähnt, ob die Reaktionen auf den ersten Schnitt, einen Wiederholungsschnitt oder einen nachträglichen Schnitt erfolgen. Zusätzlich wird die Interpretation der Reaktionen auf den Schnitt dadurch erschwert, dass Tiere möglicherweise nicht zu einer Reaktion in der Lage sind oder dass Reaktionen maskiert sind aufgrund der Position der Tiere (z.B. angeschlungen oder in einer Kopffixierung), aufgrund von natürlichem Erstarrungsverhalten oder aufgrund von nur begrenzt möglicher Reaktion infolge Durchschneidens der benötigten Organe (z.B. ist Vokalisation bei durchtrennter Trachea unmöglich (siehe oben)). Auch Ohnmacht während eines hämorrhagischen Schocks kann die Bewegung erschweren. Infolgedessen muss die geringe Ausprägung der Reaktionen auf den Halsschnitt nicht unbedingt bedeuten, dass das Individuum keinen Schmerz gespürt hat (EFSA, 2004, Seite 24; Schatzmann, 2001). Auf der anderen Seite wird behauptet, das geringe Antwortverhalten auf den Schnitt demonstriere, dass der Schnitt nicht schmerzhaft sei (Levinger, 1995; Levinger, 1976).

Gleichwohl sind Verhaltensbeobachtungen das wichtigste Werkzeug zur Beurteilung von Schmerzen und Leiden, besonders unter Praxisbedingungen. Zusätzliche Information kann durch Erfassen einfacher physiologischer Größen, wie Herzfrequenz, Atemfrequenz und Körpertemperatur, gewonnen werden (Barnett, 1997). Doch diese Parameter brauchen Zeit um sich zu verändern und können durch unwillkürliche Reaktionen auf den Schnitt, wie den

Blutverlust, beeinflusst werden. Während schmerzinduzierte Bedrängnis normalerweise über Reaktionen der Nebennierenrinde bewertet werden kann, können diese bei Tieren mit durchtrennter Kehle nicht beurteilt werden, weil ACTH die Nebennieren über das Blut nicht erreichen kann. Außerdem brauchen Glukokortikoidantworten mehr als 2 Minuten, um deutlich zu werden. Daher ist das Ausbleiben eines Kortisolanstiegs im Blut, das in manchen Studien (Tume und Shaw, 1992) beschrieben wird, nicht verwunderlich.

Barnett et al. (2007) untersuchten Koshere Schlachtung von Hühnern, die einzeln von Hand fixiert wurden, wobei der Hals einem fachkundigen Schlachter präsentiert wurde. Die Ergebnisse zeigten, dass 4 von 100 Vögeln auf den Halsschnitt mäßig reagierten, indem sie geringfügige lokale Bewegung des Halses oder Kopfes ohne Körper- und/oder Beinbewegungen zeigten.

Klein (1927) beobachtete die Reaktionen eines Schafes nach betäubungsloser Schlachtung in aufrechter Position und folgte aus der unmittelbaren Flucht, dass der Schnitt schmerzhaft gewesen war. Ein junger Ochse, der für den Schnitt niedergeschnürt und nach dem Schnitt befreit wurde, zeigte Abwehrbewegungen, erhob sich und flüchtete. Dies wurde ebenfalls als eine Schmerzreaktion interpretiert (Klein, 1927). Hazem et al. (1977) berichten von erheblichen, die EEG-Messungen behindernden Abwehrbewegungen nach dem Schnitt bei einem von 10 durch Shechita geschlachteten Kälbern. Dieses Tier war anscheinend schon vor dem Schnitt sehr nervös und reagierte heftig auf Geräusche und Handling.

Besonders hinsichtlich Shechita wird behauptet, dass die außerordentliche Schärfe des Messers (Chalaf) zusammen mit der glatten Schnittführung eine minimale Stimulation der Wundränder nach sich zieht, die typischerweise unterhalb der Schwelle für eine Aktivierung von Schmerznervenbahnen liege. Dies sei vergleichbar mit der Erfahrung von Chirurgen, die sich während einer Operation selbst schneiden und es erst lange danach bemerken (Rosen, 2004). Hier muss allerdings in Betracht gezogen werden, dass der Halsschnitt einen schweren Gewebeschaden über eine große Fläche darstellt und dass Schmerz nicht ausschließlich von der Qualität des Schnittes abhängt (siehe Kapitel 2.1). Nach schwerwiegenden Verletzungen bei Menschen (z.B. Brüchen, Quetschungen, Amputationen und tiefen Stichen) verspürten 72% der Opfer einen sofortigen Schmerz und 38% empfanden erst später Schmerzen. Bei auf die Haut beschränkten Verletzungen (z.B. Platzwunden, Schnitten, Abschürfungen, Verbrennungen) hatten 53% der Opfer eine schmerzfreie Phase unmittelbar nach der Verletzung. Im Falle von schwerwiegenden Verletzungen (Frakturen), bei denen keine unmittelbaren Schmerzen auftraten, kam es stattdessen zuerst zu einem Taubheitsgefühl im Wundbereich, und andauernder Schmerz entwickelte sich später, wenn der mit Blutung, Ödem und Entzündung verbundene Druck anstieg und sich die vom geschädigten Gewebe ausgeschütteten Schmerzrezeptoragonisten im Wundbereich ansammelten (Gregory, 2004; Melzack et al., 1982).

Gregory et al. (2008) geben die durchschnittliche Zahl der Schnitte bei der Rinderschlachtung mit 3,2 bei Shechita und mit 5,2 bei Halal an. Nach Erfahrung der DialRel WP2 Mitarbeiter liegt die Mindestanzahl der bei Schafen für die Durchtrennung der Hauptblutgefäße im Hals erforderlichen Schnitte bei Halal (ohne Betäubung) und Kosher Schlachtung zwischen 1 und 6. Bei Rindern wurden entweder eine einzelne Hin- und Herbewegung oder bis zu 60 Messerbewegungen ermittelt. Bei Geflügel wurde normalerweise ein Schnitt durchgeführt. Zusätzlich zu multiplen Messerbewegungen für den ursprünglichen Schnitt, wurden nach dem Herausziehen des Messers aus der Wunde bei der Halal und Kosher Schlachtung noch nachträgliche oder zusätzliche Schnitte durchgeführt. Jedes Mal, wenn das Messer die Wundoberfläche berührt, können die Schmerzrezeptoren erneut aktiviert werden. Selbst wenn die Messerklinge doppelt so lang ist wie die Breite des Halses, ist es nicht immer möglich, den Hals von großen Rindern mit einer kleinen Zahl von Schnitten zu durchtrennen. Der Grund hierfür ist die Tatsache, dass die erforderliche Länge der Klinge im Verhältnis zur

Größe des zu durchtrennenden Gewebes, abhängig vom Druck, der vom Schlachter ausgeübt werden kann, disproportional ansteigt (Adams und Sheridan, 2008).

Besonders bei Schafen aber auch bei Rindern kann die Wolle oder ein dichtes Haarkleid, das vor dem Schnitt gescheitelt werden muss, noch einen zusätzliche Handlingsaspekt darstellen. Anderfalls würde dies den Schnitts behindern und könnte zum Abstumpfen der Klinge führen. Stumpfe Klingen sind besonders dann tierschutzrelevant, wenn der Hals nicht ausreichend gestreckt wird, und die bewegliche Haut am Hals von Schafen und Rindern nicht gespannt ist (Wenzlawowicz und Holleben, 2007).

Die Messung der elektrischen Aktivität des Gehirns zur Bewertung von schädlichen Reizen wird im Kapitel 2.6.2 beschrieben. Jüngste Entwicklungen in der Elektrophysiologie haben es möglich gemacht, Elektroenzephalogramme (EEG), die die Antwort auf einen schmerzhaften/schädlichen Reiz darstellen quantitativ zu analysieren. und so die Erfahrung von Schmerz bei Mensch und Tier genauer zu untersuchen. Dieses Verfahren wurde auf die Frage nach Schmerz bei der Schlachtung von Kälbern durch ventralen Halsschnitt angewandt. Die Ergebnisse einer Reihe von Experimenten erbrachten zum ersten Mal klare Beweise dafür, dass das betäubungslose Schlachten durch einen ventralen Halsschnitt schädliche Stimuli erzeugt, die in der Phase bis zum Verlust der Empfindungs- und Wahrnehmungsfähigkeit als schmerzhaft empfunden werden (Mellor et al., 2009). Zunächst wurden die Verwendung von Änderungen im EEG Powerspektrum und ein Minimalanästhesiemodell für die Bewertung von schädlichen sensorischen Einflüssen validiert, wobei die Enthornung als schmerzhafter Reiz eingesetzt wurde (Gibson et al., 2007). Dann wurde das Modell für die Untersuchung des ventralen Halsschnitts ohne vorherige Betäubung benutzt (Gibson et al., 2009b). Die Ergebnisse zeigten durch den ventralen Halsschnitt hervorgerufene Änderungen im EEG, die einen schädlichen Reiz darstellten, der von empfindungs- und wahrnehmungsfähigen Tieren als schmerzhaft empfunden wird. Dies wurde anschließend in einer zweiten Studie bestätigt, die sich mit der Frage befasst, ob die Veränderungen im EEG nach dem ventralen Halsschnitt in erster Linie auf den Schnitt durch die Halsgewebe oder auf die Unterbrechung des Blutflusses zum und vom Gehirn zurückzuführen sind. Die Ergebnisse zeigten, dass der vorrangige schädliche Reiz infolge der Durchtrennung der Halsgewebe und nicht durch die Unterbrechung des Blutflusses entsteht (Gibson et al., 2009a). Für Schafe gibt es keine direkten EEG Daten, die Schmerz als Antwort auf den Schnitt belegen. Aufgrund der physiologischen Ähnlichkeiten zwischen Schafen und Rindern ist es allerdings naheliegend, dass der Halsschnitt bei nicht betäubten Schafen Schmerz verursacht (Hemsworth et al., 2009).

Gregory (2004, Seite 96) beschreibt, dass Nerven, die während des Halsschnitts durchtrennt wurden, noch bis zu vier Sekunden lang Signale weiterleiten können. Das direkte Aktivieren der Neurone beim Durchschneiden des Nerven resultiert in einer kurzen aber heftigen Verletzungsentladung in den afferenten Nerven, insgesamt einem elektrischen Schlag ähnlich. In der Folge feuern unverletzte Nervenendigungen und Nozizeptoren der Wunde, wenn sie gereizt oder irritiert werden, insbesondere durch kalten Luftzug oder mechanische Stimuli, abhängig davon, wie mit den Wundflächen umgegangen wird, bevor die Empfindungs- und Wahrnehmungsfähigkeit erloschen ist (Gregory, 2005b; Gregory, 2004). Durch die Reizleitungsgeschwindigkeit der Nerven werden die entsprechenden Hirnareale innerhalb von Millisekunden aktiviert und die potentielle Schmerzerfahrung ist damit direkt abhängig von den auf den Schnitt folgenden Ereignissen (Hemsworth et al., 2009).

Während der DialRel Schlachthofbesuche wurden selbst unter anscheinend optimalen Bedingungen Reaktionen auf den Schnitt beobachtet, wie Vokalisation oder Ausatmen (bei intakter Trachea), Rückziehbewegungen, Abwehrbewegungen oder Zittern; dies war besonders bei Rindern während der Halal und Shechita Schlachtung ohne Betäubung der Fall, sowohl in Drehfallen als auch in aufrechten Fixierungseinrichtungen. Bei Schafen wurden

Abwehrbewegungen direkt nach dem Schnitt aber auch Zittern als Reaktionen beobachtet. Reaktionen bei Geflügel bestanden aus Rückziehbewegungen und Flügelschlagen.

Schlussfolgernd kann mit der allergrößten Wahrscheinlichkeit behauptet werden, dass Tiere während eines Halsschnittes ohne vorherige Betäubung Schmerz verspüren. Während der Schnitt selbst nur unter Berücksichtigung von Verhaltensmerkmalen beurteilt werden kann, bleiben Fragen über eine Standardisierung der Schnitttechniken offen. Weil Tiere aller Wahrscheinlichkeit nach während und nach dem Schnitt Schmerz spüren können, ist die Frage nach der Dauer der Empfindungs- und Wahrnehmungsfähigkeit von großer Bedeutung. Dies ist auch bei einem von einem fachkundigen Schlachter durchgeführten sauberen Schnitt der Fall. Risikofaktoren für mehr Schmerzen sind unter anderem eine erhöhte Zahl an Schnitttrichtungswechseln, eine größere Zahl an Schnitten, Wundmanipulationen (z.B. ein zweiter Schnitt), eine unzureichend lange Klinge, eine verlängerte Schnittdauer, eine stumpfe Klinge, Scharten an der Klinge, ein höherer Halsdurchmesser, eine erhöhte Beweglichkeit der Haut aufgrund unzureichender Straffung des Halsgewebes während des Schnitts, Wolle oder dichtes Haarkleid sowie leicht erregbare Tiere.

#### **4.1.2 Zeit bis zum Verlust der Empfindungs- und Wahrnehmungsfähigkeit**

Als Folge des Blutverlusts nach dem Durchtrennen der Blutgefäße kommt es nach dem Schnitt zu Unterversorgungen mit Nährstoffen und Sauerstoff in Gehirn und anderen Organen und zum Verlust der Empfindungs- und Wahrnehmungsfähigkeit. Ein weiterer Blutverlust unterbricht die Hirnfunktion unwiederbringlich und führt zum Tod. Es ist aber auch möglich, dass Tiere während der Entblutung die Empfindungs- und Wahrnehmungsfähigkeit wiedererlangen (siehe Kapitel 2.8 und im folgenden). Die Gesamtdauer der Empfindungs- und Wahrnehmungsfähigkeit ist daher entscheidend. Sie ist abhängig sowohl von der Fixierungsmethode, der Qualität des Schnittes als auch von der Tierart (siehe auch Kapitel 2.7 und 2.8).

Die Bestimmung des genauen Zeitpunkts nach dem Schnitt, an dem unbetäubte Tiere unempfindlich für eine Schmerzempfindung werden, bleibt auch weiterhin eine große methodische Herausforderung. Obwohl diesbezüglich Versuche gemacht wurden, die Änderungen verschiedener Parameter der elektrischen Gehirnaktivität und Änderungen des Verhaltens beinhalteten, gibt es Grenzen, inwieweit diese Ergebnisse interpretiert werden können (Hemsworth et al., 2009; Tidswell et al., 1987). Dennoch kann aus Tabelle 4 entnommen werden, dass die meisten Rinder ihre Empfindungs- und Wahrnehmungsfähigkeit zwischen 5 und 90 Sekunden nach dem Schnitt verlieren, aber selbst unter Laborbedingungen muss von einem möglichen Wiedererlangen der Empfindungs- und Wahrnehmungsfähigkeit während mehr als 5 Minuten ausgegangen werden. Für Daly et al. (1988) war das Auffälligste an diesen Ergebnisse, dass die Dauer der Gehirnfunktion zwischen den Einzeltieren derart weit variierte. Betrachtet man die geringe Anzahl der Versuchstiere, wird klar, dass die Zahl derjenigen Tiere mit verlängerter Empfindungs- und Wahrnehmungsfähigkeit überhaupt nur unter Praxisbedingungen abgeschätzt werden kann. Deshalb wurde die Untersuchung von Gregory et al. (2010) zum Vergleich mit aufgeführt; diese Studie wurde in einem Halal Schlachthof mit hochqualifiziertem Personal durchgeführt. Vierzehn Prozent der Rinder erhoben sich nach dem ersten Zusammenbrechen wieder, bevor sie endgültig zusammenbrachen. Die durchschnittliche Zeitdauer bis zum endgültigen Zusammenbrechen bei allen Rindern war 20 Sekunden. Es ist wahrscheinlich, dass die Tiere zwischen dem ersten und dem endgültigen Zusammenbrechen die Empfindungs- und Wahrnehmungsfähigkeit periodisch wiedererlangten. Acht Prozent der Tiere benötigten mehr als 60 Sekunden bis zum endgültigen Zusammenbrechen, wovon nur eines unvollständig durchschnittene Halsschlagadern aufwies (Gregory et al. 2010). Diese Ergebnisse zeigen deutlich, dass ein

entscheidender Unterschied zwischen Studien unter Versuchsbedingungen und solchen unter Praxisbedingungen besteht.

**Tabelle 4: Zeitdauer bis zum Verlust der Gehirnfunktion bei Rindern**  
(Durchschnittswerte und/oder Zeitspannen (s))

Art und Anzahl der Tiere (Alter, Gewicht)	Zeitdauer nach dem Schnitt bis zu Indikatoren für einen Verlust der Empfindungs- und Wahrnehmungsfähigkeit	Parameter für den Verlust der Empfindungs- und Wahrnehmungsfähigkeit	Quelle
8 Kälber (1 Woche alt)	34s (1 Tier), 65-85s (die anderen) 123-323s  132-326s	EEG Amplituden nicht mit Wahrnehmungsfähigkeit vereinbar Periodische Wiederkehr einer möglichen Wahrnehmungsfähigkeit Isoelektrisches EEG	(Newhook und Blackmore, 1982a)
10 Kälber (40-60 kg)	10s (bis zu 18s, 24s) <sup>*1</sup> 23s	Relevante EEG Veränderungen <sup>*1</sup> Isoelektrisches EEG	(Schulze et al., 1978 und Originalbericht) <sup>*1</sup>
8 Kälber (30-40 kg)	17s (12-23) 23s (14-28)	Verlust der VEPs <sup>*2</sup> Flaches ECoG	(Gregory und Wotton, 1984c)
1 Kalb (35-55 kg) 6 Wochen alt	79s	EEG Amplituden nicht mit Wahrnehmungsfähigkeit vereinbar	(Devine et al., 1986a)
6 Kälber (4-8 Wochen alt)	10s	ECoG Analyse (Gesamtspannung und Frequenz)	(Bager et al., 1992)
4 Rinder (170 kg) Shechita	10,8s (8,7-12,8)	ECoG isoelektrisch	(Kallweit et al., 1989; Daly et al., 1988)
8 Kühe (436 kg) Shechita	7,5s (5-13) 28s (9-85)  72s (19-113) 77s (32-126) 55s (20-102)	Beginn von HALF <sup>*2</sup> Dauer von HALF ECoG <10µV Verlust der SEPs <sup>*2</sup> Verlust der VEPs <sup>*2</sup>	
2 Kälber (7 d alt) (nach außen verlegte Gefäße durchtrennt) 1 Kalb (7 d alt) 1 Bulle (13 Monate alt)	16-40s/ 30-47s  5s/41s 3s (Beinfraktur)/ 20s	Verlust der Fähigkeit zu stehen/Verlust von koordinierten Aufstehversuchen (nur Tiere mit einem ausreichenden Schnitt und ohne Gefäßverschlüsse)	(Blackmore, 1984)
174 adulte Rinder	19,5s (maximum 265s)	Zeitdauer bis zum Zusammenbrechen	(Gregory et al., 2010)

<sup>\*1</sup> Obwohl die Autoren zu dem Schluss kommen, dass bei Kälbern der Verlust der Empfindungs- und Wahrnehmungsfähigkeit nach 10 Sekunden sehr wahrscheinlich ist, zeigen der Originalbericht und die Daten des Projektes (Hazem et al., 1977), dass sie bei einem Tier ein unverändertes EEG bis 18 Sekunden nach dem Schnitt aufgezeichnet hatten und dass das EEG bei einem anderen Tier, das aufgrund offensichtlich verlangsamten Entblutens erneut geschnitten werden musste, bis 24 Sekunden nach dem Schnitt nur sehr geringe Veränderungen aufwies.

<sup>\*2</sup> HALF = Wellen mit hoher Amplitude und niedriger Frequenz; VEPs' = visuell evozierte Potentiale, SEPs' = somatosensorisch evozierte Potentiale

Anhand der in Tabelle 5 (S. 41) zusammengefassten Ergebnisse, scheinen Schafe die Empfindungs- und Wahrnehmungsfähigkeit innerhalb von 2-20 Sekunden nach einem ventralen Halsschnitt zu verlieren. Der Verlust der Empfindungs- und Wahrnehmungsfähigkeit scheint schneller und mit weniger individueller Variation als bei Rindern vorstatten zu gehen. Allerdings können in Anbetracht der geringen Anzahl der Versuchstiere und der oben erwähnten Fülle von möglichen Einflussfaktoren auf die Entblutung ungewöhnlich lange Zeitspannen einer persistierenden Empfindungs- und Wahrnehmungsfähigkeit nicht ausgeschlossen werden. Diese sind wahrscheinlich weniger häufig als bei Rindern. Während der DialRel spot visits zeigten selbst auf einem Schlachthof

mit hochqualifiziertem Personal 2 ausgewachsene Schafe von 400 während der Entblutung Anzeichen einer wiederkehrenden Empfindungs- und Wahrnehmungsfähigkeit nach fast 2 Minuten. Aber nur bei einem von ihnen wurde eine verlangsamte Entblutung beobachtet.

**Tabelle 5: Zeitdauer bis zum Verlust der Gehirnfunktion bei Schafen**  
(Durchschnittswerte und/oder Zeitspannen (s))

Art und Anzahl der Tiere (Alter, Gewicht)	Zeitdauer nach dem Schnitt bis zu Indikatoren für einen Verlust der Empfindungs- und Wahrnehmungsfähigkeit	Parameter für den Verlust der Empfindungs- und Wahrnehmungsfähigkeit	Quelle
17 Schafe (16-30 kg)	4-6s (8s) <sup>*1</sup> 13s	Relevante EEG Veränderungen <sup>*1</sup> Isoelektrisches EEG	(Schulze et al., 1978 und Originalbericht) <sup>*1</sup>
5 Lämmer (1 Woche alt) und 16 adulte Schafe	2-7s 10-43s	EEG Amplituden nicht mit Wahrnehmungsfähigkeit vereinbar Isoelektrisches EEG	(Newhook und Blackmore, 1982b)
1 Lamm (3 Monate alt) 1 Lamm (3 Monate alt) dekapitiert	7s 48s 8s 20s	EEG <10µV Isoelektrisches EEG EEG <10µV Isoelektrisches EEG	(Tidswell et al., 1987)
10 Schafe (30 kg)	8-22s	EEG Amplituden nicht mit Wahrnehmungsfähigkeit vereinbar	(Devine et al., 1986a)
20 Mutterschafe	14 s (Durchschnitt) 95% innerhalb von 22 s	Verlust der VEPs <sup>*2</sup>	(Gregory und Wotton, 1984a)
4 Schafe Halal (48 kg) 9 Schafe Shechita (30 kg)	12,5s (5,4-19,6) 12,4s (7,7-17,2)	Isoelektrisches ECoG	(Kallweit et al., 1989)
1 Schaf, 4 mal beide Karotiden abgeklemmt	6-8s	Relevante EEG Veränderungen (große Wellen von niedriger Frequenz)	(Levinger, 1976; Levinger, 1961)
Unbekannte Anzahl und Alter	3,5-5s 12-15s	Dauer des normalen EEG Relevante EEG Änderungen	(Nangeroni und Kennet, 1963)
3 Lämmer (7 d alt)  2 adulte Schafe (durchtrennte nach außen verlegte Gefäße)	2-3s / 9-10s  3-4s / 8-9s	Verlust der Fähigkeit zu stehen / Verlust von koordinierten Aufstehversuchen (nur Tiere mit einem ausreichenden Schnitt und ohne Gefäßverschlüsse)	(Blackmore, 1984)
1 Schaf (durchtrennte nach außen verlegte Gefäße)	10s	Verlust der Fähigkeit zu stehen	(Levinger, 1961)

<sup>\*1</sup> Obwohl die Autoren in der Veröffentlichung zu dem Schluss kommen, dass bei Schafen der Verlust der Empfindungs- und Wahrnehmungsfähigkeit nach 4 bis 6 Sekunden sehr wahrscheinlich ist, zeigen der Originalbericht und die Daten des Projektes (Hazem et al., 1977), dass die Autoren unveränderte EEGs bis 8 Sekunden nach dem Schnitt aufgezeichnet hatten und folgerten, dass Schafe spätestens nach 10 Sekunden die Empfindungs- und Wahrnehmungsfähigkeit verlieren.

<sup>\*2</sup> VEPs' = visuell evozierte Potentiale, SEPs' = somatosensorisch evozierte Potentiale

In einer Geflügelstudie kommen Barnett et al. (2007) nach der Untersuchung von 41 Broilern (1,7 bis 3,3 kg Lebendgewicht) auf Verlust der Standfähigkeit zu dem Schluss, dass diese die Empfindungs- und Wahrnehmungsfähigkeit im Mittel zwischen 12 und 15 Sekunden verlieren (Barnett et al., 2007). Dies stimmt überein mit dem EFSA-Bericht (2004, Seiten 117-118), wo anhand der verfügbaren wissenschaftlichen Literatur der Schluss gezogen wird, dass mindestens eine Entblutezeit von 25 Sekunden erforderlich ist, um eine Minderdurchblutung des Gehirns nach dem Schnitt zu erreichen und eine Wiederkehr der

Empfindungs- und Wahrnehmungsfähigkeit zu verhindern. Gregory und Wilkins (1989a) erbrachten klare Beweise dafür, dass das Durchtrennen aller Hauptblutgefäße des Halses von elektrisch betäubten Hühnern innerhalb von weniger als 25 Sekunden nach dem Schnitt zu einem Blutverlust von mehr als 2 Prozent des Körpergewichtes führt. Obwohl es hierfür an direkten wissenschaftlichen Beweisen mangelt, kann gemutmaßt werden, dass ein solcher Blutverlust bei Geflügel nach der Schlachtung eine Gehirnischämie verursacht und deshalb eine Wiederkehr der Empfindungs- und Wahrnehmungsfähigkeit verhindert (EFSA, 2004, Seite 117).

Ein verzögerter Verlust der Empfindungs- und Wahrnehmungsfähigkeit kann auf viele Einflussfaktoren zurückgehen (siehe Kapitel 2.8.3) und die Durchtrennung beider Halsschlagadern ist wahrscheinlich die wichtigste Voraussetzung, um eine gute Entblutung während der religiösen Schlachtung zu gewährleisten. Diesbezüglich gibt es kaum Studien über die Häufigkeit eines Misslingens der Durchtrennung beider Halsschlagadern. Gregory und Wotton (1986) seziierten die Hälsen von Hühnern nach manueller religiöser Schlachtung und fanden heraus, dass beide Halsschlagadern bei 58 Prozent der Shechita geschlachteten Hühner und bei 100 Prozent der Halal geschlachteten Hühner durchtrennt waren. Nach einer Untersuchung zu bei Shechita und betäubungsloser Halal Schlachtung durchtrennten Gefäße von Rindern berichten Gregory et al. (2008), dass bei 21 von 231 Shechita geschlachteten Tieren (9%) eine Halsschlagader unvollständig oder gar nicht durchtrennt war (bei 4 Tieren waren beide Arterien unvollständig durchtrennt). Das Auftreten eines Misserfolges beim Durchtrennen der Halsschlagadern war bei der Shechita Schlachtung höher als bei der Halal Schlachtung (6% und 1% respektive).

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass ein Teil der Tierschutzbedenken über die Durchführung eines ventralen Halsschnitts an einem unbetäubten Tier dadurch entsteht, dass es im Anschluss an den Schnitt einige Zeit dauern kann, bis der Verlust der Empfindungs- und Wahrnehmungsfähigkeit eintritt. Eine der Hauptbedenken bei der betäubungslosen Schlachtung ist es, dass die Tiere Schmerzen empfinden oder bereits weiter verarbeitet werden und dabei schmerzhaften Reizen ausgesetzt sind (z.B. Auswurf aus der Falle oder Anschlingen), und dies innerhalb der Zeitspanne, in der sie noch empfindungs- und wahrnehmungsfähig sind.

#### **4.1.3 Klinische Anzeichen während der Phase nach dem Schnitt**

Das klinische Erscheinungsbild eines Tieres in der Phase nach dem Halsschnitt ohne vorherige Betäubung ist abhängig von den Eigenschaften des Tieres (Tierart und Rasse), dem Erregungszustand, der Fixierungsmethode, der Qualität des Schnittes (durchtrennte Gewebe, Entblutung), und es muss im Zusammenhang mit dem Zeitpunkt nach dem Schnitt interpretiert werden. Im Folgenden werden einige Muster genannt, besonders im Hinblick darauf, was erwartet werden kann und was auf erhaltene oder wiederkehrende Empfindungs- und Wahrnehmungsfähigkeit schließen lässt (siehe auch Kapitel 2.6).

Als kompensatorische Reaktion auf einen hämorrhagischen Schock infolge Blutverlust kommt es zu Erhöhung der Herzfrequenz, lokaler Vasokonstriktion von Arteriolen und muskulären Arterien und Verschiebung von extravaskulärer und venöser Flüssigkeitsreserve in das zirkulierende Blutvolumen. Bis zu einem gewissen Punkt tragen all diese Faktoren mehr oder weniger zur Aufrechterhaltung des Perfusionsdruckes der lebenswichtigen Organe bei (Gutierrez et al., 2008). Schulze et al. (1978) berichten, dass innerhalb von 40 Sekunden nach dem Shechita Schnitt die Herzfrequenz bei Kälbern auf 240 Schläge pro Minute und bei Schafen auf 280 Schläge pro Minute anstieg. Bei Halothan anästhesierten Kälbern entwickelte sich ab 140 Sekunden nach dem Halsschnitt eine Tachykardie (Gibson et al. 2009b).

Physiologische Reaktionen auf den Blutverlust sind von Rosen (2004) und Levinger (1995 und 1961) ausführlich beschrieben worden. Sie führen aus, dass das Herz noch für einige Minuten weiterschlägt, dass aber nach ungefähr einer Minute das Ausbleiben des venösen Rückflusses zum Herzen zu einer reduzierten Herzvorlast und damit zu einer verminderten Kontraktionskraft des Herzmuskels führt. Gleichzeitig wird von den oben erwähnten Autoren behauptet, dass das Herz einen Beitrag zur Ausblutung leistet.

Gregory et al. (2010) beschreiben den Verlust der Körperhaltung bei Rindern nach der betäubungslosen Schlachtung in aufrechter Position wie folgt: Sobald die Rinder aus der Kopffixierung entlassen wurden, traten die meisten zurück, standen für unterschiedlich lange Zeit, schwankten oder wurden wackelig auf den Beinen und fielen dann entweder auf eine Seite und glitten die Wand hinunter oder ihre Hintergliedmaßen knickten ein und sie fielen rückwärts, bevor auch die Vordergliedmaßen zusammensackten. Am Boden lagen manche Tiere in Brustlage, aber die meisten fielen in Seitenlage oder lehnten seitlich an. Der Verlust der Körperhaltung ereignete sich durchschnittlich 19,5 Sekunden nach dem Schnitt (Median 11s, Maximum 265s, Gregory et al., 2010).

Blackmore (1984) beobachtete den Verlust der Standfähigkeit bei Schafen bis zu 4 Sekunden und bei Kälbern bis zu 40 Sekunden nach einem zufrieden stellenden Schnitt, aber auch nach bis zu 385 Sekunden bei Kälbern mit einer verstopften Halsschlagader. Der Verlust von koordinierten Aufstehversuchen brauchte mehr Zeit (bis zu 10s bei Schafen und bis zu 47s bei Kälbern mit befriedigendem Schnitt, bis zu 385s bei Kälbern mit einer verstopften Halsschlagader). Es muss dabei aber bedacht werden, dass diese Zeiten nach der Durchtrennung von nach außen verlegten Gefäßen gemessen wurden und nicht nach einem regulären ventralen Halsschnitt. Nach dem ventralen Halsschnitt wurde ein Kalb untersucht, das das Stehvermögen nach 5 Sekunden verlor aber erst nach 40 Sekunden mit koordinierten Aufstehversuchen aufhörte (Blackmore, 1984).

In Veröffentlichungen aus Deutschland vom Anfang des 20. Jahrhunderts wird von einer ausgewachsenen Kuh berichtet, die sich 20 Sekunden nach ventralem Halsschnitt in einer aufrechten Position ablegte, aber nach 90 Sekunden immer noch Aufrichtversuche unternahm und umherschaute. Ein dreijähriger Bulle legte sich 2,5 Minuten nach einem ventralen Halsschnitt ab, sah sich aber immer noch mit erhobenem Kopf um und machte danach noch mehrere Versuche aufzustehen (Hoffmann, 1900).

Ein Tierarzt und Schlachthofleiter dokumentierte 1913 zusammen mit sieben seiner Kollegen einige Versuche mit betäubungsloser Schlachtung durch Foto- und Filmaufnahmen. Er führte einen ventralen Halsschnitt an einer niedergeschnürten Kuh und einem niedergeschnürten Ochsen durch, und machte sie während des Schnittes los. Die Kuh machte direkt nach dem Schnitt Aufrichtversuche, schaffte es 9 Sekunden nach dem Schnitt aufzustehen und ging dann 5 Meter, während sie stark blutete. Ihre Vordergliedmaßen grätschten 19 Sekunden nach dem Schnitt, sie stolperte noch 2 Meter rückwärts und kam nach 7 Sekunden in Brustlage zu liegen, um schließlich nach weiteren 8 Sekunden immer noch mit erhobenem Kopf zu liegen. Nach weiteren 6 Sekunden fiel die Kuh in Seitenlage und fing an zu krampfen. Damit begannen die Krämpfe 40 Sekunden nach dem Schnitt. Auch der Ochse kam nach dem Schnitt wieder auf die Beine. Sein Kopf war überstreckt mit einer klaffenden blutenden Halswunde. Danach floh das Tier 10 Meter über den Hof, 20 Sekunden nach dem Schnitt begannen seine Vordergliedmaßen zu grätschen und schließlich brach er nach weiteren 7 Sekunden zusammen. Ein erwachsenes Schaf wurde in einer aufrechten Position geschnitten, sprang danach vorwärts und ging mit erhobenem Kopf 7 Meter geradeaus weiter. Dreizehn Sekunden nach dem Schnitt grätschten seine Vordergliedmaßen und es brach zusammen, wobei es seinen Kopf noch für weitere 8 Sekunden aufrecht hielt. Nach 6 Sekunden stützte es seinen Kopf am Boden ab und fiel schließlich insgesamt 31 Sekunden nach dem Schnitt auf die Seite (Klein, 1927). Diese Untersuchungen wurden von Levinger (1961) hinterfragt, weil

der Schnitt kein standardisierter Shechita Schnitt war (die Durchtrennung beider Karotiden wurde angezweifelt) und der Blutfluss bei aufrechten Tieren behindert sein kann, wenn die Wunde nicht offen gehalten wird.

Levinger (1976 and 1961) beschreibt für die überwiegende Zahl liegend geschnittenener Rinder eine motorische Ruhephase, die direkt nach dem Schnitt beginnt und zwischen 8 und 150 Sekunden dauert (Durchschnitt 35s, n=32). Auch Hoffmann (1900) beobachtete bei Rindern nach dem ventralen Halsschnitt in Seitenlage eine Ruhephase, während der er die Rinder wegen des plötzlichen Blutverlustes als empfindungs- und wahrnehmungsunfähig betrachtete (kein Kornealreflex). Allerdings führte er aber auch aus, dass die Tiere nach höchstens 20 Sekunden die Empfindungs- und Wahrnehmungsfähigkeit wiedererlangen konnten. Sie begannen dann mit Abwehrbewegungen und Aufrichtversuchen, und wenn die Fesseln aufgingen, gelang ihnen auch die Flucht. Die Ansicht Hoffmanns unterstützt die oben erwähnte These vom "Mäandern im Grenzbereich der Empfindungs- und Wahrnehmungsfähigkeit und von der Regulationsfähigkeit des Blutkreislaufs nach hämorrhagischem Schock".

Bewegungen während oder nach dem Schnitt können entweder bewusste Reaktionen oder unbewusste Reflexe sein. Tiere können sich als Reaktion auf Schmerz oder Unbehagen bewegen oder aufgrund des Verlusts von Blutdruck und Sauerstoff im Gehirn. Bewegungen können auch Fluchtreaktionen sein. Wenn das Rückenmark vom Messer berührt wird, können bewusste Bewegungen der Beine auftreten, als Folge von Schmerz durch das Kratzen am Rückrat oder durch das Durchtrennen des Rückenmarks mit der metallenen Klinge. Eine Phase heftiger unbewusster physischer Aktivität kann auf dem Verlust inhibitorischer Impulse durch übergeordnete Zentren bei fortschreitender Hypoxie beruhen, wie das auch bei dezerebrierten Tieren der Fall ist. Levinger (1961) berichtete von den motorischen Reaktionen von 150 Schafen und Rindern nach Shechita, von denen 6 Tiere versuchten, die Position ihres Kopfes zu korrigieren. Drei von ihnen brachten ihren Kopf erfolgreich in die normale aufrechte Position. Ein Schaf, bei dem nur einer Karotide durchtrennt wurde, konnte seine Körperhaltung vollständig wiedererlangen und stand zitternd für einige Sekunden aufrecht. Bei den anderen konnte er nur über eine schlechte Schnittqualität mutmaßen, da es nicht möglich war, den Schnitt bei allen Tieren zu überprüfen.

Positive Augenreflexe, als Zeichen von erhaltener Stammhirnaktivität konnten bei Lämmern und adulten Schafen für bis zu 200 Sekunden, bei Kälbern für bis zu 330 Sekunden und bei einem Bullen für bis zu 410 Sekunden nach dem Schnitt ausgelöst werden (Blackmore, 1984). Nach ventralem Halsschnitt oder lateraler (stab-) Stichinzision (kaudal des Larynx und dorsal von Trachea und Ösophagus) wurde bei Kälbern ein positiver Kornealreflex bis zu einem Zeitpunkt zwischen 90 und 320 Sekunden nach dem Schnitt aufgezeichnet (Newhook und Blackmore, 1982a). Levinger (1961) konnte bei Rindern nach Shechita den Kornealreflex bis zu einem Zeitpunkt zwischen 20 und 90 Sekunden auslösen (durchschnittliches Ende der positiven Kornealreflexes: 38,8s; n=10). Bei Ziegen erlosch der positive Kornealreflex unmittelbar oder spätestens 7 Sekunden nach dem Schnitt (Durchschnitt: 3,4s; n=10). Bei neun von zehn Schafen endete der positive Reflex 10 Sekunden nach dem Schnitt, beim letzten 11 Sekunden nach dem Schnitt (Levinger, 1961). Während der DialRel spot visits war das kontinuierliche Überprüfen des Kornealreflexes selten möglich, deshalb sind die gemessenen Zeiten Momentaufnahmen und stellen keine Grenzwerte dar. Ein Kornealreflex konnte gelegentlich ausgelöst werden, bei Rindern zwischen 35 und 150 Sekunden und bei Schafen und Ziegen zwischen 30 und 120 Sekunden. Bei Tieren, die nachgeschnitten werden mussten, schien sich der positive Kornealreflex länger zu halten.

Atmungsaktivität wie Schnappatmung wurden bei Schafen bis zu 220 Sekunden und bei einem Bullen bis zu 420 Sekunden nach dem Schnitt beschrieben, während Kälber, die keine finalen Krämpfe zeigten, noch während fast 12 Minuten regelmäßige Atmung aufwiesen,

wonach der Versuch abgebrochen und sie geschossen wurden (Blackmore, 1984). In einer anderen Untersuchung bei Kälbern wurde nach einem ventralen Halsschnitt oder einer lateralen Stichinzision Schnappatmung für eine Dauer von 190 bis 420 Sekunden aufgezeichnet. Die Autoren verzeichneten außerdem bei einem von 8 Kälbern spontane Vokalisation während mehr als 3 Minuten nach dem Schlachten (Newhook und Blackmore, 1982a). Allerdings kann bei diesem Kalb kein vollständiger Halsschnitt vorgelegen haben, weil in diesem Falle die Trachea durchtrennt und Vokalisation damit unmöglich gewesen wäre. Schulze et al. (1978, Originalbericht von Hazem et al., 1977) verzeichneten regelmäßige Atmung bei einem Kalb zwischen 77 und 185 Sekunden nach Shechita. Ein anderes Kalb, das nach 24 Sekunden aufgrund von vermindertem Blutfluss nachgeschnitten werden musste, zeigte zwischen 80 und 148 Sekunden nach dem ersten Schnitt regelmäßige Atmung (Hazem et al., 1977). Nach der motorischen Ruhephase startete laut Levinger (1961) eine verlangsamte und vertiefte Atmung zwischen 12 und 55 Sekunden nach dem Shechita Schnitt und verschwand zwischen 55 und 150 Sekunden nach dem Schnitt (n=10 Rinder). Die Luft strömte durch das Schnittende der Trachea, aber Atmung war auch an der Bewegung der Nüstern erkennbar.

Während der DialRel spot visits konnte bei einzeln Halal geschlachteten Rindern regelmäßige aber tiefe Atmung bis 255 Sekunden nach dem Schnitt beobachtet werden. Bei Halal geschlachteten Schafen endete die regelmäßige Atmung zwischen 22 und 90 Sekunden nach dem Schnitt, wobei ihre Gesamtdauer 5 bis 50 Sekunden betrug. Auf einem Schlachthof mit sehr fachkundigem Personal kam es bei zwei Dritteln der Schafe zu einer Wiederkehr der regelmäßigen Atmung und durchschnittlich 35 Sekunden nach dem Schnitt zu ihrem Erliegen (n=90). Nach dem Ende der regelmäßigen Atmung kam es zu Schnappatmung, diese zeigten auch solche Tiere, die vorher nicht regelmäßig geatmet hatten.

Sowohl Augenreflexe als auch Schnappatmung sind keine Anzeichen für Empfindungs- und Wahrnehmungsfähigkeit, weil sie auch bei einem isoelektrischen EEG noch vorhanden sein können (Blackmore und Newhook, 1983; Newhook und Blackmore, 1982a). Außerdem kann es auch bei empfindungs- und wahrnehmungsunfähigen Tieren zu regelmäßiger Atmung kommen. Trotzdem ist dies ein Anzeichen dafür, dass die Schwelle zur Empfindungs- und Wahrnehmungsfähigkeit nicht weit entfernt ist. Regelmäßige Atmung kann auch Wiederkehr der Empfindungs- und Wahrnehmungsfähigkeit anzeigen, wenn die Entblutung unzureichend war.

Der Zeitintervall vom Schnitt bis zur vollständigen Dilatation der Pupillen als Indikator für den Hirntod wurde für Schafe zwischen 56 und 114 Sekunden und für Kälber zwischen 200 und 435 Sekunden bestimmt, jeweils eine zufrieden stellende Durchtrennung der nach außen verlegten Gefäße vorausgesetzt. Bei Kälbern mit durchtrennten aber vollständig oder partiell verstopften nach außen verlegten Gefäßen betrug das Intervall zwischen 430 und 455 Sekunden. Bei einem Kalb und einem Bullen lag nach ventralem Halsschnitt das Intervall zwischen 140 und 415 Sekunden (Blackmore, 1984). Vor der endgültigen Pupillenerweiterung konnte am Auge Nystagmus beobachtet werden. Zum Beispiel wurde während eines DialRel Schlachthofbesuchs bei Rindern 97 Sekunden nach dem Schnitt Nystagmus beobachtet, und bei einigen Tieren kam es zu einer Rotation des Auges nach hinten. Die Bedeutung dieser beiden Anzeichen im Bezug auf Empfindungs- und Wahrnehmungsfähigkeit kann nicht eindeutig definiert werden.

Nach der endgültigen Pupillenerweiterung wurde das Einsetzen hypoxischer klonischer Krämpfe bei Schafen zwischen 68 und 158 Sekunden nach dem Durchtrennen von nach außen verlegten Gefäßen sowie bei einem Kalb und einem Bullen 160 und 440 Sekunden nach ventralem Halsschnitt gemessen (Blackmore, 1984). Nach Levinger (1976) setzten Krämpfe durchschnittlich 28 Sekunden (15 bis 60 Sekunden) nach dem Shechita Schnitt ein und dauerten zwischen 150 und 240 Sekunden. Anoxische Krämpfe entstehen, wenn

inhibitorische Einflüsse der in der kaudalen Formatio reticularis arbeitenden höheren Gehirnzentren verloren gehen. Diese Krämpfe kommen bei Ischämie oder Hypoxämie vor, die in einem isoelektrischen EEG resultieren, oder wenn das Gehirn vom Körper getrennt wird (z.B. nach der Schlachtung oder Dekapitierung) (Gregory, 1987a). Barnett et al. (2007) beobachteten bei Broilern die finalen Krämpfe nach Shechita Schlachtung sehr zeitnah zum Verlust der Standfähigkeit.

Bei den DialRel spot visits wurde das Einsetzen der klonischen Krämpfe bei Rindern zwischen 72 und 173 Sekunden und bei Schafen und Ziegen zwischen 90 und 120 Sekunden verzeichnet. Manchmal wurden auch keine Krämpfe beobachtet, sondern nur Streck- oder Zitterbewegungen des Körpers. Einzelberichten von Schlachtern zufolge zeigen Tiere mit sehr ausgeprägter Bemuskelung stärkere Bewegungen als andere.

Die größte Herausforderung für die Beurteilung der Phase nach dem Schnitt aus Sicht des Tierschutzes ist die Definition deutlicher klinischer Indikatoren für den Zeitpunkt, an dem Tiere nach der betäubungslosen Schlachtung irreversibel empfindungs- und wahrnehmungsunfähig werden. Viele Parameter werden herangezogen, um das Vorhandensein oder Nichtvorhandensein von Empfindungs- und Wahrnehmungsfähigkeit zu beschreiben (siehe Kapitel 2.6 und Tabelle 1), aber nur wenige können auf die betäubungslose Schlachtung angewandt werden. Die Dauer bis zum Verlust der Körperhaltung hat keinen Wert für liegend geschlachtete Tiere oder Tiere, die in einer Fixierung festgehalten werden. Wie auch bei der Evaluierung der Betäubung ist es auch bei der betäubungslosen Schlachtung notwendig, sowohl einen Standard für eine optimale betäubungslose Schlachtung als auch Indikatoren für das Nichterreichen dieses Standards zu definieren. Bezüglich der Stammhirnaktivitäten, wie regelmäßiger Atmung oder positiver Reflexreaktionen, geben wissenschaftliche Arbeiten bestimmte Muster vor, die zeitliche Abfolge konnte bisher jedoch nicht klar genug definiert werden, um Standards oder Grenzwerte vorzugeben. Allerdings zeigt eine persistierende regelmäßige Atmung nach der betäubungslosen Schlachtung an, dass die schnelle und permanente Einleitung einer Empfindungs- und Wahrnehmungslosigkeit fehlgeschlagen ist. Dies trifft auch für andere Stammhirnreflexe zu.

Klinische Indikatoren für Empfindungs- und Wahrnehmungsfähigkeit sind koordinierte Aufstehversuche, Versuche eine normale Körperhaltung wiederzuerlangen, oder das Fokussieren des Auges auf einen Umgebungsreiz und dessen Verfolgen (zielgerichtete, einem bewegten Reiz folgende Augenbewegungen). Hiermit zusammen erfolgt oft wiederholtes spontanes Schließen und Öffnen der Augenlider. Tierärzte des DialRel Konsortiums haben die folgenden Anzeichen in der Phase nach dem Schnitt beobachtet:

- Versuche, aufzustehen oder eine normale Körperhaltung wiedereinzunehmen,
- Gehversuche,
- Verzögerungen beim zusammenbrechen,
- Reaktionen auf Nachschneiden oder Manipulationen der Wundränder (z.B. Zurückziehen nach dem Berühren von Teilen der Fixierungseinrichtung),
- Reaktionen auf das Berühren des Kopfes mit der Hand,
- Lecken der Nase,
- Zielgerichtete Bewegungen des Auges, oft mit wiederholtem spontanen Blinzeln.

Weitere wissenschaftliche Studien sollten auch kognitive Antworten einschließen, wie sie von Limon et al. (2010) als "Antwort auf eine Drohreiz" untersucht wurden. Dieser wurde ausgeführt durch eine schnelle Bewegung der Hand in Richtung Auge, woraufhin beobachtet wurde, ob das Tier mit Schließen des Auges oder auch Zurückziehen des Kopfes reagierte. Auch die "Antwort auf verschiedene Gerüche und Geschmäcker" wurde untersucht, bei der die Antwort des Tieres dann als positiv gewertet wurde, wenn sich nach der Präsentation eines Stabes vor der Nase oder dem Einführen ins Maul die Nüstern des Tieres weiteten oder sich die Zunge bewegte.

Zusammenfassend können klinische Anzeichen nach der Durchführung des ventralen Halsschnittes am Tier sowohl Reaktionen auf vorhergehende Manipulationen sein, als auch Zeichen abnehmender Empfindungs- und Wahrnehmungsfähigkeit oder Schwäche, als aber auch Indikatoren für ein Wiedererlangen der Empfindungs- und Wahrnehmungsfähigkeit. Deshalb ist es so schwierig, den genauen Zeitpunkt des Wechsels vom empfindungs- und wahrnehmungsfähigen in den -unfähigen Zustand zu definieren.

Eindeutige Anzeichen einer Empfindungs- und Wahrnehmungsfähigkeit sind “Versuche, aufzustehen oder eine normale Körperhaltung wieder einzunehmen”, “koordinierte Reaktionen auf Manipulationen der Wundränder” oder “gerichtete, einem bewegten Reize in der Umgebung folgende Augenbewegungen, die oft mit wiederholtem spontanen Blinzeln zusammen vorkommen”. Wenn diese Anzeichen auftreten oder regelmäßige Atmung nach der betäubungslosen Schlachtung persistiert, ist die schnelle und permanente Einleitung einer Empfindungs- und Wahrnehmungslosigkeit fehlgeschlagen.

## **4.2 Betäubung vor dem Halsschnitt**

Eine effektive Betäubung nimmt das Risiko, dass das Tier während der Schlachtung und der nachfolgenden Entblutung Schmerzen und Leiden verspürt. Außerdem ist der Schnitt an einem betäubten Tier leichter durchzuführen. Dies fördert eine sauberere Durchtrennung der Blutgefäße und führt zu einer schnelleren Enblutung, besonders bei großen Nutztieren (Gregory, 1998c).

Effiziente Betäubungsmethoden beeinträchtigen die Neuronen und die Regulationsmechanismen der Neurotransmitter im Gehirn. Zumal es die Intention der Gesetzgebung für tierschutzgerechtes Schlachten ist, Angst, Schmerz, Unbehagen oder Leiden bei der Schlachtung zu verhindern oder zu minimieren, sollten Betäubungsmethoden im Idealfall einen sofortigen und unwiderruflichen Verlust der Empfindungs- und Wahrnehmungsfähigkeit verursachen. Falls der Verlust der Empfindungs- und Wahrnehmungsfähigkeit nicht unmittelbar erfolgt, darf die Einleitungsphase nicht aversiv sein. Die potentielle Dauer der durch die Betäubung erzeugten Empfindungs- und Wahrnehmungslosigkeit sollte deutlich länger sein als die Summe des Zeitintervalls zwischen Betäubung und Entbluteschnitt und der Zeit, die bis zum Eintritt des Todes durch Blutverlust vergeht. Der Entbluteschnitt sollte deshalb unverzüglich nach der Betäubung erfolgen, und die Hauptblutgefäße, die sauerstoffreiches Blut zum Gehirn transportieren, müssen bei diesem Prozess durchtrennt werden, um einen schnellen Eintritt des Todes herbeizuführen (EFSA, 2004, Seite 26ff).

Sogenannte “reversible Betäubungsmethoden” ermöglichen, dass das Tier die Empfindungs- und Wahrnehmungsfähigkeit wiedererlangt, falls keine Entblutung durchgeführt wird. Bei diesen Methoden ist es von allergrößter Bedeutung, dass unmittelbar und effektiv entblutet wird, um einen schnellen und ausreichenden Blutverlust zu gewährleisten und damit ein Wiedererlangen der Empfindungs- und Wahrnehmungsfähigkeit zu verhindern. Eine weitere wichtige Maßgabe ist, dass Tiere unmittelbar mit einer zweckmäßigen Reservemethode nachbetäubt werden müssen, wenn sie Anzeichen des Wiedererlangens der Empfindungs- und Wahrnehmungsfähigkeit zeigen. Bei den sogenannten “irreversiblen Betäubungsmethoden” würde die Mehrzahl der betroffenen Tiere ihre Empfindungs- und Wahrnehmungsfähigkeit nicht wiedererlangen, selbst wenn ein Blutentzug nicht durchgeführt würde. Trotzdem wird auch hier meistens der Tod durch den Blutverlust nach der Schlachtung und nicht durch die Betäubungsmethode selbst herbeigeführt, weil der Blutverlust aus der Schnittwunde eine schnellere Wirkung auf das Gehirn hat. Die folgenden Abschnitte behandeln diejenigen Betäubungsmethoden, die bei der religiösen Schlachtung angewandt werden.

**Tabelle 6: Bei der religiösen Schlachtung angewandte Betäubungsmethoden**

Tierart	Rinder	Schafe und Ziegen	Geflügel (Hühner, Puten)
Betäubungsmethode			
<b>Elektrische Betäubung (reine Kopfdurchströmung)</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X<sup>1</sup></b>
<b>Penetrierender Bolzenschuss</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X<sup>2</sup></b>
<b>Nicht penetrierender Bolzenschuss</b>	<b>X</b>	<b>X<sup>2</sup></b>	<b>X</b>
<b>Gasbetäubung</b>			<b>X</b>

<sup>1</sup> Stromfluss auch durch den gesamten Körper aber ohne Herzkammerflimmern zu erzeugen

<sup>2</sup> Im Allgemeinen nicht verwendet

#### 4.2.1 Elektrische Betäubung

Die elektrische Betäubung erzeugt Empfindungs- und Wahrnehmungsunfähigkeit durch eine Depolarisation von Nervenzellen, gefolgt von einer Hyperpolarisation von Aktionspotentialen, die zu epileptiformen Entladungen führt (Gregory, 1987b). Wenn eine elektrische Spannung an den Kopf angelegt wird und ein ausreichender Strom durch das Gehirn fließt, entsteht Empfindungs- und Wahrnehmungsunfähigkeit in ähnlicher Weise, wie bei einem epileptischen Anfall vom Typ „Grand Mal“. Es kommt zu ungeordnetem Stoffwechsel und zu elektrischer Aktivität, so dass bewusste Aktivität nicht aufrecht erhalten werden kann (Gregory, 1998a). Ein epileptischer Anfall vom Typ „Grand Mal“ ist eine pathologische Extremform neuronaler Synchronisation und ist mit einer normalen Funktion der Neuronen, und damit mit Empfindungs- und Wahrnehmungsfähigkeit, unvereinbar (Cook et al., 1995; Cook et al., 1992; Hoenderken, 1978).

Ein elektrischer Stromfluss durch den Kopf wird als schmerzhaft angesehen (Rosen, 2004), allerdings gibt Levinger (1976) zu, dass in den meisten Fällen, in denen eine Elektroschocktherapie bei Menschen angewandt wird, der Patient die Empfindungs- und Wahrnehmungsfähigkeit verliert, bevor er Schmerzen empfindet. Es ist zutreffend, dass schlechter Elektrodenkontakt, ein zu langsamer Anstieg der Stromstärke oder unzureichende Höchststromstärken zu einer verzögerten Betäubung des Tieres und damit verbunden zur Erfahrung eines schmerzhaften Elektroschocks führen können. Allerdings ist erwiesen, dass bei korrektem Elektrodenansatz und ausreichender Mindeststromstärke innerhalb von weit weniger als einer Sekunde eine Synchronisation der elektrischen Potentiale im Gehirn erreicht wird. Hierdurch wird jede schlüssige Informationsverarbeitung des Gehirns unterbrochen, bevor Elektroschocks als schmerzhaft wahrgenommen werden können. Nachdem der Stromfluss für eine bestimmte Zeit aufrechterhalten worden ist, sind die Nervenzellen nicht mehr in der Lage, auf weitere Stimulation in einer Weise zu reagieren, die mit Empfindungs- und Wahrnehmungsfähigkeit in Zusammenhang gebracht werden kann (Gregory, 1987b; Hoenderken, 1978; Warrington, 1974).

Die Auswirkungen des Stromflusses auf der neurochemischen Zellebene sind mittlerweile wohlbekannt. Neurotransmitter ermöglichen die Kommunikation zwischen Neuronen im Gehirn. Exzitatorische (Glutamat/Aspartat) und inhibitorische (GABA) Neurotransmitter stehen dabei in einem interaktiven physiologischen Gleichgewicht. Nach dem Stromfluss durch das Gehirn erfolgt ein dramatischer Anstieg der extrazellulären Konzentration von Glutamat und Aspartat. Die Zellstrukturen befinden sich in einem Zustand erhöhter Erregung und unkoordinierter Aktivität. Die Unterbrechung der Signalverarbeitung führt zu einem unmittelbaren Verlust der Empfindungs- und Wahrnehmungsfähigkeit (innerhalb von 200 ms (Cook et al., 1995)). Der langsamere Ausstoß von GABA im Verlaufe des epileptiformen Anfalls beendet den Anfall. Weil es auch durch Stress zu erhöhten GABA Konzentrationen kommen kann und erhöhte GABA Werte den Effekt von Glutamat/Aspartat beeinträchtigen

können, kann Stress die Möglichkeit Epilepsie auszulösen negativ beeinflussen. Dies zeigt, wie wichtig ein schonender Umgang mit den Tieren vor der Schlachtung ist. Die Erhöhung der extrazellulären Konzentration von GABA dauert wesentlich länger als die von Glutamat/Aspartat und trägt zu einer lang anhaltenden Analgesie nach der elektrischen Betäubung bei (5-15 min). Die Rolle der Neurotransmitter bei der elektrischen Betäubung wurde in früheren Versuchen mit pharmakologischen Agonisten und Antagonisten geklärt und jüngst durch Echtzeitstudien mit Mikrodialysesonden bestätigt. Es wurde der Schluss gezogen, dass die elektrische Betäubung eine humane Methode zur unmittelbaren Erzeugung von Empfindungs- und Wahrnehmungsunfähigkeit ist und dass die Empfindungs- und Wahrnehmungsunfähigkeit bei rechtzeitiger und effektiver Entblutung anhält, bis der Tod durch Blutverlust eintritt (Pleiter, 2005; EFSA, 2004; Cook und Devine, 2003).

Derzeit sind zwei elektrische Methoden im Einsatz (EFSA, 2004, Seite 34):

- Mit elektrischer reiner Kopfdurchströmung wird die transkraniale Anwendung eines elektrischen Stromes bei Rotfleischtierarten und Geflügel bezeichnet, bei letzterem kann der Stromfluss allerdings durch den ganzen Körper erfolgen (Wasserbad).
- Mit elektrischer Hirn-Herzdurchströmung wird die Kopf-zu-Körper Anwendung von elektrischem Strom bei Rotfleischtierarten und Geflügel bezeichnet.

Abhängig von der angewendeten Stromfrequenz kann letztere Methode Herzkammerflimmern erzeugen und damit zu einem sofortigen und anhaltenden Abfall des Blutdrucks führen, was wiederum bei einer zu spät oder schlecht durchgeführten Entblutung das Wiedererlangen der Empfindungs- und Wahrnehmungsfähigkeit verhindert (Gregory und Wotton, 1984b). Im Kontext der religiösen Schlachtung wird die elektrische reine Kopfdurchströmung dann eingesetzt, wenn der Verlust der Empfindungs- und Wahrnehmungsfähigkeit reversibel sein soll. Es besteht hierbei aber das Risiko, dass die Empfindungs- und Wahrnehmungsfähigkeit während des Blutentzugs wiedererlangt wird, wenn die Entbluteeffizienz schlecht ist.

Die Entstehung von Herzkammerflimmern ist abhängig von: 1. dem Verlauf des elektrischen Stroms durch den Körper; 2. der Herzregion, durch die der Strom fließt; 3. der Phase der Herzaktion, die mit dem Start des Stromflusses zusammenfällt; 4. der Dauer des Stromflusses; 5. der Frequenz und der Wellenform des elektrischen Stroms (hohe Stromfrequenzen sind weniger zum Auslösen von Herzkammerflimmern geeignet als niedrige (Gregory et al., 1991)); 6. der Tierart, weil das Herz bei Tierarten mit einer höheren Herzfrequenz weniger leicht durch Strom fibrilliert werden kann (Gregory, 1998a). Deshalb kann durch eine entsprechende Festlegung der Stromparameter und Durchströmungswege Herzkammerflimmern vermieden werden. Bei der säkularen Schlachtung wird Herzkammerflimmern genutzt, um einen verlässlicheren Betäubungseffekt zu erzielen, ohne dass der Gesamtblutentzug dabei beeinflusst wird (Raj und Johnson, 1997; Gregory und Wilkins, 1989a). Ein weiterer Vorteil der Erzeugung von Herzkammerflimmern oder Herzstillstand ist die verringerte Ausprägung von Blutungen infolge der Betäubung oder des Schlachtvorgangs (Gregory et al., 1988b; Gregory und Wilkins, 1984). Dennoch ist die Effektivität des Blutentzuges nach wie vor die wichtigste Maßnahme zur Verhinderung von Blutungen im Schlachtkörper (Gregory und Wilkins, 1989b). Weil Herzkammerflimmern oder Herzstillstand ein Schmerzrisiko für das Tier beinhalten, ist es essentiell, das Tier vor oder gleichzeitig mit der Erzeugung von Herzkammerflimmern oder Herzstillstand zu betäuben (Gregory, 1999a).

Wenn ein Tier mittels reiner Kopfdurchströmung elektrisch betäubt wird, kommt es während des Stromflusses zu einem schlagartigen Abfall der Herzfrequenz, aber nach Beendigung des Stromflusses steigt die Herzfrequenz schnell auf ein oberhalb der Norm liegendes Niveau (Gregory, 1998a).

Während des Stromflusses durch das Gehirn versteift sich der Körper des Tieres, weil die Stimulierung des Gehirns und die elektrischen Impulse, die durch das Rückenmark verlaufen, tonische Muskelkontraktionen verursachen. Die Hintergliedmaßen werden angezogen, und wenn das Gewicht des Tieres nicht mechanisch gestützt wird, fällt es zu Boden. Nach dem Ende des Stromflusses halten die generalisierten tonischen Kontraktionen normalerweise noch für eine kurze Zeit an (tonische Phase, z.B. 10 Sekunden), bevor Konvulsionen (klonische Phase) einsetzen. Diese klonischen Krämpfe werden durch die Fehlfunktion bestimmter Gehirnstrukturen, z.B. der *Formatio reticularis*, verursacht (Gregory 1998a). Tonische Muskelkontraktionen während des Stromflusses und die tonische und klonische Aktivität nach dem Stromfluss sind wichtige klinische Anzeichen, die für die Diagnose einer korrekt durchgeführten Betäubung genutzt werden können (Wenzlawowicz, 2006; EFSA, 2004, Seite 36 ff.). Ein weiteres nützliches klinisches Symptom ist die Rückkehr regelmäßiger Atmung, weil diese mit dem Ende der epileptiformen Aktivität im Gehirn und häufig auch mit dem Ende des Schlagens des Tierkörpers einhergeht. Die Rückkehr regelmäßiger Atmung zeigt an, dass die Hypersynchronisation der Gehirneuronen beendet ist und die normale Funktion bis zu einem bestimmten Grad wieder aufgenommen wurde. Andere Funktionen werden folgen, und das Wiederlangen der Empfindungs- und Wahrnehmungsfähigkeit steht bevor. Kommt es also nach der elektrischen Betäubung ohne Einleitung von Herzkammerflimmern nicht oder nur zu einer unzureichenden Entblutung, fangen die Tiere wieder an, regelmäßig zu atmen und danach erlangen sie auch bald die Empfindungs- und Wahrnehmungsfähigkeit wieder (Gregory, 1998a).

Die Anzeichen einer erfolgreichen elektrischen Betäubung sind gemäß EFSA (2004, Seite 42):

- sofortiges Zusammenbrechen eines frei stehenden Tieres (nicht bei Geflügel, das in einem Trichter oder in Schlachtbügeln fixiert ist, und nicht bei Tieren, die von einem Restrainer gehalten werden);
- sofortiges Einsetzen der tonischen Phase (Tetanus), der mehrere Sekunden andauert, gefolgt von einer klonischen Phase (Schlagen oder unkoordinierte Paddelbewegungen der Beine), dies trifft auf alle Rotfleischtierarten und für die Kurzdurchströmung von Geflügel im Wasserbad zu. Die reine Kopfdurchströmung führt bei Geflügel zu klonisch-tonischen Krämpfen (ein umgekehrter Ablauf gegenüber dem bei Rotfleischtierarten beobachteten);
- Apnoe (Atemstillstand), der über die gesamte tonisch-klonische Phase anhält;
- Aufwärtsrotation der Augen (außer bei Geflügel).

Indikatoren einer Fehlbetäubung sind Fluchtverhalten (oft mit Vokalisation), Fehlen typischer tonischer oder klonischer Muskelaktivität, Wiedereinsetzen regelmäßiger Atmung, Vokalisation während oder nach der Stromapplikation oder Aufrichtversuche nach der Stromapplikation. Wenn die Augen Umgebungsreize focussieren und ihnen folgen können, ist das Tier empfindungs- und wahrnehmungsfähig (EFSA, 2004; Aichinger, 2003).

Für eine effektive elektrische Betäubung müssen sowohl die erforderlichen technischen Voraussetzungen unter Praxisbedingungen erfüllt sein als auch die Durchführung korrekt erfolgen (z.B. ausreichende Fixierung, Elektrodenansatz mit korrektem Anpressdruck, während ausreichender Dauer, an der richtigen Position um das Gehirn einzuschließen). Ein sachgerechter und rechtzeitiger Entbluteschnitt ist notwendig, und, falls erforderlich, müssen Maßnahmen zur Verbesserung des elektrischen Kontaktes ergriffen werden (z.B. Anfeuchten der Haut). Die Ausrüstung muss voll funktionsfähig sein, dies schließt gut gewartete passende Zangen ein, die weit genug geöffnet werden können. Die Geräte müssen sauber und korrosionsfrei sein, um einen guten elektrischen Kontakt zu gewährleisten, ein funktionsfähiger Transformator und gut isolierte Kabel, die einen Strom von ausreichender Stärke mit der richtigen Wellenform liefern, sind essentiell. Die Einstellungen des

Betäubungsgerätes müssen überwacht werden und korrigierende Maßnahmen müssen im Bedarfsfall ergriffen werden (Wenzlawowicz, 2006; EFSA, 2004, Seite 51). Die Voraussetzungen für die elektrische Betäubung bei jeder Tierart wurden von EFSA (2004) beschrieben.

Bei der elektrischen Kopfdurchströmung von Rindern und Kälbern besteht die größte Herausforderung in der kurzen Dauer des epileptiformen Anfalls und dem Vorkommen von starken klonischen Krämpfen. Verschiedene Studien haben gezeigt, dass die Dauer der Empfindungs- und Wahrnehmungsunfähigkeit, gemessen vom Ende der Durchströmung bis zum Wiedereinsetzen regelmäßiger Atmung, zwischen 20 und 90 Sekunden beträgt. Innerhalb dieser Phase muss eine effektive Entblutung erreicht werden, um ein Wiedererlangen der Empfindungs- und Wahrnehmungsfähigkeit zu verhindern. Da ein präthorakaler Entblutestich bei Kälbern innerhalb von 8 Sekunden einen dramatischen Blutdruckabfall erzeugt und evozierte Potential 5 Sekunden nach dem Stich nicht mehr vorhanden waren (Anil et al. 1995a), ergibt die einfache Rechnung von 20 minus 8 Sekunden, dass der präthorakale Stich innerhalb von 12 Sekunden nach der Betäubung erfolgen sollte. Insofern löst ein schneller präthorakaler Stich das Problem der kurzen Dauer der Empfindungs- und Wahrnehmungsunfähigkeit nach der elektrischen Kopfdurchströmung. In Australien und Neuseeland wird der präthorakale Entblutestich unmittelbar nach dem Halal Schnitt routinemäßig angewandt, um Probleme hinsichtlich des Wiedererlangens der Empfindungs- und Wahrnehmungsfähigkeit aber auch hinsichtlich der Schlachtkörperqualität zu verhindern, die bei beeinträchtigter Entblutung auftreten können (Pleiter, 2005).

Wissenschaftliche Studien von EEG und Neurotransmittern haben ergeben, dass eine sachgerechte elektrische Kopfdurchströmung, gefolgt von einem Halsschnitt innerhalb von 10 Sekunden, eine effektive Betäubungsmethode ist. Die Betäubung und der Halsschnitt erhöhen beide kumulativ die entsprechenden Neurotransmitter im Gehirn, was bedeutet, dass die Elektrobetäubung das Hirnversagen nach dem Stich beschleunigt, und zwar aufgrund ihrer erschöpfenden Wirkung auf den Hirnstoffwechsel (Cook und Devine, 2003; Cook et al., 1996; Cook et al., 1995; Bager et al., 1992; Devine et al., 1987; Devine et al., 1986b). Untersuchungen der ersten beiden Autoren im Rahmen von DialRel WP2, die die reine Kopfdurchströmung von 80 adulten Rindern in einer Drehfalle umfassten, ergaben, dass eine effektive Betäubung und permanente Wahrnehmungsunfähigkeit erreicht werden konnten, wenn die Elektroden präzise angesetzt wurden und ein sachgerechter Schnitt innerhalb von 5 bis 8 Sekunden nach dem Ende eines 4-sekündigen Stromflusses erfolgte. Während des Schnittes waren die Tiere noch sicher in der Drehfalle fixiert. Demzufolge kann das zweite oben erwähnte Problem - die klonischen Krämpfe - durch eine gute Fixierung und unmittelbar erfolgenden Schnitt oder durch Elektroimmobilisation (spinale Entladung mittels Niederspannungsstrom) bewältigt werden (Wotton et al., 2000; Devine et al., 1987; Devine et al., 1986b). Allerdings kann letztere Methode die potenziellen Anzeichen einer wiederkehrenden Empfindungs- und Wahrnehmungsfähigkeit überdecken.

Die empfohlene Mindeststromstärke beträgt 1,5 Ampere für adulte Rinder und 1,3 Ampere für Kälber bis zu einem Alter von 6 Monaten. In der Praxis werden bei Rindern abhängig von der Auslegung und dem Ansatz der Elektroden oft 2 bis 3 Ampere eingesetzt. Die eingesetzten Spannungen betragen 350 bis 400 Volt. Der Ansatzpunkt der Elektroden für manuell angesetzte Zangen ist vorzugsweise die temporale Position zwischen Auge und Ohr. Bei der automatischen Durchströmung fließt der Strom von einer Nasenplatte durch das Gehirn zu Nackenelektroden. Der Strom sollte für mindestens 4 Sekunden am Kopf appliziert werden (EFSA, 2004, Seite 70). Wenn Herzkammerflimmern ausgelöst werden soll, ist die empfohlene Mindeststromstärke für Rinder 1,5 Ampere und für Kälber ungefähr 1,0 Ampere bei einer Durchströmungsdauer von mindestens 5 Sekunden. Aber auch hierbei werden in der

Praxis oft höhere Stromstärken und längere Durchströmungszeiten eingesetzt (EFSA, 2004, Seite 70).

Unter Routinebedingungen kann die Effektivität der Elektrobetäubung aufgrund technischer Mängel allerdings niedrig sein. Aichinger (2003) berichtet, dass 10 Prozent von 619 Rindern, die mit einer automatischen Jarvis Rinderbetäubungsanlage (4 Sekunden Kopfdurchströmung mit anschließender Erzeugung von Herzkammerflimmern) betäubt wurden, mit einem Bolzenschussgerät nachgeschossen wurden. Obwohl das Personal dazu tendierte, Rinder nachzuschießen, die als empfindungs- und wahrnehmungsunfähig angesehen werden konnten, war der Anteil der Rinder, die gerichtete Augenbewegungen und regelmäßige Atmung zeigten, eine Folge des sehr späten Stechens nach dem Anschlingen. In einer anderen Untersuchung einer elektrischen reinen Kopfdurchströmung wurden 9 von 23 Rindern als unzureichend betäubt angesehen, weil sie gerichtete Augenbewegungen und koordinierte Gliedmaßenbewegungen zeigten. In diesem Fall waren wahrscheinlich die niedrige Spannung von nur 250 Volt und eine schlechte Stichausführung die Ursachen (Stueber, 2000).

Bei Schafen und Ziegen gelten wie bei Rindern die gleichen Grundsätze, die von EFSA (2004, Seiten 77ff.) und Blackmore und Delany (1988) beschrieben werden. Die Zange sollte auf beiden Seiten des Kopfes zwischen Auge und Ohrbasis angesetzt werden, am besten auf lokal angefeuchteter Haut. Wolle, trockene Haut und ein Elektrodenansatz in einer zu kaudalen Position hinter den Ohren senken die Effektivität der Betäubung (Velarde et al., 2000). Spitze Elektroden (nagelartige Form) geben guten Halt und elektrischen Kontakt, weil sie die Wolle penetrieren. Elektroden mit gezackten Rändern können bei geschorenen Schafen in Verbindung mit einer Anfeuchtung der Ansatzstelle befriedigende Ergebnisse erzielen. Bei kleinen Auflageflächen zwischen dem Kopf des Schafes und den Elektroden kann es zu Wollbrand und ausgeprägten Verkohlungen an den Elektroden kommen. Dies wiederum führt zu schlechtem elektrischen Kontakt aufgrund des höheren elektrischen Widerstandes, und deshalb ist auf die Sauberhaltung der Elektroden besonders Acht zu geben.

Eine effektive (reine) Kopfdurchströmung von Schafen sollte mit einer Mindeststromstärke von 1,0 Ampere durchgeführt werden. Für die Stromzufuhr sollte eine Mindestspannung von 250 Volt eingesetzt werden. Die Durchströmungsdauer sollte mindestens 2 Sekunden betragen. Das maximale Intervall zwischen Betäubung und Entblutestich beträgt 8 Sekunden (EFSA, 2004, Seite 78). Erfahrungsberichten zufolge sind zum Erreichen einer ausreichenden Betäubungseffektivität bei ausgewachsenen Schafen höhere Stromstärken von ungefähr 1,3 bis 1,5 Ampere notwendig. Die in der Praxis bei Schafen eingesetzten Ströme haben oft höhere Frequenzen als 50 Hertz, z.B. 100 oder 400 Hertz, und außerdem werden Stromformen verwendet, bei denen die Frequenz während des Stromflusses von 500 Hertz auf 100 Hertz abnimmt.

Die verlässlichsten Indikatoren für eine korrekte Betäubung bzw. eine Erholung bei Schafen sind die typische Verlaufsform der Anfälle und der Wiedereintritt regelmäßiger Atmung. Das Wiedererlangen einer regelmäßigen Atmung kann während der zweiten klonischen Phase erfolgen, da bei Lämmern die Anfallsaktivität nach einer reinen Kopfdurchströmung eine tonische und zwei klonische Phasen beinhaltet (Velarde et al., 2002).

Erfahrungsberichte von DialRel WP2 Mitgliedern haben gezeigt, dass im Falle einer schlechten praktischen Durchführung zwischen 4 und 20 Prozent der Schafe aufgrund von falschem Elektrodenansatz unzureichend betäubt sein können. Dies ist häufig auf unzureichende Fixierung in Relation zur Schlachtgeschwindigkeit zurückzuführen sowie auf zu kurze Durchströmungszeiten und verspätete Entblutung.

Bei Geflügel kommen im Kontext der reversiblen Elektrobetäubung zwei Betäubungsmethoden zum Einsatz: die reine Kopfdurchströmung, bei der der Strom über ein Elektrodenpaar nur durch den Kopf fließt, und die elektrische Wasserbadbetäubung, bei der

höher frequente Ströme benutzt werden, die keinen Herzstillstand verursachen. Bei beiden Methoden ist die Tiefe und Dauer der Empfindungs- und Wahrnehmungsunfähigkeit abhängig von der Stromstärke und der Frequenz des angewandten Stromes (EFSA, 2004, Seiten 116 ff.).

Die für moderne elektrische Betäubungssysteme verwendeten Stromfrequenzen erstrecken sich von 50 bis 1500 Hertz. Eingesetzte Stromformen sind entweder gepulste Gleichströme (DC) oder sinusförmige Wechselströme (AC). Als Folge der Variationen bei Wellenform und Frequenz ist die Messung der Stromstärke technisch anspruchsvoll geworden. Tiefe und Dauer der Empfindungs- und Wahrnehmungsunfähigkeit, die von den verschiedenen in der Praxis eingesetzten Wellenform- und Frequenzkombinationen ausgelöst wird, müssen auf der Basis von fundierten wissenschaftlichen Studien und mit besonderer Berücksichtigung der variablen Bedingungen in der Praxis beurteilt werden (EFSA, 2004, Seite 120; Wenzlawowicz und Holleben, 2001; Gregory und Wotton, 1986).

Die Elektrobetäubung mit höherfrequenten Strömen hat eine große Bedeutung bei der Geflügelbetäubung, da sie zu gleichmäßigeren und weniger ausgeprägten Muskelkontraktionen führt und damit zur Vermeidung von Blutungen im Fleisch beiträgt. Auch andere negative Faktoren für die Schlachtkörperqualität, wie Knochenbrüche und rote Flügelspitzen, werden so reduziert. Der Nachteil der Hochfrequenzbetäubung ist aber, dass ein kürzerer Betäubungseffekt erzeugt wird (Mouchoniere et al., 1999; Wilkins et al., 1998; Hillebrand et al., 1996). Daher muss besonderes Augenmerk darauf verwendet werden, die Tiere während der Entblutephase daraufhin zu überprüfen, dass die Empfindungs- und Wahrnehmungslosigkeit auch anhält (Gregory et al., 2007).

Im Gegensatz zu den Rotfleischtierarten wird bei Geflügel nach der Elektrobetäubung keine Epilepsie vom Typ „Grand Mal“ im Gehirn erzeugt. Die wissenschaftliche Literatur besagt, dass der durch die elektrische Betäubung hervorgerufene Ausstoß von Monoaminen und inhibitorischen Aminosäureneurotransmittern im Gehirn von Geflügel eine entscheidende Rolle bei der Einleitung und Aufrechterhaltung der Empfindungs- und Wahrnehmungsunfähigkeit spielt (Raj, 2003). Diese Mechanismen scheinen auch dafür relevant zu sein, dass sich ein deutlich unterdrücktes EEG manifestiert und SEPs nach der Elektrobetäubung nicht ausgelöst werden können, beides aussagefähige Indikatoren für eine effektive Betäubung bei Hühnern. Die bislang durchgeführten Forschungsarbeiten zeigen, dass eine Elektrobetäubung, die bei Hühnern Empfindungs- und Wahrnehmungsunfähigkeit auslöst, zu einer Phase von sog. „polyspike bursts“ führen sollte. Auf diese folgt unmittelbar danach eine Phase (mindestens 30 Sekunden) von hochgradig unterdrücktem oder völlig ruhigem EEG, die eine sich ausbreitende Depression oder neuronale Ermüdung im Gehirn anzeigt (Schütt-Abraham et al., 1983a).

Die reine Kopfdurchströmung wird gewöhnlich im Erzeugerbetrieb angewandt oder als Reservemethode eingesetzt. Für die reine Kopfdurchströmung werden die Vögel entweder von Hand, in einem Trichter oder an Schlachtbügeln, zwischen den Beinen oder in einer Schlachthalterung fixiert, und der Strom wird mittels einer Zange oder mittels stationären Elektroden, in die der Kopf des Huhnes manuell eingeführt wird, angelegt (Wenzlawowicz et al., 2006).

Die reine Kopfdurchströmung bewirkt ein Anziehen der Beine, gefolgt von Beinstreckung und Flügelschlagen, vom Moment des Stromflusses durch den Kopf an. Auf diese Bewegungen folgen tonische Krämpfe, die sich durch eine Versteifung und ein Aufbiegen des Halses, starre Beinstreckung, ein enges Anlegen der Flügel an die Brust und Muskelzittern auszeichnen. Während des tonischen Krampfes, sind die Augen weit geöffnet (kein Lidschluss bei Berührung) und es findet keine regelmäßige Atmung statt. Auf die Wiederkehr von Augenreflexen und regelmäßiger Atmung folgt die Rückkehr der Empfindungs- und

Wahrnehmungsfähigkeit (EFSA, 2004, Seite 120). Ein Problem nach reiner Kopfdurchströmung ist das Auftreten von starkem Flügelschlagen. Dies kann die Durchführung eines prompten Halsschnitts beeinträchtigen. Es kann entweder mittels einer längeren Kopfdurchströmung oder durch Applikation eines sogenannten hochfrequenten Entspannungsstroms durch das Rückenmark behoben werden (Raj und Tserveni-Gousi, 2000; Hillebrand et al., 1996).

Beim Einsatz eines Betäubungsgerätes mit einem Wechselstrom (50 Hz) und konstanter Spannung (110 V) sollten die Mindeststromstärken bei Hühnern 240 Milliampere und bei Puten 400 Milliampere betragen und jeweils für mindestens 7 Sekunden am Kopf angelegt werden. Der Halsschnitt muss innerhalb von 15 Sekunden nach dem Ende des Betäubungsstromes erfolgen (Gregory und Wotton, 1991; Gregory und Wotton, 1990a). Beim Einsatz von Betäubungsgeräten mit konstanter Stromstärke und Elektroden mit niedrigem Widerstand steigt die erforderliche Mindeststromstärke mit ansteigender Frequenz von 100 Milliampere bei 50 Hertz, über 150 bei 400, bis 200 Milliampere bei 1500 Hertz (sinusförmiger Wechselstrom) an. Diese sollten jeweils für 4 Sekunden angelegt werden, mit anschließendem Halsschnitt ebenfalls innerhalb von 15 Sekunden (Raj und O' Callaghan, 2004).

Die Elektrobetäubung im Wasserbad ist die bei Geflügel am häufigsten eingesetzte Betäubungsmethode und erfordert das Über-Kopf-Einhängen in Schlachtbügeln. Bei dieser Methode fließt der Strom vom Wasserbad durch die Vögel zur geerdeten Schlachtlinie bzw. Kontaktschiene. Obwohl der Strom vom Bad durch die Vögel fließt, kann die Wasserbadbetäubung als eine reversible Betäubungsmethode durchgeführt werden, wenn die Kombination von Stromparametern (z.B. Stromstärke und Frequenz) kein Herzkammerflimmern hervorruft. Das Auftreten von Herzkammerflimmern und Herzstillstand wird deutlich reduziert, wenn Stromfrequenzen über 300 Hertz verwendet werden (Gregory et al., 1991).

In Wasserbad-Betäubungssystemen fließt der Strom gleichzeitig durch alle Vögel, und die elektrischen Widerstände der Tiere sind parallel geschaltet. Bei dieser Anordnung ist es möglich, dass manche Vögel einer größerer Stromstärke ausgesetzt sind als andere, weil der Widerstand der Vögel variiert (Raj und Tserveni-Gousi, 2000). Dieses Problem ist weniger gravierend, wenn ein guter und gleichmäßiger elektrischer Kontakt zwischen den Schlachtbügeln und den Beinen der Vögel hergestellt werden kann, z.B. durch das Anfeuchten der Kontaktpunkte zwischen Bügeln und Ständern, und wenn die Vögel gleichmäßig tief eingetaucht werden.

Bei der Wasserbadbetäubung ist es wichtig, die technischen Anforderungen einzuhalten, um eine effektive Betäubung ohne unnötige Schmerzen und Leiden zu erreichen. Die negativen Einflüsse des Aufhängens sollten soweit wie möglich minimiert werden, indem die Aufhängezeit begrenzt wird, Schlachtbügel passender Größe verwendet werden, und Flügelschlagen vermieden wird (z.B. durch den Einsatz eines Brustbandes, eines sog. breast comforters, und von blauem Licht). Der Kontakt zwischen den Schlachtbügeln und der Erdungsschiene muss sicher und ununterbrochen sein. Die Höhe des Wasserbades muss an die Größe des Geflügels angepasst sein. Die Elektroden in Wasserbadbetäubungsgeräten müssen über die gesamte Länge des Wasserbades reichen. Es müssen Vorkehrungen getroffen werden, um Elektroschocks vor der Betäubung zu vermeiden, wie die Installation von isolierten Rampen am Eingang des Wasserbades. Aus dem gleichen Grund darf das Wasser am Eingang des Bades nicht überlaufen. Die Köpfe der Vögel müssen vollständig ins Wasserbad eingetaucht sein, vorzugsweise bis zum Flügelansatz. Die elektrischen Geräte müssen die am Wasserbad anliegende Gesamtspannung und -stromstärke sichtbar anzeigen, und diese sollten entsprechend der Stromform des eingesetzten Stromes festgelegt sein (EFSA, 2004, Seiten 133 ff.; Schütt-Abraham, 1999).

Die Spannung muss ausreichend sein, so dass jeder Vogel im Wasserbad der empfohlenen Mindeststromstärke ausgesetzt wird. Nach derzeitigem wissenschaftlichen Kenntnisstand beträgt die für die Betäubung von Hühnern erforderliche Mindeststromstärke 100, 150 und 200 Milliampere pro Tier, je nachdem ob an das Wasserbad sinusförmige Wechselströme von bis zu 200 Hertz, zwischen 200 und 400 Hertz und zwischen 400 und 1500 Hertz angeschlossen sind. Bei Puten werden die Mindeststromstärken für die gleichen Frequenzbereiche mit 250, 400 und 400 Milliampere pro Tier angegeben. Wenn Ströme unterhalb dieser Stromstärken verwendet werden, können Tiefe und Dauer der durch die Betäubung ausgelösten Empfindungs- und Wahrnehmungsunfähigkeit unzureichend sein und es kann vor dem Halsschnitt oder während der Entblutung zu einem Wiedererwachen kommen (EFSA, 2004, Seite 134). Bei Puten von nur 6 Kilogramm Lebendgewicht haben Mouchoniere et al. (2000) mit sinusförmigen Wechselströmen von 150 Milliampere und 300 Hertz für 4 Sekunden eine ausreichende Betäubungsqualität erreicht.

Wenn eine Wasserbadbetäubung mit hochfrequenten Strömen durchgeführt wird, muss der Halsschnitt innerhalb von 20 Sekunden nach dem Ende der Betäubung erfolgen und beide Karotiden müssen durchtrennt werden (EFSA, 2004). Allerdings zeigt die Erfahrung in der Praxis, dass eine effektive Betäubung auf vielen Schlachtbetrieben nur erreicht werden kann, wenn der Entbluteschnitt innerhalb von 5 bis 10 Sekunden durchgeführt wird. Dies könnte auf der Tatsache beruhen, dass dem Durchtrennen beider Halsschlagadern nicht genügend Aufmerksamkeit geschenkt wird und in der Praxis häufig nur eine Jugularvene oder die Vertebralarterien im Nacken durchtrennt werden.

Zusammenfassend ist die Wasserbadbetäubung eine effektive Betäubungsmethode, vorausgesetzt sie wird sachgerecht durchgeführt. Allerdings bleibt der Nachteil des Aufhängens, und es bestehen mehrere Tierschutzrisiken, darunter vorzeitige Stromstöße und unzureichende Betäubung und Entblutung bei falschen Einstellungen. In der Praxis wird eine schlechte Betäubungseffektivität oft übersehen, weil Ströme auch immobilisierend wirken können, ohne eine Empfindungs- und Wahrnehmungslosigkeit auszulösen, und weil die benutzten Stromparameter nicht bekannt sind oder nicht richtig angezeigt werden. Manchmal werden Stromparameter aufgrund von Schlachtkörperschäden geändert, obwohl es effektiver gewesen wäre, die Qualität des Halsschnittes zu verbessern oder das Zeitintervall bis dahin zu verkürzen. Nach Erfahrung der DialRel WP2 Forscher umfassten Fehlbetäubungen in Geflügelschlachtbetrieben mit elektrischer Wasserbadbetäubung in den schlimmsten Fällen 10 bis 15 Prozent der Tiere und waren auf unzureichende Stromstärken und verspätetes Entbluten zurückzuführen.

Negative Einflüsse der Elektrobetäubung auf die Schlachtkörper- und Fleischqualität können bei hohen Spannungen, langen Durchströmungszeiten, wiederholter Stromapplikation, falschem Elektrodenansatz, schlechtem elektrischen Kontakt, bei Tieren mit einer Prädisposition für Blutungen (z.B. erhöhter Kapillarfragilität bei jungen Lämmern oder Broilern) und bei einer hohen Fülle des Kapillarbettes zum Zeitpunkt der Schlachtung auftreten. Diese Schäden lassen sich minimieren, indem die oben erwähnten Faktoren kontrolliert werden, durch gutes Handling, den Einsatz von Konstantstromgeräten, die Verwendung von höherfrequenten Strömen, das Auslösen von Herzkammerflimmern bei der Betäubung und durch die wichtigste Maßnahme, dass umgehende und effektive Entbluten (Gregory, 2007).

Insgesamt ist die Elektrobetäubung eine tierschutzgerechte Methode, um ein Tier unmittelbar in einen Zustand der Empfindungs- und Wahrnehmungslosigkeit zu versetzen, und bei zeitiger und effektiver Entblutung hält dieser Zustand an, bis der Tod aufgrund von Blutverlust eintritt. Es muss allerdings sichergestellt sein, dass die notwendigen technischen Voraussetzungen unter Routinebedingungen erfüllt sind, ansonsten kann es zu Tierschutzdefiziten kommen.

#### 4.2.2 Mechanische Betäubung – penetrierende Bolzenschussbetäubung

Bei den mechanischen Methoden sind penetrierende und nicht-penetrierende Bolzenschussbetäubung (siehe Kapitel 4.2.3) zu unterscheiden. Die nicht-penetrierende Methode wird manchmal auch “Stumpfer-Schlag-Betäubung (concussion stunning)” genannt, obwohl die Erzeugung einer Gehirnerschütterung (concussion) das zugrunde liegende Prinzip bei beiden Methoden ist. Bei der penetrierenden Bolzenschussbetäubung kommt es zusätzlich zum Erschütterungseffekt auf den Schädel noch zu mechanischer Zerstörung im Gehirn.

Beide Arten von Schussgeräten werden normalerweise im Stirnbeinbereich eines Tieres angesetzt, aber es können auch andere Schusspositionen zum Einsatz kommen, wenn sich Hörner oder dicke Knochenwülste an den vorgesehenen Stellen des Schädels befinden. Bolzenschussgeräte müssen immer im rechten Winkel zur Schädelknochenoberfläche (in korrekter Position) angesetzt werden. Andernfalls könnten die Bolzen abrutschen und nicht den vollen Auftreffeffekt erzielen.

Bei penetrierenden Bolzenschussgeräten wird ein Stahlbolzen entweder von einer Kartusche oder durch Druckluft beschleunigt, bei Geflügel kann der Bolzen auch von einer Feder angetrieben werden. Der Bolzen ist nicht spitz, sondern das vordere Ende ist konkav angeschliffen und sollte einen scharfen Rand ohne Scharten aufweisen. Um eine gute Betäubung zu erzielen, muss das Bolzenschussgerät richtig angesetzt werden und ein Bolzen von adäquater Länge und Durchmesser muss ausreichend beschleunigt werden. Als Folge kommt es zum Transfer von Energie auf den Tierkopf, es wird eine Gehirnerschütterung erzeugt aber auch strukturelle Verletzungen werden hervorgerufen, wenn der Bolzen in das Gehirn eindringt. Durch die schnelle Ausbreitung von Schockwellen kinetischer Energie im Gehirn und das abrupte Beschleunigen und Abbremsen des relativ weichen Gehirns innerhalb des knöchernen Schädels (Scherwirkung und countre-coup Effekt) tritt unmittelbar Empfindungs- und Wahrnehmungslosigkeit ein. Dieser Effekt kann sehr kurzlebig sein. Für die verschiedenen Spezies und Größen von Tieren werden verschiedene Bolzenschussgeräte mit unterschiedlichen Bolzengewichten, -längen und -durchmessern verwendet. Die Pulverladungen der Kartuschen und der Arbeitsluftdruck sind der Tierart angepasst, und es gibt für die verschiedenen Tierarten definierte Ansatzstellen (Schusspositionen) am Kopf. Falls der Bolzen zu dünn ist oder durch ein vorhandenes Loch im Schädel gefeuert wird, kommt es nicht zu ausreichendem Energietransfer auf den Schädel, um eine effektive Betäubung zu erzeugen (Karger, 2009; EFSA, 2004, Seiten 45 ff.; Raj und O'Callaghan, 2001; Daly und Whittington, 1989).

Der Kopf des Tieres muss dem Betäuber angemessen präsentiert werden, um einen genauen Schuss zu ermöglichen. Das Tier sollte mit einem Schuss empfindungs- und wahrnehmungslos gemacht werden, und eine effektive Entblutung ist notwendig und muss unmittelbar im Anschluss an die Betäubung erfolgen, um einen schnellen Hirntod infolge des Blutentzugs zu gewährleisten (EFSA, 2004, Seite 48).

Die Effektivität der Betäubung kann anhand des unmittelbaren Zusammenbrechens des Tieres und des sofortigen und andauernden Ausbleibens regelmäßiger Atmung überprüft werden. Die Muskeln des Rückens und der Beine verkrampfen sich, Vorder- und Hintergliedmaßen sind gebeugt, die Vordergliedmaßen strecken sich nach einigen Sekunden. Anzeichen einer geringen Betäubungstiefe sind schlaffe Muskeln unmittelbar nach der Betäubung, Wiederkehr regelmäßiger Atmung und weggedrehte Augäpfel. Zur Wiederkehr regelmäßiger Atmung kommt es, wenn die Entblutung nicht ausreichend ist oder zu spät entblutet wird (Gregory, 1998c).

Die Herzaktivität ist bei Rindern nach dem Bolzenschuss für ungefähr 4 Minuten feststellbar, wenn die Tiere unmittelbar nach der Betäubung entblutet werden, jedoch bei Tieren, die nicht entblutet werden, kann sie bis zu 10 Minuten anhalten (Vimini et al., 1983). Auch Schulze et

al. (1978) beobachteten eine anhaltende Herztätigkeit und beschreiben eine Zunahme der Herzfrequenz bis zu 300 Schläge pro Minute nach der Betäubung von Schafen und Kälbern. Nach Kaegi (1988) kommt es bei Kühen nach der Bolzenschussbetäubung aufgrund einer Aktivierung der entsprechenden Gehirnzentren zu einem Anstieg der Herzfrequenz und des Blutdrucks.

Bolzenschussgeräte können entweder durch einen Abzug oder durch Kontakt mit dem Tierkopf ausgelöst werden. Bei durch Kontakt ausgelösten Geräten gibt es keine Korrekturmöglichkeit für die Ansatzposition, sobald sie den Kopf des Tieres berühren. Als Folge davon kommt es, abhängig von der Fertigkeit des Personals, mit dieser Art von Schussgeräten auf einigen Schlachthöfen zu einer höheren Zahl von Fehlbetäubungen. Auch schlechte Wartung der Geräte ist ein häufiger Grund für Fehlbetäubungen. Die Geräte müssen regelmäßig gereinigt und gewartet werden, ansonsten kann es zu einer Beeinträchtigung der Bolzengeschwindigkeit kommen. Wenn die Gummiringe oder Federn, die für den Rückzug des Bolzens aus dem Schädel notwendig sind abgenutzt sind, müssen sie umgehend ersetzt werden. Nichtbeachtung dieser Regel kann dazu führen, dass der Bolzen oder das Schussgerät beschädigt werden (z.B. Steckenbleiben des Bolzens im Schädel und nachfolgende Beschädigung des Gerätes). Wenn die Spitze des Bolzens aus der Mündung des Schussgerätes herabhängt, zeigt dies eine mangelhafte Wartung an. Resultat ist eine Vergrößerung des Gasexpansionsraums innerhalb des Schussgerätes, was wiederum energiearme Schüsse zur Folge hat. Deformierte Bolzen erreichen nicht die notwendige Geschwindigkeit. Zu kurze oder zu dünne Bolzen können aufgrund eines verminderten Energietransfers zu reduzierter Betäubungseffektivität führen (Gregory, 2007; EFSA, 2004, Seiten 45 ff.; Holleben et al., 2002).

Eine effektive Bolzenschussbetäubung geht mit unmittelbarem Verlust von evozierten kortikalen Potentialen im Gehirn einher (Daly und Whittington, 1989; Daly et al., 1987). Das Fehlen primärer evozierter kortikaler Antworten bedeutet den Verlust der neuronalen Reizübertragung auf einem Niveau, das unterhalb der bewussten Reizwahrnehmung liegt. Dies ist deshalb ein nützlicher Indikator für eine tiefe Betäubung, weil es anzeigt, dass die Signale vor dem Erreichen der assoziativen Hirnrinde deafferenziert werden. Dort werden mit Empfindungs- und Wahrnehmungsfähigkeit assoziierte Signale sonst integriert. Im Gegensatz zu evozierten Potentialen ist das spontane EEG kein so verlässlicher Indikator einer Fehlfunktion im Gehirn nach der Bolzenschussbetäubung, und deshalb werden evozierte Antworten bevorzugt (Gregory, 2007; Daly et al., 1988; Daly, 1987). Gleichwohl benutzten Schulze et al. (1978) das EEG und beschrieben schwerwiegende Änderungen des EEG nach der Bolzenschussbetäubung, während das EEG nach Shechita für mehrere Sekunden unverändert blieb (siehe Kapitel 4.1.2, Tabelle 4 und 5). Weil aber das isoelektrische EEG nach der Bolzenschussbetäubung später auftrat als nach Shechita, bezweifelten sie die Effektivität der Bolzenschussbetäubung. Diese Interpretation wurde von Kotter et al. (1979) unverzüglich kritisiert und würde einer Überprüfung heutzutage nicht mehr standhalten, weil eine Empfindungs- und Wahrnehmungslosigkeit bereits vor Eintreten des isoelektrischen EEGs erreicht wird. Im Hinblick auf die vergleichende Studie von Schulze et al. (1978) muss weiterhin angemerkt werden, dass Bolzenschussgeräte zu der Zeit noch nicht ausreichend standardisiert waren, was von den Autoren selbst in einer Antwort auf Kotter et al. (1979) erwähnt wurde (Schulze-Petzold und Schulze, 1979). Die Effektivität der Betäubung, die von Schulze et al. (1978) zu der Zeit erreicht wurde, reichte nicht an den heutigen Standard heran, da bei 3 von 5 mit Bolzenschuss betäubten Kälbern eine erhaltene Atemfunktion verzeichnet wurde (Hazem et al. 1977).

Um bei Rindern eine effektive Betäubung zu gewährleisten, muss der Bolzenschuss am Kreuzungspunkt zweier gedachter Linien zwischen Hornansatz und dem gegenüber liegenden Auge erfolgen, keinesfalls jedoch mehr als 2 Zentimeter von diesem Punkt entfernt (EFSA,

2004, Seite 59; Finnie, 1993; Ilgert, 1985; Lambooij et al., 1983; Lambooij, 1981a; Lambooij, 1981b). Kaegi (1988) gibt den äußeren Rand des Auges als Referenzpunkt zum Hornansatz an, womit der Zielpunkt etwas nach oben verlagert wird. Dabei ist beim Einsatz von Geräten mit niedriger Durchschlagskraft die Schussgenauigkeit von elementarerer Bedeutung (Gregory, 2007). Abweichungen von der empfohlenen Schussposition oder dem rechtwinkligen Ansatz erhöhen die Intensität der Muskelkrämpfe nach dem Bolzenschuss, und behindern weitere Arbeitsschritte, einschließlich Aufziehen und Entblutung (Marzin et al., 2008; Kaegi, 1988; Ilgert, 1985).

Nach Erfahrungsberichten der ersten beiden Autoren tritt ein Wiederkehren regelmäßiger Atmung bei Rindern besonders häufig bei sehr schweren Bullen und Kühen (> 600 kg Lebendgewicht) auf. Durch sofortiges und effektives Entbluten, eine Ansatzposition des Betäubungsgerätes etwas oberhalb des empfohlenen Punktes oder Einsatz von neueren Geräten mit höherer Bolzengeschwindigkeit und extra langen Bolzen (14 cm) konnte dieses Anzeichen reduziert werden. Allerdings müssen auch schwere und lange Bolzen entsprechend beschleunigt werden, und der gezielte Ansatz schwerer Geräte ist oft schwieriger. Auch mit Druckluft betriebene Geräte sind ziemlich schwer und müssen mit beiden Händen bedient und oberhalb des Tierkopfes aufgehängt werden. Gewöhnlich ist eine enge Fixierung des Tierkopfes für einen zielgenauen Ansatz dieser Betäubungsgeräte notwendig, weil der Bediener andernfalls den Kopfbewegungen des Tieres nicht folgen und den Ansatz korrigieren könnte.

Bolzengeschwindigkeiten müssen für Ochsen, Färsen und Kühe oberhalb von 55 m/s und für Jungbullen, die gewöhnlich schwieriger zu betäuben sind, oberhalb von 70 m/s liegen. Der Energietransfer zum Kopf und die Betäubungstiefe sind besser, wenn der Bolzendurchmesser 16 mm oder mehr beträgt (Gregory, 2007).

Grandin (2003) berichtete von Problemen hinsichtlich Rückkehr von Empfindungs- und Wahrnehmungsfähigkeit in 4 von 21 kommerziellen Schlachthöfen, die sowohl druckluft- als auch kartuschenbetriebene Bolzenschussgeräte verwendeten. Es waren 0,16 % der Ochsen und Färsen und 1,2 % der Bullen und Kühe betroffen. Die Probleme waren auf feuchte Kartuschen, schlechte Gerätewartung, falsche Schussposition und Rinder mit sehr dicken und schweren Schädeln zurückzuführen. In einem französischen Schlachthof wurden 7 Prozent von 500 Rindern nachbetäubt, weil sie, zumeist aufgrund falscher Schussposition, nicht zusammengebrochen waren (Marzin et al., 2008). Die Autoren beobachteten außerdem Aufrichtbewegungen bei nahezu einem Viertel der Rinder, allerdings ist unklar, ob diese als bewusste Aktivität aufgefasst werden können, weil die Atmung nicht beurteilt wurde (Marzin et al., 2008). In einer anderen Untersuchung wurde bei 1600 Rindern die Häufigkeit einer zu flachen Gehirnerschütterung ermittelt, und zwar anhand von körperlichem Zusammenbrechen, positivem oder negativem Kornealreflex, normaler regelmäßiger Atmung, Augapfelrotation und erfolgter Nachbetäubung des Tieres. Die Häufigkeit zu flacher Betäubung betrug bei allen Rindern 8 Prozent und bei Jungbullen 15 Prozent. Diese Erhebung erfolgte auf einem Schlachthof mit hochqualifiziertem und motiviertem Personal, von dem die Autoren anmerkten, dass sie mehr Tiere als nötig nachbetäubten. Erregung von Rindern vor der Betäubung und gedämpft klingende Schüsse waren mit einer weniger effektiven Betäubung assoziiert (Gregory et al., 2007). In einem großen deutschen Schlachtbetrieb mussten 6 Prozent von 1130 schweren Fleckvieh Rindern nachbetäubt werden (Endres, 2005). Nach Erfahrung der DialRel WP2 Partner kann die Häufigkeit mangelhafter Betäubungseffektivität aufgrund von unangemessener Ausrüstung und unsachgemäßer Durchführung durch die Bediener (z.B. Ansatz des Betäubungsgerätes und spätes Stechen, besonders bei schweren Rindern) bis zu 5 oder sogar 15 Prozent betragen. Verbesserungen der Ausrüstung und Schulung der Mitarbeiter tragen erheblich zu einer guten Effektivität der Bolzenschussbetäubung bei (Gallo et al., 2003).

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass die Bolzenschussbetäubung bei adulten Rindern und bei Kälbern zuverlässig eine effektive Betäubung auslöst, vorausgesetzt sie wird mit geeigneten Geräten durchgeführt, die mit korrekten Kartuschen bzw. angemessenem Luftdruck betrieben und sorgfältig angesetzt werden. Dennoch ist es bei dieser Methode sehr wichtig, Tiere sicher nachzubetäuben, wenn eine schlechte Betäubungswirkung vermutet wird. Im Falle einer geringgradigen Abweichung vom optimalen Betäubungsvorgang beugt eine Entblutung innerhalb von 60 Sekunden Leiden vor.

Bei Schafen und Ziegen gelten generell die gleichen Prinzipien wie bei Rindern. Die ideale Ansatzstelle ist bei hornlosen Schafen der höchste Punkt des Schädels in der Medianen, wobei die Schussrichtung direkt abwärts auf die Kehle zielt. Die ideale Ansatzstelle bei behornen Schafen und bei allen Ziegen liegt unmittelbar hinter dem zwischen den Hörnern verlaufenden Knochenwulst in der Medianen. Dabei sollte der Bolzen in Richtung auf das Maul zielen (HSA, 2006; EFSA, 2004, Seite 74).

Ein Wechsel der Schussposition von der frontalen zu der Position hinter dem Hornwulst kann die Auftreffmechanik dahingehend verändern, dass die diffuse Schädigung des Gehirns möglicherweise aufgrund der verringerten Beschleunigung des Kopfes reduziert wird. Dies kann mit einer schnellen Wiederkehr der Gehirnfunktion bei Schafen einhergehen (Durchschnitt: 50 s, frühestens: 33 s nach dem Schuss). Deshalb sollte die Schussposition hinter dem Hornwulst nur verwendet werden, wenn es unvermeidlich ist (z.B. bei behornen Tieren), und nur bei prompt folgendem Entbluteschnitt innerhalb von 16 Sekunden (Daly und Whittington, 1986). Beide Halsschlagadern müssen durchtrennt werden, um die Zeit bis zum Verlust der Ansprechbarkeit des Gehirns so kurz wie möglich zu halten (Gregory und Wotton, 1984a).

Basierend auf praktischer Erfahrung kann man sagen, dass das Verhalten nach der Betäubung dem bei Rindern beobachteten sehr ähnlich ist. Es kommt zu einer prompten und andauernden Apnoe und zu unmittelbarem Einsetzen eines tonischen Anfalls. Die Position des Augapfels ist starr, d.h. direkt nach vorne gerichtet (EFSA, 2004, Seite 75). Während des Blutentzugs kann es zu starken klonischen Krämpfen kommen.

Fehlbetäubungen können aufgrund eines falschen Ansatzes des Betäubungsgerätes zustande kommen. Jedoch wenn korrekt durchgeführt, ist die penetrierende Bolzenschussbetäubung eine effektive Methode, um Schafe und Ziegen zu betäuben, und der Verlust der Empfindungs- und Wahrnehmungsfähigkeit erfolgt unmittelbar.

Für Geflügel sind sowohl penetrierende als auch nicht-penetrierende Geräte speziell für die Tötung, und weniger für die Betäubung, entwickelt worden (Hewitt, 2000). Weil die Schädelknochen von Geflügel nicht ossifiziert sind, verursachen sowohl penetrierende als auch nicht-penetrierende Geräte keine Gehirnerschütterung, sondern schwerwiegende Gehirnschäden und den sofortigen Tod, vorausgesetzt die Parameter sind korrekt (EFSA, 2004, Seite 151).

Geflügel wird in Trichtern, Schlachtbügeln, Schlachthalterungen oder von Hand fixiert, und die Schussgeräte müssen im rechten Winkel zum frontalen Schädelknochen angesetzt werden (Raj und O'Callaghan, 2001). Bolzendurchmesser zwischen 5 und 6 Millimetern und Längen zwischen 10 und 25 Millimetern werden bei Hühnern als effektiv angesehen. Visuell evozierte Potentiale verschwinden umgehend, es kann aber zu heftigem Flügelschlagen kommen (Raj und Tserveni-Gousi, 2000; Hillebrand et al., 1996).

Zusammenfassend ist die penetrierende Bolzenschussbetäubung eine tierschutzgerechte Methode, um umgehend Empfindungs- und Wahrnehmungslosigkeit bei einem Tier auszulösen, vorausgesetzt das Betäubungsgerät ist gut gewartet, wird korrekt angesetzt und wird von einer Kartusche oder von Druckluft ausreichender Stärke angetrieben. Ein effektiver

Blutentzug muss sich an die Betäubung anschließen. Weil es bei routinemäßiger Schlachtung immer zu Abweichungen hinsichtlich optimaler Schusspositionen und Ansatzwinkel kommen kann, ist es allerdings wichtig, die Tiere im Falle einer ungenügenden Betäubungswirkung zuverlässig nachzubetäuben.

#### 4.2.3 Mechanische Betäubung – nicht-penetrierende Bolzenschussbetäubung

Abhängig vom Ausmaß der ausgelösten Gehirnschäden kann die nicht-penetrierende Bolzenschussbetäubung, auch Stumpfe-Schlag Betäubung oder Schuss-Schlagbetäubung genannt, entweder eine permanente oder temporäre Empfindungs- und Wahrnehmungslosigkeit hervorrufen. In einer Untersuchung mit Lämmern und Kälbern zeigte die Mehrzahl der Tiere Wiedererwachen (Blackmore und Delany, 1988, Seite 57). Diese Anzeichen, das Einsetzen von Aufrichtbewegungen eingeschlossen, traten aber gewöhnlich nicht vor Ablauf von 2 Minuten ein (Blackmore, 1979).

Um eine effektive Betäubung bei ausgewachsenen Rindern zu gewährleisten, müssen nicht-penetrierende Bolzenschussgeräte 2 Zentimeter oberhalb des Kreuzungspunktes zweier gedachter Linien zwischen Hornansatz und gegenüberliegendem Auge angesetzt werden. Dies muss sehr präzise und unter Einsatz guter Kopf- und Körperfixierung durchgeführt werden, da selbst geringgradige Abweichungen von der idealen Schussposition und dem richtigen Ansatzwinkel die Betäubungseffektivität herabsetzen (HSA, 2006; Grandin, 2003; Hoffmann, 2003). Endres (2005) weist darauf hin, dass eine ausgeprägte Stirnbehaarung oder Mulden auf der Oberfläche des Stirnbeins einen guten Kontakt zwischen dem Bolzenkopf und dem Knochen verhindern und so zu einem verringerten Energietransfer führen.

Studien über die Effektivität der Methode haben zu unterschiedlichen Resultaten geführt. Nach Untersuchungen an 12 adulten Rindern befand Finnie (1995), dass die frontale nicht-penetrierende Bolzenschussbetäubung einen unmittelbaren Verlust der Empfindungs- und Wahrnehmungsfähigkeit zur Folge hat, ersichtlich am sofortigen Zusammenbrechen und an der Abwesenheit regelmäßiger Atmung. Lambooij et al. (1981) benutzten elektroenzephalographische Nachweismethoden und konnten nur bei 15 von 19 Kälbern mit einem Lebendgewicht von 200 Kilogramm eine unmittelbare Empfindungs- und Wahrnehmungslosigkeit auslösen. Blackmore (1979) ermittelte anhand von Beobachtungen des Verhaltens, dass 80 Prozent von 90 Kälbern im Alter von 1 bis 2 Wochen effektiv betäubt waren.

Gibson et al. (2009d) testeten die elektroenzephalographischen (EEG) und kardiovaskulären Antworten von mit Halothan anästhesierten Kälbern (109 bis 144 kg Lebendgewicht) auf eine nicht-penetrierende Bolzenschussbetäubung und zeigten, dass diese die zerebrokortikale Aktivität nahezu augenblicklich veränderte. Unmittelbar nach der Betäubung setzte die Atmung bei allen Tieren aus. Einige Tiere zeigten während der ersten 5 Sekunden langsame unkoordinierte Gliedmaßenbewegungen. Die Stirnknochen aller Kälber hatten eine runde eingedrückte Fraktur von 30 Millimeter Durchmesser am Auftreffpunkt des Bolzens mit benachbarten subarachnoidalen Blutungen und physischen Schäden des Gehirngewebes. Überall im Gehirn wurden außerdem weitreichende Schäden gefunden, die sich als traumatische Axonverletzungen, Gehirnschwellungen und -blutungen manifestierten (Gibson et al., 2009d). Eine bei Kälbern (134 bis 204 kg Lebendgewicht) innerhalb von 5 Sekunden nach dem ventralen Halsschnitt angewandte nicht-penetrierende Bolzenschussbetäubung, resultierte in einer unmittelbar veränderten Gehirnfunktion bei 5 von 7 Kälbern. Diese Kälber wiesen eine Phase mit einseitig aktivem EEG auf, die 4 bzw. 6 Sekunden nach der Betäubung andauerte. Die andere Hemisphäre hatte ein nicht mit Empfindungs- und Wahrnehmungsfähigkeit vereinbares EEG, und es wurde angemerkt, dass ein ungenauer Geräteansatz dafür verantwortlich gewesen sein könnte (Gibson et al., 2009c).

Zwei neuere Studien in Deutschland haben die nicht-penetrierende Bolzenschussbetäubung unter Routinebedingungen bei Rindern bis zu 500 kg Schlachtgewicht untersucht. Hoffmann (2003) benutzte entweder kartuschenbetriebene oder pneumatische Schlagschussgeräte (Cash und EFA) und ermittelte, dass 12 Prozent von 1248 Rindern nachbetäubt werden mussten, dabei kam es besonders bei Abweichung der Schussposition von der Mittellinie zu einer bedeutenden Erhöhung der Nachbetäubungsrate.

Endres (2005) untersuchte die Betäubungseffektivität von zwei pneumatischen Schuss-Schlagbetäubungsgeräten (Jarvis und EFA) bei mehr als 5500 Rindern (überwiegend Fleckvieh). Kriterien für eine Nachbetäubung waren regelmäßige Atmung und zielgerichtetes fokussiertes Sehen. Insgesamt wurden nur 83,3 Prozent der Rinder durch den ersten Schuss betäubt. Die Rate der erfolgreichen Erstbetäubungen war beim Jarvis Gerät etwas höher. Die höchste Nachbetäubungsrate von 20 % wurde bei Jungbullen ermittelt. Sechzig Prozent von 548 untersuchten Köpfen wiesen an der Auftreffstelle des Bolzens erhebliche Verletzungen des Stirnbeins auf, einschließlich der inneren und äußeren Knochenlamina und zum Teil auch der Dura mater. Bei allen 80 untersuchten Gehirnen wurden unterhalb der Auftreffstelle und in der Umgebung des Hirnstamms Blutungen unterschiedlichen Ausmaßes gefunden, was ähnliche Befunde von Blackmore (1979), Lambooij et al. (1981), Finnie (1995) und Hoffmann (2003) bestätigte.

Es wurde der Schluss gezogen, dass es nicht möglich war, das für das Erreichen einer effektiven Betäubung ohne gleichzeitigen Bruch des Schädelknochens optimale Verhältnis zwischen der Größe des Bolzenkopfes und der Dosierung der Auftreffenergie zu finden. Dies beruhte auf der Tatsache, dass besonders die Jungbullen große Variationen bezüglich Form und Behaarung der Köpfe aufwiesen. Schädelfrakturen hatten eine weniger effektive Betäubung zur Folge (Endres, 2005).

Eine effektive Nachbetäubung konnte nur mit einem penetrierenden Bolzenschussgerät erreicht werden, da die Anwendung eines zweiten nicht-penetrierenden Bolzenschusses aufgrund der bestehenden Schwellungen und Frakturen einen ungenügenden Energietransfer zum Gehirn ergab (Endres, 2005).

Bei Rindern sollte der Entblutestich innerhalb von 12 Sekunden nach der Schuss-Schlagbetäubung durchgeführt werden (EFSA, 2004, Seite 64), und wenn möglich auch noch eher (Mintzlaff und Lay, 2004). Die Herzaktivität hielt bei adulten Rindern und Kälbern genau wie bei der penetrierenden Bolzenschussbetäubung an (Gibson et al., 2009d; Hoffmann, 2003; Lambooij et al., 1981).

Bei Kälbern wurden die äußeren Anzeichen einer effektiven nicht-penetrierenden Bolzenschussbetäubung folgendermaßen beschrieben: Auftreten von tonischen Krämpfen und Spasmen für 5 bis 15 Sekunden mit nachfolgender Entspannung oder Streckmuskelstarre mit einem gewissen Maß an generalisiertem Muskelzittern, gefolgt von langsamen Bewegungen der Hintergliedmaßen. Abwesenheit regelmäßiger Atmung währte bis zu 35 Sekunden, und Aufrichtverhalten fehlte mindestens 60 Sekunden lang (Lambooij et al., 1981; Blackmore, 1979). Bei adulten Rindern berichtete Finnie (1995) von kurzen tetanischen Spasmen, gefolgt von langsamen, unkoordinierten und häufiger werdenden Bewegungen der Hintergliedmaßen. Dass bei den meisten Rindern nach der Betäubung weniger Bewegungsaktivität als nach penetrierender Bolzenschussbetäubung vorkommt, wurde von Hoffmann (2003) und Endres (2005) als ein Vorteil im Bezug auf die Genauigkeit beim Entblutestich und auf den Arbeitsschutz beschrieben.

Eine ungenügende Betäubungseffektivität wurde auch bei Schafen beschrieben. Blackmore (1979) konnte 84 bis 95 Prozent der Lämmer (3 bis 4 Monate alt) unter Anwendung der okzipitalen Ansatzposition betäuben. Die Tiere brachen sofort zusammen und zeigten leichtes generalisiertes Muskelzittern, gefolgt von langsamen Bewegungen der Hintergliedmaßen, die

sich zu heftigem Schlagen steigerten. Regelmäßige Atmung fehlte. Gehirnblutungen waren oft vorhanden. Erwachsene Schafe konnten mittels Schuss-Schlagbetäubung nicht erfolgreich betäubt werden (Blackmore, 1983), da die Atmung zwischen 7 und 43 Sekunden nach dem Schuss wieder einsetzte (Schütt-Abraham et al., 1983b).

Bei jungen Merino Lämmern (4 bis 5 Wochen alt) führte die nicht-penetrierende Bolzenschussbetäubung bei 5 von 10 Tieren zu einer Schädelfraktur. Der strukturelle Gehirnschaden, eine Mischung aus fokalen und diffusen Verletzungen, ist dem bei der penetrierenden Bolzenschussbetäubung ähnlich und ausreichend schwerwiegend, so dass beide Arten von Bolzen für die Betäubung von Lämmern als akzeptabel befunden werden (Finnie, 2000). Trotzdem sollte die Entblutung so schnell wie möglich nach der Betäubung durchgeführt werden (EFSA, 2004, Seite 76). Für Ziegen sind keine Daten verfügbar.

Beim Einsatz von nicht-penetrierenden Bolzenschussgeräten sowohl bei Schafen als auch bei Rindern muss der Verlust der Empfindungs- und Wahrnehmungsfähigkeit mit einem einzigen Schuss in der Frontalposition am Kopf erreicht werden. Nachfolgende Schüsse können aufgrund der durch den ersten Schuss hervorgerufenen Hautschwellung unwirksam sein und sollten deshalb nicht erlaubt sein. Wenn der erste Schuss unwirksam ist, muss das Tier umgehend mittels penetrierendem Bolzenschuss oder elektrischem Strom nachbetäubt werden (EFSA, 2004, Seite 48).

Nicht penetrierende Bolzenschussgeräte mit Schlagköpfen aus Plastik oder Metall werden beim Geflügel für die Betäubung und die Tötung von Hühnern und Puten eingesetzt. Der Bolzen wird mit hoher Geschwindigkeit auf den Kopf des Huhns oder der Pute gefeuert und verursacht schwere strukturelle Schäden am Schädel und im Gehirn. Das Gerät wird in kleineren Schlachtbetrieben sowie bei Notschlachtungen eingesetzt, wobei umgehendes Entbluten empfohlen wird (HSA, 2005; HSA, 2004; Hewitt, 2000). Gregory und Wotton (1990b) zeigten, dass die Stumpfe-Schlag Betäubung von Hühnern eine deutliche Änderung visuell evozierter Potentiale hervorruft. Ein von Hand mit einem stumpfen Instrument, z.B. Metallrohr, Holz- oder Kunststoffstab, ausgeführter Schlag auf den Kopf führt aufgrund einer Gehirnerschütterung zu unmittelbarem Verlust der Empfindungs- und Wahrnehmungsfähigkeit bei Hühnern und Geflügel bis zu 5 Kilogramm, vorausgesetzt der Schlag wird mit ausreichender Kraft und zielgenau ausgeführt. Da hier die Effektivität in erster Linie auf der Fertigkeit des Schlachters beruht und kaum standardisiert werden kann, ist diese Methode nur für Schlachtungen in geringem Umfang geeignet (Schütt-Abraham, 1995).

Zusammenfassend kann man sagen, dass vom Standpunkt des Tierschutzes die nicht-penetrierende Bolzenschussbetäubung bei Rindern und Schafen aufgrund der relativ hohen Zahl von Fehlbetäubungen bisher nicht zufriedenstellend ist. Verbesserungen erscheinen möglich, durch eine Weiterentwicklung der Bolzenform, eine bessere Fixierung des Kopfes und eine Standardisierung sowohl der Kartuschenstärke als auch der Bolzenform im Verhältnis zu verschiedenen Altersgruppen und genetischen Linien (Moje, 2003). In Australien darf die nicht-penetrierende Bolzenschussbetäubung nur bei Rindern angewandt werden, die mit dieser Methode betäubt werden können, was große Bullen und Büffel effektiv ausschließt. Desweiteren können Schafe nicht betäubt werden, weil der knöchernen Schädelkamm und die Wolle auf dem Schafskopf einen Teil der Auftreffenergie des Schlages absorbieren (Andriessen, 2006, zitiert von Adams und Sheridan, 2008). Ein schneller Blutentzug und, falls notwendig, das Nachbetäuben mit einem penetrierenden Bolzenschussgerät sind zwingend erforderlich.

#### 4.2.4 Gasbetäubung (Geflügel)

Der Hauptvorteil der Gasbetäubung liegt darin, dass Geflügel in Gruppen betäubt werden kann, dass das Handling reduziert wird und dass das Aufhängen und die damit verbundenen negativen Auswirkungen auf die Vögel vermieden werden (EFSA, 2004, Seite 139).

Die Gasbetäubung wird in manchen Ländern für die Halal Schlachtung von Hühnern und Puten eingesetzt (Lankhaar und Nieuwelaar, 2005). Meistens wird ein mehrphasiges System benutzt: zuerst wird eine anästhetische Mischung aus Kohlendioxid, Sauerstoff und Stickstoff (40%CO<sub>2</sub>/30%O<sub>2</sub>/30%N<sub>2</sub>) während einer Minute angewandt, um auf schonende Weise einen Zustand der Empfindungs- und Wahrnehmungslosigkeit einzuleiten; darauf folgt eine zweiminütige Anwendung einer abschließenden Gasmischung mit einem höheren Anteil an Kohlendioxid (80%), um eine Betäubungswirkung zu erreichen, die bis zum Tod infolge des Entblutens anhält. Bei Versuchen zur Evaluierung von aversiven Reaktionen auf verschiedene Gasmischungen führte die Zugabe von 30 Prozent Sauerstoff zu einem Gemisch von Kohlendioxid in Stickstoff zu einer Erhöhung der Futteraufnahmezeit und einer Reduzierung des Kopfschüttelns (McKeegan et al., 2007). Das Fortbestehen des Herzschlags nach der Betäubung ist für dieses System demonstriert worden, allerdings konnte eine vollständiges Wiedererwachen nicht bei allen Vögeln erreicht werden (Coenen et al., 2000). Wenn die Hühner nicht nach 2 Minuten aus der abschließenden Atmosphäre genommen wurden, sondern dem Gas ausgesetzt blieben, konnte 500 Sekunden nach dem Eintritt in die erste Phase keine Herzaktivität mehr festgestellt werden, d.h. 440 Sekunden nach dem Ende der ersten Phase und 320 Sekunden nach dem Ende der Gaseinwirkung im Falle routinemäßiger Schlachtbedingungen. Die Hühner wurden als tot angesehen, wenn die Herzfrequenz 180 Schläge pro Minute oder weniger betrug und das EEG isoelektrisch war. Dies passierte nach 249 Sekunden bei anhaltender Gaseinwirkung in der Abschlussphase. Bei Schlachtung unter Praxisbedingungen hätten die Hühner zu diesem Zeitpunkt die Gasatmosphäre schon vor mehr als einer Minute verlassen und der Halsschnitt wäre bereits durchgeführt worden (Coenen et al., 2003).

Eine Beurteilung des Tierschutzes unter Praxisbedingungen, bei Betäubung mit dem biphasischen Gasbetäubungssystem, ergab folgende positive Eigenschaften:

- eine tierschutzgerechte Zuführung der Tiere zum System, um eine schonende Einleitung des Betäubungsprozesses zu gewährleisten;
- wissenschaftlich fundierte Bedingungen in der Einleitungsphase und ein damit einhergehendes klinisches Bild, das auch unter Praxisbedingungen verifiziert werden konnte;
- eine ausreichende Betäubungstiefe, die in Verbindung mit der Einhaltung des empfohlenen Intervalls zwischen Betäubung und Entblutung und der Qualität des Halsschnittes sicherstellte, dass keine Tiere die Empfindungs- und Wahrnehmungsfähigkeit vor Eintritt des Todes wiedererlangten
- und eine fachgerechte Prozesskontrolle und -überwachung (Wenzlawowicz und Holleben, 2005).

Weil die Einleitung einer Empfindungs- und Wahrnehmungslosigkeit mit Gasmischungen ein schrittweiser Prozess ist, sollte die Gasmischung der Einleitungsphase nicht-aversiv sein und die Einleitung der Empfindungs- und Wahrnehmungslosigkeit sollte bei den Vögeln kein Unbehagen hervorrufen (EFSA, 2004, Seite 140). Über das erwähnte mehrphasige Betäubungssystem wurden hinsichtlich der Belastung der Vögel durch aversive Gase während der Einleitung der Empfindungs- und Wahrnehmungslosigkeit Bedenken geäußert (Raj et al., 1998), besonders im Bezug auf die lang anhaltende Einleitungsphase und potentiell aversive Anzeichen (vertiefte Atmung mit offenem Schnabel, Kopfschütteln). Allerdings beobachteten McKeegan et al. (2006) bei den verwendeten Kohlendioxidkonzentrationen nur bei einem kleinen Teil der Vögel einen Rückzug vom Futternapf, wobei die Tiere aber nach 20

Sekunden Luftzufuhr wieder zur Futterstelle zurückkehrten. Die Bedeutung des Kopfschüttelns im Bezug auf den Tierschutz wird aber auch diskutiert (Webster und Fletcher, 2001). Es erscheint wahrscheinlich, dass diese Reaktion, die von Barton Gade et al. (2001) als geringfügig aversiv klassifiziert wird, in erster Linie mit neuen oder alarmierenden Reizen verbunden ist (McKeegan et al., 2007; Dunnington und Siegel, 1986). Es gibt wissenschaftliche Anhaltspunkte dafür, dass Geflügel Konzentrationen bis zu 40 Prozent Kohlendioxid toleriert, und nur Konzentrationen oberhalb von 40 oder 55 Prozent Schmerzen oder einen höheren Grad an Unwohlseins hervorrufen (EFSA, 2004, Seite 148).

Die Gasbetäubung ist effektiv, wenn es während des Entblutens nicht zu Aufrichtversuchen, Flügelschlagen, Vokalisation oder regelmäßiger Atmung kommt. Dies wird erreicht, wenn alle Vögel guten Zugang zum Gas haben (keine Überladung), angemessene Verweildauern und Gaskonzentrationen eingehalten werden und beide Halsschlagadern rechtzeitig durchtrennt werden.

Untersuchungen des biphasischen Systems unter Praxisbedingungen ließen eine ausgezeichnete Wirksamkeit der Betäubung erkennen. Nach dem Halsschnitt wurden 0,003% der Vögel als wach klassifiziert, was einem Vogel aus 36.072 gleichkommt (Wenzlawowicz and Holleben, 2005).

Zusammenfassend kann die Gasbetäubung, wie sie beim biphasischen System angewandt wird, als eine effektive Methode der Geflügelbetäubung bezeichnet werden, deren besondere Vorteile reduziertes Handling und geringere Beeinflussung der lebenden Vögel sind. Manche Bedenken hinsichtlich möglicherweise unangenehmer Empfindungen während der Einleitungsphase können nicht vollständig ausgeschlossen werden, aber dieses Risiko wird durch die Vorteile des verbesserten Handlings der lebenden Vögel mehr als aufgewogen.

Bezüglich der zusammenfassenden Bewertung aller Betäubungsmethoden kann gesagt werden, dass der erreichte Tierschutzvorteil sowohl von der Ausrüstung als auch der Durchführung abhängig ist. Reversible Betäubungsmethoden allein führen nicht zum Tod des Tieres, sondern es muss durch eine effektive Entblutung eine vorübergehende Rückkehr der Empfindungs- und Wahrnehmungsfähigkeit verhindert werden. Prinzipiell sind Betäubungsmethoden schmerzfrei, wenn sie sachgerecht durchgeführt werden. Bei der elektrischen und mechanischen Betäubung wird dies dadurch gewährleistet, dass sich Schockwellen oder elektrische Felder schneller ausdehnen oder die Gehirnaktivität schneller unterbrechen, als die transsynaptischen Nervenbahnen ein Schmerzsignal übertragen können. Bei der Gasbetäubung kann dies erreicht werden, indem zuerst ein Zustand der Empfindungs- und Wahrnehmungslosigkeit erzeugt wird, bevor Geflügel potentiell aversiven Gaskonzentrationen ausgesetzt wird.

### **4.3 Betäubung nach dem Halsschnitt**

Die Betäubung nach dem Halsschnitt, auch “post-cut-stunning” genannt, bedeutet die Anwendung einer Betäubungsmethode nach erfolgtem Halsschnitt. Wenn unmittelbar nach dem Halsschnitt durchgeführt, wird “post-cut-stunning” im Vergleich zur betäubungslosen Schlachtung als eine tierschutzrelevante Verbesserung angesehen, weil das Zeitintervall reduziert wird, während dessen Schmerzen und Leiden nach der betäubungslosen Schlachtung erfahren werden können (Binder, 2010; Luy, 2010; Caspar und Koepernik, 2010; Gsandtner, 2005). Allerdings entstehen beim “post-cut-stunning“ immer noch beträchtliche Schmerzen und Leiden im Gegensatz zur Betäubung vor dem Schnitt (Luy, 2010). Dies ist der Fall, weil der schmerzhafteste Einfluss des Schnittes weiterhin vorhanden ist (siehe auch Kapitel 4.1.1) und “post-cut-stunning” die Zeit direkt nach dem Schnitt und vor der Betäubung (innerhalb

von 5 Sekunden) nicht abdeckt. Diese ist von Bedeutung, wenn das Tier empfindungs- und wahrnehmungsfähig ist.

Bisher wird “post-cut-stunning” mithilfe von penetrierenden und nicht-penetrierenden Bolzenschussgeräten durchgeführt und ist nur bei Rindern beschrieben (Binder, 2010; Berg, 2007).

Gibson et al. (2009c) untersuchten, in welchem Ausmaß die Anwendung einer nicht-penetrierenden Bolzenschussbetäubung 5 Sekunden nach dem ventralen Halsschnitt den schädlichen sensorischen Einfluss des Schnittes abschwächte, und zeigten, dass die Betäubung bei den meisten Tieren die auf schädliche sensorische Einflüsse folgenden Reaktionen im EEG verhinderte (siehe auch Kapitel 4.2.3).

Nach neuen Daten aus Neuseeland verbessert auch eine elektrische Betäubung nach dem Halsschnitt den Tierschutz dadurch, dass das Aussetzen der Gehirnfunktion schneller erfolgt. Daly et al. (2010) zeigten, dass bei Anwendung einer Elektrobetäubung innerhalb von 3 Sekunden nach dem Halsschnitt bei Schafen spontane Atmung, Kornealreflexe und visuell evozierte Potentiale sofort erloschen und vor dem Tod nicht wieder auftraten. Obwohl die EEG Aufzeichnungen keine epileptiforme Aktivität zeigten und bei den Schafen keine Krampfaktivität auftrat, wurden die Ergebnisse als Beweis dafür gewertet, dass eine direkt nach dem Halsschnitt angewandte Elektrobetäubung eine unmittelbare Empfindungs- und Wahrnehmungslosigkeit erzeugt.

Wie im Kapitel 3.3 beschrieben ist eine der Hauptbedenken hinsichtlich des “post-cut-stunning”, dass die Betäubung nicht unmittelbar nach dem ersten Schnitt durchgeführt wird, sondern erst nach mindestens 5 Sekunden und oft auch erst nach 12 oder mehr Sekunden. Dies wird vom Standpunkt des Tierschutzes als nicht akzeptabel angesehen (Binder, 2010; Berg, 2007, siehe auch Kapitel 3.3).

Zusammenfassend kann man sagen, dass die Betäubung nach dem Halsschnitt, das post-cut-stunning, von dem Moment der Anwendung an potentielle Schmerzen und Leiden verhindert. Dies ist im Vergleich zum betäubungslosen Schlachten eine bedeutende Verbesserung des Tierschutzes im Bezug auf die Zeitspanne zwischen dem Schnitt und dem Verlust der Empfindungs- und Wahrnehmungsfähigkeit (siehe Kapitel 4.1.2). Allerdings müssen der Zeitpunkt des Schnittes selbst und die ersten Sekunden nach dem Schnitt als eine Phase angesehen werden, in der eine Schmerzerfahrung wahrscheinlich ist und die nicht durch das post-cut-stunning beeinflusst wird.

## **5 Schlussfolgerungen**

Nach der ausführlicher Darstellung der oben angegebenen Überlegungen können folgende Bedenken über verschiedenen Schlachtverfahren benannt werden:

### **5.1 Schlussfolgerungen im Bezug auf den *Halsschnitt ohne Betäubung***

In diesem Bericht wurden keine Vergleiche zwischen den beiden betäubungslosen Schlachtmethoden (Halal und Shechita) gezogen. Allerdings sind aufgrund der vorliegenden Forschungsergebnisse und der Erfahrung der beteiligten Tierärzte an beide Verfahren die gleichen allgemeinen Anforderungen zu stellen, und bei der Routineschlachtung wurden bei beiden Verfahren sowohl unsachgemäße Ausrüstung als auch schlechte Ausführung beobachtet. Eine quantitative Analyse der Risiken während der praktischen Durchführung lag außerhalb der Aufgabenstellung dieses Projekts.

### Fixierung für die Schlachtung ohne Betäubung

Fixierungsmethoden sind abhängig von der Tierart und der Größe der Tiere. Für die betäubungslose Schlachtung werden Rinder und Schafe entweder aufrecht, in Rückenlage oder in Seitenlage fixiert. Auf einigen Schlachtbetrieben werden Rinder halb angeschlungen fixiert, und auch bei Schafen wird Anschlingen als Fixierungsmethode noch benutzt. Geflügel wird von Hand entweder in Rücken- oder auf einem Tisch in Seitenlage, in einem Schlachtbügel oder in einem Trichter fixiert.

- Die Fixierung für das betäubungslose Schlachten muss sicherstellen, dass der Hals auf eine Weise gehalten und gestreckt wird, die eine optimale Durchführung des Schnittes und eine effiziente Entblutung ermöglicht.
- Auch die Fixierung nach dem Schnitt ist tierschutzrelevant:
  - die Halswunde und die Blutgefäße müssen auf die bestmögliche Art offen gehalten werden, um eine schnelle Entblutung und einen schnellstmöglichen Verlust der Empfindungs- und Wahrnehmungsfähigkeit zu ermöglichen;
  - mechanische Einflüsse auf die Wunde (z.B. Zug- und Scherkräfte oder Kontakte mit anderen Materialien) müssen vermieden werden, solange die Tiere ihre Empfindungs- und Wahrnehmungsfähigkeit noch nicht verloren haben;
  - chemische Einflüsse auf die Wunde, die durch Blut oder Mageninhalt entstehen, müssen auf ein Mindestmaß reduziert werden, solange die Tiere ihre Empfindungs- und Wahrnehmungsfähigkeit noch nicht verloren haben;
- Bei allen Fixierungsmethoden tragen sowohl eine suboptimale Durchführung als auch Defizite bei Konstruktion und Design zu einer schlechten Tierschutzsituation bei. Bei der Schlachtung ohne Betäubung werden spezielle Verfahren benötigt, um den Hals zu strecken oder um die Wunde nach dem Schnitt offenzuhalten, was eine entsprechende Auswahl und Bedienung der Einrichtungen erforderlich macht.
- Die Fixierung schwerer Tiere wie ausgewachsener Rinder stellt eine besondere Herausforderung dar und kann die Entscheidung zwischen aufrechter Fixierung und dem Drehen der Tiere in Rücken- oder Seitenlage erschweren:
  - Verbesserungen durch besseres Training und auch durch verbesserte Konstruktion sind bei allen drei Systemen möglich (z.B. Größe und Anpressdruck des Halsrahmens, Kopfhebers, Vorschiebers, Bauchhalters, Drehrichtung, Drehdauer, Stellwinkel, Bedienung nach dem Schnitt);
  - Die aufrechte Fixierung scheint diejenige zu sein, die am wenigsten Stress verursacht, wenn zwischen dem Eintritt des Tieres in die Vorrichtung und dem Schnitt wenig Zeit vergeht und wenn die geringstmögliche Reaktion des Tieres auf die Kopffixierung erfolgt. Allerdings wurden innerhalb dieses Projekts keine systematischen Untersuchungen zu den verschiedenen Fixierungsmethoden durchgeführt;
  - Obwohl angenommen wird, dass die Durchführung des Schnittes an aufrecht fixierten Rindern größere Fertigkeiten erfordert als die Durchführung an Rindern in Rückenlage, liefern die während dieses Projekts gesammelten Daten keine klaren Beweise, die diese Annahme bestätigen;
  - Die Behandlung von aufrecht fixierten Rindern nach dem Schnitt ist aufwändiger als bei Rindern in Rücken- oder Seitenlage, weil es schwierig ist, die Tiere nach dem Schnitt so zu stützen, dass die Wunde offengehalten wird und die Wundränder die Fixierungseinrichtung nicht berühren;
  - Das sich aus den durchtrennten Gefäßen über die Wunde und in die Trachea und den Kehlkopf ausbreitende Blut verursacht bei allen Arten der Kopffixierung Schmerzen

oder Unbehagen. Das Ausbreiten von Mageninhalt über die Wunde kann bei aufrechter Fixierung solange verhindert werden, bis die Tiere aus der Falle ausgeworfen werden;

- Drehpositionen zwischen aufrechter Position und Seitenlage, z.B. auf 45 Grad, können Stress während der Drehung einschränken und verhindern eine unnatürliche Körperhaltungen;

- Es kann angenommen werden, dass Rinder in Rückenlage leiden, und zwar infolge von Größe und Gewicht des auf das Zwerchfell und die Brustorgane drückenden Pansens.

### Der Halsschnitt

- Es kann mit hoher Wahrscheinlichkeit behauptet werden, dass Tiere während und nach dem Halsschnitt ohne vorherige Betäubung Schmerzen empfinden. Dies trifft auch bei einem guten, von einem sachkundigen Schlachter durchgeführten Schnitt zu, weil an Körperteilen, die gut mit Nozizeptoren ausgestattet sind, ein erheblicher Gewebeschaden verursacht wird, und weil die nachfolgende Schmerzempfindung nicht ausschließlich von der Qualität des Schnittes abhängt.
- Risikofaktoren für Schmerz während des Schnittes umfassen: eine erhöhte Anzahl von Richtungswechseln beim Schnitt, eine erhöhte Anzahl von Schnitten, Nachschneiden, eine verlängerte Schnittdauer, stumpfe Klingen, Scharten an der Klinge, größere Halsdurchmesser, erhöhte Flexibilität aufgrund von unzureichender Straffung des Halsgewebes während des Schnittes, dicke Wolle / Behaarung oder aufgeregte Tiere, die ihren Kopf / Hals während des Schnittes bewegen.

### Dauer bis zum Verlust der Empfindungs- und Wahrnehmungsfähigkeit und mögliche Einflüsse während dieser Zeitspanne

- Die durch die Unterbrechung der Blutzufuhr zum Gehirn hervorgerufene Empfindungs- und Wahrnehmungslosigkeit kann zwar schnell eintreten, aber niemals unmittelbar. Die Zeitverzögerung zwischen der reduzierten Blutzufuhr zum Gehirn und einer Empfindungs- und Wahrnehmungslosigkeit hängt sicherlich davon ab, ob kompensatorische Mechanismen des Körpers erfolgreich oder schnell genug sind und wie schnell sie schließlich durch den Verlust an Blutvolumen übermannt werden. Die Ergebnisse sind sehr variabel, und es scheint Unterschiede zu geben zwischen den Ergebnissen unter Praxisbedingungen und denen von wissenschaftlichen Studien, die mit einer relativ kleinen Anzahl von Tieren unter kontrollierten Bedingungen durchgeführt wurden. Die Durchführung in Schlachtbetrieben könnte aufgrund der Inkonsistenz der Verfahren und der Spannweite individueller Eigenschaften der Tiere sogar noch unterschiedlichere Ergebnisse zeigen.
- Die meisten Rinder scheinen die Empfindungs- und Wahrnehmungsfähigkeit zwischen 5 und 90 Sekunden nach dem Schnitt zu verlieren, aber selbst unter Laborbedingungen wurde eine mögliche Wiederkehr der Empfindungs- und Wahrnehmungsfähigkeit nach mehr als 5 Minuten festgestellt. Die meisten Schafe und Ziegen scheinen die Empfindungs- und Wahrnehmungsfähigkeit innerhalb von 2 bis 20 Sekunden nach dem ventralen Halsschnitt zu verlieren. Allerdings haben Untersuchungen in praxi aber unter optimalen Bedingungen ergeben, dass Schafe bis zu 2 Minuten lang in der Lage waren, die Empfindungs- und Wahrnehmungsfähigkeit wiederzuerlangen. Die meisten Hühner verlieren die Empfindungs- und Wahrnehmungsfähigkeit zwischen 12 und 15 Sekunden, aber eine Empfindungs- und

Wahrnehmungsfähigkeit ist bis zu 26 Sekunden nach dem Schnitt möglich (beim Geflügel sind Daten nur für Hühner vorhanden).

- Nicht alle Faktoren, die die Zeit bis zum Verlust der Empfindungs- und Wahrnehmungsfähigkeit verlängern, sind vollständig geklärt, und selbst optimale Fixierung und Schnitt können keinen prompten Verlust der Empfindungs- und Wahrnehmungsfähigkeit garantieren.
- Die Risikofaktoren für eine verlängerte Empfindungs- und Wahrnehmungsfähigkeit sind: schlechte Schnittqualität (Ausmaß, Position, Schnitttechnik), fehlerhafte die Entblutungseffektivität behindernde Fixierung, Verschluss der Gefäße (falsche Aneurysmen, Blutplättchenakkumulation, Vasokonstriktion, Zurückziehen der durchtrennten Gefäße in das umgebende Gewebe) auf der kopf- und herzzugewandten Seite des Schnittes, ein entsprechender Blutdruckgradient zusammen mit einem Fortbestehen von alternativen Blutbahnen zum Gehirn oder die hohe Regulationskapazität des Einzeltieres. Möglicherweise sind große Tiere, wie adulte Rinder, anfälliger für eine länger anhaltende Empfindungs- und Wahrnehmungsfähigkeit als kleine Tiere. Es ist außerdem möglich, dass ein hoher Erregungszustand des Tieres einen Risikofaktor für eine länger anhaltende Empfindungs- und Wahrnehmungsfähigkeit darstellt.
- Eine der Hauptsorgen im Bezug auf das betäubungslose Schlachten ist die Möglichkeit, dass Tiere in der Phase, in der sie noch empfindungs- und wahrnehmungsfähig sind, bereits weiterverarbeitet werden und potenziell schmerzhaften Manipulationen ausgesetzt werden (z.B. Nachschneiden, Auswurf aus der Fixierungseinrichtung oder Anschlingen). Dies passiert besonders dann, wenn die Schlachtbandgeschwindigkeit zu hoch ist, um auf das Eintreten einer irreversiblen Empfindungs- und Wahrnehmungslosigkeit zu warten. Schmerzhaftes chemische Einflüsse durch Blut oder Mageninhalt auf die Wunde und durchtrennte Organe, wie z.B. die Trachea, sind in dieser Phase ebenfalls möglich.

#### Beurteilung des klinischen Bildes in der Zeitspanne nach dem Schnitt

Das klinische Gesamtbild nach dem Schnitt wird bestimmt von Reaktionen auf vorhergehendes Handling und Manipulationen (z.B. Schnitt oder Fixierung), Symptome von Hypoxie und einer nachlassenden Empfindungs- und Wahrnehmungsfähigkeit oder durch Anzeichen einer anhaltenden oder wiederkehrenden Empfindungs- und Wahrnehmungsfähigkeit. Alle drei Kategorien können einander überlagern.

- Bislang sind Muster klinischer Anzeichen nach dem Schnitt beschrieben worden, aber es ist immer noch schwierig, den genauen Moment zu bestimmen, an dem das Tier empfindungs- und wahrnehmungslos wird.
- Deutliche Zeichen einer Empfindungs- und Wahrnehmungsfähigkeit nach dem Schnitt sind "Aufstehversuche oder Versuche, eine normale Körperhaltung wiederzuerlangen", "koordinierte Reaktionen auf Manipulationen der Wundränder" oder "auf einen Umgebungsreiz zielgerichtete Augen, die diesem bei Bewegung folgen, oftmals zusammen mit wiederholtem spontanen Blinzeln". Wenn diese Anzeichen vorhanden sind oder die regelmäßige Atmung überhaupt nicht aufhört, bedeutet dies das Ausbleiben eines schnellen und andauernden Verlusts der Empfindungs- und Wahrnehmungsfähigkeit nach der betäubungslosen Schlachtung.
- Eine Hauptsorge bezüglich der Phase nach dem Schnitt ist, dass Tiere leiden könnten, weil die Zeichen einer wiederkehrenden Empfindungs- und Wahrnehmungsfähigkeit

nicht erkannt werden oder weil unzureichende Maßnahmen ergriffen werden, wenn eine andauernde Empfindungs- und Wahrnehmungsfähigkeit festgestellt wird.

## 5.2 Schlussfolgerungen im Bezug auf die *Betäubung vor dem Halsschnitt*

- Die ideale Fixierungsmethode für die Schlachtung ist abhängig von den Schlachttieren, der Betäubungsmethode und den Fertigkeiten des Personals. Beim Einsatz einer mechanischen oder elektrischen Betäubungsmethode muss die Fixierungsmethode einen sicheren Ansatz des Betäubungsgerätes ermöglichen. Falls erforderlich, muss ein sofortiges Nachbetäuben möglich sein, sowie der Weitertransport des Tieres im Hinblick auf eine zeitnahe und effektive Entblutung. Unsachgemäße Fixierung kann durch den fehlerhaften oder unterbrochenen Ansatz der Betäubungsgeräte (Zange oder Bolzenschussgerät) zu ungenügender Betäubungseffektivität führen. Es kann außerdem zu verspäteter oder ineffektiver Entblutung kommen, wenn die Tiere nicht schnell genug in die Entbluteposition gelangen.
- Die Vorteile hinsichtlich des Tierschutzes sind bei allen Betäubungsmethoden sowohl von der Ausrüstung als auch von der Durchführung abhängig. Reversible Betäubungsmethoden allein führen nicht zum Tod des Tieres, sondern es muss eine zeitnahe und effektive Entblutung eingeleitet werden und weit genug fortschreiten, um eine vorübergehende Wiederkehr der Empfindungs- und Wahrnehmungsfähigkeit auszuschließen.
- Die Elektrobetäubung ist eine tierschutzgerechte Methode, um ein Tier unmittelbar empfindungs- und wahrnehmungslos zu machen, und im Zusammenspiel mit einem zeitnahen und effektiven Blutentzug sorgt sie dafür, dass die Empfindungs- und Wahrnehmungslosigkeit so lange anhält, bis der Tod durch den Blutverlust eintritt. Allerdings müssen die notwendigen technischen Voraussetzungen unter Routinebedingungen erfüllt und die entsprechenden Fertigkeiten vorhanden sein, ansonsten kann es zu tierschutzrelevanten Mängeln kommen (Fehlen entsprechender Ausrüstung oder angemessener Wartung, falsche Stromparameter, falscher Elektrodenansatz, zu kurze oder unterbrochene Durchströmung, Elektroschocks vor der Schlachtung, unzureichende Überwachung und Alarmeinstellungen, spätes oder unwirksames Entbluten, keine Nachbetäubung).
- Die mechanische penetrierende Bolzenschussbetäubung ist eine tierschutzgerechte Methode, um ein Tier unmittelbar in einen Zustand der Empfindungs- und Wahrnehmungslosigkeit zu versetzen, vorausgesetzt dass das Betäubungsgerät gut gewartet ist, richtig angesetzt wird und dass die richtige Kartuschenstärke bzw. der korrekte Luftdruck eingesetzt wird. Eine effektive Entblutung muss auf die Betäubung folgen.  
In den folgenden Fällen kann es zu tierschutzrelevanten Mängeln kommen: Fehlen entsprechender Ausrüstung oder angemessener Wartung, falsche Kartuschen oder Luftdruck, falscher Ansatzpunkt oder -winkel des Bolzenschussgerätes, unzureichende Überwachung, spätes oder unwirksames Entbluten, keine Nachbetäubung.
- Die nicht-penetrierende Bolzenschussbetäubung (Stumpfer-Schlag Betäubung) ist eine wirksame Betäubungsmethode für Geflügel. Bei Rindern und Schafen ist die Betäubungswirkung unbefriedigend, allerdings erscheinen Verbesserungen möglich (z.B. durch eine Weiterentwicklung der Bolzenform, bessere Kopffixierung und die Standardisierung sowohl der Treibladung als auch der Bolzenform im Hinblick auf verschiedene Altersgruppen und genetische Linien). Schnelles Entbluten und, falls

notwendig, die Nachbetäubung mit einem penetrierenden Bolzenschussgerät sind zwingend erforderlich. Über die an sich schlechte Betäubungswirkung hinausgehend können tierschutzrelevante Mängel in folgenden Fällen entstehen: fehlende bzw. fehlerhafte Ausrüstung hinsichtlich Fixierung oder Betäubung, unsachgemäße Wartung, falsche Kartuschen oder falscher Luftdruck, fehlerhafter Ansatzpunkt oder -winkel des Bolzenschussgerätes, unzureichende Überwachung, spätes oder unwirksames Entbluten, keine Nachbetäubung.

- Die Gasbetäubung mit einem mehrphasigen System ist eine sehr effektive Betäubungsmethode für Geflügel, deren besonderer Vorteil in der Verringerung von Handling und Manipulation der lebenden Vögel besteht. Manche Bedenken hinsichtlich möglicherweise unangenehmer Empfindungen während der Einleitungspause können nicht vollständig ausgeschlossen werden, aber dieses Risiko wird durch die Vorteile des verbesserten Handlings der lebenden Vögel aufgewogen. Das Risiko einer verminderten Betäubungswirksamkeit steigt, wenn nicht alle Vögel guten Zugang zum Gas haben (Überladung), Verweildauern und Gaskonzentrationen unzureichend sind oder der Blutentzug zu spät oder ineffektiv ist.
- Die Betäubungseffektivität kann unter Routinebedingungen 100% betragen. Eine unzureichende Effektivität kann bei Einzeltieren vorkommen, aufgrund von abnormem Verhalten, anatomischen oder physiologischen Abweichungen wie Übererregbarkeit oder Dicke des Schädelknochens. Dies kann kaum vermieden werden und erfordert eine kompetente Überwachung durch das verantwortliche Personal und im Bedarfsfall ein schnelles sachgerechtes Nachbetäuben. Fehlende Nachbetäubung ist ein tierschutzrelevantes Problem.

### 5.3 Schlussfolgerungen im Bezug auf die *Betäubung nach dem Halsschnitt*

- Die mit der Betäubung nach dem Halsschnitt (post-cut-stunning) verbundenen Unwägbarkeiten umfassen die Risiken einer unzureichenden Kopffixierung im Hinblick auf die Durchführung sowohl des Schnittes als auch der Betäubung. Tierschutzrelevante Mängel treten besonders dann auf, wenn die optimale Durchführung des Schnittes nicht möglich ist, wenn die Betäubung nicht unmittelbar nach dem Schnitt erfolgen kann und wenn die für eine effektive Betäubung notwendigen Ausrüstungen und Fertigkeiten fehlen.
- Die Betäubung nach dem Halsschnitt (post-cut-stunning) verhindert potenzielle Schmerzen und Leiden von dem Moment ihrer Anwendung an. Allerdings kann Schmerz zum Zeitpunkt des Schnittes selbst und in den ersten Sekunden nach dem Schnitt auftreten, und dies wird durch eine Betäubung nach dem Halsschnitt nicht verhindert.

### 5.4 Allgemeine Schlussfolgerungen

Das Ziel dieses Berichtes war eine unvoreingenommene und vergleichende Zusammenfassung, Evaluierung und Diskussion der Tierschutzbedenken aus tiermedizinischer Sicht im Bezug auf Schlachtverfahren, einschließlich *des Halsschnittes ohne Betäubung, der Betäubung vor dem Halsschnitt* und *der Betäubung nach dem Halsschnitt*. Sowohl wissenschaftliche Erkenntnisse als auch die von Tierärzten unter Praxisbedingungen gesammelten Erfahrungen sollten in Erwägung gezogen werden.

- Alle Schlachtverfahren bergen das Risiko einer unsachgemäßen Ausrüstung oder des Fehlens ausreichenden Wissens oder entsprechender Fertigkeiten. Sie sollten entweder auf der Basis einer Durchführung unter optimalen Bedingungen oder unter Einschluss einer Evaluierung der spezifischen Risiken in praxi miteinander verglichen werden.
- Es besteht bei allen Schlachtverfahren erheblicher Spielraum für Weiterentwicklungen und Verbesserungen im Hinblick auf das Beherrschen der bestehenden Risiken.
- Es sollten für alle Schlachtverfahren standardisierte Verfahrensanweisungen (SOPs = Standard operation procedures) geschaffen werden. Im Hinblick auf *die Betäubung vor dem Halsschnitt* ist besonders das Erkennen von Fehlbetäubungen erforderlich, und Maßnahmen zur Verhinderung einer ungenügenden Betäubungswirkung müssen ergriffen werden. Beim *Halsschnitt ohne Betäubung* müssen zusätzliche Indikatoren für die Bestimmung des endgültigen Verlusts der Empfindungs- und Wahrnehmungsfähigkeit festgelegt werden, und außerdem sollte das Vorgehen im Falle einer anhaltenden Empfindungs- und Wahrnehmungsfähigkeit bestimmt werden.
- Aufgeregte Tiere stellen bei allen Schlachtverfahren ein besonderes Risiko dar. Bei aufgeregten Tieren sind sowohl der Ansatz der Betäubungsgeräte als auch die Durchführung des Schnittes schwieriger, und dies kann zusätzliche Schmerzen und Leiden verursachen. Darüber hinaus ist es möglich, dass die Betäubungswirkung beeinträchtigt wird, und es besteht bei der betäubungslosen Schlachtung das Risiko einer verlängerten Empfindungs- und Wahrnehmungsfähigkeit.
- Beim *Halsschnitt ohne Betäubung* und oft auch bei *der Betäubung nach dem Halsschnitt* ist die Fixierung komplexer und verursacht mehr Stress und Belastungen für das Tier als bei *der Betäubung vor dem Halsschnitt*. Es ist mehr Manipulation des Tieres erforderlich, um die richtige Position für den Halsschnitt zu erreichen, einschließlich einer Streckung des Halses (bei Rotfleischtierarten). Darüberhinaus ist beim *Halsschnitt ohne Betäubung* ein verbessertes Management nach dem Schnitt erforderlich, um ein optimales Ausbluten zu gewährleisten und auch um das Risiko von mechanischen und chemischen Stimuli an den Wundflächen zu minimieren.
- Es kann mit hoher Wahrscheinlichkeit behauptet werden, dass unbetäubte Tiere während und nach dem *Halsschnitt ohne Betäubung* Schmerzen empfinden.
- Wenn eine *reversible Betäubungsmethode* erfolgreich eingesetzt wird, verliert das Tier unmittelbar (außer bei der Gasbetäubung) die Empfindungs- und Wahrnehmungsfähigkeit und empfindet keine potenziellen Schmerzen während des Schnittes und der nachfolgenden Entblutung. Beim *Halsschnitt ohne Betäubung*, kommt es erst dann zu Empfindungs- und Wahrnehmungslosigkeit, wenn die Gehirnfunktionen aufgrund mangelhafter Durchblutung verloren gehen.
- Es gibt eine kritische Phase nach dem Schnitt, während der ein unbetäubtes Tier vorübergehend Schmerzen und Bedrängnis empfindet, bevor es aufgrund des erheblichen Blutverlustes irreversibel empfindungs- und wahrnehmungsunfähig wird. Zusätzlich dazu können Mehrfachschnitte weitere Schmerzen hervorrufen. Diese Phase bedeutet ein besonderes Risiko.
- *Reversible Betäubungsverfahren vor dem Halsschnitt* beinhalten das Risiko einer wiedererlangten Empfindungs- und Wahrnehmungsfähigkeit, wenn der Entblutestich zu spät erfolgt oder die Entblutequalität schlecht ist. Beim *Halsschnitt ohne Betäubung* besteht ebenfalls ein Risiko eines Zurückdriftens in die Empfindungs- und Wahrnehmungsfähigkeit, wenn die kompensatorischen Mechanismen des Körpers erfolgreich sind und nicht vom Verlust an Blutvolumen übermannt werden. Es könnte

argumentiert werden, dass beide Risiken vergleichbar sind. Dabei muss allerdings bedacht werden, dass es beim *Halsschnitt ohne Betäubung* keine Sicherheitsspanne gibt. Darüber hinaus wird selbst unter den wechselhaften Bedingungen der Routineschlachtung nach der betäubungslosen Schlachtung meistens keine Nachbetäubung durchgeführt.

- *Die Betäubung nach dem Halsschnitt* (post-cut-stunning) vermeidet potenzielle Schmerzen und Leiden vom Augenblick ihrer Anwendung an. Im Vergleich zum *Halsschnitt ohne Betäubung* bedeutet dies eine nennenswerte Verbesserung der Tierschutzsituation im Hinblick auf die Zeit zwischen dem Schnitt und dem Verlust der Empfindungs- und Wahrnehmungsfähigkeit. Allerdings sind die für den Schnitt benötigte Zeit und die Phase unmittelbar nach dem Schnitt von *der Betäubung nach dem Halsschnitt* nicht betroffen.

Obwohl es nicht innerhalb der Aufgabenstellung dieses Projektes lag, eine Risikobewertung durchzuführen, ist in Tabelle 7 eine vergleichende Analyse der Risiken aufgelistet.

**Tabelle 7: Vergleichendes Ranking der Risiken im Hinblick auf tierschutzrelevante Mängel bei verschiedenen Schlachtverfahren**

<i>Risiko</i>	<i>Halsschnitt ohne Betäubung</i>	<i>Betäubung vor dem Halsschnitt</i>	<i>Betäubung nach dem Halsschnitt</i>
Stress durch Handling vor der Schlachtung	Hoch	Hoch	Hoch
Stress und Verletzungen durch die Fixierung	Hoch	<b>Niedrig</b>	Moderat
Unsachgemäße Ausrüstung	Hoch	Hoch	Hoch
Fehlen von Wissen und Fertigkeiten	Hoch	Hoch	Hoch
Schmerzen und Leiden während des Schnittes	Hoch	<b>Niedrig</b>	Hoch
Schmerzen und Leiden während der Phase nach dem Schnitt	Hoch	<b>Niedrig</b>	Moderat
Hohe Schlachtbandgeschwindigkeit	Hoch	<b>Niedrig</b>	<b>Niedrig</b>
Fehlende Erkennung einer verlängerten Empfindungs- und Wahrnehmungsfähigkeit oder einer unzureichenden Betäubungswirkung	Hoch	Moderat	Moderat
Notwendigkeit einer Nachbetäubung im Falle einer verlängerten Empfindungs- und Wahrnehmungsfähigkeit oder Fehlbetäubung	Hoch	<b>Niedrig</b>	<b>Niedrig</b>

Ohne eine Wertung vorzunehmen, kann gesagt werden, dass *der Halsschnitt ohne Betäubung* das größte Risiko für tierschutzrelevante Mängel darstellt, weil die Fixierung für den Schnitt und während des Blutenzugs zusätzliche Manipulationen am Tier erfordert. Darüber hinaus sind Schmerzen, Leiden und Bedrängnis während des Schnittes und während des Entblutens hochwahrscheinlich. Letzteres ist bei *der Betäubung nach dem Schnitt*, die ein mittleres Risiko für tierschutzrelevante Mängel darstellt, teilweise reduziert. Obwohl die Betäubungsverfahren selbst tierschutzrelevante Risiken beinhalten, die beherrscht werden müssen, bedeutet *die Betäubung vor dem Halsschnitt* insgesamt das geringste Risiko im Hinblick auf tierschutzrelevante Mängel.

## Literaturverzeichnis

- Adams, D. B. and Sheridan, A. D. (2008): Specifying the Risk to Animal Welfare Associated with Livestock Slaughter without Induced Insensibility.  
[http://www.daff.gov.au/data/assets/pdf\\_file/0019/1370332/animal-welfare-livestock-slaughter.pdf](http://www.daff.gov.au/data/assets/pdf_file/0019/1370332/animal-welfare-livestock-slaughter.pdf), Australian Government Department of Agriculture, Fisheries and Forestry, GPO Box 858, CANBERRA ACT 2601, AUSTRALIA, 81 pp.
- Aichinger, C. A. (2003): Die Implementierung der Elektrobetäubung im zugelassenen Schlachtbetrieb beim Rind [Implementation of electrical stunning of cattle in an EU approved abattoir].  
 Vet. med. Diss München, 101 pp.
- Andriessen, E. (2006): Meat Safety, Quality and Veterinary Public Health in Australia, 8th edition.  
 Penny Farthing Publishing Services, Adelaide, Australia, ISBN 0646 30939 0,
- Anil, H.; Whittington, P.; McKinstry, J. L. (2000): The effect of the sticking method on the welfare of slaughter pigs.  
 Meat Science 55, 315-319
- Anil, M. H.; McKinstry, J. L.; Gregory, N. G.; Wotton, S. B.; Symonds, H. (1995a): Welfare of Calves - 2. Increase in Vertebral Artery Blood Flow Following Exsanguination by Neck Sticking as an Alternative Slaughter Method.  
 Meat Science 41, 113-123
- Anil, M. H.; McKinstry, J. L.; Wotton, S. B.; Gregory, N. G. (1995b): Welfare of calves : 1. Investigations into some aspects of calf slaughter.  
 Meat Science 41, 101-111
- Anil, M. H.; Yesildere, T.; Aksu, H.; Matur, E.; McKinstry, J. L.; Erdogan, O.; Hughes, S.; Mason, C. (2004): Comparison of religious slaughter of sheep with methods that include pre-slaughter stunning, and the lack of differences in exsanguination, packed cell volume and meat quality parameters.  
 Animal Welfare 13, 387-392
- Anil, M. H.; Yesildere, T.; Aksu, H.; Matur, E.; McKinstry, J. L.; Weaver, H. R.; Erdogan, O.; Hughes, S.; Mason, C. (2006): Comparison of Halal slaughter with captive bolt stunning and neck cutting in cattle: exsanguination and quality parameters.  
 Animal Welfare 15, 325-330
- Bager, F.; Braggins, T. J.; Devine, C. E.; Graafhuis, A. E. (1992): Onset of insensibility at slaughter in calves: effects of electroplectic seizure and exsanguination on spontaneous electrocortical activity and indices of cerebral metabolism.  
 Research in Veterinary Science 52, 162-173
- Bager, F.; Gilbert, K. V.; Devine, C. E. (1988): Jugular Blood Flow in Calves after Head-Only Electrical Stunning and Throat-Cutting.  
 Meat Science 22, 237-243
- Baldwin, B. A.; Bell, F. R. (1963a): Blood flow in the carotid and vertebral arteries of the sheep and calf.  
 J.Physiol. 167, 448-462
- Baldwin, B. A.; Bell, F. R. (1963b): The anatomy of the cerebral circulation of the sheep and ox. The dynamic distribution of the blood supplied by the carotid and vertebral arteries to cranial regions.  
 J.Anat., Lond. 97, 203-215
- Bar-Joseph, G.; Safar, P.; Stezoski, S. W.; Alexander, H.; Levine, G. (1989): New monkey model of severe-volume controlled hemorrhagic shock.  
 Resuscitation 17, 11-32
- Barnett, J. L. (1997): Measuring pain in animals.  
 Australian Veterinary Journal 75, 878-879

- Barnett, J. L.; Cronin, G. M.; Scott, P. C. (2007): Behavioural responses of poultry during kosher slaughter and their implications for the birds' welfare.  
Veterinary Record 160, 45-49
- Barton Gade, P.; Holleben, K. v.; Wenzlawowicz, M. v. (2001): Animal welfare and Controlled Atmosphere Stunning (CAS) of poultry using mixtures of carbon dioxide and oxygen, Report of a Symposium held in Oldenburg,, Germany on 4 December 2000. .  
World's Poultry Science Journal, 57, 189-200
- Baumans, V.; Brain, P. F.; Brugere, H.; Clausing, P.; Jeneskog, T.; Perretta, G. (1994): Pain and distress in laboratory rodents and lagomorphs.  
Laboratory Animals 28, 97-112
- Berg, L. (2007): Regeringsuppdrag om religiös slakt - government contract on religious slaughter .  
Dnr 2006-1844, Swedish Animal Welfare Agency, PO Box 80, SE - 532 21 Skara, Sweden, 30 pp.
- Binder, R. (2010): "Post-cut Stunning" - Methods and experience: Example Austria.  
in: Caspar J. et al. [ed.] Animal Welfare at Religious Slaughter - The Ethics Workshops of the DIALREL Project. Bd. 6 der Reihe >Das Recht der Tiere und der Landwirtschaft<. NOMOS Baden-Baden, ISBN 978-3-8329-4898-6, [http://library.vetmed.fu-berlin.de/resources/global/contents/3745267/Luy\\_DIALREL.pdf](http://library.vetmed.fu-berlin.de/resources/global/contents/3745267/Luy_DIALREL.pdf), 239-242
- Blackman, N. L.; Cheetham, K.; Blackmore, D. K. (1986): Differences in blood supply to the cerebral cortex between sheep and calves during slaughter.  
Research in Veterinary Science 40, 252-254
- Blackmore, D. K. (1979): Non-penetrative percussion stunning of sheep and calves.  
Veterinary Record 105, 372-374
- Blackmore, D. K. (1983): Problems associated with non-penetrative percussion stunning of sheep.  
in: Eikelenboom G. [ed.] Stunning of animals for slaughter. Martinus Nijhoff Publishers, The Hague, ISBN 0-89838-598-9, 146- 153
- Blackmore, D. K. (1984): Differences in behaviour between sheep and cattle during slaughter.  
Research in Veterinary Science 37, 223-226
- Blackmore, D. K. and Delany, M. W (1988): Slaughter of stock - a practical review and guide.  
New Zealand, ISSN 0112-9643, pp. 137
- Blackmore, D. K.; Newhook, J. C. (1983): The assessment of insensibility in sheep, calves and pigs during slaughter.  
in: Eikelenboom G. [ed.] Stunning of animals for slaughter. Martinus Nijhoff Publishers, The Hague, ISBN 0-89838-598-9, 13- 25
- Bodnar, R. J. (1984): Types of stress which induce analgesia.  
in: Tricklebark M. D. et al. [ed.] stress-induced analgesia. Chichester: John Wiley & Sons, 19- 32
- Boissy, A. (1995): Fear and fearfulness in animals.  
Q.Rev.Biol. 70, 165-191
- Boissy, A.; Bouissou, M.-F. (1995): Assessment of individual differences in behavioural reactions of heifers exposed to various fear-eliciting situations .  
Applied Animal Behaviour Science 46, 17-31
- Boivin, X.; Neindre, P. I.; Garel, J. P.; Chupin, J. M. (1994): Influence of breed and rearing management on cattle reactions during human handling.  
Applied Animal Behaviour Science 39, 115-122
- Brooks, J.; Tracey, I. (2005): From nociception to pain perception: imaging the spinal and supraspinal pathways.  
J.Anat. 207, 19-33

Broom, D. M. (2001): The Evolution of pain.  
Vlaams Diergeneesk.Tijdschr. 70, 17-21

Bucher, M., Forster, S., and Stolle, A. (2003): Entblutung beim Rind im Rahmen der Elektrobetäubung.  
44. Arbeitstagung des Arbeitsgebietes Lebensmittelhygiene der DVG in Garmisch Patenkirchen, Deutschland,  
2003, 03, München, pp. 188 - 191, Ludwig Maximilian Universität München, Tierärztliche Fakultät, 3-936815-  
85-2

Butler, A. B.; Cotterill, R. M. J. (2006): Mammalian and Avian Neuroanatomy and the Question of  
Consciousness in Birds.  
Biol.Bull. 211, 106-127

Canning, B. J. (2007): Encoding of the cough reflex.  
Pulmonary Pharmacology and Therapeutics 20, 396-401

Caspar, J.; Koepernik, K. (2010): DIALREL Ethics Workshop 2, Judicial Evaluation of the German Dilemma:  
Freedom of Religion & Animal Welfare as Constitutional Mandates (Berlin: 13 and 14 September 2008).  
in: Caspar J. et al. [ed.] Animal Welfare at Religious Slaughter - The Ethics Workshops of the DIALREL  
Project. Bd. 6 der Reihe >Das Recht der Tiere und der Landwirtschaft<. NOMOS Baden-Baden, ISBN 978-3-  
8329-4898-6, [http://library.vetmed.fu-berlin.de/resources/global/contents/3745267/Luy\\_DIALREL.pdf](http://library.vetmed.fu-berlin.de/resources/global/contents/3745267/Luy_DIALREL.pdf), 210-  
217

Catanese, B.; Mattiacci, C.; De Angelis, G.; Marini, P.; Cuccurese, A.; Rossi, R.; Cenci Goga, B. T. (2009):  
Valuations of current methods of religious slaughter in Italy.  
Rivista dell' Associazione Italiana Veterinari Igienisti 5, 34-39

Cenci Goga, B. T.; Mattiacci, C.; De Angelis, G.; Marini, P.; Cuccurese, A.; Rossi, R.; Catanese, B. (2009):  
Religious slaughter in Italy.  
Proceedings Societa Italiana delle Science Veterinaria LXIII, 356-358

Chen, A. C. N.; Dworkin, S. F.; Haug, J.; Gehrig, J. (1989): Topographic brain measures of human pain and pain  
responsivity.  
Pain 37, 129-141

Coenen, A., Lankhaar, J., and Luijtelaar, G. van (2003): Controlled Atmosphere Stunning of Chickens with a  
Carbon Dioxide-Oxygen Mix is Preferable to a Carbon Dioxide-Argon Mix.  
XVI European Symposium on the Quality of Poultry Meat, 23.09.03-26.09.03, Saint Brieuc - Ploufragan, pp.  
743 - 749, ISPAIA, Zoopole les croix, 22440 Ploufragan

Coenen, A.; Smit, A.; Zhonghua, L.; Luijtelaar, G. v. (2000): Gas mixtures for anaesthesia and euthanasia in  
broiler chickens.  
World's Poultry Science Journal 56, 225-234

Cook, C. J and Devine, C. E. (2003): Electrical stunning of cattle: Aspects of animal welfare and meat quality.  
XXII. World Buiatrics Congress, 21.08.02, Hannover, - , Niedersächsische Ministerium für Ernährung,  
Landwirtschaft und Forsten, Calenberger Str. 2, 30169 Hannover, Referat 108, Az 108-42507/04-238

Cook, C. J.; Devine, C. E.; Gilbert, K. V.; Smith, D. D.; Maasland, S. A. (1995): The Effect of Electrical Head-  
only Stun Duration on Electroencephalographic-measured Seizure and Brain Amino Acid Neurotransmitter  
Release.  
Meat Science 40, 137-147

Cook, C. J.; Devine, C. E.; Tavener, A.; Gilbert, K. V. (1992): Contribution of amino acid transmitters to  
epileptiform activity and reflex suppression in electrically stunned sheep.  
Research in Veterinary Science 52, 48-56

Cook, C. J.; Maasland, S. A.; Devine, C. E.; Gilbert, K. V.; Blackmore, D. K. (1996): Changes in the release of  
amino acid neurotransmitters in the brains of calves and sheep after head-only electrical stunning and throat  
cutting.  
Research in Veterinary Science 60, 255-261

- Daly, C. C. (1987): Concussion stunning in red meat species. In: Pre-slaughter stunning of food animals. Seminar on pre-slaughter stunning of food animals, European Conference Group on the Protection of Farm Animals, Brussels, 2 - 3 June 1987, Horsham, UK, pp. 94 - 100, RSPCA, Horsham, UK
- Daly, C. C.; Gregory, N. G.; Wotton, S. B. (1987): Captive bolt stunning of cattle: effects on brain function and role of bolt velocity.  
British Veterinary Journal 143, 574-580
- Daly, C. C.; Kallweit, E.; Ellendorf, F. (1988): Cortical function in cattle during slaughter: Conventional captive bolt stunning followed by exsanguination compared with shechita slaughter.  
Veterinary Record , 325-329
- Daly, C. C.; Simmons, N.; Hoffman, L. (2010): Effect of an electrical stun immediately following slaughter by throat cut on the electroencephalogram of sheep.  
Research in Veterinary Science in preparation
- Daly, C. C.; Whittington, P. (1986): Concussive methods of pre-slaughter stunning in sheep: effects of captive bolt stunning in the poll position on brain function.  
Research in Veterinary Science 41, 353-355
- Daly, C. C.; Whittington, P. E. (1989): Investigation into the principal determinants of effective captive bolt stunning of sheep.  
Research in Veterinary Science 46, 406-408
- Davis, M. (1992): The role of the amygdala in fear and anxiety.  
Annu.Rev.Neurosci. 15, 353-375
- Deliagina, T. G.; Orlovsky, G. N. (2002): Comparative neurobiology of postural control.  
Current Opinion in Neurobiology 12, 652-657
- Derdeyn, C. P. (2001): Cerebral Hemodynamics, Autoregulation and Blood Pressure Management.  
2nd Virtual Congress of Cardiology , 30.11.01, - , [www.fac.org.ar/scvc/llave/stroke/derdeyn/derdeyni.htm#](http://www.fac.org.ar/scvc/llave/stroke/derdeyn/derdeyni.htm#)
- Devine, C. E.; Gilbert, K. V.; Graafhuis, A. E.; Tavener, A.; Reed, H.; Leigh, P. (1986a): The effect of electrical stunning and slaughter on the electroencephalogram of sheep and calves.  
Meat Science 17, 267-281
- Devine, C. E.; Tavener, A.; Gilbert, K. V.; Day, A. M. (1986b): Electroencephalographic studies of adult cattle electrical stunning , throat cutting and carcass electro-immobilisation.  
New Zealand Veterinary Journal 34, 210-213
- Devine, C. E.; Tavener, A.; Graafhuis, A. E.; Gilbert, K. V. (1987): Electroencephalographic studies of calves associated with electrical stunning, throat cutting and carcass electro-immobilisation.  
New Zealand Veterinary Journal 35, 107-112
- Dunn, C. S. (1990): Stress reactions of cattle undergoing ritual slaughter using two methods of restrain.  
Veterinary Record 126, 522-525
- Dunnington, E. A.; Siegel, P. B. (1986): Frequency of headshaking in White Leghorn Chickens in response to hormonal and environmental changes.  
Applied Animal Behaviour Science 15, 267-275
- EFSA (2004): Welfare aspects of animal stunning and killing methods - Scientific Report of the Scientific Panel for Animal Health and Welfare on a request from the Commission related to welfare aspects of animal stunning and killing methods.  
EFSA-Q-2003-093, [http://www.efsa.europa.eu/EFSA/efsa\\_locale-1178620753812\\_1178620775454.htm](http://www.efsa.europa.eu/EFSA/efsa_locale-1178620753812_1178620775454.htm), pdf at bottom of page, 241 pp.
- EFSA (2005): Aspects of the biology and welfare of animals used for experimental and other scientific purposes.  
EFSA-Q-2004-105, 136 pp.

Endres, J. M. (2005): Effektivität der Schuss-Schlag-Betäubung im Vergleich zur Bolzenschussbetäubung von Rindern in der Routineschlachtung [Effectiveness of concussion stunning in comparison to captive bolt stunning in routine slaughtering of cattle].

Vet. med. Diss Ludwig-Maximilians-Universität München, 210 pp.

Ewbank, R. (1968): The behaviour of animals in restraint.

in: FOX M. W. [ed.] Abnormal behaviour in animals. Saunders, London, 159- 178

Ewbank, R. (1992): Reactions of Cattle to Head-Restraint at stunning: A practical Dilemma.

Animal Welfare 1, 55-63

Farm Animal Welfare Council (1985): Report on the welfare of livestock when slaughtered by religious methods.

262, 0 11 242729 4, Farm Animal Council, Government Buildings, Hook Rise South, Tolworth Surbiton, Surrey, KT6 7NF, 15 pp.

Finnie, J. W. (1993): Brain damage caused by a captive bolt pistol.

Journal of comparative pathology 109, 253-258

Finnie, J. W. (1995): Neuropathological changes produced by non-penetrating percussive captive bolt stunning of cattle.

New Zealand Veterinary Journal , 183-185

Finnie, J. W. (2000): Evaluation of brain damage resulting from penetrating and none penetrating captive bolt stunning using lambs.

Australian Veterinary Journal 78, 775-778

Gallo, C.; Teuber, C.; Cartes, M.; Uribe, H.; Grandin, T. (2003): Improvements in stunning of cattle with a pneumatic stunner after changes in equipment and employee training.

Arch.Med.Vet. 35, 159-170

Gentle, M. J.; Tilston, V. L. (2000): Nociceptors in the legs of poultry: Implications for potential pain in preslaughter shackling.

Animal Welfare 9, 227-236

Gibson, T. J.; Johnson, C. B.; Murrell, J. C.; Chambers, J. P.; Stafford, K. J.; Mellor, D. J. (2009a): Components of electroencephalographic responses to slaughter in halothane-anaesthetised calves: Effects of cutting neck tissues compared with major blood vessels.

New Zealand Veterinary Journal 57, 84-89

Gibson, T. J.; Johnson, C. B.; Murrell, J. C.; Hulls, C. M.; Mitchinson, S. L.; Stafford, K. J.; Johnstone, A. C.; Mellor, D. J. (2009b): Electroencephalographic responses of halothane-anaesthetised calves to slaughter by ventral-neck incision without prior stunning.

New Zealand Veterinary Journal 57, 77-83

Gibson, T. J.; Johnson, C. B.; Murrell, J. C.; Mitchinson, S. L.; Stafford, K. J.; Mellor, D. J. (2009c): Amelioration of electroencephalographic responses to slaughter by non-penetrative captive-bolt stunning after ventral-neck incision in halothane-anaesthetised calves.

New Zealand Veterinary Journal 57, 96-101

Gibson, T. J.; Johnson, C. B.; Murrell, J. C.; Mitchinson, S. L.; Stafford, K. J.; Mellor, D. J. (2009d): Electroencephalographic responses to concussive non-penetrative captive-bolt stunning in halothane-anaesthetised calves.

New Zealand Veterinary Journal 57, 90-95

Gibson, T. J.; Johnson, C. B.; Stafford, K. J.; Mitchinson, S. L.; Mellor, D. J. (2007): Validation of the acute electroencephalographic responses of calves to noxious stimulus with scoop dehorning.

New Zealand Veterinary Journal 55, 152-157

Giger, W. Jr.; Prince, P. R.; Westervelt, R. G.; Kismann; D.M. (1977): Equipment for low-stress, small animal slaughter. Transactions of the ASAE 20, 571-578

- Gilbert, K. V. (1993): Electrical stunning and slaughter in New Zealand.  
MIRINZ 908 Technical Report, ISSN 0465-4390, P.O. Box 617, Hamilton New Zealand, 29 pp.
- Gomes Neves, J. E.; Paranhos da Costa, M. J. R.; Roca, R.; Gregory, N. G.; Faucitano, L. (2009): Comparison of slaughter methods with or without previous stunning on animal welfare and bleeding efficiency in bulls.  
J.Anim.Sci. 87, E-Suppl.2, 6-6
- Graham, J. M.; Keatinge, W. R. (1974): Responses of inner and outer muscle of the sheep carotid artery to injury.  
Journal of Physiology 247, 473-482
- Grandin, T. (1988): New concepts in livestock handling.  
Proc. 3rd Int. Symp. Livestock Environment Toronto 25.-27. April 1988, 25.04.88, Toronto, pp. 125 - 134, Urbana, IL.St. Joseph, Mich; American Society of Agricultural Engineers
- Grandin, T. (1993a): Behavioural agitation during handling of cattle is persistent over time.  
Applied Animal Behaviour Science 36, 1-9
- Grandin, T. (1993b): Design of upright restraint box for ritual slaughter of cattle.  
39th ICOMST, Calgary, Canada, -
- Grandin, T. (1994a): Euthanasia and slaughter of livestock.  
Journal of the American Veterinary Medical Association 204, 1354-1360
- Grandin, T. (1994b): Impediments of Animal Movement in Handling and Restraint Systems.  
40th ICOMST, The Hague, Netherlands, -
- Grandin, T. (1996): Factors that impede animal movement at slaughter plants.  
Journal of the American Veterinary Medical Association 209, 757-759
- Grandin, T. (1998a): Objective scoring of animal handling and stunning practices at slaughter plants.  
Journal of the American Veterinary Medical Association 212, 36-39
- Grandin, T. (1998b): Solving livestock handling problems in slaughter plants.  
in: Gregory N. G. [ed.] Animal welfare and meat science. Wallingford, Oxon, UK, CAB Int., ISBN 0 85199 296 X, 42- 63
- Grandin, T. (2000): Livestock handling and transport.  
CAB International, Wallingford, ISBN 9781845932190, pp. 400
- Grandin, T. (2003): Return-to-sensibility problems after penetrating captive bolt stunning of cattle in commercial beef slaughter plants.  
Journal of the American Veterinary Medical Association 221, 1258-1260
- Grandin, T. (2005): Restraint methods for holding animals during ritual slaughter.  
in: Luy J. et al. [ed.] Animal Welfare at Ritual Slaughter. DVG Service gmbH, [http://www.erna-graff-stiftung.de/cms/download/tierschutz\\_bei\\_der\\_rituellen\\_schlachtung.pdf](http://www.erna-graff-stiftung.de/cms/download/tierschutz_bei_der_rituellen_schlachtung.pdf), 64- 69
- Grandin, T.; Regenstein, J. M. (1994): Religious slaughter and animal welfare: a discussion for meat scientists.  
Meat Focus International , 115-123
- Grant, C. (2004): Behavioural responses of lambs to common painful husbandry procedures.  
Applied Animal Behaviour Science 87, 255-273
- Gregory, N. G. (1987a): Determining impaired brain function in the laboratory. In: Pre-slaughter stunning of food animals.  
Seminar on pre-slaughter stunning of food animals, European Conference Group on the Protection of Farm Animals, Brussels, 2 - 3 June 1987, pp. 2 - 16, RSPCA, Horsham, UK
- Gregory, N. G. (1987b): The physiology of electrical stunning and slaughter.  
Humane Slaughter of Anim. for Food, Univ. Fed. Anim. Welfare, Hertfordshire, England, pp. 3 - 14

- Gregory, N. G. (1998a): Physiology of Stress, Distress, Stunning and Slaughter.  
in: Gregory N. G. [ed.] Animal welfare and meat science. Wallingford, Oxon, UK, CAB Int., ISBN 0 85199 296 X, 64- 92
- Gregory, N. G. (1998b): Poultry.  
in: Gregory N. G. [ed.] Animal welfare and meat science. Wallingford, Oxon, UK, CAB Int., ISBN 0 85199 296 X, 183- 194
- Gregory, N. G. (1998c): Stunning and slaughter.  
in: Gregory N. G. [ed.] Animal welfare and meat science. Wallingford, Oxon, UK, CAB Int., ISBN 0 85199 296 X, 223- 240
- Gregory, N. G. (2004): Physiology and Behaviour of Animal suffering.  
Blackwell Science Oxford, ISBN 0-632-06468-4, pp.
- Gregory, N. G. (2005a): Bowhunting deer.  
Animal Welfare 14, 111-116
- Gregory, N. G. (2005b): Recent concerns about stunning and slaughter.  
Meat Science 70, 481-491
- Gregory, N. G. (2007): Stunning and slaughter.  
in: Gregory N. G. [ed.] Animal welfare & meat production. Wallingford, Oxon, UK, CAB Int., ISBN 9781845932152, 191- 212
- Gregory, N. G. (2010): Relationships between pathology and pain severities – a review.  
Animal Welfare , in press
- Gregory, N. G.; Anil, M. H.; McKinstry, J. L.; Daly, C. C. (1996): Prevalence and duration of insensibility following electrical stunning in calves.  
New Zealand Veterinary Journal 44, 1-3
- Gregory, N. G.; Austin, S. D.; Wilkins, L. J. (1989): Relationship between wing flapping at shackling and red wingtips in chicken carcasses.  
Veterinary Record 124, 62
- Gregory, N. G.; Fielding, H. R.; Wenzlawowicz, M. v.; Holleben, K. v. (2010): Time to collapse following slaughter without stunning in cattle.  
Meat Science 85, 66-69
- Gregory, N. G.; Lee, C.; Widdicombe, J. P. (2007): Depth of concussion in cattle shot by penetrating captive bolt.  
Meat Science 77, 499-503
- Gregory, N. G., Shaw, F. D., and Rowe, R. W. (1988a): Effect of stunning and slaughter method on brain function and bleeding efficiency in calves.  
34th International congress of Meat Science and Technology, Brisbane, Australia, pp. 112 - 113, Brisbane Australia
- Gregory, N. G.; Shaw, F. D.; Whitford, J. C.; Patterson-Kane, J. C. (2006): Prevalence of ballooning of the severed carotid arteries at slaughter in cattle, calves and sheep.  
Meat Science 74, 655-657
- Gregory, N. G.; Wenzlawowicz, M. v.; Alam, R. M.; Anil, H.; Yesildere, T.; Silva-Fletcher, A. (2008): False aneurysms in carotid arteries of cattle and water buffalo during shechita and halal slaughter.  
Meat Science 79, 285-288
- Gregory, N. G.; Wenzlawowicz, M. v.; Holleben, K. v. (2009): Blood in the respiratory tract during slaughter with and without stunning in cattle.  
Meat Science 82, 13-16

- Gregory, N. G.; Wilkins, L. J. (1984): Effect of cardiac arrest on susceptibility to carcass bruising in sheep. *J.Sci.Food Agric.* 35, 671-676
- Gregory, N. G.; Wilkins, L. J. (1989a): Effect of slaughter method on bleeding efficiency in chickens. *J.Sci.Food Agric.* 47, 13-20
- Gregory, N. G.; Wilkins, L. J. (1989b): Effect of ventricular fibrillation at stunning and ineffective bleeding on carcass quality defects in broiler chickens. *British Poultry Science* 30, 825-829
- Gregory, N. G.; Wilkins, L. J. (1990): Broken bones in chickens: effects of stunning and processing in broilers. *British Poultry Science* 31, 53-58
- Gregory, N. G.; Wilkins, L. J.; Gregory, A. M. S. (1988b): Studies on blood engorgement in beef carcasses. *J.Sci.Food Agric.* 46, 43-51
- Gregory, N. G.; Wilkins, L. J.; Wotton, S. B. (1991): Effect of electrical stunning frequency on ventricular fibrillation, downgrading and broken bones in broiler, hens and quails. *British Veterinary Journal* 147, 71-77
- Gregory, N. G.; Wotton, S. B. (1984a): Sheep slaughtering procedures. II. Time to loss of brain responsiveness after exsanguination or cardiac arrest. *British Veterinary Journal* 140, 354-360
- Gregory, N. G.; Wotton, S. B. (1984b): Sheep slaughtering procedures. III. Head-to-back electrical stunning. *British Veterinary Journal* 140, 570-575
- Gregory, N. G.; Wotton, S. B. (1984c): Time to loss of brain responsiveness following exsanguination in calves. *Research in Veterinary Science* 37, 141-143
- Gregory, N. G.; Wotton, S. B. (1986): Effect of slaughter on the spontaneous and evoked activity of the brain. *British Poultry Science* 27, 195-205
- Gregory, N. G.; Wotton, S. B. (1990a): An evaluation of the effectiveness of handheld stunners for stunning chickens. *Veterinary Record* , 290-291
- Gregory, N. G.; Wotton, S. B. (1990b): Comparison of neck dislocation and percussion of the head on visual evoked responses in the chicken's brain. *Veterinary Record* 126, 570-572
- Gregory, N. G.; Wotton, S. B. (1991): Effect of electrical stunning on somatosensory evoked responses in the turkey's brain. *British Veterinary Journal* 147, 270-274
- Grignard, L.; Boivin, X.; Boissy, A.; Le Neindre, P. (2001): Do beef cattle react consistently to different handling situations? *Applied Animal Behaviour Science* 71, 263-276
- Grillner, S.; Wallen, P.; Saitoh, K.; Kozlov, A.; Robertson, B. (2008): Neural bases of goal-directed locomotion in vertebrates—An overview. *Brain Research Reviews* 57, 2-12
- Gsandtner, H. (2005): Stunning after the ritual slaughter cut - experiences from Austria. in: Luy J. et al. [ed.] *Animal Welfare at Ritual Slaughter*. DVG Service gmbH, [http://www.erna-graff-stiftung.de/cms/download/tierschutz\\_bei\\_der\\_rituellen\\_schlachtung.pdf](http://www.erna-graff-stiftung.de/cms/download/tierschutz_bei_der_rituellen_schlachtung.pdf), ISBN 3-938026-25-1, 93- 98
- Gutierrez, G.; Reines, H. D.; Wulf-Gutierrez, M. E. (2008): Clinical review: Hemorrhagic shock. *Critical Care* 8, 373-381

- Hamlin, R. L.; Stokhof, A. A. (2004): Pathophysiology of cardiovascular disease.  
in: R.H.Dunlop et al. [ed.] Veterinary Pathophysiology. Blackwell, Oxford, ISBN 0-8138-2826-0-
- Hazem, A. S., Groß, R., and Schulze, W. (1977): Objektivierung von Schmerz und Bewusstsein im Rahmen der konventionellen und rituellen Schlachtung von Wiederkäuern - Abschlussbericht über den Forschungsauftrag. 108 pp.
- Hellyer, P. W.; Robertson, S. A.; Fails, A. D. (2007): Pain and its Management.  
in: Tranquilli W. J. et al. [ed.] Lumb & Jones' Veterinary Anesthesia and Analgesia, Fourth Edition. Blackwell Publishing, ISBN-13: 978-0-7817-5471-2, 31- 57
- Hemsworth, PH., Fisher, A. D., Mellor, D. J., and Johnson, C. B. (2009): A scientific comment on the welfare of sheep slaughtered without stunning.  
[http://www.daff.gov.au/\\_data/assets/pdf\\_file/0018/1370331/welfare-sheep-slaughter.pdf](http://www.daff.gov.au/_data/assets/pdf_file/0018/1370331/welfare-sheep-slaughter.pdf), 18 pp.
- Hess, E. (1968): Bestimmung des Ausblutungsgrades.  
Fleischwirtschaft 48, 292-293
- Hewitt, L. (2000): The development of a novel device for humanely despatching casualty poultry.  
Vet. med. Diss University of Bristol, UK pp.
- Hillebrand, S. J. W.; Lambooi, E.; Veerkamp, C. H. (1996): The effects of alternative electrical and mechanical stunning methods on haemorrhaging and meat quality of broiler breast and thigh muscles.  
Poultry Science 75, 664-671
- Hoenderken, R. (1978): Elektrische bedwelming van slachtvarkens.  
Vet. med. Diss Utrecht, Netherlands pp.
- Hoffmann (1900): Das Schächten.  
Archiv der wissenschaftlichen und praktischen Tierheilkunde 26, 99-121
- Hoffmann, A. (2003): Implementierung der Schuss-Schlag-Betäubung im zugelassenen Schlachtbetrieb [Implementation of concussion stunning in EU approved abattoirs].  
Vet. med. Diss Ludwig-Maximilians-Universität München, 91 pp.
- Holleben, K. v. (2007): Handling and restraining issues for the most important species.  
EU-Commission DG Sanco: Training workshop on animal welfare concerning the stunning and killing of animals at slaughterhouses and in disease control situation Croatia, Zagreb 15.-19. october 2007, 16.10.07, Zagreb, -
- Holleben, K. v. (2009): Intelligent prevention of fail stunning.  
Fleischwirtschaft International 27, 26-30
- Holleben, K. v.; Schütte, A.; Wenzlawowicz, M. v.; Bostelmann, N. (2002): Call for veterinary action in slaughterhouses, Deficient welfare at CO2-stunning of pigs and captive bolt stunning of cattle.  
Fleischwirtschaft International 3/02, 8-10
- HSA (2004): Best practice Guidelines for the welfare of Broilers and Hens in Processing Plants.  
The Old School, Brewhouse Hill, Wheathampstead, Herts AL4 8AN, UK., ISBN 1 871561 33 7, pp. 19
- HSA (2005): Best practice Guidelines for the welfare of Turkeys in Processing Plants.  
The Old School, Brewhouse Hill, Wheathampstead, Herts AL4 8AN, UK., ISBN 1 871561 36 1, pp. 19
- HSA (2006): Captive-bolt Stunning of Livestock. Guidance Notes No. 2. 4th Edition.  
The Old School, Brewhouse Hill, Wheathampstead, Herts AL4 8AN, UK., ISBN 1 87156137X, pp. 23
- Hutson, G. D. (1982): Sheep handling facilities.  
Proc.Austr.Soc.Anim.Prod. 14, 121-123
- Hutson, G. D. (1993): Behavioural Principles of Sheep Handling.  
in: Grandin T. [ed.] Livestock Handling and Transport. CAB International, ISBN 0851988555, 127- 146

- Hutson, G. D.; Butler, M. L. (1978): A self-feeding sheep race that works.  
Journal of Agriculture 76, 335-336
- Ilgert, H. (1985): Effizienz der Bolzenschußbetäubung beim Rind mit Berücksichtigung der Einschußstelle und der Eindringrichtung des Bolzens unter Praxisbedingungen [Efficiency of routine penetrative captive bolt stunning in cattle in consideration of shooting position and shooting direction].  
Vet. med. Diss Freie Universität Berlin, 286 pp.
- Jennings, D. P. (2004): Supraspinal control of posture and movement.  
in: Reece W. O. [ed.] Dukes' Physiology of Domestic Animals, 12th edition. Cornell University Press, Ithaca, 820- 842
- Jones, J. B.; Wathes, C. M.; White, R. P.; Jones, R. B. (2000): Do pigs find a familiar odourant attractive in novel surroundings?  
Applied Animal Behaviour Science 70, 115-126
- Kaegi, B. (1988): Untersuchung zur Bolzenschussbetäubung beim Rind [Investigation on captive bolt stunning in cattle].  
Vet. med. Diss Zürich, 99 pp.
- Kallweit, E.; Ellendorf, F.; Daly, C. C.; Smidt, D. (1989): Physiological reactions during slaughter of cattle and sheep with and without stunning.  
Deutsche Tierärztliche Wochenschrift 96, 89-92
- Karger, B. (2009): Penetrating gun shots to the head and lack of immediate incapacitation I. Wound ballistics and mechanisms of incapacitation.  
International Journal of Legal Medicine 108, 53-61
- Kavaliers, M. (1989): Evolutionary aspects of the neuro-modulation of nociceptive behaviors.  
Am.Zool 29, 1345-1353
- Klein, C. (1927): Sind geschächtete Tiere sofort nach dem Schächtschnitt bewußtlos?  
Verlag Berliner Tierschutzverein, pp. 16
- König, H. E. (1999): Rituelles Schlachten - anatomische Überlegungen.  
Wien.Tierärztl.Mschr. 86, 94-98
- Koorts, R. (1991): The development of a restraining system to accommodate the Jewish method of slaughter (shechita). M.Dip.Tech.  
Technikon Witwatersrand Johannesburg, 72 pp.
- Kotter, L.; Koenig, H. E.; Ring, C.; Sambraus, H. H. (1979): Zum Problem des Schächtens.  
Deutsche Tierärztliche Wochenschrift 86, 173-212
- Kotula, A. W.; Helbacka, N. V. (1966a): Blood retained by chicken carcasses and cut-up parts as influenced by slaughter method.  
Poultry Science 45, 404-410
- Kotula, A. W.; Helbacka, N. V. (1966b): Blood volume of live chickens and influence of slaughter technique on blood loss.  
Poultry Science 45, 684-688
- Lalonde, R.; Strazielle, C. (2007): Brain regions and genes affecting postural control.  
Progress in Neurobiology 81, 45-60
- Lambooij, B. and Kijlstra, A. (2008): Ritueel slachten en het welzijn van herkauwers en pluimvee [Ritual slaughter and animal welfare].  
Rapport 161, ISSN 1570 - 8616, Animal Sciences Group van Wageningen UR, Postbus 65, 8200 AB Lelystad, mail Info.veehouderij.ASG@wur.nl, 34 pp.

- Lambooij, B.; Kijlstra, A. (2009): Ritueel slachten en het welzijn van herkauwers en pluimvee. Tijdschr.Diergeneesk. 134, 984-989
- Lambooij, E. (1981a): Mechanical aspects of skull penetration by captive bolt pistol in bulls, veal calves and pigs. Fleischwirtschaft International 61, 1865-1867
- Lambooij, E. (1981b): Some neural and physiological aspects of electrical and mechanical stunning in ruminants. Vet. med. Diss , 80 pp.
- Lambooij, E.; Logtestijn, J. G. v.; Sybesma, W. (1983): Some aspects of electrical and mechanical stunning in ruminants. Fleischwirtschaft 63, 901-903
- Lambooij, E.; Spanjaard, W.; Eikelenboom, G. (1981): Concussion stunning of veal calves. Fleischwirtschaft 61, 98-100
- Lankhaar, J. A. C.; Nieuwelaar, J. v. d. (2005): Ritual Slaughter of Poultry and the Use of Controlled Atmosphere Stunning (CAS) and Electrical Stunning. in: Luy J. et al. [ed.] Animal Welfare at Ritual Slaughter. DVG Service gmbH, [http://www.erna-graff-stiftung.de/cms/download/tierschutz\\_bei\\_der\\_rituellen\\_schlachtung.pdf](http://www.erna-graff-stiftung.de/cms/download/tierschutz_bei_der_rituellen_schlachtung.pdf), 85- 88
- Le Neindre, P., Guatteo, R., Guémené, D., Guichet, J.-L., Latouche, K., Leterrier, C., Levionnois, O., Mormede, P., Prunier, A., Serrie, A., and Serviere, J. (2009): Douleurs animales : les identifier, les comprendre, les limiter chez les animaux d'élevage. Expertise scientifique collective, rapport d'expertise. [http://www.inra.fr/l\\_institut/expertise/expertises\\_realisees/douleurs\\_animales\\_rapport\\_d\\_expertise](http://www.inra.fr/l_institut/expertise/expertises_realisees/douleurs_animales_rapport_d_expertise), 339 pp.
- Levinger, I. M. (1961): Untersuchungen zum Schächtproblem. Vet. med. Diss Zürich, 76 pp.
- Levinger, I. M. (1976): Physiological and general medical aspects of Shechita. in: Munk M. L. et al. [ed.] Shechita. Gur Aryeh Publications, Jerusalem, Israel, 101- 214
- Levinger, I. M. (1995): Shechita in the light of the year 2000. Critical View of the Scientific Aspects of Methods of Slaughter and Shechita. Maskil L'David: Jerusalem, Israel, pp. 223
- Lieben, S. (1925): Ueber das Verhalten des Blutdruckes in den Hirngefäßen nach Durchschneidung des Halses. (Schächtschnitt der Juden). Monatsschrift Tierheilkunde 31, 481-496
- Lieben, S. (1926): Untersuchungen am Hirne des Rindes während dessen Tötung durch Halsschnitt. Prager Archiv Tierheilk. VI, 149-154
- Lieben, S. (1928): Weitere Studien über Veränderungen des Blutkreislaufes im Gehirne durch den Halsschnitt. Prager Archiv Tierheilk. VIII, 13-17
- Limon, G.; Guitian, J.; Gregory, N. G. (2010): An evaluation of the humaneness of puntilla in cattle. Meat Science 84, 352-355
- Luy, J. (2010): DIALREL Ethics Workshop 1, Ethical evaluation of six political options for religious slaughter (Berlin: 22 August 2008). in: Caspar J. et al. [ed.] Animal Welfare at Religious Slaughter - The Ethics Workshops of the DIALREL Project. Bd. 6 der Reihe >Das Recht der Tiere und der Landwirtschaft<. NOMOS Baden-Baden, ISBN 978-3-8329-4898-6, [http://library.vetmed.fu-berlin.de/resources/global/contents/3745267/Luy\\_DIALREL.pdf](http://library.vetmed.fu-berlin.de/resources/global/contents/3745267/Luy_DIALREL.pdf), 203-209
- Martoft, L.; Rodriguez, B. E.; Jorgensen, P. E.; Pedersen, H. D.; Forslid, A. (2001): Middle-latency auditory evoked potentials during induction of thiopentone anaesthesia in pigs. Laboratory Animals 35, 353-363

- Marzin, V.; Collobert, J. F.; Jaunet, L.; Marrec, L. (2008): Critères pratiques de mesure de l'efficacité et de la qualité de l'étourdissement par tige perforante chez le bovin.  
Revue Méd.Vét. 159, 423-430
- McKeegan, D. E. F.; McIntyre, J.; Demmers, T. G. M.; Lowe, J. C.; Wathes, C. M.; van den Broek, P. L. C.; Coenen, A. M. L.; Gentle, M. J. (2007): Physiological and behavioural responses of broilers to controlled atmosphere stunning: implications for welfare.  
Animal Welfare 16, 409-426
- McKeegan, D. E. F.; McIntyre, J.; Demmers, T. G. M.; Wathes, C. M.; Jones, R. B. (2006): Behavioural responses of broiler chickens during acute exposure to gaseous stimulation.  
Applied Animal Behaviour Science 99, 261-286
- Mead, G. C. (2004): Poultry meat processing and quality.  
Woodhead Publishing UK, ISBN 1 85573 727 2, pp. 388
- Mellor, D. J.; Cook, C. J.; Stafford, K. J. (2000): Quantifying some responses to pain as a stressor.  
in: Moberg G. P. et al. [ed.] The Biology of Animal Stress: Basic Principles and Implications for Welfare. CAB International, Wallingford, Oxon, UK, 171- 198
- Mellor, D. J.; Gibson, T. J.; Johnson, C. B. (2009): A re-evaluation of the need to stun calves prior to slaughter by ventral-neck incision: An introductory review.  
New Zealand Veterinary Journal 57, 74-76
- Melzack, R.; Wall, P. D.; Ty, T. C. (1982): Acute pain in an emergency clinic.  
Pain 14, 33-43
- Michiels, C. (2004): Physiological and Pathological Responses to Hypoxia.  
American Journal of Pathology 164, 1875-1882
- Mintzlaff, H. J.; Lay, N. (2004): Die Schuss-Schlagbetäubung beim Rind.  
Fleischerei Technik 11-12, 38-42
- Moje, M. (2003): Alternative Verfahren beim Rind. Die stumpfe Schuss-Schlag-Betäubung und die Elektrobetäubung.  
Fleischwirtschaft 83/5, 22-23
- Molony, V.; Kent, J. E.; Robertson, I. S. (1993): Behavioural responses of lambs of three ages in the first three hours after three methods of castration and tail docking.  
Research in Veterinary Science 55, 236-245
- Molony, V.; Kent, J. E.; Robertson, I. S. (1995): Assessment of acute and chronic pain after different methods of castration of calves .  
Applied Animal Behaviour Science 46, 33-48
- Mouchoniere, M.; Pottier, G. I.; Fernandez, X. (1999): The Effect of Current frequency During Waterbath Stunning on the Physical Recovery and Rate and Extent of Bleed Out in Turkeys.  
Poultry Science 77, 485-489
- Mouchoniere, M.; Pottier, G. I.; Fernandez, X. (2000): Effect of current frequency during electrical stunning in a water bath on somatosensory evoked responses in turkey brain.  
Research in Veterinary Science 69, 53-55
- Muir, W. W. (2007): Considerations for General Anesthesia.  
in: Tranquilli W. J. et al. [ed.] Lumb & Jones' Veterinary Anesthesia and Analgesia, Fourth Edition. Blackwell Publishing, ISBN-13: 978-0-7817-5471-2, 7- 30
- Nangeroni, L. I. and Kennet, P. D. (1963): An electroencephalographic study of the effect of Shechita slaughter on the cortical function in ruminants.  
Ithaca University, Ithaca, New York, 49 pp.

- Newhook, C. J.; Blackmore, D. K. (1982a): Electroencephalographic studies of stunning and slaughter of sheep and calves - Part 2: The onset of permanent insensibility in calves during slaughter. *Meat Science* 6, 295-300
- Newhook, J. C.; Blackmore, D. K. (1982b): Electroencephalographic studies of stunning and slaughter of sheep and calves: Part 1 - The onset of permanent insensibility in sheep during slaughter. *Meat Science* 6, 221-233
- Nickel, R., Schummer, A., and Seiferle, E. (1984): *Lehrbuch der Anatomie der Haustiere* [The anatomy of the domestic animals, Vol. 4, Nervous system ... ]. Verlag Paul Parey, Berlin und Hamburg, ISBN 3-489-66616-X, pp. 425
- Pallis, C. (1982a): ABC of brain stem death. Diagnosis of brain stem death I. *Br.med.J.* 285, 1558-1560
- Pallis, C. (1982b): ABC of brain stem death. Diagnosis of brain stem death II. *Br.med.J.* 285, 1641-1644
- Pallis, C. (1982c): ABC of brain stem death. From brain death to brain stem death. *Br.med.J.* 285, 1487-1490
- Pallis, C. (1982d): ABC of brain stem death. Reappraising death. *Br.med.J.* 285, 1409-1412
- Petty, D. B.; Hattingh, J.; Bezuidenhout, L. (1994): Factors which affect blood variables of slaughtered cattle. *Journal of South Africa vet.Ass.* 65, 41-45
- Petty, D. B.; Hattingh, J.; Ganhao, M. F. (1991): Concentration of blood variables in cattle after shechita and conventional slaughter. *South African Journal of Scienc* 65, 397-398
- Pleiter, H. (2005): Electrical Stunning Before Ritual Slaughter of Cattle and sheep in New Zealand. in: Luy J. et al. [ed.] *Animal Welfare at Ritual Slaughter*. DVG Service gmbH, [http://www.erna-graff-stiftung.de/cms/download/tierschutz\\_bei\\_der\\_rituellen\\_schlachtung.pdf](http://www.erna-graff-stiftung.de/cms/download/tierschutz_bei_der_rituellen_schlachtung.pdf), 72- 76
- Quin, C.; Foreman, R. D.; Farber, J. P. (2007): Afferent pathway and neuromodulation of superficial and deeper thoracic spinal neurons receiving noxious pulmonary inputs in rats. *Autonomic Neuroscience* 131, 77-86
- Raj, A. B. M. (2003): A critical appraisal of electrical stunning in chickens. *World`s Poultry Science Journal* 59, 89-98
- Raj, A. B. M.; Gregory, N. G. (1991): Efficiency of bleeding of broilers after gaseous or electrical stunning. *Veterinary Record* 128, 127-128
- Raj, A. B. M.; Johnson, S. P. (1997): Effect of the method of killing, interval between killing and neck cutting and blood vessels cut on blood loss in broilers. *British Poultry Science* 38, 190-194
- Raj, A. B. M.; O' Callaghan, M. (2004): Effect of amount and frequency of head-only stunning currents on the electroencephalogram and somatosensory evoked potentials in broilers. *Animal Welfare* 13, 159-170
- Raj, A. B. M.; O'Callaghan, M. (2001): Evaluation of a pneumatically operated captive bolt for stunning/killing broiler chickens. *British Poultry Science* 42, 295-299
- Raj, A. B. M.; Tserveni-Gousi, A. (2000): Stunning methods for poultry. *World`s Poultry Science Journal* 56, 291-303

Raj, A. B. M.; Wotton, S. B.; McKinstry, J. L.; Hillebrand, S. J.; Pieterse, C. (1998): Changes in the somatosensory evoked potentials and spontaneous electroencephalogram of broiler chickens during exposure to gas mixtures.

British Poultry Science 39, 686-695

Regenstein, J. M. (2000): Humane (Halal) on-farm slaughter of sheep and goats.

[www.sheepgoatmarketing.info/news/HumaneSlaughter.pdf](http://www.sheepgoatmarketing.info/news/HumaneSlaughter.pdf), Northeast Sheep and Goat Marketing Program, Mike Thonney, Department of Animal Science, 114 Morrison Hall, Cornell University / Ithaca, NY 14853-4801, 607.255.2851 / mlt2@cornell.edu,

Ringkamp, M.; Meyer, R. A. (2008): Physiology of Nociceptors.

in: Bushnell M. C. et al. [ed.] The Senses: A Comprehensive Reference. Elsevier ISBN 978-012-639482-5, 97-114

Rodriguez, P.; Dalmau, A.; Ruiz-de-la-Torre, J. L.; Manteca, X.; Jensen, E. W.; Rodriguez, B.; Litvan, H.; Velarde, A. (2008): Assessment of unconsciousness during carbon dioxide stunning in pigs.

Animal Welfare 17, 341-349

Rosen, S. D. (2004): Physiological insights into Shechita.

Veterinary Record 154, 759-765

Rowan, A. N. (1988): Animal anxiety and animal suffering.

Applied Animal Behaviour Science 20, 135-142

Rushen, J. (1986): Aversion of sheep to electro-immobilization and physical restraint.

Applied Animal Behaviour Science 15, 315-324

Sambras, H. H. (1997): Grundbegriffe im Tierschutz.

in: Sambras H. H. et al. [ed.] Das Buch vom Tierschutz. Ferdinand Enke Verlag, ISBN 3-432-29431-X, 30- 39

Sandem, A. I.; Braastad, B. O.; Bøe, K. E. (2004a): Eye white may indicate emotional state on a frustration-contentedness axis in dairy cows.

Applied Animal Behaviour Science 79, 1-10

Sandem, A. I.; Janczak, A. M.; Braastad, B. O. (2004b): A short note on effects of exposure to a novel stimulus (umbrella) on behaviour and percentage of eye-white in cows.

Applied Animal Behaviour Science 89, 305-314

Schatzmann, U. (2001): Das Schächten von Tieren.

Neue Züricher Zeitung , 15-18

Schultze-Petzold, H.; Schulze, W. (1979): Abschließende Erwiderung.

Deutsche Tierärztliche Wochenschrift 86, 199-200

Schulze, W.; Schultze-Petzold, H.; Hazem, A. S.; Groß, R. (1978): Versuche zur Objektivierung von Schmerz und Bewusstsein bei der konventionellen (Bolzenschussbetäubung) sowie religionsgesetzlichen ("Schächtschnitt") Schlachtung von Schaf und Kalb.

Deutsche Tierärztliche Wochenschrift 85, 62-66

Schütt-Abraham, I. (1995): Stunning methods for poultry: influence on birds' welfare and prospects for future EC regulations. In: Ricardo Cepero Briz: Poultry Products Microbiology / European Regulations and Quality Assurance Systems, WPSA-meeting, Zaragoza (Spain), 25 - 29 September, 1995. pp. 333 - 344

Schütt-Abraham, I. (1999): Electrical stunning of poultry.

EC-Seminar "Animal Welfare", 09.25-30.09.98, Dublin, pp. 27 - , Federal Institut for Health Protection of Consumer and Veterinary Medicine, Branch Marienfelde, Diedersdorfer Weg 1, 12277 Berlin

Schütt-Abraham, I.; Wormouth, H.-J.; Fessel, J. (1983a): Electrical stunning of poultry in view of animal welfare and meat production.

in: Eikelenboom G. [ed.] Stunning of Animals for Slaughter. Martinus Nijhoff Publishers, The Hague, ISBN 0-89838-598-9, 187- 196

- Schütt-Abraham, I.; Wormuth, H.-J.; Fessel, J.; Knapp, J. (1983b): Captive bolt and concussion stunning of sheep: results of experiments and practical investigation.  
in: Eikelenboom G. [ed.] *Stunning of animals for slaughter*. Martinus Nijhoff Publishers, The Hague, ISBN 0-89838-598-9, 155- 167
- Serviere, J.; Serrie, A.; Boissy, A.; Boivin, X.; Prunet, P. (2009): La douleur : définitions, concepts, mécanismes chez l'homme et les animaux d'élevage.  
in: Le Neindre P. et al. [ed.] *Douleurs animales : les identifier, les comprendre, les limiter chez les animaux d'élevage*. Expertise scientifique collective, rapport d'expertise. INRA (FRANCE), 69- 139
- 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 Veterinary Journal* 38, 14-16
- Stueber, J. (2000): Die Anwendung der Elektrobetäubung bei der rituellen Schlachtung des Rindes; Untersuchungen zu Ausblutungsgrad, pH-Wert-Entwicklung und Schäden am Schlachttierkörper [head-only electrical stunning and ritual slaughter of cattle - studies of bleeding rate, pH value and damages to carcasses]].  
*Vet. med. Diss Universität Leipzig*, 158 pp.
- Tagawa, M.; Okano, S.; Sako, T.; Orima, H.; Steffey, E. P. (1994): Effect of change in body position on cardiopulmonary function and plasma cortisol in cattle.  
*J.Vet.med.Sci.* 56, 131-134
- Teasdale, G.; Jennett, B. (1974): Assessment of Coma and Impaired Consciousness.  
*The Lancet* , 81-83
- Tidswell, S. J.; Blackmore, D. K.; Newhook, J. C. (1987): Slaughter methods: electroencephalographic (EEG) studies on spinal cord section, decapitation and gross trauma of the brain in lambs.  
*New Zealand Veterinary Journal* 35, 46-49
- Tracey, I.; Mantyh, P. W. (2007): The Cerebral Signature for Pain Perception and Its Modulation.  
*Neuron* 55, 377-391
- Treede, R. (2008): The Adequate Stimulus.  
in: Bushnell M. C. et al. [ed.] *The Senses: A Comprehensive Reference*. Elsevier, ISBN 978-012-639482-5, 1- 3
- Treede, R.-W.; Apkarian, A. V.; Bromm, B.; Greenspan, J. D.; Lenz, F. A. (2000): Cortical representation of pain: functional characterization of nociceptive areas near the lateral sulcus.  
*Pain* 87, 113-119
- Troeger, K. (2002): Direct subsequent draining of blood.  
*Fleischwirtschaft International* 3, 1216
- Tume, R. K.; Shaw, F. D. (1992): Beta-endorphin and cortisol concentrations in plasma of blood samples collected during exsanguination of cattle.  
*Meat Science* 31, 211-217
- Velarde, A.; Gispert, M.; Diestre, A.; Manteca, X. (2003): Effect of electrical stunning on meat and carcass quality in lambs.  
*Meat Science* 63, 35-38
- Velarde, A.; Ruiz-de-la-Torre, J. L.; Rosello, C.; Fabrega, E.; Diestre, A.; Manteca, X. (2002): Assessment of return to consciousness after electrical stunning in lambs.  
*Animal Welfare* 11, 333-341
- Velarde, A.; Ruiz-de-la-Torre, J. L.; Stub, C.; Diestre, A.; Manteca, X. (2000): Factors affecting the effectiveness of head-only electrical stunning in sheep.  
*Veterinary Record* 147, 40-43
- Vimini, R. J.; Field, R. A.; Riley, M. L.; Varnell, T. R. (1983): Effect of delayed bleeding after captive bolt stunning on heart activity and blood removal in beef cattle. *J.Anim.Sci.* 57, 628-631

- Wagner, A. E.; Muir, W. W.; Grospitch, B. J. (1990): Cardiopulmonary effects of position in conscious cattle. *American Journal of Veterinary Research* 51, 7-10
- Walters, E. T. (2008): Evolutionary Aspects of Pain. in: Bushnell M. C. et al. [ed.] *The Senses: A Comprehensive Reference*. Elsevier, ISBN 978-012-639482-5, 176- 183
- Warrington, R. (1974): Electrical Stunning: A Review of the Literature. *Vet.Bull.* 44, 617-628
- Warriss, P. D. and Wilkins, L. J. (1987): Exsanguination of meat animals. Seminar on pre-slaughter stunning of food animals, European Conference Group on the Protection of Farm Animals, 02.06.87, Brussels, -
- Warriss, P. D.; Wotton, S. B. (1981): Effect of cardiac arrest on exsanguination in pigs. *Research in Veterinary Science* 31, 82-87
- Webster, A. B.; Fletcher, D. L. (2001): Reaction of laying hens and broilers to different gases used for stunning poultry. *Poultry Science* 80, 1371-1377
- Wenzlawowicz, M. v. (2006): Practical tools for animal welfare assessment in the slaughterhouse. European Commission: Animal Welfare in Chile and the EU: Shared Experiences and Future Objectives, 26.09.05, Office for Official Publications of the European Communities 2006, Luxembourg, pp. 117 - 122, Silvi Marina, Italy, ISBN 92-79-00890-0
- Wenzlawowicz, M. v. (2009): Zur elektrischen Betäubung von Sauen und Schafen [Electrical stunning of sows and sheep]. *Deutsche Tierärztliche Wochenschrift* 116, 107-109
- Wenzlawowicz, M. v. (2010): "Reversible (head-only) electrical stunning" - Method and experience. in: Caspar J. et al. [ed.] *Animal Welfare at Religious Slaughter - The Ethics Workshops of the DIALREL Project*. Bd. 6 der Reihe >Das Recht der Tiere und der Landwirtschaft<. NOMOS Baden-Baden, ISBN 978-3-8329-4898-6, [http://library.vetmed.fu-berlin.de/resources/global/contents/3745267/Luy\\_DIALREL.pdf](http://library.vetmed.fu-berlin.de/resources/global/contents/3745267/Luy_DIALREL.pdf), 243-245
- Wenzlawowicz, M. v.; Boosen, M.; Maiworm, K.; Kieper, C.; Könneke, K.; Landmann, U.; Landmann, D. (2006): Zur Eignung von Geräten zur elektrischen Betäubung von Geflügel (Hühnern) in kleinen Schlachtbetrieben [Suitability of electrical stunning devices for chicken in small slaughter units]. *Rundschau für Fleischhygiene und Lebensmittelüberwachung (RFL)*, ISSN 0178-2010 58, 99-102
- Wenzlawowicz, M. v.; Holleben, K. v. (2001): Assessment of stunning effectiveness according to the present scientific knowledge on electrical stunning of poultry in a waterbath. *Arch.Geflügelk.* 65, 193-198
- Wenzlawowicz, M. v. and Holleben, K. v. (2005): Evaluation of animal welfare during Controlled Atmosphere Stunning (CAS) of broilers under practical conditions. 77th European Symposium on Poultry Welfare (WPSA Working Group Poultry Welfare), 15.06.05, - , Lublin, Agricultural University, Poland
- Wenzlawowicz, M. v.; Holleben, K. v. (2007): Tierschutz bei der betäubungslosen Schlachtung aus religiösen Gründen. *Deutsches Tierärzteblatt* 11, 1374-1386
- Wilkins, L. J.; Gregory, N. G.; Wotton, S. B.; Parkman, I. D. (1998): Effectiveness of electrical stunning applied using a variety of waveform-frequency combinations and consequences for carcass quality in broiler chickens. *British Poultry Science* 39, 511-518
- Woolf, C. J. (2004): Pain: Moving from Symptom Control toward Mechanism-Specific Pharmacologic Management. *Ann Intern Med.* 140, 441-451

Wotton, S. B.; Gregory, N. G.; Whittington, P. E.; Parkman, I. D. (2000): Electrical stunning of cattle. Veterinary Record , 681-684

Zeman, A. (2001): Consciousness. Brain 124, 1263-1289

Zimmermann, M. (2005): Schmerz bei der rituellen Schlachtung.  
in: Luy J. et al. [ed.] Animal Welfare at Ritual Slaughter. DVG Service gmbH, [http://www.erna-graff-stiftung.de/cms/download/tierschutz\\_bei\\_der\\_rituellen\\_schlachtung.pdf](http://www.erna-graff-stiftung.de/cms/download/tierschutz_bei_der_rituellen_schlachtung.pdf), 1- 8

## Glossar

**Anschlingen** (engl. shackling): das Anbringen einer Kette an der/ den Hintergliedmaße(n) des Tieres, um es für Verarbeitungsschritte wie Betäubung oder Blutentzug abzutransportieren.

**Aufziehen für die Schlachtkörperverarbeitung** (engl. hoisting): das Anschlingen und Hochziehen eines empfindungs- und wahrnehmungslosen Tieres oder Schlachtkörpers auf eine Rohrbahn, um es zu entbluten oder weiter zu verarbeiten, normalerweise mit Hilfe einer Kette am Bein und eines Hakens.

**Betäubung oder betäuben**: die Betäubung ist ein technischer Vorgang, der bei allen Tieren angewandt wird. Der Zweck ist es, bei den Tieren eine unmittelbare einsetzende Empfindungs- und Wahrnehmungslosigkeit zu erzeugen, so dass die Schlachtung ohne vermeidbare Furcht, Angst, Schmerzen, Leiden oder Bedrängnis durchgeführt werden kann.

Betäubungsmethoden können reversibel oder irreversibel sein (siehe auch **Betäubung/Tötung oder betäuben/töten**). Die Betäubung wird vor der Schlachtung durchgeführt, außer bei der **Betäubung nach dem Schnitt** (engl. post-cut-stunning), die unmittelbar nach dem Schnitt durchgeführt wird.

**Betäubung/Tötung oder betäuben/töten** (engl. stun/kill): die Herbeiführung des Todes, nachdem zuerst eine Empfindungs- und Wahrnehmungslosigkeit erzeugt wurde, oder das gleichzeitige Erreichen beider Ziele.

**Blutentzug**: siehe **Entblutung** oder **Stechen**

**Bolzenschussbetäubung**: Betäubung durch eine Gehirnerschütterung, die durch den Auf- bzw. Einschlag eines Bolzens auf den Schädel des Tieres entsteht.

**Brust/ (Prä-) Thorakalstich** (engl. chest stick): Durchtrennen von Hauptblutgefäßen, die aus dem Herzen entspringen, durch das Einführen eines Messers vor dem Brustbein oder Sternum (zwei Schnitte: zuerst die Haut, dann mit einem zweiten Messer die Gefäße).

**Elektrobetäubung**: Betäubung mittels elektrischen Stroms, der durch das Gehirn fließt. Die Elektrobetäubung kann als reversibles oder irreversibles Betäubungsverfahren angewandt werden (siehe auch **Betäubung oder betäuben** und **Betäubung/Tötung oder betäuben/töten**).

**Empfindungs- und Wahrnehmungslosigkeit** (engl. unconsciousness): Zustand der **Bewusstlosigkeit**, bei dem eine temporäre oder permanente Störung der Gehirnfunktionen vorliegt. Als Folge ist das Einzeltier nicht in der Lage, normale Reize, einschließlich Schmerz, zu verarbeiten und darauf zu reagieren.

**Entblutung**: Durchtrennen der Hauptblutgefäße, die das Gehirn mit Blut versorgen und das Blut vom Gehirn weg transportieren (siehe auch **Stechen**).

**Fixierung**: Bewegungseinschränkung eines Tieres / das Halten des Tieres in der korrekten Position, um einen Arbeitsschritt (z.B. das Entbluten oder Betäuben) präzise durchführen zu können.

**Gasbetäubung:** Betäubung, indem man Tiere innerhalb einer Grube oder eines Tunnels einer definierten Gasmischung aussetzt.

**Halal Schlachtung:** Muslimische Schlachtmethode (siehe **Religiöse Schlachtung**). Fleisch, das zum Verzehr durch Muslime als geeignet erklärt wird, nennt man Halal; für den Verzehr durch Muslime ungeeignetes Fleisch nennt man Haram. Halal Schlachtung ist die Schlachtung eines Tieres, das den Islamischen Gesetzen entspricht (halal) und das zum Zeitpunkt der Schlachtung lebendig ist. Der Schlachtprozess muss von einem geschulten Moslem ausgeführt werden und beginnt mit der Anrufung Allahs (Bismallah, Allahu Ekber, Im Namen Allahs). Die Halal Schlachtung wird als vollständig angesehen, wenn die Trachea, der Ösophagus und die Hauptarterien und -venen in der Halsregion durchtrennt sind (mindestens drei der vier Strukturen, Speiseröhre, Luftröhre und beide Halsschlagadern müssen vollständig durchtrennt sein). Die Schlachtinstrumente müssen scharf sein, um eine weitest möglichst stressfreie und schnelle Halal Schlachtung und optimale Entblutung zu gewährleisten.

**Halsschnitt:** Durchtrennen der Hauptblutgefäße in der ventralen Halsregion (Haut und Gefäße werden gleichzeitig durchschnitten).

**Jüdisches Schlachtverfahren:** siehe **Shechita**

**Konventionelle Schlachtung:** Schlachtung nach Betäubung

**Kornealreflex:** Blinzelreaktion auf die Berührung des Augapfels; zeigt an, dass der Hirnstamm aktiv ist bzw. eine leichte Anästhesie vorliegt.

**Muslimisches Schlachtverfahren:** siehe **Halal Schlachtung**

**Regelmäßige Atmung:** rhythmische Atemtätigkeit, die einen aktiven Hirnstamm anzeigt, und ein Hinweis auf eine Erholung nach der Betäubung sein kann.

**Religiöse Schlachtung:** bedeutet die Schlachtung nach religiösen Vorschriften (siehe auch **Halal Schlachtung, Shechita**). Religiöse Schlachtung muss nicht unbedingt bedeuten, dass die Schlachtung ohne Betäubung durchgeführt wird (siehe auch **Betäubung, betäuben**).

**Schächten** (deutscher Ausdruck): dieser umgangssprachliche deutsche Ausdruck bezeichnet sowohl die religiöse Schlachtung nach den Islamischen wie auch diejenige nach den Jüdischen Glaubensvorschriften. Der Ausdruck "Schächten" muss sowohl als "religiöse Schlachtung ohne Betäubung" als auch als "religiöse Schlachtung mit Betäubung" verstanden werden.

**Schlachtung:** bedeutet den Prozess der Entblutung zur Herbeiführung des Todes, normalerweise durch das Durchtrennen der Hauptblutgefäße, die das Gehirn mit sauerstoffreichem Blut versorgen.

**Shechita (Schechita):** Jüdisches Schlachtverfahren (siehe **religiöse Schlachtung**). Fleisch, das zum Verzehr durch Juden als geeignet erklärt wird, nennt man Kosher; Fleisch, das für den Verzehr durch Juden ungeeignet ist, weil es nicht vorschriftsmäßig geschlachtet wurde, nennt man Nevailah. Umgangssprachlich wird alles ungeeignete Fleisch auch Treifah genannt, obwohl dieser Ausdruck eine präzisere Bedeutung hat. Das Jüdische Schlachtverfahren, Shechita, ist hauptsächlich dadurch charakterisiert, dass das Schlachten des Tieres von einem hochgradig geschulten, gläubigen Juden durchgeführt wird, der mit einem vollständig scharfen und scharfen Messer den Hals in einer durchgehenden Bewegung durchtrennt, was in schneller Entblutung und Verlust von Empfindungs- und Wahrnehmungsfähigkeit resultiert. Damit das Fleisch als kosher angesehen werden kann, muss das Tier zum Zeitpunkt der Schlachtung von bestimmten körperlichen Defekten frei sein (d.h. kein Treifah), was durch eine von einem speziell ausgebildeten Rabbi durchgeführte Schlachtkörperbeschau bestimmt wird. Damit ist Shechita nur ein Teilschritt der Produktion von kosherem Fleisch, die die Auswahl einer kosheren Tierart, seine vorschriftsmäßige Schlachtung, die Schlachtkörperbeschau und das Entfernen bestimmter nicht kosherer Anteile einschließt.

**Stechen:** das Durchtrennen von Hauptblutgefäßen (siehe auch **Halsschnitt, Brust-/ (Prä-) Thorakalstich, Entblutung**).

**Tod:** der physiologischer Zustand eines Tieres, bei dem Atmung und Blutzirkulation aufgehört haben, weil Atem- und Kreislaufzentrum in der Medulla Oblangata ihre Funktion endgültig eingestellt haben. Aufgrund des andauernden Fehlens von Nährstoffen und Sauerstoff im Gehirn geht die Empfindungs- und Wahrnehmungsfähigkeit irreversibel verloren. Im Zusammenhang mit dem Einsatz von Betäubungs- und Betäubungs-/Tötethoden sind die wichtigsten klinischen Anzeichen das permanente Aussetzen der Atmung (und auch der Schnappatmung), das Fehlen des Pulses und das Fehlen von Korneal- und Lidreflex.

**wahrnehmungslos/ unempfindlich** (engl. insensible): nicht in der Lage Reize wahrzunehmen, nicht in der Lage Schmerzen zu spüren (vergleiche: Empfindungs- und Wahrnehmungslosigkeit)

---

# dialrel

---

Das DIALREL Projekt, bei dem Partner aus 11 Ländern involviert sind, wird von der Europäischen Kommission gefördert. Es umfasst Belange religiöser Schlachtungen und hat zum Ziel, den Dialog zwischen interessierten Gruppen und Interessenvertretern zu fördern. Religiöse Schlachtungen sind seit jeher ein kontrovers diskutiertes und emotional belegtes Thema, im Spannungsfeld von Anforderungen des Tierschutzes, kulturellen Aspekten und Fragen der Menschenrechte. Die Vielzahl der in der gängigen Praxis angewandten Methoden und die Variationsbreite der Anforderungen der religiösen Gemeinschaften ist ziemlich verwirrend. Gleichermaßen bestehen Ansprüche und Bedenken der Verbraucher beider Seiten. Dieses Projekt sammelt und strukturiert Informationen, die die gängigen Vorgehensweisen und Anforderungen bei der Schlachtung betreffen, das Sortiment der Produkte aus religiösen Schlachtungen, Verbrauchererwartungen, Marktanteile sowie sozio-ökonomische Fragestellungen. Es handelt sich um ein multidisziplinäres Projekt, das auf einer engen Kooperation zwischen Veterinären, Soziologen, Juristen und anderen Interessengruppen basiert.

EC gefördertes Projekt. Nr.: FP6-2005-FOOD-4-C: vom 1. November 2006 bis Frühjahr 2010

Der Text stellt die Meinung der Autoren dar und nicht zwingend die Position der Kommission, die auch nicht haftbar dafür zu machen ist, wofür diese Informationen genutzt werden.

Project Koordinatorin:  
Dr. Mara Miele  
School of City and Regional  
Planning  
Cardiff University  
Glamorgan Building  
King Edward VII Avenue  
Cardiff, CF10 3WA  
United Kingdom  
Tel : +44 (0)29 20879121  
Fax: +44 (0)29 20874845  
e-mail: MieleM@Cardiff.ac.uk  
[www.dialrel.eu](http://www.dialrel.eu)