

Schlussbericht zum Projekt 2817801X18

Erforschung der Schlüsselparameter für die Rinderbetäubung mittels penetrierendem Bolzenschuss und Weiterentwicklung der bestehenden Bewertungskriterien für die Betäubungseffektivität (BolzenSchlüsselRind)

Laufzeit des Vorhabens: 12/2019-02/2023

Durchführung:	bsi Schwarzenbek Beratungs- und Schulungsinstitut für Tierschutz bei Transport und Schlachtung
Weitere Beteiligte:	Schlachttechnik (Nicht Zuwendungsempfänger): Jarvis®, EFA® (Schmidt & Wezel) FREUND®/ Schermer® turbocut Jopp® Rinderschlachtbetriebe (Kooperation ohne Status) Cordts Bremerhaven Danish Crown Husum GOLDSCHMAUS Oldenburg Vion Bad Bramstedt Westfleisch Lübbecke
Zuwendungsempfänger:	Holleben-Wenzlawowicz bsi GbR (bsi Schwarzenbek) Grabauer Str. 27 A 21493 Schwarzenbek www.bsi-schwarzenbek.de

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Ernährung
und Landwirtschaft



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Schlussbericht¹ Projekt „BolzenSchlüsselRind“

Zuwendungskennzeichen:	2817801X18
Zuwendungsempfänger:	Holleben-Wenzlawowicz bsi GbR
Vorhabensbezeichnung:	Erforschung der Schlüsselparameter für die Rinderbetäubung mittels penetrierendem Bolzenschuss und Weiterentwicklung der bestehenden Bewertungskriterien für die Betäubungseffektivität (BolzenSchlüsselRind)
Laufzeit des Vorhabens:	12/2019-02/2023

INHALT

I.	Kurzdarstellung - Erforschung der Schlüsselparameter für die Rinderbetäubung mittels penetrierendem Bolzenschuss und Weiterentwicklung der bestehenden Bewertungskriterien für die Betäubungseffektivität (BolzenSchlüsselRind; Laufzeit 12/2019-02/2023).....	1
1.	Aufgabenstellung sowie wissenschaftlicher/ technische Stand an den angeknüpft wurde	1
2.	Ablauf des Vorhabens	1
3.	Wesentliche Ergebnisse sowie ggf. Zusammenarbeit mit anderen Stellen	2
II.	Eingehende Darstellung - Erforschung der Schlüsselparameter für die Rinderbetäubung mittels penetrierendem Bolzenschuss und Weiterentwicklung der bestehenden Bewertungskriterien für die Betäubungseffektivität (BolzenSchlüsselRind; Laufzeit 12/2019-02/2023)	3
1.	Durchgeführte Arbeiten	3
a.	Hintergrund Zielsetzung und Projektaufbau:.....	3
b.	Untersuchungsvoraussetzungen (AP1)	4
	Untersuchungsgang:.....	4
	Bestimmung der Schlüsselparameter:	5
c.	Status Quo hinsichtlich Bewegungen nach Bolzenschussbetäubung beim Rind (AP2) .	6
d.	Positions- / Winkelabweichung (AP2 & AP4) und Ergebnisse der Kopfsektionen (AP2)	8
	Positions- und Winkelabweichungen.....	9
	Schädelsektionen	9
e.	Betäubungseffektivität (AP 2 & AP4) und Empfehlungen zu Nachbetäubungen (AP3)	11
f.	Einflussfaktoren auf Bewegungen nach dem Bolzenschuss (AP2 & AP4).....	11
	Tierbezogene Einflussfaktoren auf die Bewegungen	12
	Gerätebezogene Einflussfaktoren auf die Bewegungen.....	13
	Weitere Einflussfaktoren auf die Bewegungen.....	13
	Möglichkeiten der Reduktion von Bewegungen	14
g.	Visualisierung (AP5).....	15
h.	Abschlussveranstaltung (AP6).....	17
2.	Wichtigste Positionen des zahlenmäßigen Nachweises	18
3.	Notwendigkeit und Angemessenheit der geleisteten Arbeit	18
4.	Voraussichtlicher Nutzen sowie Verwertbarkeit der Ergebnisse im Sinne des Verwertungsplans	18
5.	Zwischenzeitlicher Fortschritt auf dem Gebiet des Vorhabens bei anderen Stellen	19
6.	Erfolgte Veröffentlichungen der Ergebnisse (sowie geplante Veröffentlichungen)	19

¹ Sachbericht gemäß Vorgaben zu Nr. 4.5 NKBF 2017

I. Kurzdarstellung - Erforschung der Schlüsselparameter für die Rinderbetäubung mittels penetrierendem Bolzenschuss und Weiterentwicklung der bestehenden Bewertungskriterien für die Betäubungseffektivität (BolzenSchlüsselRind; Laufzeit 12/2019-02/2023)

1. Aufgabenstellung sowie wissenschaftlicher/ technische Stand an den angeknüpft wurde

Die Bolzenschussbetäubung beim Rind wurde in den letzten 20 Jahren aus Tierschutzsicht deutlich weiterentwickelt. Die Zielgenauigkeit wurde durch den Einsatz von Einrichtungen zur Bewegungseinschränkung des Kopfes² erhöht. Außerdem entwickelten die Hersteller die Schussapparate nach den Anforderungen der Praxis weiter. Die in der Verordnung (EG) Nr. 1099/2009 definierten Schlüsselparameter „Ansatzstelle und Schlagrichtung“ sowie „geeignete Geschwindigkeit, Austrittslänge und geeigneter Durchmesser des Bolzens je nach Tiergröße und -art“ wurden größtenteils empirisch definiert. Im Hinblick auf die Bewertung der Betäubungseffektivität gab es trotz umfangreicher wissenschaftlicher Vorarbeiten in der Praxis aber immer wieder große Schwierigkeiten, bestimmte aus Tierschutzsicht eher unproblematische aber sehr eindrückliche Reaktionen am Tier von denen eines erhaltenen oder wiederkehrenden Bewusstseins³ zu unterscheiden. Die nach Verbot des Rückenmarkszerstörers im Jahr 2000 vermehrt in Erscheinung tretenden Bewegungen nach Bolzenschussbetäubung wurden häufig missinterpretiert. Vor dem Hintergrund eines intensivierten Monitorings durch die Schlachtbetriebe selbst und externe Kontrollinstanzen sowie einer aufkommenden Videoüberwachung in den Schlachtbetrieben bestand großer Bedarf an einer möglichst eindeutigen Darstellung.

Die Aufgabenstellung umfasste die Bearbeitung folgender Fragen:

- a) Welche Bewegungen sind nach Bolzenschussbewegung zu erwarten und besteht ein Zusammenhang zur Betäubungseffektivität?
- b) Welche Tier-, Prozess- oder Geräte-bezogenen Einflussfaktoren auf die Bewegungen lassen sich identifizieren? Ist es möglich die in der Verordnung genannten Schlüsselparameter im Hinblick auf unterschiedliche Körpermerkmale der Tiere (Gewicht, Rasse) zu spezifizieren? Welche Strategien zur Reduktion der auch aus Sicht des Arbeitsschutzes problematischen Bewegungen ergeben sich?
- c) Wie lassen sich die bestehenden Standards zur Bewertung der Betäubungseffektivität weiterentwickeln und auch neue Tools schaffen, so dass allen beteiligten Personengruppen die Interpretation der auftretenden Reaktionen im zeitlichen Verlauf zwischen Betäubung und Tod erleichtert wird.

2. Ablauf des Vorhabens

Das Projekt war zunächst für 33 Monate geplant. Verzögerungen infolge der Coronapandemie und komplexer statistischer Analysen führten zu einer Verlängerung um 6 Monate. Im Rahmen von 6 Arbeitspaketen (AP) konnten die Fragestellungen wie geplant bearbeitet werden:

- In AP1 (Methodik, M1-M6) wurde die Erhebung der Bewegungen nach der Betäubung, der Betäubungswirkung und der Befunde an seziierten Rinderköpfen standardisiert. Außerdem wurden Absprachen mit den beteiligten Betrieben getroffen und Voruntersuchungen durchgeführt.
- In AP2 (Überblick über Status quo/ Varianz, M7-M16) und AP3 (Möglichkeiten der Nachbetäubung) wurden Bewegungen, Betäubungseffektivität und mögliche Einflussfaktoren an 5 Schlachtbetrieben und **2911** Tieren untersucht.

² vgl. Einrichtungen zur Bewegungseinschränkung des Kopfes, Anforderungen nach Anh II Nr. 3, zu Art 14 der Verordnung (EG) Nr. 1099/2009 sowie nach §11 (1) der nationalen TierSchIV

³ Wir verwenden den Begriff „Bewusstsein“ anstelle des rechtlich korrekteren Begriffs der „Empfindungs- und Wahrnehmungsfähigkeit“ entsprechend des englischen Sprachgebrauchs sowie aus Gründen der besseren Verständlichkeit.

- In AP4 (Spezielle Untersuchungen / Möglichkeiten zur Reduktion von Bewegungen, M17-M36) wurden zum einen definierte Kombinationen an Schlüsselparametern (speziell gefertigte Bolzen) an **1459** Tieren und zum anderen die elektrische Immobilisierung am Auswurf an einem niederländischen Betrieb (**334 Tiere**) untersucht.
- AP5 (M18-M37) beinhaltet die Visualisierung der zu erwartenden Bewegungen einerseits und der Anzeichen eines erhaltenen oder wiederkehrenden Bewusstseins andererseits.
- In AP6 (M31-M39) wurden die Abschlussveranstaltung durchgeführt, der Abschlussbericht vorbereitet sowie zusätzlich zu den bereits gefertigten weitere Veröffentlichungen erstellt.

3. Wesentliche Ergebnisse sowie ggf. Zusammenarbeit mit anderen Stellen

1. Erstmalig wurden Bewegungen nach Bolzenschussbetäubung von Rindern systematisch beschrieben. 94,2% der Rinder zeigten zu mindestens einem Zeitpunkt nach der Betäubung Bewegungen, entweder spontan oder provoziert (z.B. durch Zug an der Kette). Die meisten Bewegungen treten während der 1. Min. der Entblutung auf. Unterschiedliche Bewegungen sind für verschiedene Prozessphasen typisch. Einzelne Bewegungen wurden noch später als 8 Minuten nach Setzen des Entblutestichs beobachtet.
2. An den beteiligten Betrieben (Schlachtgeschwindigkeit 45–72/h, mittleres Stun to Stick Intervall: 45s (38s-51s)) war die Betäubungseffektivität hoch. Von 4370 untersuchten Tieren wurden nur 10 als „Fraglich“ und 11 als „nicht ausreichend betäubt“ (hohes Risiko das Bewusstsein wiederzuerlangen) beurteilt. Bei vier der letzteren ist davon auszugehen, dass das Bewusstsein für wenige Sekunden erhalten war oder wiedererlangt wurde. Die Nachbetäubung per Bolzenschuss erfolgte zuverlässig. Es gab keine Hinweise auf einen Zusammenhang zwischen Bewegungen und mangelhafter Betäubungseffektivität.
3. Bullen und Färsen zeigen mehr Bewegungen insgesamt, Kühe zeigen hingegen am Auswurf die meisten Bewegungen. Rassen wie Schwarzbunte, Limousin, Charolais und Deutsch Angus zeigen mehr, Braunvieh und Fleckvieh weniger Bewegungen. Pneumatisch betriebene Bolzenschussgeräte führten im Mittel zu weniger Bewegungen insgesamt und auch am Auswurf und Aufzug als ladungsbetriebene Geräte. Mit steigender Austrittslänge des Bolzens sinken die Bewegungen insgesamt und auch am Auswurf und Aufzug.
4. Die im Rahmen der Visualisierung erstellten frei zugänglichen Materialien (Präsentation zu Anzeichen einer reduzierten Betäubungseffektivität mit/ohne eingebettete Animationen (i) und zu Bewegungen, die regulär nach erfolgreicher Betäubung beim Rind auftreten, mit/ohne eingebettete Videoclips (ii) sowie entsprechende Youtube-Playlists (iii)) sind überaus nützliche Hilfsmittel zur korrekten Bewertung der Betäubungseffektivität beim Rind.
5. Die Untersuchung der Abweichungen der Einschusspositionen und Schusswinkel (n=4370) sowie die Sektion der Schädel (n=213) ergab, dass bei Verwendung moderner Fallen und Schussgeräte leichte Abweichungen nicht zwangsläufig zu Fehlbetäubungen führen. Das Risiko für Fehlbetäubungen steigt bei deutlichen Abweichungen (Position >3cm oder Winkel >15°). Ausgebrochene Einschusslöcher allein sind kein Hinweis auf eingeschränkte Betäubungswirkung.
6. Die meisten Probleme im Hinblick auf Tier- und Arbeitsschutz verursachen Bewegungen an Auswurf und Aufzug (erschwertes Anschlingen, verspäteter Stich). Da sich diese Bewegungen durch Wahl der Schlüsselparameter nur unwesentlich reduzieren lassen, muss weiter nach praktikablen Möglichkeiten zur Bewegungsreduktion gesucht werden (z.B. Elektroimmobilisierung; diese behindert nicht die Bewertung der Effektivität).

Die Zusammenarbeit zwischen bsi Schwarzenbek sowie den beteiligten Schlachtbetrieben und Herstellern der Schussapparate war überaus konstruktiv. Unser Dank gilt allen Mitwirkenden.

II. Eingehende Darstellung - Erforschung der Schlüsselparameter für die Rinderbetäubung mittels penetrierendem Bolzenschuss und Weiterentwicklung der bestehenden Bewertungs-kriterien für die Betäubungseffektivität (BolzenSchlüsselRind; Laufzeit 12/2019-02/2023)

1. Durchgeführte Arbeiten

a. Hintergrund Zielsetzung und Projektaufbau:

Bei der Bewertung der Betäubungseffektivität beim Rind bestehen trotz umfangreicher wissenschaftlicher Vorarbeiten in der Praxis immer wieder große Schwierigkeiten, gerade vor dem Hintergrund einer aufkommenden Videoüberwachung und eines intensivierten Monitorings durch die Schlachtbetriebe selbst und externe Kontrollinstanzen. Die nach Verbot des Rückenmarkszerstörers im Jahr 2000 vermehrt in Erscheinung tretenden Bewegungen nach der Bolzenschussbetäubung werden nur allzu häufig im Sinne von Fehlbetäubungen missinterpretiert. Bei erfolgreicher Bolzenschussbetäubung kommt es jedoch ganz regulär zu tonisch-klonischen Krämpfen (Gregory1998)⁴. Auch die Schlachttechnik und der Schlachtprozess beeinflussen die Bewegungen, z.B. entstehen mehr Bewegungen infolge frühen Aufziehens der Tiere bei Verwendung moderner Fallen (von Holleben und v. Wenzlawowicz 2019)⁵. Abweichungen von Schussposition und –winkel führen ebenfalls zu mehr Bewegungen (Marzin et al 2008, Kaegi 1988, Ilgert 1985⁶). Die bisherigen Untersuchungen zu in der Verordnung (EG) Nr. 1099/2009 definierten Schlüsselparametern „geeignete Geschwindigkeit, Austrittslänge und geeigneter Durchmesser des Bolzens je nach Tiergröße und -art“ ergeben kein einheitliches Bild (Kline et al 2019, Wagner et al 2019, Martin et al 2019)⁷. Von den Tier-bezogenen Einflussfaktoren werden Genetik (vermehrt Bewegungen bei Schwarzbunten; Martin et al 2019) und Geschlecht (vermehrt Bewegungen bei Kühen; Martin et al 2019, Terlouw et al 2015⁸, v. Holleben und v. Wenzlawowicz 2019) in der Literatur häufig genannt. Natürlich gibt es auch Bewegungen wie Aufrichten oder rückwärtiges Aufbiegen im Hängen (Grandin 2020)⁹, die für wiederkehrendes oder erhaltenes Bewusstsein sprechen.

Ziel des Projektes war es, die teils drastischen Bewegungen von Rindern nach dem Bolzenschuss in Relation zur Betäubungstiefe zu beschreiben und Einflussfaktoren zu ermitteln – darunter auch die Schlüsselparameter. Außerdem sollte öffentlich zugängliches Material zur fachlich korrekten Einschätzung der Betäubungseffektivität nach Bolzenschussbetäubung beim Rind erstellt werden.

⁴ GREGORY, N. G. (1998): Stunning and slaughter. In: Gregory NG, Grandin T, (eds). Animal welfare and meat science. Wallingford, Oxon, UK: CABI Pub., 223-240.

⁵ VON HOLLEBEN, K. und M. VON WENZLAWOWICZ (2019): Are movements after captive bolt stunning in cattle a signs of regaining consciousness? 65TH ICOMST, POTSDAM GERMANY, POSTER [HTTPS://DIGICOMST.IE/2019_08_36/](https://digicomst.ie/2019_08_36/)

⁶ MARZIN, V., J. F. COLLOBERT, L. JAUNET und L. MARREC (2008): Critères pratiques de mesure de l'efficacité et de la qualité de l'étourdissement par tige perforante chez le bovin. *Revue de Medecine Veterinaire* 159 (8-9), 423-430.

KAEGI, B. (1988): Untersuchung zur Bolzenschussbetäubung beim Rind [Dissertation]. Universität Zürich.

ILGERT H. (1985): Effizienz der Bolzenschussbetäubung beim Rind mit Berücksichtigung der Einschußstelle und der Eindringrichtung des Bolzens unter Praxisbedingungen [Dissertation]. Freie Universität Berlin. -

⁷ KLINE, H.C.; EDWARDS-CALLAWAY, L.; GRANDIN, T. (2019): Effect of captive bolt gun length on brain trauma and post- stunning hind limb activity in finished cattle *Bos Taurus*. *Meat Science* 155, 69-73.

WAGNER, D.R.; EDWARDS-CALLAWAY, L.; GRANDIN, T. (2019): The effects of bolt length on penetration hole characteristics, brain damage and specific-risk material dispersal in finished cattle stunned with a penetrating captive bolt stunner. *Meat Science* 155, 109-114.

MARTIN, M.S; EDWARDS-CALLAWAY, L.; GRANDIN, T (2018): Evaluation of different captive bolt length and breed influence upon post-stun hind limb and forelimb activity in fed cattle at a commercial slaughter facility. *Meat Science* 143, 159-164. -

⁸ TERLOUW E.M.C. (2015): Origins of movements following stunning and during bleeding in cattle. *Meat Science* 110, 135-144

⁹ GRANDIN T (2020): Determining Unconsciousness and Insensibility in Commercial Abattoirs, In: Grandin T and Cockram M (eds). *The Slaughter of Farmed Animals: Practical Ways of Enhancing Animal Welfare*: CABI: Wallingford, UK, 193-201.

Folgend Fragen sollten geklärt und in 6 Arbeitspaketen (AP) bearbeitet werden (Abb. 1):

- Welche Bewegungen sind nach Bolzenschussbewegung zu erwarten und besteht ein Zusammenhang zur Betäubungseffektivität?
- Welche Tier-, Prozess- oder Geräte-bezogenen Einflussfaktoren auf die Bewegungen lassen sich identifizieren? Ist es möglich die in der Verordnung genannten Schlüsselparameter im Hinblick auf unterschiedliche Körpermerkmale der Tiere (Gewicht, Rasse) zu spezifizieren? Welche Strategien zur Reduktion der problematischen Bewegungen ergeben sich?
- Wie lassen sich die bestehenden Standards zur Bewertung der Betäubungseffektivität weiterentwickeln und neue Tools schaffen, um allen beteiligten Personengruppen die Interpretation der auftretenden Reaktionen im zeitlichen Verlauf zwischen Betäubung und Tod zu erleichtern.

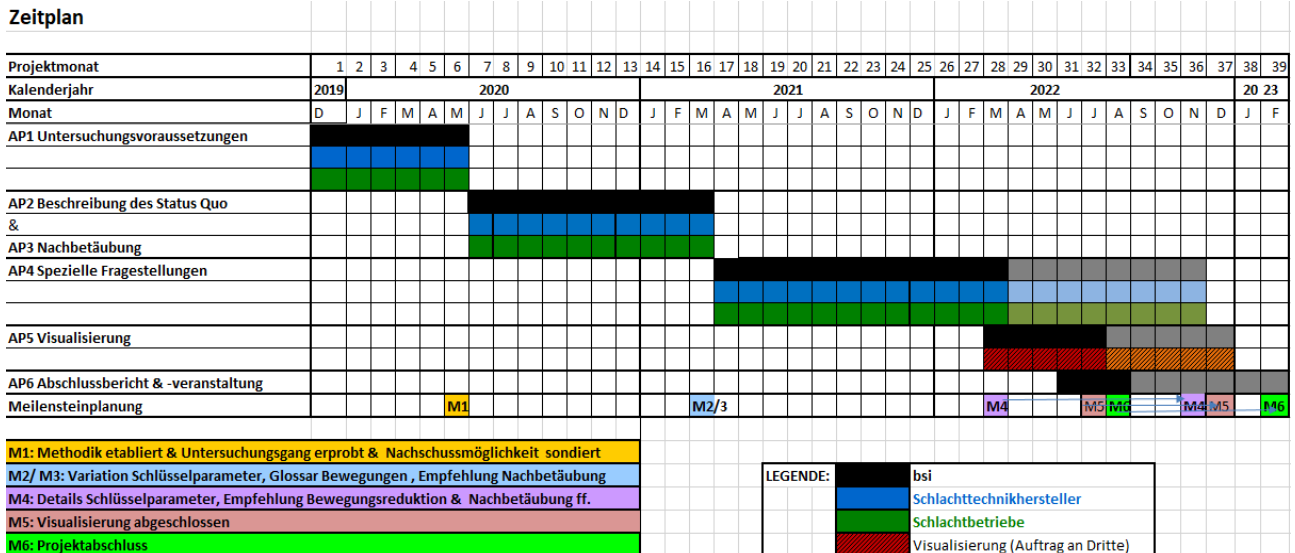


Abbildung 1: Überblick über Zeitablauf, Meilensteine und Arbeitspakete des Projektes

b. Untersuchungsvoraussetzungen (AP1)

Untersuchungsgang:

Von Dezember 2019 bis Mai 2020 wurde an 200 Rindern der Untersuchungsgang sowie die Methodik der Erhebung erprobt sowie eine Nomenklatur zur Beschreibung der Bewegungen zu unterschiedlichen Zeitphasen nach der Betäubung entwickelt (beim Auswurf, beim Aufziehen, bei der Entblutung, während der 1., 2., 3., und 4. Minute der Entblutung).

Bezeichnung	Beschreibung HGM = Hintergliedmaße, VGM = Vordergliedmaße	Übliches Vorkommen Prozessabschnitte
Schlagen	Eine Hintergliedmaße wird wiederholt vom Körper wegbewegt (Unterteilung der Intensität in moderat & intensiv)	Alle Prozessabschnitte
Zappeln	Mehr als eine Gliedmaße bewegt sich, ggf. auch zusammen mit dem Rumpf; betrifft HGM und VGM (Unterteilung der Intensität in moderat & intensiv)	Auswurf & Aufzug
Strecken der Hintergliedmaße	freie Hintergliedmaße wird vom Körper weggestreckt.	Aufzug bis Ende der Entblutung
Anziehen der Hintergliedmaße	freie Hintergliedmaße wird zum Körper hin gebeugt	Aufzug bis Ende der Entblutung
Laterales Biegen	Kopf und Körperachse biegen sich zu einer Seite hin; die Längsachse des Rindes ist seitlich gebogen. Kopf und Körper hängen nicht senkrecht.	Aufzug bis Ende zweite Min. der Entblutung
Ventrales Krümmen	Kopf und ggf. Rumpf werden zum Bauch hin gebeugt. Rückenlinie ist konvex	Aufzug bis erste Min. der Entblutung
Anheben der Vordergliedmaße	Eine oder beide VGM werden im gestreckten Zustand angehoben.	Aufzug bis Ende zweite Min. der Entblutung
Einrollen der Vordergliedmaße	Eine oder beide VGM werden zum Körper hin gebeugt.	Aufzug bis Ende der Entblutung

Abbildung 2: Überblick über die Bewegungskategorien und Definitionen sowie die im Projekt ermittelten Prozessabschnitte des üblichen Vorkommens dieser Bewegungen

Zudem wurden das Vorgehen beim Vorbereiten der Köpfe für die Kopfsektion (Lagerung, Temperatur, Dauer der Kühlung, Hygiene, Risikomaterial-Management) und die Methode für die Sektion der Schädel und Beschreibung der Ergebnisse an zwei verschiedenen Betrieben an insgesamt 15 Rinderschädeln erarbeitet. Das Projekt wurde an 4 verschiedenen Schlachtbetrieben vorgestellt - ein weiterer konnte aufgrund der Corona-Lage erst im Juli hinzugewonnen werden -, und vor Ort wurde die Methodik jeweils spezifisch etabliert (Kamerapositionen, spezielle Anforderungen beim Prozessieren der Köpfe). Es wurden sowohl Betriebe mit pneumatischen Schussapparaten, als auch Betriebe mit ladungsbetriebenen Schussapparaten gewonnen. Ein Betrieb verwendet beide Antriebsarten.

Bestimmung der Schlüsselparameter:

Zusätzlich wurde mit den Herstellern der Schussapparate ein intensiver Dialog über die technischen Schlüsselparameter „Geeignete Geschwindigkeit, Austrittslänge und geeigneter Durchmesser des Bolzens je nach Tiergröße und –art“ begonnen, unter anderem zu Definition, zugrundeliegender Methodik bei der Bestimmung sowie Spezifizierung der Schlüsselparameter (Bolzengeschwindigkeit, d.h. entsprechende Ladungsstärken bzw. Luftdruck) im Hinblick auf Tierarten und Tiergewichte. Dieser Dialog erweis sich als deutlich arbeitsaufwändiger als zunächst geplant und wurde im Jahresverlauf 2020 weiter fortgeführt. Da die Schlüsselparameter als Einflussfaktoren in die Analyse der Bewegungen mit eingehen sollten, mussten sie für die an den Untersuchungsbetrieben verwendeten Schussgerät & Ladungs- bzw. Druckkombinationen erfasst werden. Es stellte sich heraus, dass die Hersteller bei der Beschreibung der Bolzengeschwindigkeit und Austrittslänge keinesfalls einheitlich vorgehen. Daher wurden an der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt (PTB Braunschweig) zusammen mit den zuständigen Mitarbeitern der Arbeitsgruppe „Dynamische Druckmessung“, für 20 Kartuschen-Bolzenschussgeräte- Kombinationen sowie ein luftdruckbetriebenes Gerät die Bolzengeschwindigkeit in Luft sowie die Austrittslänge mittels Hochgeschwindigkeitskamera ermittelt (Abb. 4). Die noch fehlenden Druck-Gerätekombinationen wurden später mit Hilfe der Messapparatur eines beteiligten Herstellers verifiziert, nachdem geprüft wurde, ob die Ergebnisse beider Messerverfahren vergleichbar waren. Ein weiterer Hersteller stellte ein Gerät zur Erfassung des vor Ort in den Betrieben angewendeten Drucks zur Verfügung. Die Austrittslänge wurde mittels Schüssen in Blumensteckschaum (ELES VIDA®) ermittelt (Abb.3). Es wurde außerdem eine Übersicht erstellt über die aus Literatur und Betriebsanleitungen verfügbaren Informationen zu Bolzendurchmessern, Austrittslängen und Geschwindigkeiten sowie der kinetischen Energie, die durch die Ergebnisse der eigenen Messungen



Abbildung 3: Annäherungsmessung zur Austrittslänge mittels Blumensteckschaum.

ergänzt wurde. In diese Übersicht wurden die Geräte aller namenhaften Hersteller von in Deutschland angewendeten ladungsbetriebenen Schussgeräten einbezogen (Veröffentlichung dazu in Planung).

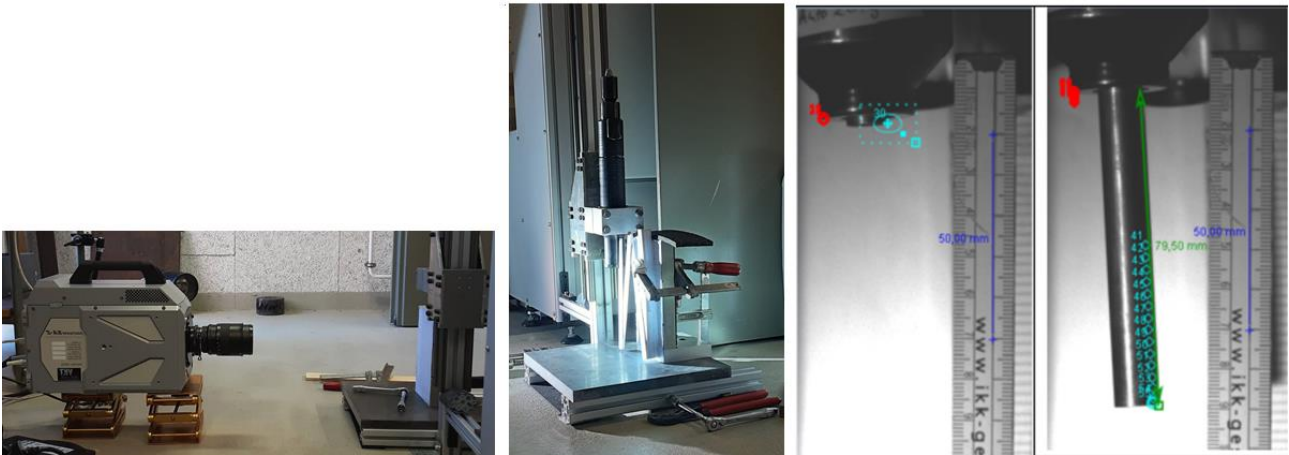


Abbildung 4: Messung der Bolzengeschwindigkeit an der PTB Braunschweig – Hochgeschwindigkeitskamera (links), eingespannter Schussapparat (mitte), Aufnahmen während des Schusses (rechts)

Die Austrittslängen der untersuchten Geräte lagen zwischen 77 und 135 mm. Die Bolzengeschwindigkeiten variierten zwischen 30 und 62 m/s. Bei pneumatischen Geräten ist die Geschwindigkeit meist niedriger. Aufgrund der deutlich höheren Bolzengewichte treffen diese aber überwiegend mit höheren kinetischen Energien ($= 0,5 \cdot m \cdot v^2$) auf den Schädel auf als bei ladungsbetriebenen Geräten. Die mittels Hochgeschwindigkeitskamera und einem Geschwindigkeitsmessgerät eines Herstellers ermittelten Bolzengeschwindigkeiten in Luft (jeweils Mittelwerte aus 5 Messungen) waren vergleichbar. Die mittels Hochgeschwindigkeitskamera in Luft ermittelten Werte für die Austrittslänge lagen für kürzere (rd. 9 cm) Austrittslängen 6-10 mm und für größere (12-14 cm) Austrittslängen 13-25 mm über den Annäherungsmessungen in Blumensteckschaum. Zur Verringerung der Ungenauigkeiten sollte nicht die lichte Eindringtiefe gemessen werden, sondern auch der im Anschnitt dunklere zusammengepresste Bereich des Steckschaums (vgl. Abb. 3) miteinbezogen werden.

Abweichungen hinsichtlich beider Parameter können bei ladungsbetriebenen Geräten durch unzureichende Standardisierung der Ladungen entstehen. Hersteller sollten in den Betriebsanleitungen angeben, wie und anhand wie vieler Schüsse die dort angegebenen technischen Schlüsselparameter ermittelt wurden.

c. Status Quo hinsichtlich Bewegungen nach Bolzenschussbetäubung beim Rind (AP2)

Im Hinblick auf die Bewegungen nach der Bolzenschussbetäubung wurden von Juni 2020 bis Mai 2021 an insgesamt 5 Betrieben und 15 Untersuchungsterminen 2891 Tiere (1484 Bullen, 909 Kühe, 498 Färsen, v.a. Schwarzbunte, Fleckvieh und Kreuzungsrassen) analysiert. Die Tiere wurden überwiegend in modernen Betäubungsfallen mit enger Kopffixierung mittels pneumatischer (VB-315 EFA®, USSS-21 Jarvis®; n=2160) und ladungsbetriebener (Schermer® KS, KR, KL; n=731; im Einzelfall Cash Auto .25 Accles & Shelvoke®) Schussgeräte betäubt

(Schlachtgeschwindigkeit 45-72/h) und nach durchschnittlich 45s (Range: 38-51s) per Bruststich entblutet. Von allen Tieren wurden Geschlecht, Rasse, Alter, Schlachtgewicht, Behornung, Handelsklassen, stun-to-stick Zeit, Ansatzabweichungen und Zweitschüsse erfasst. Alle Tiere wurden über den gesamten Zeitraum vom Schuss in der Falle, bis mindestens 4 Minuten nach dem Stich mittels Action Kameras gefilmt (Apeman A100S). Anschließend wurden über 200 Stunden Videomaterial (verschiedene Perspektiven) gesichtet um Art und Ausmaß der Bewegungen in den Prozessabschnitten nach der Betäubung zu erheben. Zur statistischen Bearbeitung wurden den Bewegungskategorien je nach Intensität Scores zugeordnet (z.B. hochgradiges Zappeln oder Schlagen: Score 3; Strecken der Hintergliedmaße Score 0,5). Für jedes Tier wurde dann für jeden Prozessabschnitt und für alle Zeitabschnitte zusammen ein Score bzw. Summen Score gebildet. Der Summenscore lag im Mittel bei 4,87 (0-25). Bis zu 5 Bewegungen kamen gleichzeitig vor. Unterschiedliche Bewegungen sind für verschiedene Prozessabschnitte typisch (Abb. 5).

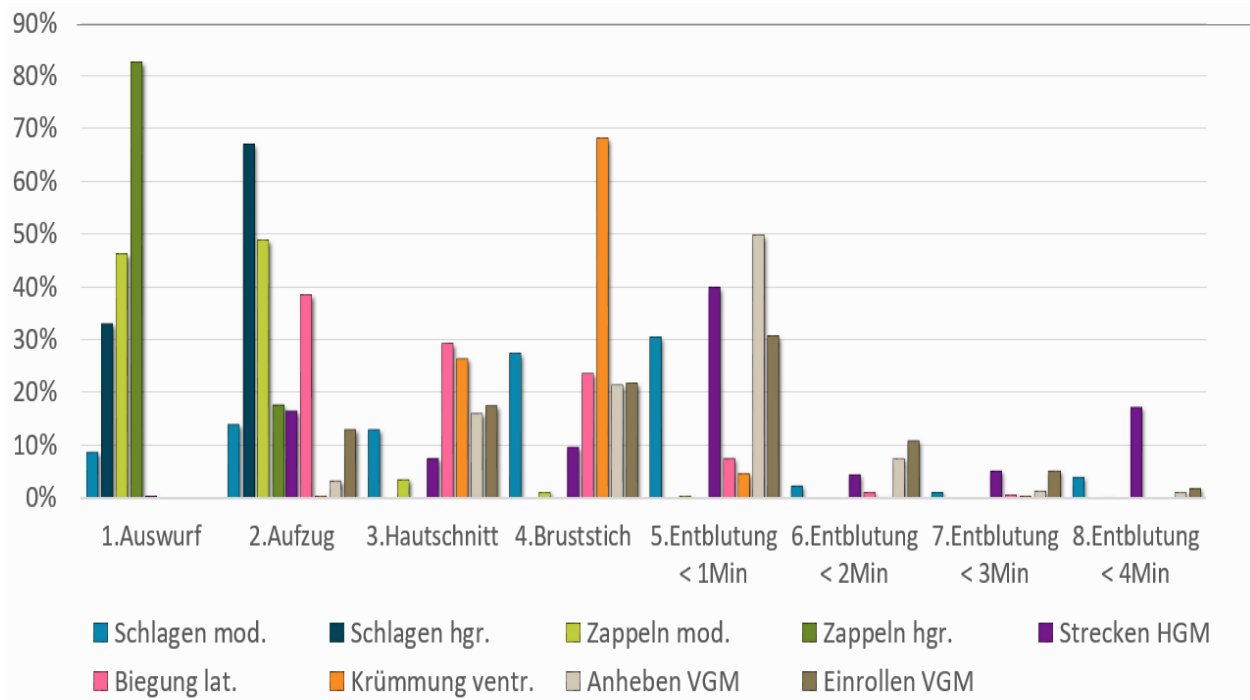


Abbildung 5: Verteilung der einzelnen Bewegungskategorien auf die Prozessabschnitte

Damit wurde erstmalig beschrieben, welche Bewegungen regulär nach Bolzenschussbetäubung beim Rind vorkommen. Die wichtigsten Ergebnisse lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- **94,2%** der Rinder zeigten zu mindestens einem Prozessabschnitt Bewegungen.
- Bewegungen wurden auch **über 8 Minuten** nach Setzen des Entblutestichs bei tief betäubten Tieren beobachtet. Dies bedingt, dass die bisher bestehende Regelung zu weiteren Schlachtarbeiten überdacht werden muss.
- Auch wenn die Tiere bereits regungslos mit schlaff hängendem Schwanz an der Kette hängen, können erneut Bewegungen auftreten (z.B. Schwanzschlagen oder Zittern des Hinterbeines).

- Bewegungen können spontan auftreten oder provoziert (z.B. durch Berührung, Schnitt oder Zug an Kette ausgelöst werden).
- Die meisten Bewegungen sind während der 1. Min. der Entblutung zu beobachten (Abb. 6). In einem Prozessabschnitt können bis zu 5 verschiedene Bewegungen auftreten.

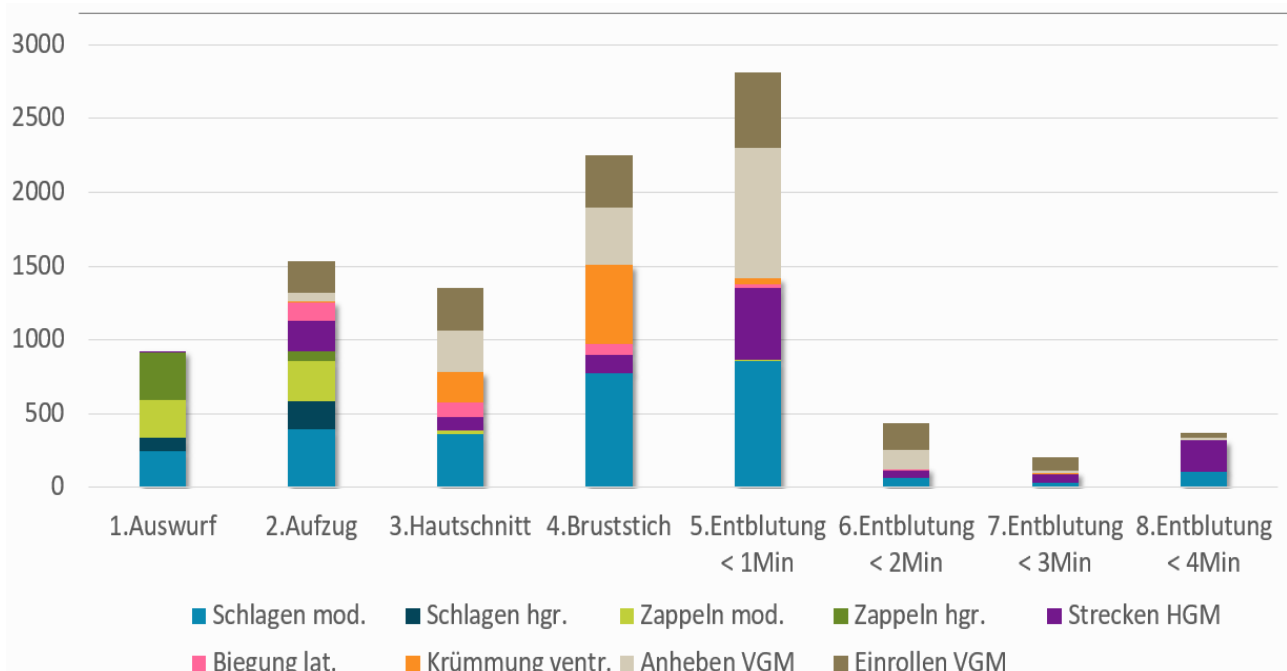


Abbildung 6: Art und Anzahl an Bewegungen pro Prozessabschnitt

- Die größten Probleme im Hinblick auf Tier- und Arbeitsschutz verursachen die besonders intensiven Bewegungen an Auswurf und Aufzug (erschwertes Anschlingen, verspäteter Stich). Am Auswurf zeigten 32% der Tiere Bewegungen, am Aufzug 44%.
- Alle Beobachtungen beziehen sich auf tief betäubte Tiere (kein Hinweis auf Zusammenhang zwischen Bewegungen und einer eingeschränkten Betäubungstiefe; allerdings wurde Aufbiegen nach hinten/oben bei den untersuchten Tieren nicht beobachtet).

Die in diesem Projektabschnitt mittels umfangreicher statistischer Analysen (Varianzanalyse/ ANOVA Modell zur Feststellung des Einflusses möglicher unabhängiger Variablen auf die Scores; Mittelwertvergleich mittels Tukey-Kramer post-hoc Test; Signifikanz für $P < 0.05$) ermittelten Einflussfaktoren auf die Bewegungen werden im Kapitel **f**) dargestellt.

d. Positions- / Winkelabweichung (AP2 & AP4) und Ergebnisse der Kopfsektionen (AP2)

Insgesamt wurden bei 4370 Tieren (34% Bullen, 25% Färsen, 41% Kühe) während der laufenden Schlachtung vor weiteren Schlachtarbeiten Winkel- und Positionsabweichungen erhoben (Abb. 7). Außerdem wurden 213 Köpfe in AP2 näher untersucht und seziiert (Veröffentlichung in Vorbereitung).

Positions- und Winkelabweichungen

Es wurden alle Abweichungen erhoben, die mindestens 2 cm vom optimalen Ansatzpunkt (1 cm über dem Kreuzungspunkt zwischen Augenmitte und Hornansatzmitte) und mindestens 10° von der Senkrechten abwichen. Positions- und Winkelabweichungen ($\geq 2\text{cm}$ / $>10^\circ$) wurden bei 728 Tieren (16,7%) gefunden. Unter Einbeziehung der Ergebnisse zur Betäubungseffektivität (10 Tiere mit Anzeichen einer fraglichen, 11 mit Anzeichen einer nicht ausreichenden Betäubungswirkung, siehe Kap. e), lässt sich schlussfolgern, dass bei Verwendung moderner Fallen und Schussgeräte leichte Abweichungen nicht zwangsläufig zu Fehlbetäubungen führen. Das Risiko für eine nicht ausreichende Betäubungswirkung steigt erst bei deutlichen Abweichungen (Position $>3\text{cm}$ oder Winkel $>15^\circ$). Nach den Erfahrungen der Untersucher kann aber, selbst wenn das Gehirn nicht getroffen wurde, nicht mit Sicherheit auf Schmerzen und Leiden des Tieres rückgeschlossen werden.

Die Betäuber unterscheiden sich leicht hinsichtlich ihrer Schussweise. Einige schießen etwas unterhalb des oben genannten optimalen Ansatzpunktes, d.h. genau auf das Kreuz, und/oder der Schussapparat wird leicht zur Nase hin abgekippt, ohne dass sich eine negative Auswirkungen auf die Betäubungseffektivität zeigt (Schussposition und -winkel liegen dabei innerhalb des Toleranzbereiches).

Schädelsektionen

Während der Erhebungen bei laufender Schlachtung wurden an 4 der 5 AP2-Betriebe jeweils die Köpfe auffälliger und weniger auffälliger Tiere markiert, so dass ein bis drei Tage danach Schädelsektionen stattfinden konnten. Ausgewählt wurden Tiere mit besonders vielen oder wenigen Bewegungen am Auswurf oder Aufzug, Anzeichen fraglicher oder nicht ausreichender Betäubung inkl. Nachbetäubung oder Abweichungen bei Einschusswinkel und/ oder -position. Es wurden 213 Schädel (von 97 Bullen, 27 Färsen, 89 Kühen) seziiert und näher untersucht. Dabei wurde am enthäuteten Schädel die Position des Schusslochs und der Einschusswinkel nochmals bestimmt und die Lochform ermittelt (n= 219 incl. Zweitschüsse, davon 180 mit pneumatischen und 39 mit Ladungs-betriebenen Geräte geschossen). Nach Durchsägen des Schädels in der Ebene des Schusskanals wurden außerdem Lochdurchmesser in äußerer und innerer Knochenlamelle, Abstand zwischen den Knochenlamellen, Eindringtiefe des Bolzens (Abstand des Sekundärgeschosses von der Schädeloberfläche), Lage der makroskopisch sichtbaren Schäden am gespaltenen Gehirn und Verteilung der Blutungen auf der Oberfläche des Gehirns sowie verschiedene Lagemaße zur Beschreibung der Schädelgröße erhoben (Veröffentlichung in



Abbildung 7: Verwendung einer Kunststoffsonde und eines modifizierten Geodreiecks zur Ermittlung von Einschussposition und -winkel

Vorbereitung). Hierfür wurden neben den Kunststoffsonden (Durchmesser 8 und 14 mm je nach genutztem Schussapparat) und dem Geodreieck auch eine digitale Schiebelehre und ein Multi-Winkel-Lineal verwendet.



Abbildung 8: Form und Rand der Schusslöcher; links rund und ausgebrochen; Mitte: oval und unregelmäßig; rechts: oval und glatt

110 Schusslöcher wurden als „rund“, 109 als „oval“ beschrieben, 111 als „glattrandig“, 67 als „mit unregelmäßigem Rand“ und 41 als „mit ausgebrochenem Rand“. Ausgebrochene Löcher kommen regelmäßig bei gut betäubten Tieren vor, nicht nur aber besonders bei Verwendung pneumatischer Schussapparate. Weder von der Lochform allein noch von den Eigenschaften des Randes der Schusslöcher allein kann auf die Betäubungseffektivität rückgeschlossen werden. Zur Beurteilung der Betäubungseffektivität muss immer zusätzlich das klinische Bild des Tieres nach der Betäubung begutachtet werden.



Abbildung 9: Blick auf in der Medianen durchgesägte Köpfe; links Schusskanal (Sonde zeigt auf „Sekundärgeschoss“), rechts Blutungen in der Schädelhöhle und auf dem herausgeklappten Gehirn

Bei korrekter Schussposition können sich die makroskopisch sichtbaren Schäden am etwa in der Mitte gespaltenen Gehirn aufgrund der Variationen der geschossenen Tiere deutlich unterscheiden. Der Hirnstamm muss dabei für eine effektive Betäubung keine makroskopisch sichtbaren Schäden aufweisen. Auch die Intensität und Verteilung der Blutungen in der Schädelhöhle variiert stark. Der Schusskanal ließ sich bei korrekter Führung des Sägeblatts gut

darstellen (Abb.9). Insbesondere bei mit pneumatischen Apparaten geschossenen Kühen wurde auch durch das Gehirn hindurchgeschossen und der darunterliegende Knochen verletzt. Die Lage des sogenannten Sekundärgeschosses, d.h. des durch den Bolzen herausgestanzten Knochenfragments, oft mit darauf sichtbaren Haaren, ist nicht immer mit der Länge des Schusskanals identisch, da es beim Herausziehen des Bolzens wieder im Schusskanal mit hochgezogen werden kann (Abb. 9).

e. Betäubungseffektivität (AP 2 & AP4) und Empfehlungen zu Nachbetäubungen (AP3)

Von insgesamt 4370 Tieren (34% Bullen, 25% Färsen, 41% Kühe) wurden 10 nach bsi-standard zur Bewertung der Betäubungseffektivität¹⁰ als „fraglich betäubt“ eingestuft und 11 als „nicht ausreichend betäubt“. Bei vier der letzteren ist davon auszugehen, dass die Empfindungs- und Wahrnehmungsfähigkeit bzw. das Bewusstsein für wenige Sekunden erhalten war oder wiedererlangt wurde. Diese im Vergleich zu älteren Untersuchungen deutlich gestiegene Effektivität ist unter anderem Folge der Implementierung moderner Bolzenschussgeräte und Fixierungsboxen. Die Nachbetäubung per Bolzenschuss erfolgte zuverlässig. In allen Fällen, auch während der Entblutung, war es möglich, die Tiere durch einen zweiten Schuss erfolgreich nachzubetäuben. Der Nachschuss erfolgte dabei an ggf. korrigierter Position oder - im Falle einer korrekten Position beim ersten Schuss - 1 bis 2 Zentimeter über dem ersten Schuss. Für die Nachbetäubung sollten ausreichend starke Schussgeräte verwendet werden. Auch Geräte mit längerem Bolzen sind empfehlenswert. Bedenken, dass ein zweiter Schuss nach Abklingen der Druckschwankungen im Gehirn nicht mehr wirksam sein könnte, bestätigten sich nicht. Dies wird auf die Weiterentwicklung der Schussgeräte in den letzten 20 Jahren zurückgeführt. Daher wurde auf die Erprobung anderer Methoden zur Nachbetäubung im Projekt verzichtet.

f. Einflussfaktoren auf Bewegungen nach dem Bolzenschuss (AP2 & AP4)

Neben der Analyse auf mögliche Einflussfaktoren in AP2 an 2891 Tieren wurden in AP4 (Spezielle Untersuchungen / Möglichkeiten zur Reduktion von Bewegungen) definierte Kombinationen an Schlüsselparametern an 1459 ausschließlich weiblichen Tieren an 8 Untersuchungstagen auf ein und demselben Schlachtbetrieb (Schlachtgeschwindigkeit 65/h, Zeit bis zum Stich rd. 50 s) untersucht. Die Methodik entsprach der in AP2 angewendeten, die Tiere wurden mit einem pneumatischen Schussgerät Typ USSS-21 (Jarvis®) geschossen, wobei 4 unterschiedliche Bolzen (2 Durchmesser + 2 Austrittslängen, Abb. 10) an jeweils 2 Untersuchungstagen eingesetzt wurden, um den Einfluss des Durchmessers, der Austrittslänge und der Geschwindigkeit des Bolzens bestimmen zu können (die Statistik wurden durch die TiDaGmbH, Kiel durchgeführt). Bei der Auswertung wurden besonders die problematischen Bewegungen an Auswurf und Aufzug berücksichtigt (Veröffentlichung in Vorbereitung).

¹⁰ [Links \(bsi-schwarzenbek.de\)](https://www.bsi-schwarzenbek.de)

In einer weiteren Untersuchung wurden in einem niederländischen Betrieb die Bewegungen bei Anwendung der elektrischen Immobilisierung am Auswurf (Fa. Abato, NL) an weiteren 334 Tieren analysiert (Veröffentlichung in Vorbereitung).



Abbildung 10: Bolzen verschiedener Durchmesser und Austrittslängen (Firma Jarvis) wurden an der in AP4 an 1459 weiblichen Tieren eingesetzt.

Tierbezogene Einflussfaktoren auf die Bewegungen

GESCHLECHT / KATEGORIE	RASSE
<p>↑ Bewegungen insgesamt (Summenscore) ➤ Bullen & Färsen</p> <p>↓ Bewegungen insgesamt ➤ Kühe</p>	<p>↑ Bewegungen insgesamt ➤ Schwarzbunt, Limousin, Charolais, Deutsch Angus</p> <p>↓ Bewegungen insgesamt ➤ Braunvieh</p>
<p>↑ Bewegungen am Auswurf (Score Auswurf) ➤ Kühe</p> <p>↓ Bewegungen am Auswurf ➤ Bullen</p>	<p>↑ Bewegungen am Auswurf & Aufzug ➤ Schwarzbunt, Deutsch Angus (Auswurf), Limousin (Aufzug)</p> <p>↓ Bewegungen am Aufzug ➤ Braunvieh, Fleckvieh</p>

Abbildung 11: Tierbezogene Einflussfaktoren – Signifikanz und Richtung des Effekts (AP2 und AP4)

Am Auswurf zeigen Kühe die meisten Bewegungen und Bullen am wenigsten. Über alle Zeiträume hinweg zeigen Bullen und Färsen aber mehr Bewegungen als Kühe. In AP2 zeigten 48.9% der Kühe, 37.2% der Färsen und 19.1% der Bullen Bewegungen am Auswurf. Am Aufzug stieg der Anteil an Färsen (52.4%) und Bullen (39.7%) mit Bewegungen, während der Anteil an Kühen sank (45.4%). Beim Entblutestich zeigte die Mehrheit der Färsen (78.3%) und Bullen (70.3%) mindestens eine Bewegung, aber weniger als die Hälfte der Kühe (47.2%). Während des 4-minütigen Entbluteintervalls trat mindestens eine Bewegungen bei 78.3% der Färsen 70.3% der Bullen und 62.3% der Kühe auf. Intensives oder moderates Zappeln wurde besonders bei Kühen beobachtet, laterales Biegen besonders bei Bullen und Vorderbeinbewegungen besonders bei Färsen. In AP2 und AP4 zeigten Schwarzbunte mehr Bewegungen am Auswurf und Aufzug. Limousin, Angus und Charolais mehr Bewegungen über alle Zeitabschnitte hinweg. Braunvieh und Fleckvieh zeigten über alle Zeitabschnitte hinweg am wenigsten Bewegungen (Abb.11).

Gerätebezogene Einflussfaktoren auf die Bewegungen

Pneumatisch betriebene Bolzenschussgeräte führten im Mittel zu weniger Bewegungen insgesamt und am Auswurf und Aufzug als ladungsbetriebene Geräte. Mit steigender Austrittslänge des Bolzens sinken die Bewegungen insgesamt und auch am Auswurf und Aufzug. Am meisten Bewegungen insgesamt und am Auswurf und Aufzug traten mit dem Bolzentyp A auf (vgl. Abb. 10). Bezüglich der Parameter Bolzendurchmesser, Bolzengeschwindigkeit und kinetische Energie ergab sich kein eindeutiger Effekt. Weiblich Tiere, die mit dem dünnen Bolzen (12,0 mm) geschossen wurden, zeigten am Auswurf weniger Bewegungen, am Aufzug jedoch mehr als Tiere, die mit dem dickeren Bolzen (14,5 mm) geschossen wurden. Auch bezüglich Geschwindigkeit und Energie zeigten sich die Effekte nicht deutlich. Bei einer hohen Energie (>450J) zeigten sich weniger Bewegungen insgesamt. Es ist wahrscheinlich, dass die Bolzengeschwindigkeit einen steigernden Effekt auf die Bewegungen insgesamt hat (Abb. 12).

FUNKTIONART	AUSTRITTLÄNGE
<p>↑ Bewegungen insgesamt ➤ Ladungsbetrieben</p>	<p>↑ Bewegungen insgesamt ➤ Kurzer Länge</p>
<p>↓ Bewegungen insgesamt ➤ Pneumatisch</p>	<p>↓ Bewegungen insgesamt ➤ zunehmende Länge</p>
<p>↑ Bewegungen am Aufzug ➤ Ladungsbetrieben</p>	<p>↑ Bewegungen am Auswurf & Aufzug ➤ Kurzer Länge</p>
<p>↓ Bewegungen am Aufzug ➤ Pneumatisch</p>	<p>↓ Bewegungen am Auswurf & Aufzug ➤ zunehmende Länge</p>

Abbildung 12: Gerätebezogenen Einflussfaktoren– Signifikanz und Richtung des Effekts (AP2 und AP4)

Weitere Einflussfaktoren auf die Bewegungen

Hinsichtlich der *Betäubungseffektivität* ergab sich in den Untersuchungen kein Hinweis auf einen Zusammenhang zwischen Bewegungen und einer eingeschränkten Betäubungseffektivität, auch aufgrund der geringen Anzahl an Tieren mit Anzeichen einer fraglichen oder nicht ausreichenden Betäubungseffektivität. Die erhobenen Bewegungen und kalkulierten Scores bei diesen Tieren entsprachen denen tief betäubter Tiere. Allerdings war das rückwärtige Aufbiegen, das immer für eine nicht ausreichende Betäubungswirkung spricht (Grandin 2020)¹¹, bisher bei keinem Tier aufgetreten (siehe Abb. 13). Bei Einzelfallanalysen fiel auf, dass das laterale Biegen in den beiden Fällen, in denen es auch später als 2 Minuten nach dem Stich beobachtet wurde, zusammen mit Atembewegungen auftrat. Wir empfehlen dennoch, dieses späte laterale Biegen nur zusammen mit anderen Anzeichen (Auge oder Atmung) als



Abbildung 13: links rückwärtiges Aufbiegen (Bild angefertigt im Rahmen von AP5 Visualisierung, siehe Kapitel g)

¹¹ GRANDIN T (2020): Determining Unconsciousness and Insensibility in Commercial Abattoirs, In: Grandin T and Cockram M (eds). The Slaughter of Farmed Animals: Practical Ways of Enhancing Animal Welfare: CABI: Wallingford, UK, 193-201

Anzeichen einer eingeschränkten Betäubungseffektivität zu bewerten, da wir die Beobachtungen nur an 2 Tieren vornehmen konnten.

Obwohl *Positionsabweichungen* nur bei 267 und *Winkelabweichungen* nur bei 367 von den 2911 in AP2 untersuchten Tieren vorkamen, ergaben sich bei der statistischen Analyse Hinweise darauf, dass hierdurch Bewegungen nach dem Schuss gesteigert werden.

Möglichkeiten der Reduktion von Bewegungen

Die teils drastischen Bewegungen an Auswurf und Aufzug verursachten die meisten Risiken im Hinblick auf Tier- und Arbeitsschutz (erschwertes Anschlingen, verzögerter Stich und damit steigendes Risiko, die Empfindungs- und Wahrnehmungsfähigkeit kurzfristig wiederzuerlangen). Da sich diese Bewegungen durch Wahl der Schlüsselparameter nur unwesentlich reduzieren lassen, muss weiter nach praktikablen Möglichkeiten zur Bewegungsreduktion gesucht werden, wie z.B. Elektroimmobilisierung am Auswurf (E.-I.). Aus diesem Grund wurde in AP4 an einem Niederländischen Betrieb das „Stim Tech“-System der Fa. Abato (NL., S.Hertogenbosch) untersucht, das unter Mitarbeit von Meat and Livestock Australien entwickelt und erforscht wurde und das weltweit seit 2007 eingesetzt wird (Abb. 14).

Fa. Abato (NL., S.Hertogenbosch): **Stim Tech** System aus Australien, eingesetzt seit 2007, (Meat & Livestock) z.B. 2000Hz, 50-300V, 10-15s, 1-2A Konstantstrom, gepulster Gleichstrom, 50 μ s Impulse (Abstand 500 μ s)



Abbildung 14: Verfahren zur Elektroimmobilisierung stark schlagender Tiere mittels in den Auswurfrost integrierter Plattenelektroden (System Stim Tech, Abato NL).

Das Abato System arbeitet im Gegensatz zur bisher in Deutschland und in Österreich erfolgreich angewendeten E.-I. der Fa. Schermer/ Freund (System IMA-2, Strom von Auswurfrost / Rohrbahn zum Tier über eine Klemme an Ohr oder Lippe; 50 Hz Wechselstrom, 48 V, 10-15 s, max. 500 mA) mit gepulsten Gleichströmen, wobei zwar höhere Stromstärken fließen, diese aber aufgrund der Stromform mit kurze Impulsen (gepulster Gleichstrom 1:10 = 50 μ s Impulse alle 500 μ s) vergleichsweise ungefährlich sind (sicherheitsrelevant ist die in diesem Fall vergleichsweise geringe RMS-Spannung). In den Niederlanden führten im Gegensatz zu Deutschland die teils dramatischen Unfälle beim Anschlingen und Stechen besonders von Schwarzbunten Kühen zur Einführung der E.-I. in vielen Schlachtbetrieben. Ergebnis unserer Untersuchungen war, dass die problematischen Bewegungen insbesondere am Auswurf und während des Aufzugs sich durch Verwendung des Abato Stim Tech –Immobilisierungssystems maßgeblich reduzieren ließen. Es ist

möglich die Tiere auch nach Anwendung der E.-I. innerhalb einer Minute zu stechen. Das Anschlingen verlief wesentlich gleichförmiger, da keine zappelnden oder schlagenden Tiere - wie in Deutschland üblich - vorzeitig gestochen werden mussten. Es besteht zudem kein Risiko, dass Anzeichen einer reduzierten Betäubungseffektivität durch das System kaschiert werden, da sie sich am Auswurf und damit vor Anwendung des Stroms zuverlässig prüfen lassen. Wie vom bsi-Schwarzenbek bereits auch für das IMA-System (Schermer) mehrfach beobachtet, sind Anzeichen von Fehlbetäubungen auch nach der Stromanwendung wieder deutlich sichtbar. Die in einzelnen Bundesländern von den zuständigen Behörden geäußerten Bedenken gegen die rechtlich zulässige E.-I. sind daher nicht nachvollziehbar, solange die E.-I. nach korrekt ausgeführter Bolzenschussbetäubung angewendet wird und vorher am Auswurf die Betäubungstiefe sorgfältig geprüft wird.

g. Visualisierung (AP5)

Für die Visualisierung der zu erwartenden Bewegungen, die regulär nach erfolgreicher Betäubung beim Rind auftreten, wurden zum einen aus den im Projekt erstellten Videoaufnahmen besonders anschauliche Beispiele herausgesucht, mit dem Ziel sowohl alle definierten Bewegungskategorien (vgl. Abb. 2) als auch deren Verteilung über die verschiedenen Prozessabschnitte möglichst repräsentativ darzustellen (Abb. 15).

Nr.	Bewegungs-kategorie	Definition	Hier klicken um Beispiel-Videoclips anzusehen ↓
1	Schlagen Hinterbein *	Eine /die freie Hintergliedmaße wird wiederholt vom Körper wegbewegt (Unterteilung der Intensität in moderat & hochgradig).	Clip 1, (moderat), Auswurf Clip 3, (hochgradig), Auswurf Clip 8, 1. Min. der Entblutung mit ventralem Krümmen Clip 11, 1. Min. der Entblutung mit Anheben Vorderbein
2	Zappeln*	Mehr als eine Gliedmaße bewegt sich, ggf. auch zusammen mit Rumpf und Hals. Die Bewegung betrifft Vorder- und Hintergliedmaßen, die sich entweder synchron oder asynchron bewegen können (Unterteilung der Intensität in moderat & hochgradig).	Clip 2, (hochgradig), Auswurf Clip 4, (moderat), Aufzug Clip 5, (hochgradig), Aufzug
* Nur am Auswurf und beim Aufzug wird für diese Kategorie zwischen 2 Intensitäten unterschieden: - <i>Moderat</i> : • Frequenz <1/s & Dauer <5 s / • Frequenz >1/s & Dauer <5 s / • Frequency <1/s & Dauer >5 s - <i>Hochgradig</i> : • Frequenz >1/s & Dauer >5s			
3	Laterales Biegen	Längsachse des Rindes ist seitlich gebogen. Kopf & Körper hängen nicht senkrecht.	Clip 6, Aufzug Clip 9, 1. Min Entblutung
4	Ventrales Krümmen	Kopf und ggf. Rumpf werden zum Bauch hin gebeugt. Die Rückenlinie ist konvex.	Clip 8, 1. Min Entblutung - mit Schlagen HB Clip 10, 1. Min Entblutung - mit Anziehen HB & Einrollen VB
5	Einrollen Vorderbein (VB)	Ein oder beide Vordergliedmaßen werden zum Körper hin gebeugt.	Clip 10, 1. Min Entblutung - mit ventralem Krümmen & Anziehen HB Clip 13, 4. Min Entblutung - mit Anziehen HB
6	Anheben Vorderbein (VB)	Eine oder beide Vordergliedmaßen werden im gestreckten Zustand angehoben.	Clip 7, Entlutestich - mit Strecken HB, Aufzug Clip 11, 1. Min Entblutung mit Schlagen HB
7	Strecken Hinterbein (HB)	Die freie Hintergliedmaße für ≥ 3 Sekunden vom Körper weggestreckt.	Clip 7, Aufzug – mit Anheben VB, Entlutestich / Clip 14 6. Min Entblutung
8	Anziehen Hinterbein (HB)	Die freie Hintergliedmaße wird zum Körper hin gebeugt.	Clip 10, 1. Min Entblutung – mit ventralem Krümmen und Einrollen VB Clip 12, 3. Min Entblutung
9	Rückwärtiges Aufbiegen	Durchbiegen des Rückens und anhaltendes Heben des Kopfes im Hängen nach hinten	Bild 15 und Teil 1 der Präsentation

Alle Videoclip Folien sind downloadbar unter <https://www.youtube.com/playlist?list=PLGiGOpACb-4KpCulayh6cumF1NclqVog>

Abbildung 15: Übersicht aller veröffentlichten 14 Videoclips (+1 Bild) von Bewegungen, hier Deutsch

Die Videoclips wurden in aufwändigen Absprachen mit den Betrieben und zusammen mit einer auf Visualisierung spezialisierten Partner (BAYARmedia GmbH Hamburg) so aufbereitet, dass das Personal und größtenteils auch die Umgebung unkenntlich gemacht wurden, aber die Bewegungen optimal zu erkennen sind. Die Clips mit den häufig als Fehlbetäubungen missverstandenen Bewegungen wurden dann jeweils in eine erklärende Präsentation eingebettet und können alle zusammen oder als einzelne Clips in einer You-Tube-Playlist sowohl auf Deutsch als auch auf Englisch abgerufen werden (Abb. 16 und Kapitel 6 Veröffentlichungen).



Abbildung 16: Ausschnitte aus den Videoclips „starkes Zappeln am Auswurf“ (links) und „Laterales Biegen beim Aufzug“ (Mitte) sowie Clip eingebettet in Erklärungsfolie „Laterales Biegen 1. Min Entblutung“ (rechts)

In Ergänzung dazu wurden zu den Anzeichen einer erfolgreichen Bolzenschussbetäubung bzw. eines erhaltenen oder wiederkehrenden Bewusstseins 15 Animationen erstellt. Hierzu wurden jeweils Drehbücher verfasst, die mit Filmbeispielen aus dem Fundus des bsi- Schwarzenbek ergänzt wurden und in einem umfangreichen Diskussionsprozess mit dem Visualisierungspartner optimiert wurden (Abb. 17).

Nr.	Name	Beschreibung	Betäubungseffektivität
1	<u>Kuh_Schuss</u>	Schematisierte Falle, Ansatz Schussgerät und Auswurf	OK
2	AW Auge	Auswurf Auge (starr weit), Reflextest negativ	OK
3	AW Au N	Auswurf Auge Nystagmus (Augenzittern)	Fraglich
4	AW Au Dr	Auswurf Auge Verdrehen d. Augapfels, Pupille weit	Fraglich
5	AW Au C	Augenreflex, hier <u>Cornealreflex</u> (1x);	Fraglich
6	AW Au N C	Augenreflex, hier <u>Cornealreflex</u> (1x) plus Nystagmus	Fraglich bis Nicht OK
7	AW Au 2C	Augenreflex, hier <u>Cornealreflex</u> (2x)	Nicht OK
8	AW Au SAB (2x)	Spontane Augenbewegungen / spontaner Lidschluss (2x)	= (Nicht OK bis) Wach*
9	AW Au SAB (3x)	Spontane Augenbewegungen / spontaner Lidschluss (3x)	= (Nicht OK bis) Wach*
10	H AB <u>Fra</u>	sog. Fratzenziehen , erstes Anzeichen , dass das Atemzentrum noch aktiv ist	<4x = Fraglich ≥4x = Nicht OK
11	H AB N	Atembewegungen = AB, hier Bewegungen Nüstern unterschiedliche Ausprägung (z.B. Einatmen mehr betont)	dito
12	H AB N M MW	AB hier Nüstern, Maul und Maulwinkel Nüstern unterschiedlich stark mitbewegt	dito
13	H AB B	AB hier Aufblasen der Backen	dito
14	H AB M MW Z Ed	gegen Ende der AB wird der Abstand dazwischen länger, Zunge kommt immer mehr raus	dito
15	H AB N MW Z Ed	anderes Ende der AB , mehr <u>Nüsternbewegungen</u> , Maul kann am Ende aufgehen/ offen stehen	dito
16	BILD	Rückwärtiges Aufbieten	Nicht OK

*bei „Wach“ sind auch andere Anzeichen zusätzlich sichtbar

Abbildung 17: Übersicht aller veröffentlichten 15 Animationen (+1 Bild) zur Betäubungseffektivität (Deutsch)

Die Animationen zur Betäubungseffektivität wurden dann jeweils in eine erklärende Präsentation eingebettet und können alle zusammen oder als einzelne Animationen in einer You-Tube-Playlist auf Deutsch oder Englisch abgerufen werden (Abb. 18 und Kapitel 6 Veröffentlichungen).



Abbildung 18: Beispiele von Animationen Clip eingebettet in Erklärungsfolien

Die im Rahmen der Visualisierung erstellten frei zugänglichen Materialien (Präsentation zu Anzeichen einer reduzierten Betäubungseffektivität mit/ohne eingebettete Animationen (i) und zu Bewegungen, die regulär nach erfolgreicher Betäubung beim Rind auftreten, mit/ohne eingebettete Videoclips (ii) sowie entsprechende Youtube-Playlists) wurden sowohl von den Universitäten und anderen Ausbildungsstätten als auch von Schlachtbetrieben und Veterinärbehörden als überaus nützliche Hilfsmittel zur korrekten Bewertung der Betäubungseffektivität beim Rind begrüßt. Auch bei ersten Präsentationen auf internationaler Ebene fanden sie großen Anklang.

h. Abschlussveranstaltung (AP6)

Auf der Abschlussveranstaltung des Projektes am 22.02.2023, die dankenswerterweise im FLI in Celle durchgeführt werden konnte, wurden die Projektergebnisse vor 71 interessierten Zuschauern aus Verbänden, Schlachtbetrieben, Universitäten und Fachinstituten, Veterinärverwaltung, Herstellern von Schussapparaten und Tierschutzorganisationen präsentiert (Abb. 19). Eine Zusammenfassung der Präsentationen kann unter <http://www.bsi-schwarzenbek.de/forschung.html> abgerufen werden.



Abbildung 19: mit > 70 Teilnehmern gut gefüllter Hörsaal und Ausstellung von Betäubungs- und Immobilisierungsgeräten bei der Abschlussveranstaltung im FLI in Celle am 22.02.2023

2. Wichtigste Positionen des zahlenmäßigen Nachweises

Für das bsi Schwarzenbek umfassten die Projektausgaben insgesamt knapp 257 Tsd. Euro, die zu 70 % gefördert wurden. Davon machten die Personalkosten (incl. Overheads) den wesentlichsten Anteil aus (rd. 217 Tsd. €). Fremdleistungen (Visualisierung, Statistik) schlugen mit gut 25 Tsd. €, Reisekosten mit rd. 10 Tsd. €, Materialkosten mit gut 2 Tsd. Euro und sonstige Kosten (Coronatests) mit gut 2,5 Tsd. Euro zu Buche.

3. Notwendigkeit und Angemessenheit der geleisteten Arbeit

Das vorliegende Projekt hat dazu beigetragen, dass Bewegungen nach Bolzenschussbetäubung beim Rind im Hinblick auf die Betäubungseffektivität korrekt eingeschätzt werden können. Für die erstmalige Beschreibung der Bewegungen und möglicher Einflussfaktoren musste eine standardisierte Erfassung incl. der Betäubungseffektivität und der möglichen Einflussfaktoren an einer großen Tierzahl mit mehreren Untersuchern an unterschiedlichen Schlachtbetrieben erfolgen. Die dafür notwendige Videoanalyse war aufgrund des langen Beobachtungszeitraumes und der unterschiedlichen Perspektiven überaus zeitintensiv. Zur Bestimmung der Tier-, Prozess- oder Geräte-bezogenen Einflussfaktoren waren aufwändige statistische Berechnungen notwendig. Bei der Beschreibung der in der Verordnung EG Nr. 1099/2009 genannten Schlüsselparameter konnte nicht auf standardisierte Angabe vor Ort zurückgegriffen werden. Das Vorhaben hätte ohne die Förderung nicht realisiert werden können.

4. Voraussichtlicher Nutzen sowie Verwertbarkeit der Ergebnisse im Sinne des Verwertungsplans

Im Rahmen der vom bsi Schwarzenbek geleisteten Arbeiten wurde die Aufgabenstellung vollumfänglich bewältigt. Dies ist wesentlich auch der guten Zusammenarbeit mit den beteiligten Schlachtbetrieben, Herstellern von Bolzenschussapparaten und Veterinärbehörden zu verdanken. Erstmals wurden die Bewegungen nach Bolzenschussbetäubung beim Rind standardisiert beschrieben und von den Anzeichen einer erhaltenen und wiederkehrenden Empfindungs- und Wahrnehmungsfähigkeit nach Bolzenschussbetäubung abgegrenzt. Die im Rahmen der Visualisierung erstellten frei zugänglichen Materialien, d.h. Präsentation einerseits zu Anzeichen einer reduzierten Betäubungseffektivität mit/ohne eingebettete Animationen (i) und andererseits zu Bewegungen, die regulär nach erfolgreicher Betäubung beim Rind auftreten, mit/ohne eingebettete Videoclips (ii) sowie entsprechende Youtube-Playlists (iii), jeweils auf Deutsch und auf Englisch, wurden von allen Beteiligten als überaus nützliche Hilfsmittel zur korrekten Bewertung der Betäubungseffektivität beim Rind begrüßt. Gerade vor dem Hintergrund der Videoüberwachung in Schlachtbetrieben ist es essentiell, zu begreifen, dass Bewegungen regulär bei gut betäubten Tieren auftreten. Für die Schlachtbetriebe stehen jetzt Interpretationshilfen für die Videoüberwachung der Betäubung zur Verfügung. Es ist zu erwarten, dass es mit den erstellten Präsentationen, Filmclips und Animationen gelingen kann, die emotional aufgeheizte Diskussion in der Öffentlichkeit um weitere Schlachtarbeiten an lebenden bzw. nicht ausreichend tief betäubten

Tieren wieder auf eine objektive Fakten-basierte Ebene zu bringen. Auch die Weiterentwicklung der bestehenden bsi-Standards zur Bewertung der Betäubungseffektivität beim Rind im Rahmen des Projektes trägt mit dazu bei, dass allen beteiligten Personengruppen die Interpretation der auftretenden Reaktionen im zeitlichen Verlauf zwischen Betäubung und Tod erleichtert wird. Dem betäubenden Personal, den Tierschutzbeauftragte sowie den Behörden oder Auditoren steht jetzt eine gemeinsame fachliche Basis für Diskussionen zur Verfügung.

Hersteller können auf der Basis der erzielten Ergebnisse ihre Schussgeräte gezielt weiterentwickeln und die Kunden auch über entsprechend angepasste Betriebsanleitungen besser über die tierschutzgerechte Anwendung der Geräte informieren. Dies dient unmittelbar dem Tierschutz bei der Schlachtung. In der Frage, welche Schlüsselparameter für welche Tierkategorien eingesetzt werden sollten, konnten zwar nicht alle Fragen beantwortet werden, aber doch Fortschritte erzielt werden.

Das bsi Schwarzenbek sichert sich über das neue generierte Wissen seine wissenschaftliche Anschlussfähigkeit. Die gewonnenen Erkenntnisse inklusive der neuen Tools werden von den bsi-Tierärzten in die tägliche Arbeit integriert und bei der Schulung und Fortbildung von Schlachtpersonal, Tierschutzbeauftragten, Auditoren und Tierärzten genutzt. Im Rahmen der Beratungs- und Expertentätigkeit des bsi Schwarzenbek erreichen sie so auch über Deutschland hinaus Industrie, Behörden, Wissenschaft (u.a. EFSA) und NGOs.

Im Laufe des Projektes sind bereits einige Veröffentlichungen in nationalen und internationalen Fachzeitschriften und Kongressbänden entstanden (siehe Kapitel 6). Weitere sind in Planung. Es entsteht eine veterinärmedizinische Dissertation.

5. Zwischenzeitlicher Fortschritt auf dem Gebiet des Vorhabens bei anderen Stellen

Projekte anderer Stellen mit Inhalten, die dem BoSchIRd-Projekt vergleichbar sind, sind uns nicht bekannt.

6. Erfolgte Veröffentlichungen der Ergebnisse (sowie geplante Veröffentlichungen)

- Online Veröffentlichungen der Videos und Animationen

<http://www.bsi-schwarzenbek.de/veroeffentlichungen.html> (deutsch) zum download:

- Holleben, K.v.; Lücking, A.; Wenzlawowicz, M.v. (2023): Bewertung der Betäubungseffektivität nach Bolzenschussbetäubung beim Rind - Teil 1: Aufrichten, Reflexe am Auge und Atembewegungen: Präsentation mit eingebetteten Animationen // Präsentation ohne eingebettete Animationen // Youtube Playlist mit allen 15 Animationen
- Holleben, K.v.; Lücking, A.; Wenzlawowicz, M.v. (2023): Bewertung der Betäubungseffektivität nach Bolzenschussbetäubung beim Rind - Teil 2: Bewegungen nach Bolzenschussbetäubung: Präsentation mit eingefügten Videoclips // Präsentation ohne eingefügte Videoclips // - Youtube Playlist mit allen 15 Videoclips

<http://www.bsi-schwarzenbek.de/publications.html> (englisch) zum download:

- Holleben, K.v.; Luecking, A.; Wenzlawowicz, M.v. (2023): How to evaluate stunning effectiveness in cattle stunned by captive bolt - Part 1: Righting reflex, eye reflexes and breathing:

Presentation with embedded animations // Presentation without embedded animations // Youtube playlist with all 15 animations

- Holleben, K.v.; Luecking, A.; Wenzlawowicz, M.v. (2023): How to evaluate stunning effectiveness in cattle stunned by captive bolt - Part 2: Movements after captive bolt stunning: Presentation with embedded video clips // Presentation without embedded video clips // - Youtube playlist with all 15 video clips
- Zeitschriftenartikel
 - [Lücking A; Wenzlawowicz, M.v.; Holleben, K.v. \(2022\): Art, Ausmaß und Interpretation von Bewegungen nach Bolzenschussbetäubung beim Rind. TVT-Nachrichten 1/2022, 28-32](#)].
 - Lücking A; Louton, H.; Wenzlawowicz, M.v.; Erhard, M.; Holleben, K.v. (2023): Movements after captive bolt stunning in cattle and possible animal and process-related impact factors – a field study. Animal welfare - open access (Veröffentlichung eingereicht),
- Vorträge mit veröffentlichtem Tagungsband
 - Holleben, K.v.; Lücking A., Wenzlawowicz, M.v. (2021): [„Es hat gezuckt!“ – Bewertung der Effektivität der Bolzenschussbetäubung beim Rind und mögliche Ursachen ungenügender Betäubungseffektivität. 26. Internationale DVG- Fachtagung zum Thema Tierschutz, 26.03.-28.03.2020, München, Schwerpunktthema: 24/7 - Zur Verantwortung im Umgang mit Tieren; Online-Fortbildung 18.03 - 20.03.2021, S. 165-183; Addendum zum Tagungsband 2020](#)
 - Lücking A.; Wenzlawowicz, M.v.; Holleben, K.v. (2021): Art, Ausmaß und Interpretation von Bewegungen nach Bolzenschussbetäubung beim Rind. Aktuelle Probleme des Tierschutzes - Vorträge und Kurzfassungen, 41. Fortbildungsveranstaltung der ATF Fachgruppe Tierschutz, des Institutes für Tierhygiene, Tierschutz und Nutztierethologie der Stiftung Tierärztliche Hochschule und der DVG-Fachgruppe Umwelt- und Tierhygiene, Hannover 2. und 3. September 2021, ISBN: 978-3-00-069319-9, 53-60.
 - Lücking, A.; Wenzlawowicz, M.v.; Holleben, K.v. (2022): Movements after Captive-Bolt Stunning in Cattle in Relation to Possible Animal and Process Related Impact Factors. HSA International Conference: Livestock Welfare during Transport, Marketing & Slaughter. 30 June 30 & 1 July 2022, Edinburgh, UK, [abstract](#); <https://www.hsa.org.uk/news-events/hsa-conference-2022>; <https://www.youtube.com/watch?v=loW3VcupqR4> (ab min 42).
 - Holleben, K.v.; Lücking, A.; Wenzlawowicz, M.v. (2022): [Signs of Reduced Stunning Effectiveness in Cattle and Presentation of Open Access Animations. European Veterinary Congress of Behavioural Medicine and Animal Welfare, September 28th – October 1st, Palma \[Mallorca\], Spain; Book of abstracts, 19.](#)
- Vorträge ohne veröffentlichten Tagungsband
 - Holleben, K.v.; Lücking A. (2022): Ergebnisse des Forschungsprojektes BoSchIRind, Art und Auftreten von Bewegungen nach Bolzenschussbetäubung beim Rind sowie mögliche Einflussfaktoren/ Bewertung der Betäubungseffektivität und Bedeutung von Bewegungen in diesem Zusammenhang / Ausblick. Online Vortrag (2h) zur Information der 5 beteiligten Schlachtbetriebe und Veterinärämter am 24.10.2022
- Monografien
 - Lücking A [Dissertation]. Universität München, Veterinärmedizin (in Vorbereitung).
- Weitere geplante Veröffentlichungen
 - Vergleich der Bewegungen weiblicher Tiere nach pneumatischer Bolzenschussbetäubung beim Rind bei Einsatz unterschiedlich langer und dicker Bolzen (in Vorbereitung).
 - Möglichkeiten zur Reduzierung von Bewegungen nach Bolzenschussbetäubung beim Rind unter besonderer Berücksichtigung der Anwendung von Strom
 - Untersuchungen zu Schlüsselparametern verschiedener in Deutschland angewendeter Bolzenschussgeräte – welche Konsequenzen im Hinblick auf den Tierschutz ergeben sich?