



Abschlussbericht

Vergleichende Untersuchung hinsichtlich der Entblutemenge pro Zeiteinheit und des Ausblutegrades beim Schlachtschwein unter Berücksichtigung der Betäubungsart, der Entbluteposition, des Entblutemessers und des Entblutepersonals

Stand: November 2020

Vergleichende Untersuchung hinsichtlich der Entblutemenge pro Zeiteinheit und des Ausblutegrades beim Schlachtschwein unter Berücksichtigung der Betäubungsart, der Entbluteposition, des Entblutemessers und des Entblutepersonals

Max Rubner-Institut (MRI)
Bundesforschungsinstitut für Ernährung und Lebensmittel
Institut für Sicherheit und Qualität bei Fleisch

Sebastian Zimmermann

November 2020

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	1
1 Hintergrund, Problemstellung und Stand der Forschung	3
2 Vorgehensweise, Methodik und Zeitplan	6
2.1 Statistik	8
3 Ergebnisse	9
3.1 Verletzungen der Trachea und Nachbetäubungen	9
3.2 Entblutemenge über den Messzeitraum 30 Sekunden nach Entblutestich	11
3.2.1 Ergebnisse Schlachtbetrieb A	12
3.2.2 Ergebnisse Schlachtbetrieb B	18
3.2.3 Ergebnisse Schlachtbetrieb C	20
3.3 Untersuchung des Ausblutegrades in Fleischproben.....	21
3.3.1 Schlachtbetrieb A	21
3.3.2 Schlachtbetrieb B	24
3.3.3 Schlachtbetrieb C	25
4 Diskussion	27
5 Ausblick	29

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Übersicht über die verschiedenen Kombinationen der Versuchsparameter.	7
Tabelle 2: Übersicht der untersuchten Tiere im System „Elektro_Offen“	9
Tabelle 3: Übersicht der untersuchten Tiere im System „Elektro_Hohl“ und den beiden Schlachtbetrieben A und C.....	10
Tabelle 4: Übersicht der untersuchten Tiere im System „CO ₂ _Offen“	10
Tabelle 5: Übersicht über die untersuchten Tiere im System „CO ₂ _Hohl“ in den beiden Schlachtbetrieben A und B.....	11
Tabelle 6: Übersicht der Entblutemenge im Schlachtbetrieb A bei der Variante „CO ₂ _Hohl“ zu den Zeitpunkten 10 s, 20 s und 30s.....	13
Tabelle 7: Übersicht der Stichblutmenge im Schlachtbetrieb A bei der Variante „CO ₂ _Offen“ zu den Zeitpunkten 10 s, 20 s und 30s.....	14
Tabelle 8: Übersicht der Entblutemenge bei Variante „Elektro Hohl“ in Schlachtbetrieb A zu den Zeitpunkten 10 s, 20 s und 30s.....	15

Tabelle 9: Übersicht der Stichblutmenge bei Variante „Elektro Offen“ im Schlachtbetrieb A zu den Zeitpunkten 10 s, 20 s und 30 s; Tiere die nicht nachbetäubt wurden.....	17
Tabelle 10: Übersicht der Stichblutmenge nachbetäubter Tiere in der Variante „Elektro Offen“ im Schlachtbetrieb A zu den Zeitpunkten 10 s und 20 s	18
Tabelle 11: Übersicht der Stichblutmenge bei Variante „CO ₂ _Hohl“ im Schlachtbetrieb B zu den Zeitpunkten 10 s, 20 s und 30s.....	19
Tabelle 12: Übersicht Stichblutmenge bei Variante Elektro_Hohl im Schlachtbetrieb C zu den Zeitpunkten 10 s, 20 s und 30 s.....	20

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Foto des Prototyps	6
Abbildung 2: Übersicht über die Hämoglobingehalte in mg/g für die Varianten „Elektro_Hohl“ und „CO ₂ _Hohl in Schlachthof A	21
Abbildung 3: Übersicht über den Myoglobingehalt in mg/g für die Varianten „Elektro_Hohl“ und „CO ₂ _Hohl in Schlachthof A	22
Abbildung 4: Übersicht über die Hämoglobingehalte in mg/g für die Varianten „Elektro_Offen“ und „CO ₂ _Offen“ in Schlachthof A.....	23
Abbildung 5: Übersicht über die Myoglobingehalte in mg/g für die Varianten „Elektro_Offen“ und „CO ₂ _Offen“ in Schlachthof A.....	24
Abbildung 6: Übersicht über die Hämo- und Myoglobingehalte in mg/g für die Variante „CO ₂ _Hohl“ im Schlachtbetrieb B	25
Abbildung 7: Übersicht über die Hämo- und Myoglobingehalte in mg/g für die Variante „CO ₂ _Hohl“ im Schlachtbetrieb C	26

Zusammenfassung

Die Entblutung ist ein wesentlicher Faktor für eine tierschutzkonforme Schlachtung von Schlachtschweinen. Da das Ergebnis in diesem sensiblen Arbeitsbereich durch viele Faktoren bestimmt wird, war es Ziel dieses Projektes den Einfluss von Betäubungsart, Entbluteposition, Entblutemesser und Entblutepersonal auf die gewonnene Blutmenge pro Zeiteinheit zu untersuchen. Die Untersuchung wurde in drei Schlachtbetrieben mit verschiedenen Varianten, die sich hinsichtlich der Betäubungsmethode und des zur Entblutung verwendeten Messers unterschieden, durchgeführt. Als Betäubungsverfahren wurden die CO₂- und die Elektrobetäubung verwendet. Bei den Messern waren ein konventionelles Messer und Hohlmesser im Einsatz. Die Entbluteposition war in der Regel eine hängende Entblutung. Lediglich in der Variante der Elektrobetäubung mit Entblutung durch Hohlmesser wurde ebenfalls eine Liegendentblutung untersucht. In allen Variationen wurden Tiere von einem geübten und einem weniger geübten Entbluter entblutet. Zusätzlich zum Entbluteerfolg, gemessen als Entblutemenge pro Zeiteinheit nach Entblutestich sollte auch der Ausblutegrad der Schlachtschweine bestimmt werden. Dazu wurden Hämoglobin- und Myoglobingehalte im Zwerchfell der Versuchstiere mittels einer HPLC-Methode bestimmt.

Die Ergebnisse zeigen in den verschiedenen Varianten bei Verwendung des konventionellen Messers, unabhängig von der Betäubungsart, deutliche Unterschiede zwischen den beiden Entblutern. Der ungeübte Entbluter hat hier eine deutlich größere Streubreite der Einzelergebnisse als der geübte Entbluter. Auch die Minimalwerte der Stichblutmenge des ungeübten Entbluters unterscheiden sich bei der Verwendung des konventionellen Messers deutlich von denen des geübten Entbluters. Dies kann unter Umständen dazu führen, dass Schweine aufgrund einer unzureichenden Entblutung wiedererwachen. Im Versuch zeigte sich in der Variante der Elektrobetäubung mit konventionellem Messer eine deutlich erhöhte Nachbetäubungsrate beim ungeübten Entbluter. Bei der Hohlmesserentblutung ist die Streuung zwischen den Einzeltieren insgesamt deutlich geringer sowohl beim dem geübten als auch dem ungeübten Entbluter, was auf die einfachere Entblutetechnik zurückzuführen scheint. Außerdem scheint sich hier schneller eine Gewöhnung an das System einzustellen, da der ungeübte Entbluter am Ende der Versuchsreihe tendenziell etwas besser abschneidet und weniger Tracheaverletzungen erzeugt als der geübte Entbluter.

Die Messergebnisse der HPLC-Messung für Hämoglobin und Myoglobin unterscheiden sich zwischen den Entblutern im gesamten Versuch nur in einem sehr geringen Umfang. Der Ausbluteerfolg scheint nicht im engen Zusammenhang mit den untersuchten

Konstellationen aus Betäubungsform und Entblutetechnik zu stehen. Insgesamt sind die Ausblutegrade der untersuchten Schlachtkörper deutlich höher als Ergebnisse einer vergleichbaren Arbeit gezeigt haben, sodass in diesem Versuch insgesamt in allen untersuchten Varianten von einem sehr guten Ausblutegrad gesprochen werden kann.

1 Hintergrund, Problemstellung und Stand der Forschung

Bei der Schlachtung erfolgt das Töten der Tiere durch Blutentzug. Daher ist neben der Betäubung die Entblutung ein zentraler Aspekt, um Schweine tierschutzkonform zu schlachten. Durch einen schnellen Blutverlust kommt es zu einem raschen Abfall des Blutdrucks und in Folge dessen zum Hirntod durch Ischämie. Tierschutzrelevanz erlangt das Thema dadurch, dass 1 % der Schlachtschweine in Deutschland, dies entspricht 600.000 Schweinen pro Jahr, nicht oder nur unzureichend entblutet sind. Die Folge ist, dass immer wieder Tiere auf der Nachentblutestrecke das Empfindungs- und Wahrnehmungsvermögen wiedererlangen. Da dies häufig unbemerkt bleibt, gelangen die Tiere bei vollem Bewusstsein in die Brühanlage (ANIL et al. 2000; SCHÜTTE und BOSTELMANN, 2001; TROEGER et al., 2005; TROEGER et al., 2006).

Die 2013 in Kraft getretene EU-Schlachtverordnung (ANON. 2013) beinhaltet höhere Tierschutzstandards mit obligatorischen Kontrollen der Prozesse. Dieses konnte von den Schlachtbetrieben in der Praxis nur begrenzt umgesetzt werden, denn es fehlen aussagekräftige Grundlagendaten, die es ermöglichen, den Entbluteerfolg objektiv und sicher zu beurteilen. Besonders im Bereich der Liegendentblutung mittels Hohlmesser fehlt es an Forschungsdaten, da dieses Verfahren nur in vereinzelten Schlachtbetrieben mit vorhergehender Elektrobetäubung verwendet wird. Der überwiegende Anteil der Schweine wird mit CO₂ betäubt und anschließend im Hängen oder Liegen mittels Hohlmesser entblutet, um eine hohe Stundenschlachteleistungen zu erreichen. Das Fehlen von Grundlagendaten kann anhand des „Handbuch – Tierschutzüberwachung bei der Schlachtung und Tötung“ (ANON. 2014) des amtlichen Überwachungspersonals deutlich gemacht werden. Zwar wird bei der geforderten auszutretenden Mindestblutmenge zwischen hängender und liegender Entblutung unterschieden, allerdings werden nur bei der hängenden Variante Mindestmengen für 10 und 30 Sekunden nach Entblutestich angegeben. Für die Liegendentblutung gibt es keine Mengenangaben, ebenso wird auch keine Unterscheidung hinsichtlich der verwendeten Messer vorgenommen.

Viele Faktoren haben einen erheblichen Einfluss auf den Entbluteerfolg, wie zum Beispiel die Betäubungsmethode, die Position des Schweins während der Entblutung, die Stichtechnik, das Betäubungs-Stich-Intervall (*stun-to-stick*-Zeit) und nicht zuletzt auch die Fähigkeiten des Personals. Dies wurde in verschiedenen Publikationen bereits diskutiert, allerdings wurde bei diesen Untersuchungen meist nur die Entblutemenge zu

einem bestimmten Zeitpunkt untersucht. Eine Untersuchung hinsichtlich der Beeinflussung des Entbluteverlaufs durch die verschiedenen Faktoren und der damit gewonnene Entblutemenge fehlt bisher und schafft die Grundlage für die Umsetzung und Überwachung einer tierschutzgerechten Schweineschlachtung an den Schlachthöfen.

Nach der Meinung von GREGORY (2005) hat die Position des Schweins während des Blutentzuges Einfluss auf die Blutflussrate sowie die Stichblutmenge. KARSCH (1997), SCHLENKRICH (1989) und BORZUTA (1971) stellten fest, dass bei einer Entblutung im Hängen durchschnittlich mehr Blut aufgefangen werden konnte als bei der Liegendentblutung.

Für einen raschen Todeseintritt ist neben der gewonnenen Gesamtblutmenge, besonders auch die Geschwindigkeit des Blutentzuges von Bedeutung. SCHÜTTE und BOSTELMANN (2001) empfehlen deshalb bei einem 100 kg schweren Mastschwein einen Blutverlust von drei bis vier Litern in den ersten 20 Sekunden der Entblutung. TROEGER et al. (2005) geben 1,75 % des Lebendgewichtes in den ersten 10 Sekunden als Richtwert für die Blutmenge an. Ist dieser Sollwert erreicht, soll ein Wiedererwachen der Schweine laut Autor nahezu ausgeschlossen sein. Der größte Anteil des Stichblutes, mehr als 50 % des Gesamtblutverlustes, entweicht aus der Stichstelle in Form des Schwallblutes in den ersten 15 Sekunden nach Eröffnen der Blutgefäße durch einen Bruststich (WARRISS und WOTTON 1981). Weitere Untersuchungen zeigten hingegen eine erhöhte Wahrscheinlichkeit für ein Erwachen der Tiere auf der Nachblutestrecke mit Zunahme der Blutflussmenge in den ersten Sekunden nach der Schlachtung (FISCHER, 2015).

Es ist bekannt, dass die korrekte Durchführung des Entbluteschnittes neben der Entbluteposition einen maßgeblichen Einfluss auf die Entblutemenge und somit den Entblutungserfolg hat. Nach GREGORY (2005) kommt es maßgeblich darauf an welche Blutgefäße durchtrennt werden. Dies hängt im Wesentlichen von der Länge und Durchgängigkeit des Entbluteschnittes, ebenso wie der Stichrichtung ab (ANIL et al., 2000). Eine kleinere Stichwunde führt zu verlangsamter und unvollständiger Entblutung (ANIL et al., 1997; ANIL et al., 2000; VON HOLLEBEN, 2004). Erfahrungen zeigen, dass die Entbluteeffektivität deutlich von den Fähigkeiten des Entblutepersonals und deren Ausbildung abhängt, da sich die Stichtechnik bei liegender und hängender Entblutung unterscheiden (SCHLENKRICH, 1989; ANIL et al., 1997; TROEGER et al., 2005, MEILER, 2006). Auch der Einsatz von unterschiedlichen Messern (konventionelles Messer oder Hohlmesser) kann das Entblutepersonal vor eine Herausforderung stellen, was eine

optimale Entblutung der Schweine verhindert. Die Erfahrung und Fähigkeiten des Personals und somit die Stichtechnik hatten auch bei Untersuchungen von KARSCH (1997) Einfluss auf den Entblutungserfolg. Der Einfluss der Betäubungsqualität, Ermüdungserscheinungen und hohes Arbeitstempo sind wichtige Faktoren, die die Arbeit des Stechers beeinflussen. Eigene Untersuchungen zeigen jedoch, dass auch bei korrekter Stichführung, erhebliche Unterschiede im Entblutungsverlauf zwischen individuellen Tieren auftreten.

Die Effektivität der Entblutung hat aber auch Auswirkungen auf den Ausblutungsgrad (MOJE, 1993; HEINZ et al., 1972) der Schlachttierkörper und somit auf die Fleischqualität. Bei unvollständiger Ausblutung sind die Kapillaren, auch in Edelteilstücken wie dem Schinken, teilweise noch mit Blut gefüllt. Dies kann bereits direkt am Schlachtband vom amtlichen Fachpersonal durch eine einfache Sichtprüfung wahrgenommen werden. Analytisch kann der Ausblutegrad durch die Bestimmung von Hämoglobin mittels Hochdruckflüssigkeitschromatografie nach WOLTERSDORF et al. (2000) bestimmt werden, da mit zunehmender Stichblutmenge der Hämoglobingehalt im Fleisch abnimmt MEILER et al. (2005). Ein guter Entbluteerfolg ist somit nicht nur im Interesse des Tierschutzes, sondern auch für die Erzeugung einer zufriedenstellenden Fleischqualität von großer Bedeutung.

2 Vorgehensweise, Methodik und Zeitplan

Die zu untersuchenden Tiere (n=317) setzen sich aus weiblichen, männlichen und männlich-kastrierten Schweinen verschiedener Schweinerassen beziehungsweise Kreuzungslinien zusammen, die aus verschiedenen Mastbetrieben stammen und randomisiert gruppiert werden. Für die Durchführung der Untersuchung konnten drei fränkische Schlachtbetriebe gewonnen werden. Die Entblutung erfolgt im Rahmen der Routineschlachtung, da die Untersuchung möglichst im praktischen Umfeld durchgeführt werden soll. Aufgrund des komplexen Versuchsaufbaus ist die Messung in verschiedenen Schlachtbetriebe notwendig, da nicht jeder Schlachtbetrieb die Ausstattung für alle untersuchten Kombinationsmöglichkeiten vorhält (Tabelle 1). Für die Durchführung der Messungen wird eine sogenannte Entbluteapparatur verwendet. Bei diesem Prototyp (Abbildung 1) handelt es sich um eine Waage, die mit einem Computer verbunden ist.



Abbildung 1: Foto des Prototyps

Die Abbildung zeigt den für die Entblutung verwendeten Prototypen. Die Daten der Waage werden per USB-Kabel an den verbauten Rechner übertragen. Über den angeschlossenen Bildschirm kann die Aufzeichnung von einer Mitarbeiterin überwacht werden. In der Edelstahlschale wird das Blut während des 30-sekündigen Entbluteprozesses gewogen.

Durch die zugehörige Software wird die Entblutemenge in Gramm über einen Zeitraum von 30 Sekunden erfasst. Dazu wird das entweichende Blut mit einem Schlauch in die Waagschale transportiert. Dies ist bei der Hohlmesserentblutung (Hohl) kein Problem, da der Schlauch am Messerschaft problemlos befestigt werden kann. Für die Entblutung mit dem konventionellen Messer (KM) wird ein offenes Trichter-Schlauchsystem

verwendet, um das ausströmende Blut über den Trichter und den angeschlossenen Schlauch in die Waage zu leiten.

Tabelle 1: Übersicht über die verschiedenen Kombinationen der Versuchsparameter.

Die Abkürzung kM steht für die Verwendung eines konventionellen Messers und die Abkürzung HM für das Hohlmesser.

Schlachtbetriebe	A	B	C
Betäubungsart	CO ₂ / Elektro	CO ₂	Elektro
Entbluteposition	hängend	hängend	liegend
Art des Messers	kM/HM	HM	HM
verglichenes Entblutepersonal mit unterschiedlicher Erfahrung	2	2	2

Um den Stichkanal beurteilen zu können wurde dieser im Anschluss an die Messung palpirt. Dabei wurde das Augenmerk insbesondere auf Verletzungen der Trachea gelegt. Die Größe der etwaigen Verletzung wurde durch die Anzahl der eröffneten Trachealpangen erfasst. Dieser Schritt wurde zur besseren Vergleichbarkeit der gemessenen Entblutemengen durchgeführt. Die Tiere, bei denen die Trachea verletzt wurde, wurden aus der Auswertung ausgeschlossen. Die Verletzung führt dazu, dass ein gewisser Anteil an Blut durch die Verletzung über die Atemwege aus dem Tierkörper entweicht und somit nicht auf der Waage erfasst werden kann. Außerdem wird eine in einem Protokoll notiert, wenn eine Nachbetäubung nötig ist und durchgeführt wird.

Da neben den verschiedenen Kombinationen (Betäubungsmethode, Messer und Entbluteposition) auch die Fähigkeiten der Mitarbeiter untersucht werden sollten, wurde in jeder Variante ein Mitarbeiter des jeweiligen Schlachtbetriebes als „geübter Entbluter“ in den Versuch aufgenommen. Wichtig war hier die Tatsache, dass der Mitarbeiter einen gültigen Sachkundenachweis "Schlachten" von Rindern, Schweinen, Schafen/ Ziegen gemäß Art. 7 der Verordnung (EG) Nr. 1099/2009 besitzt und die Tätigkeit der Entblutung regelmäßig ausführt. Als ungeübte Vergleichsperson fungiert ein Metzgermeister des Max-Rubner Institutes, welcher ebenfalls den Sachkundenachweis besitzt allerdings nur unregelmäßig Schweine entblutet.

Des Weiteren werden für die Ermittlung des Ausblutegrades Muskelproben verwendet. Um die Muskelproben von den im Versuch beobachteten und protokollierten Tieren zu erhalten werden diese gekennzeichnet und Proben von einer weiteren Mitarbeiterin am Schlachtband entnommen. Für die Analyse sind circa 50 g Muskelgewebe aus dem Zwerchfell notwendig. Die Zwerchfellprobe wird verwendet, da sie relativ leicht zu entnehmen ist und aufgrund der Beteiligung bei der Atmung besonders stark durchblutete Muskulatur ist. Die Probenaufarbeitung und die Analysen des Probenmaterials erfolgt mit einer etablierten Methode, der Hochdruckflüssigkeitschromatografie (HPLC) (WOLTERSDORF, 2000).

Der Zeitplan wurde abweichend vom eingereichten Antrag kostenneutral um 3 Monate verlängert. Der Projektzeitraum war insgesamt 15 Monate lang und erstreckte sich über den Zeitraum 01.01.2019 bis 31.03.2020. Die Verlängerung wurde notwendig, da die Kooperationsvereinbarungen mit den Schlachtbetrieben länger dauerten als ursprünglich veranschlagt

2.1 Statistik

Alle Datensätze wurden mit dem Programm Sigma Plot (Systat) hinsichtlich ihrer Normalverteilung mit dem „Shapiro-Wilk-Test“ untersucht.

Bei normalverteilten Daten wurde die Signifikanz mit dem Student's t-Test ermittelt. Bei Daten, die nicht normal verteilt sind wurde der Mann-Whitney Rank Sum Test angewendet. Dieser fand lediglich bei den Daten der Variante „CO₂_Offen“ zum Zeitpunkt 10 s Anwendung.

Signifikanzen werden folgendermaßen angegeben:

$\alpha > 0,05$; nicht signifikant,

$\alpha = 0,01$ bis $< 0,05$; signifikant; *

$\alpha = 0,001$ bis $< 0,01$; hoch signifikant; **

$\alpha < 0,001$; höchst signifikant; ***

3 Ergebnisse

3.1 Verletzungen der Trachea und Nachbetäubungen

In Schlachthof A wurden 53 Tiere in der Variante „Elektro_Offen“ untersucht (Tabelle 2). Dabei wurden die Schweine elektrisch betäubt und mit einem konventionellen Messer im Hängen entblutet. Dabei wurden 26 Tiere nachbetäubt, während dies bei 27 Tieren nicht nötig war. Bei den Tieren ohne Nachbetäubung zeigten jeweils 4 Tiere eine Verletzung der Trachea, die in ihrer Größe variierte. Bei den Tieren ohne Tracheaverletzung konnten vier- Tiere dem ungeübten Entbluter und 15 Tiere dem Entbluter, der diese Arbeit regelmäßig durchführte, zugeordnet werden. In der Gruppe der nachbetäubten Tiere im System „Elektro_Offen“ zeigte sich folgendes Bild. Der ungeübte Entbluter erzeugte bei fünf Tieren eine Verletzung der Trachea und 14 Tiere blieben ohne Verletzung. Der geübte Entbluter zeigten zwei Tiere eine Verletzung und fünf Tiere keine Verletzung der Trachea.

Tabelle 2: Übersicht der untersuchten Tiere im System „Elektro_Offen“

Elektro_Offen	Trachea +	Trachea -	Trachea +	Trachea -
Schlachtbetrieb A	Nachbetäubung +		Nachbetäubung -	
geübter Entbluter	2	5	4	15
ungeübter Entbluter	5	14	4	4

Im System „Elektro_Hohl“ (Tabelle 3) wurden insgesamt 50 Tiere untersucht. Diese Schweine wurden elektrisch betäubt und mit einem Hohlmesser im Hängen entblutet. Auffallend ist hier, dass es im Schlachthof A bei beiden Entblutern keine Verletzung der Trachea gibt. Auch die Nachbetäubungen sind mit zwei Tieren beim ungeübten Entbluter sehr gering.

Im Schlachtbetrieb C (Tabelle 3) zeigte sich im System „Elektro_Hohl“ ein etwas anderes Bild. In diesem Schlachtbetrieb wurden die Schweine ebenfalls elektrisch betäubt und mit einem Hohlmesser entblutet. Die Entblutung fand in diesem Betrieb im Liegen statt, eine Nachbetäubung war bei keinem der untersuchten Tiere nötig. Von den 56 untersuchten Tieren zeigten 10 Tiere eine Verletzung der Trachea. Dabei waren vier Tiere dem ungeübten Entbluter und sechs Tiere dem geübten Entbluter zuzuordnen. Dementsprechend blieben in der Gruppe der Tiere ohne Nachbetäubung 25 Tiere beim geübten

Personal beziehungsweise. 21 Tiere bei dem ungeübten Entbluter ohne Tracheaverletzung.

Tabelle 3: Übersicht der untersuchten Tiere im System „Elektro_Hohl“ und den beiden Schlachtbetrieben A und C

Elektro_Hohl	Trachea +	Trachea -	Trachea +	Trachea -
Schlachtbetrieb A	Nachbetäubung +		Nachbetäubung -	
geübter Entbluter	0	0	0	25
ungeübter Entbluter	0	2	0	23
Elektro_Hohl	Trachea +	Trachea -	Trachea +	Trachea -
Schlachtbetrieb C	Nachbetäubung +		Nachbetäubung -	
geübter Entbluter	0	0	6	21
ungeübter Entbluter	0	0	4	25

Das System „CO₂_Offen“, eine CO₂- Betäubung mit einer Entblutung durch ein konventionelles Messer (Tabelle 4), wurde nur an einem Schlachthof (Schlachtbetrieb A) durchgeführt. Bei der Untersuchung der Entblutung in den Systemen „CO₂_Offen“ und „CO₂_Hohl“ wurden die Tiere hängend entblutet und kein Tier nachbetäubt. Im Versuchsaufbau „CO₂_Offen“ wurden insgesamt 55 Tiere untersucht. Beim ungeübten Entbluter zeigten drei Tiere eine Verletzung der Trachea, während 24 unverletzt waren. Der geübte Entbluter hatten in diesem System zwei Tiere mit Verletzungen der Trachea und 26 unverletzte Tracheen.

Tabelle 4: Übersicht der untersuchten Tiere im System „CO₂_Offen“

CO ₂ _Offen	Trachea +	Trachea -
Schlachtbetrieb A	Nachbetäubung -	
geübter Entbluter	3	24
ungeübter Entbluter	2	26

Die Variante „CO₂_Hohl“ (Tabelle 5), eine CO₂- Betäubung und eine Entblutung mit Hohlmesser, wurde an zwei Betrieben durchgeführt. Dabei zeigte sich in Schlachtbetrieb A,

dass der ungeübte Entbluter bei fünf von 24 entbluteten Schweine die Trachea verletzte. Bei dem geübten Entbluter waren zwei von 25 Tracheen verletzt. In Schlachthof C waren bei der ungeübten Person drei von 27 Tracheen verletzt, während bei der geübten Person lediglich bei einem Tier die Trachea verletzt war.

Tabelle 5: Übersicht über die untersuchten Tiere im System „CO₂_Hohl“ in den beiden Schlachtbetrieben A und B

CO ₂ _Hohl	Trachea +	Trachea -
Schlachtbetrieb A	Nachbetäubung -	
geübter Entbluter	2	23
ungeübter Entbluter	5	19
CO ₂ _Hohl	Trachea +	Trachea -
Schlachtbetrieb B	Nachbetäubung -	
geübter Entbluter	1	25
ungeübter Entbluter	3	24

3.2 Entblutemenge über den Messzeitraum 30 Sekunden nach Entblutestich

Die im oben genannten Versuchsaufbau per Hohlmesser beziehungsweise offenem Trichter-Schlauchsystem gewonnene Menge Stichblut wird per Waage ermittelt und digital erfasst. Hierbei wird über einen Zeitraum von 30 Sekunden nach Setzen des Entblutestichs die Blutmenge alle 0,2 Sekunden aufgezeichnet. Die Auswertung der gewonnenen Daten wird im Folgenden zu den Zeitpunkten 10, 20 und 30 Sekunden nach Entblutungsstich vorgenommen. Das angegebene Minimum und Maximum der Entblutemenge bezieht sich jeweils auf einen Einzeltierwert, der sich für den jeweiligen Entbluter zu dem jeweiligen Messzeitpunkt ergibt. Die Spannweite gibt dabei die Differenz von Minimum (minimal in diesem Versuch zum Messzeitpunkt bei einem Schwein gewonnene Blutmenge) und Maximum an (maximal in diesem Versuch zum Messzeitpunkt bei einem Schwein gewonnene Blutmenge). Der Median, sowie Mittelwert und Standardabweichung errechnen sich aus den Werten aller in der Versuchsgruppe untersuchten Schweine.

3.2.1 Ergebnisse Schlachtbetrieb A

Im Schlachtbetrieb wurden die meisten Varianten durchgeführt. Insgesamt wurden hier 4 Varianten untersucht. Dabei wurden die CO₂_Betäubung und die Elektrobetäubung jeweils mit einer Entblutung durch ein Hohlmesser und einem konventionellen Messer kombiniert. Es wurden die Varianten „CO₂_Hohl“, „CO₂_Offen“, „Elektro_Hohl“ und „Elektro_Offen“ bei einer hängenden Entblutung analysiert.

3.2.1.1 Entblutemenge der Variante „CO₂_Hohl“ im Schlachtbetrieb A

Die Ergebnisse der gemessenen Blutmenge zu den unterschiedlichen Messzeitpunkten der Betäubungsvariante „CO₂_Hohl“ finden sich in Tabelle 6 wieder. In dieser Untersuchungskohorte des Schlachtbetrieb A sind keine Nachbetäubungen angefallen. Bei diesem Datensatz ist auffallend, dass die Erfahrung des Entbluters wenig Einfluss zeigt und über den gesamten Messzeitraum bei beiden Personen eine sehr geringe Differenz in der gewonnenen Stichblutmenge zu erkennen ist. Den größten Unterschied der gewonnenen Blutmenge im Vergleich der beiden Entbluter findet sich am ersten der drei Messzeitpunkte nach 10 Sekunden. Der ungeübte Entbluter C gewinnt in der ersten Phase der schwallartigen Entblutung 1299g Stichblut, der geübte Entbluter D hingegen 1654g Blut. Diese Differenz von 355 g Stichblut bei der ersten Messung halbiert sich annähernd bei der 20 Sekunden– Messung und beträgt zum Ende der Messreihe lediglich noch 18 g. Dabei liegt die minimal gewonnene Blutmenge des ungeübten Entbluters C immer unterhalb des geübten Entbluters D.

Ein ähnliches Bild zeigt sich auch beim Vergleich der maximal erreichten Stichblutmengen zu den gleichen Messzeitpunkten. Hier ist die größte Differenz (283 g) zwischen den Werten zum Zeitpunkt nach 10 Sekunden zu finden. Die Abweichung zwischen den beiden Entblutern nimmt bei den nachfolgenden Messzeitpunkten deutlich ab. Allerdings liegt hier das Maximum der gewonnenen Blutmenge nach 30 Sekunden bei dem geübten Entbluter C um 90 g über dem vergleichbaren Wert des ungeübten Entbluters D. Die geringe Abweichung der Messwerte in diesem Datensatz wird durch die statistische Auswertung untermauert. Die geringen Unterschiede der Mittelwerte zu den einzelnen Zeitpunkten zeigt sich auch darin, dass zu keinem Messzeitpunkt ein signifikanter Unterschied [10 s ($p=0,339$); 20 s ($p=0,337$); 30 s ($p=0,745$)] zwischen den beiden Entbluter besteht.

Tabelle 6: Übersicht der Entblutemenge im Schlachtbetrieb A bei der Variante „CO₂_Hohl“ zu den Zeitpunkten 10 s, 20 s und 30s

CO ₂ _Hohl	Minimum	Maximum	Spannweite	Median	Mittelwert und Standardabweichung
Blutmenge nach 10 Sekunden					
geübter Entbluter (D)_10	1654	2899	1245	2191	2270,0 ± 310,3
ungeübter Entbluter (C)_10	1299	2616	1317	2276	2170,8 ± 361,4
Blutmenge nach 20 Sekunden					
D_20	2303	3659	1356	3066	3028,9 ± 337,9
C_20	2119	3618	1499	3025	2922,3 ± 381,4
Blutmenge nach 30 Sekunden					
D_30	2668	3955	1287	3422	3373,3 ± 339,5
C_30	2650	4045	1395	3408	3338,5 ± 356,8

3.2.1.2 Ergebnisse der Variante „CO₂_Offen“ in Schlachtbetrieb A

In diesem Datensatz (Tabelle 7) zeigt sich ein großer Unterschied zwischen den minimal gewonnenen Stichblutmengen a der beiden Entbluter. Die Differenz der Blutmenge beträgt zum Zeitpunkt 10 Sekunden 567 g, diese Differenz nimmt bis zum Zeitpunkt 30 Sekunden nach Stich auf 182 g ab. Bei dem ungeübten Entbluter (C) wurde mit 733 g ein sehr geringes Blutvolumen zum Zeitpunkt 10 s gemessen. Dies würde bei einem Schwein mit einem Lebendgewicht von 100 kg lediglich 0,7 % entsprechen. Beim Vergleich der Maximalwerte fällt auf, dass die Werte des Entbluters C zu allen Zeitpunkten oberhalb der Maximalwerte des Entbluters D liegen. Betrachtet man die Streubreite der Blutmengen der verschiedenen Tiere fällt auf, dass diese bei Entbluter C zu allen Zeitpunkten deutlich über den Werten von Entbluter D liegt. Die Differenzen der Spannweiten von Entbluter C und D betragen zum Zeitpunkt 10 s 1246 g, bei 20 s 1089 g und zum Zeitpunkt 30 s 1129 g. Die im Vergleich zum Hohlmesser größeren Unterschiede bestätigen sich dagegen nicht bei dem Vergleich von Median und Mittelwerten der

beiden Entbluter. Der geringe Unterschied zwischen Entbluter C und D zeigt sich auch darin, dass zu keinem Zeitpunkt ein signifikanter Unterschied [10 s ($p=0,900$); 20 s ($p=0,638$); 30 s ($p=0,279$)] zwischen den beiden Datensätzen besteht.

Tabelle 7: Übersicht der Stichblutmenge im Schlachtbetrieb A bei der Variante „CO₂_Offen“ zu den Zeitpunkten 10 s, 20 s und 30s

CO ₂ _of-fen	Minimum	Maximum	Spannweite	Median	Mittelwert und Standardabweichung
Blutmenge nach 10 Sekunden					
geübter Entbluter (D)_10	1300	2591	1291	2043,5	2045,7 ± 283,2
ungeübter Entbluter (C)_10	733	3270	2537	2064	2016,8 ± 283,2
Blutmenge nach 20 Sekunden					
D_20	2088	3208	1120	2707	2719,7 ± 286,7
C_20	1783	3992	2209	2805	2774,0 ± 503,0
Blutmengen nach 30 Sekunden					
D_30	2515	3488	973	3206	3097,8 ± 306,8
C_30	2333	4435	2102	3174	3249,0 ± 498,4

3.2.1.3 Ergebnisse der Variante „Elektro_Hohl“ in Schlachtbetrieb A

In dieser Versuchsanordnung mussten 2 Tiere nachbetäubt werden, die von Entbluter C entblutet wurden. Da bei Entbluter D keine Tiere nachbetäubt wurden findet keine gesonderte Auswertung der nachbetäubten Tiere statt, da diese aus dem Versuch ausgeschlossen wurden.

Die Daten der ausgewerteten Tiere finden sich zusammengefasst in Tabelle 8. Dabei fällt auf, dass die Differenzen zwischen den beiden Entblutern in dieser Variante sehr gering sind. Insbesondere bei den Mittelwerten beträgt die größte Differenz 119,6 g zum Zeitpunkt 10 s. Bei den Standardabweichungen beträgt der größte Unterschied 32,4 g bei 30 s. Ähnlich verhält es sich bei den Medianen hier ist die größte Differenz von 108 g

im Zeitpunkt 30 s zu finden. Die geringen Unterschiede zwischen den Entblutern in dieser Variante zeigten sich ebenfalls darin, dass sich die Mittelwerte zu keinem Zeitpunkt signifikant [10 s ($p=0,385$); 20 s ($p=0,646$); 30 s ($p=0,731$)] unterscheiden.

Bei der Betrachtung der minimal gewonnenen Stichblutmenge fällt auf, dass der Unterschied zwischen den beiden Entblutern zum Zeitpunkt 10 s und 20 s annähernd doppelt so groß sind Wert bei 30 s. Die Differenz beträgt bei Messung nach 10 Sekunden 451 g. Zum Zeitpunkt 20 s liegt der Wert bei 427 g. Die geringste Differenz wurde mit 242 g bei 30 s gemessen. Bei den Minima fällt bei 10 s auf, dass die Werte sich lediglich um 19 g zwischen den beiden Entblutern unterscheiden. Hier ist der Wert von Entbluter C über dem Wert von Entbluter D. An den Zeitpunkten 20 s und 30 s sind die Differenzen wieder deutlicher auseinander. Hier betragen die Werte der Differenzen 349 g (20 s) und 408 g (30 s). Betrachtet man die Maximalwerte der gewonnenen Stichblutmenge insgesamt bei dieser Versuchsvariante, so sind die Werte zu allen untersuchten Zeitpunkten sehr hoch, die Differenzen zwischen den beiden Entblutern in diesem Versuchsaufbau dabei jedoch sehr gering. Insbesondere bei den Mittelwerten beträgt die größte Differenz 119,6 g zum Zeitpunkt 10 s. Bei den Standardabweichungen beträgt der größte Unterschied 32,4 g bei 30 s. Ähnlich verhält es sich bei den Medianen hier ist die größte Differenz von 108 g im Zeitpunkt 30 s zu finden.

Tabelle 8: Übersicht der Entblutemenge bei Variante „Elektro Hohl“ in Schlachtbetrieb A zu den Zeitpunkten 10 s, 20 s und 30s

Elektro_Hohl	Minimum	Maximum	Spannweite	Median	Mittelwert und Standardabweichung
Blutmenge nach 10 Sekunden					
geübter Entbluter (D)_10	1575	3320	1745	2254	2294,0 ± 467,9
ungeübter Entbluter (C)_10	1124	3339	2215	2151	2174,4 ± 483,6
Blutmenge nach 20 Sekunden					
D_20	2167	4564	2397	2825	2981,4 ± 604,7
C_20	1740	4215	2475	2751	2900,7 ± 602,4
Blutmenge nach 30 Sekunden					

D_30	2382	5067	2725	3194	3323,2 ± 661,3
C_30	2140	4659	2519	3086	3255,4 ± 693,7

3.2.1.4 Entblutemenge der Variante „Elektro_Offen“ im Schlachtbetrieb A

In dieser Variante werden die Entblutemengen zu den Zeitpunkten 10 und 20 Sekunden für die Tiere, die nachbetäubt wurden gesondert dargestellt (Tabelle 10). Die gesonderte Auswertung und Darstellung ist notwendig, da eine große Tieranzahl (n=14) bei der Entblutung des ungeübten Entbluters (D) nachbetäubt werden mussten. Aufgrund der Nachbetäubung brach die Messung zwischen 20 und 30 Sekunden ab, daher werden in dieser Kohorte keine Messwerte für den Messzeitpunkt nach 30 Sekunden angegeben.

Der Datensatz in Tabelle 9 zeigt die Ergebnisse der Tiere ohne Nachbetäubung. Dabei fällt auf, dass sich die Minima für zu den Zeitpunkten 10 s und 20 s deutlich zwischen den beiden Entblutern unterscheiden. Die Differenzen der Stichblutmengen betragen hier zum Zeitpunkt nach 10 Sekunden 868 g und nach 20 Sekunden 695 g Blut. Die erreichte Entblutemenge des geübten Entbluters C liegen hier bezogen auf ein Schwein mit 100 kg Lebendgewicht bei circa 0,7 % des Lebendgewichts für den Messzeitpunkt nach 10 Sekunden und circa 1,2 % des Lebendgewichts zum Zeitpunkt 20 Sekunden beides Mal deutlich zu niedrig. Im Datensatz fällt auf, dass das Minimum nach 30 Sekunden sich dahingehend von den vorherigen Werten unterscheidet, dass die minimal gewonnene Blutmenge von Entbluter C größer als die des ungeübten Entbluters D ist. Bei den maximal erreichten Stichblutmengen fällt auf, dass der Wert D_20 höher als der Wert D_30 ist. Dies erklärt sich dadurch, dass bei einem der untersuchten Schweine die Messung nach etwas mehr als 23 s abgebrochen ist und somit nicht bis zum Zeitpunkt 30 Sekunden verfolgt werden konnte. Das Maximum müsste bei einer vollständigen Messung über 30 Sekunden zum Endzeitpunkt mindestens die Blutmenge des Zeitpunktes 20 Sekunden, wahrscheinlich aber eine höhere Menge ergeben. Eine genauere Betrachtung für den Zeitpunkt 30 s wird für die Maximalwerte daher nicht vorgenommen. In diesem Datensatz fällt allerdings auf, dass zu allen Messzeitpunkten die Varianz von Entbluter C im Vergleich mit Entbluter D deutlich größer ist. Die Differenz der Standardabweichungen von Entbluter C und D beträgt bei 10 s 427,4 g Blut, bei 20 s liegt der Wert bei 604 g und bei 30 s sind es 601,9 g Blut. Diese große Streuung zeigt sich auch in der Betrachtung der Einzelmessreihen Die Mittelwerte der beiden untersuchten Gruppen zeigen jedoch keine großen Unterschiede. Dies zeigt sich auch in der statistischen Auswertung, zu keinem Zeitpunkt konnte eine statistische Signifikanz zwischen Entbluter

C und D ermittelt werden. Die Signifikanzwerte betragen für 10 s ($p=0,367$); für 20 s ($p=0,845$) und zum Zeitpunkt 30 s ($p=0,701$).

Tabelle 9: Übersicht der Stichblutmenge bei Variante „Elektro Offen“ im Schlachtbetrieb A zu den Zeitpunkten 10 s, 20 s und 30 s; Tiere die nicht nachbetäubt wurden

Elektro offen	Minimum	Maximum	Spannweite	Median	Mittelwert und Standardabweichung
Blutmenge nach 10 Sekunden					
geübter Entbluter (D)_10	1557	3137	1580	2262	2240,5 ± 483,0
ungeübter Entbluter (C)_10	689	2648	1959	2205,5	1937,0 ± 910,4
Blutmenge nach 20 Sekunden					
D_20	1923	4224	2301	2870	2879,5 ± 641,9
C_20	1228	3849	2621	3045	2792,0 ± 1245,9
Blutmenge nach 30 Sekunden					
D_30	2145	4077	1932	3170	3139 ± 595,8
C_30	2423	4717	2294	3793,5	3303 ± 1119,7

Im Datensatz der nachbetäubten Tiere der Variante „Elektro_Offen“ zeigt sich beim ersten Messzeitpunkt mit einer Differenz von 626g Blut ein deutlich geringeres Minimum bei Entbluter C im Vergleich zu Entbluter D. Bei dem ungeübten Entbluter C entspricht dies bei einer Entblutemenge von 818 g bezogen auf ein Schwein mit 100kg Lebendgewicht lediglich 0,8 % des Lebendgewichts. Bei 20 s ist der Unterschied zwischen Entbluter C und D hinsichtlich des Entbluterefolgs deutlich geringer, sie beträgt lediglich 96 g. Die Differenz der Spannweite der untersuchten Gruppen zum Zeitpunkt 10 s liegt bei 1637 g Blut, zum Zeitpunkt 20 s noch bei 1258 g, der Unterschied in der Streuung der beiden Messgruppen ist zu beiden Zeitpunkten groß. Auffallend ist in diesem Datensatz, dass der Median für C_20 mit 768 g Blut über dem Wert von D_20 liegt. Die Mittelwerte der beiden Gruppen dagegen weichen beim Zeitpunkt 10 Sekunden nur um 210,8 g, beziehungsweise bei der Messung nach 20 Sekunden um 230,7 g voneinander ab. Bei den zugehörigen Standardabweichungen ist die Differenz bei 10 s 218,2 g groß, zum

Zeitpunkt 20 s beträgt sie 231,1 g. Für diesen Datensatz zeigt sich ebenfalls kein signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen der beiden entblutenden Personen bei 10 s ($p=0,426$) und 20 s ($p=0,442$).

Tabelle 10: Übersicht der Stichblutmenge nachbetäubter Tiere in der Variante „Elektro Offen“ im Schlachtbetrieb A zu den Zeitpunkten 10 s und 20 s

Elektro offen + nbt	Minimum	Maximum	Spannweite	Median	Mittelwert und Standardabweichung
Blutmenge nach 10 Sekunden					
geübter Entbluter (D)_10	1444	2158	714	1833	1775,6 ± 320,0
ungeübter Entbluter (C)_10	818	3169	2351	2017,5	1986,4 ± 538,2
Blutmenge nach 20 Sekunden					
D_20	1903	2951	1048	2350	2370 ± 376,7
C_20	1807	4123	2306	3118	2600,7 ± 607,8

3.2.2 Ergebnisse Schlachtbetrieb B

3.2.2.1 Entblutemenge der Variante „CO₂_Hohl“ in Schlachtbetrieb B

Im Schlachtbetrieb B wurde die Variante einer CO₂-Betäubung bei einer hängenden Entblutung durch Hohlmesser („CO₂_Hohl“) durchgeführt.

Die gewonnenen Daten finden sich in Tabelle 11. Dabei fällt auf, dass sich die Werte der beiden Entbluter in der ersten Messreihe nicht stark unterscheiden. Die beiden Minima zum Messzeitpunkt 10 s unterscheiden sich lediglich um 9 g Blut. Der minimale Stichblutmenge des geübten Entbluters (A) ist hier größer als die des ungeübten Entbluters (B). Bei Maxima_10 liegen die Blutmengen beider Entblutegruppen sehr nahe beieinander, die beiden höchsten Werte liegen lediglich um 62 g auseinander. Durch die geringen Unterschiede zwischen den Maximalpunkten beträgt die Spannweitendifferenzen zwischen Entbluter A und B lediglich 53 g. Eine statistische Signifikanz zwischen den erreichten Stichblutmengen der beiden entblutenden Personen ist in dieser Stufe nicht vorhanden ($p=0,177$).

Bei den Messungen zum Zeitpunkt 20 s variieren die Werte der beiden Entbluter deutlicher als dies beim ersten Messzeitpunkt der Fall ist (Differenz der Spannweite von 536 g). Das Minimum des ungeübten Entbluters B bei 20 s liegt unter dem Wert des geübten Entbluters A zum gleichen Zeitpunkt. Bei den Maxima liegt die größte Stichblutmenge von Entbluter B über dem Wert von Entbluter A. Zum Zeitpunkt 20 Sekunden zeigt sich ein signifikanter Unterschied zwischen den Mittelwerten der beiden Entblutern ($p=0,026$).

Bei den Messungen zum Zeitpunkt 30 s ist die Spannweite der gemessenen Werte aller untersuchten Schweine am breitesten in dieser Messreihe. Minimal- und Maximalwerte der Stichblutmenge der Entbluter unterschieden sich zu diesem Zeitpunkt deutlich. Die Differenz der Minima beträgt 527 g, während die Differenz der Maxima 410 g beträgt. Auffallend ist hier der Umstand, dass bei den Maxima der Wert des ungeübten Entbluters B über dem Wert des geübten Entbluters A liegt. Hier zeigt sich ebenfalls ein signifikanter Unterschied zwischen den Mittelwerten der beiden Entblutern ($p=0,015$).

Zu allen drei Zeitpunkten sind Mediane und Mittelwerte für den einzelnen Entbluter sehr nahe beieinander. Bei B_30 sind die Werte von Mittelwert und Median fast identisch.

Tabelle 11: Übersicht der Stichblutmenge bei Variante „CO₂_Hohl“ im Schlachtbetrieb B zu den Zeitpunkten 10 s, 20 s und 30s

CO ₂ _Hohl	Minimum	Maximum	Spannweite	Median	Mittelwert und Standardabweichung	
Entblutemenge nach 10 Sekunden						
geübter Entbluter (A)_10	1675	3001	1326	2292	2278,6 ± 312,4	
ungeübter Entbluter (B)_10	1666	2939	1273	2451,5	2413,0 ± 373,1	
Entblutemenge nach 20 Sekunden						
A_20	2567	3866	1299	3022	3066,2 ± 317,4	*
B_20	2258	4093	1835	3396	3311,8 ± 423,9	
Entblutemenge nach 30 Sekunden						
A_30	2950	4307	1357	3463	3501,9 ± 352,1	*
B_30	2423	4717	2294	3793,5	3791,0 ± 448,6	

3.2.3 Ergebnisse Schlachtbetrieb C

Im Schlachtbetrieb C wurde die Variante einer Elektrobetäubung mit Verwendung eines Hohlmessers („Elektro_Hohl“) bei einer Liegendentblutung durchgeführt. Aufgrund der Schlachtgeschwindigkeit war es nicht möglich eine Messung über 30 s durchzuführen. Daher wurde für diesen Betrieb die Messzeit auf 10 s verkürzt. Eine Nachbetäubung war bei den Versuchstieren nicht notwendig.

3.2.3.1 Entblutemenge bei Variante „Elektro_Hohl“ in Schlachtbetrieb C

Betrachtet man die Messergebnisse der beiden Entbluter so fällt auf, dass sowohl der Median als auch der Mittelwert der Messungen bei den geübten Entbluter (F) über den Werten des ungeübten Entbluters (E) liegen (Tabelle 12). Außerdem liegt der kleinste gemessene Wert der Entblutemenge des geübten Entbluters F (1352 g in 10 s) deutlich über dem Wert von Entbluter E (518 g in 10 s). Dies gilt ebenfalls für die für die höchsten gemessenen Werte, hier liegt für den ungeübten Entbluter F der Wert bei 3002 g in 10 s, während er für Entbluter E bei 2580 g liegt (Tabelle 12). Weiter fällt auf, dass dadurch die Spannweite der einzelnen Messpunkte bei Entbluter E größer ist, als dies bei Entbluter F der Fall ist. Einen signifikanten Unterschied der Mittelwerte zwischen den beiden Entblutern gibt es nicht ($p= 0,077$).

Tabelle 12: Übersicht Stichblutmenge bei Variante Elektro_Hohl im Schlachtbetrieb C zu den Zeitpunkten 10 s, 20 s und 30 s

Elektro_Hohl	Minimum	Maximum	Spannweite	Median	Mittelwert und Standardabweichung
Entblutemenge nach 10 Sekunden					
geübter Entbluter (F)	1352	3002	1650	2069	2003,4 ± 426,3
ungeübter Entbluter (E)	518	2580	2062	1814	1750,7 ± 518,3

3.3 Untersuchung des Ausblutegrades in Fleischproben

Um den Ausblutegrad der Schlachtkörper analytisch zu bestimmen wurden Hämoglobin und Myoglobin mittels HPLC-Methode bestimmt. Alle Analysen wurden in einem Doppelansatz durchgeführt. Der daraus resultierende Mittelwert wurde für die Auswertung verwendet.

3.3.1 Schlachtbetrieb A

In der Variante „Elektro_Hohl“ in Schlachtbetrieb A (Abbildung 2) liegen die Mittelwerte und Mediane der Hämoglobinmessungen für Entbluter C (Mittelwert: 0,727 mg/g; Median: 0,748 mg/g) und D (Mittelwert: 0,713 mg/g; Median: 0,710 mg/g) sehr dicht beieinander. Die Mittelwerte unterscheiden sich um 0,014 mg/g. Ein ähnliches Bild zeigt sich bei der Betrachtung der Mediane hier beträgt der Unterschied 0,038 mg/g. Aus diesen Mittelwerten lässt sich kein signifikanter Unterschied ($p=0,687$) errechnen. In der Variante „CO₂_Hohl“ in Schlachtbetrieb A (Abbildung 2) zeigte sich ebenfalls kein signifikanter Unterschied ($p=0,272$) zwischen den Hämoglobinwerten der beiden Entblutern. Die Differenz von 0,104 mg/g zwischen den Mittelwerten von Entbluter C (1,492 mg/g) und Entbluter D (1,388 mg/g) ist gering. Die Differenz der Mediane beträgt in dieser Variante 0,171 mg/g. Die Mediane betragen bei Entbluter C 1,464 mg/g und 1,293 mg/g bei Entbluter D.

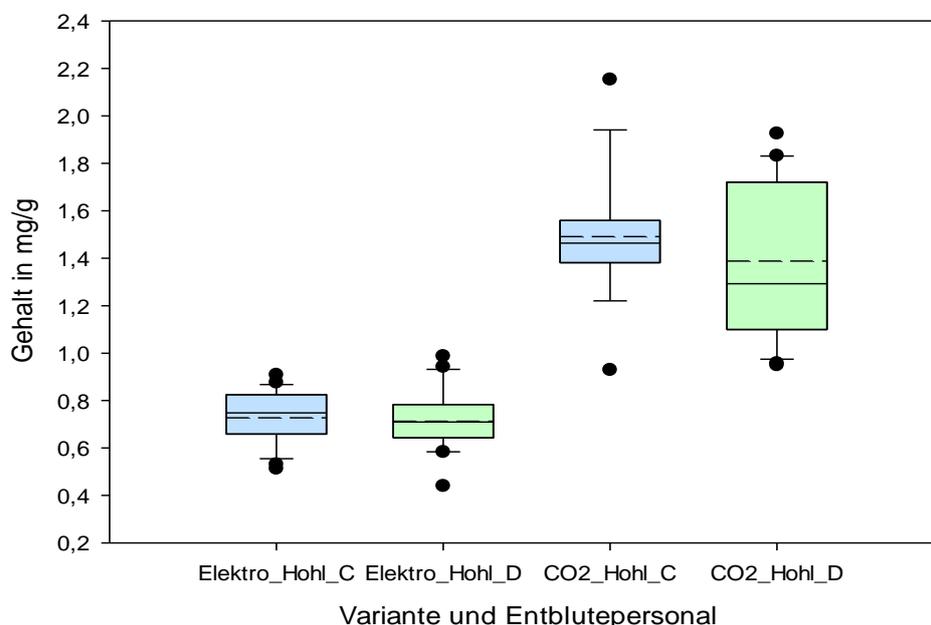


Abbildung 2: Übersicht über die Hämoglobingehalte in mg/g für die Varianten „Elektro_Hohl“ und „CO₂_Hohl“ in Schlachthof A

Die Abbildung zeigt Box und Whisker-Plots der gemessenen Hämoglobingehalte in Varianten „Elektro_Hohl“ und „CO₂_Hohl“ und für die Entbluter C und D. Dabei ist Entbluter C blau und Entbluter D grün markiert. Die Mittelwerte werden mit einer gestrichelten Linie dargestellt, die

Mediane mit einer durchgezogenen Linie. In dieser Grafik zeigt sich, dass der Vergleich der Mittelwerte beider Entbluter in der jeweiligen Variante keinen signifikanten Unterschied ergeben haben.

Bei der Betrachtung der Myoglobinwerte zeigte sich in der Variante „Elektro_Hohl“ in Schlachtbetrieb A (Abbildung 3) ebenfalls nur ein geringer, nicht signifikanter Unterschied ($p=0,491$) zwischen den beiden Entblutern. Der Mittelwert von Entbluter C liegt bei $2,676 \text{ mg/g} \pm 0,297 \text{ mg/g}$. Bei Entbluter D wurde ein Mittelwert von $2,752 \text{ mg/g} \pm 0,429 \text{ mg/g}$ errechnet. Die Myoglobinwerte der Gruppen von Entbluter C und Entbluter D unterscheiden sich in der Variante „CO₂_Hohl“ in Schlachtbetrieb A höchst signifikant ($p<0,001$; ***) (Abbildung 3). Die Mittelwerte der Myoglobingehalte unterscheiden sich in dieser Variante um $0,577 \text{ mg/g}$. Ein ähnlicher Wert zeigte die Differenz der Mediane. Hier beträgt der Wert $0,586 \text{ mg/g}$.

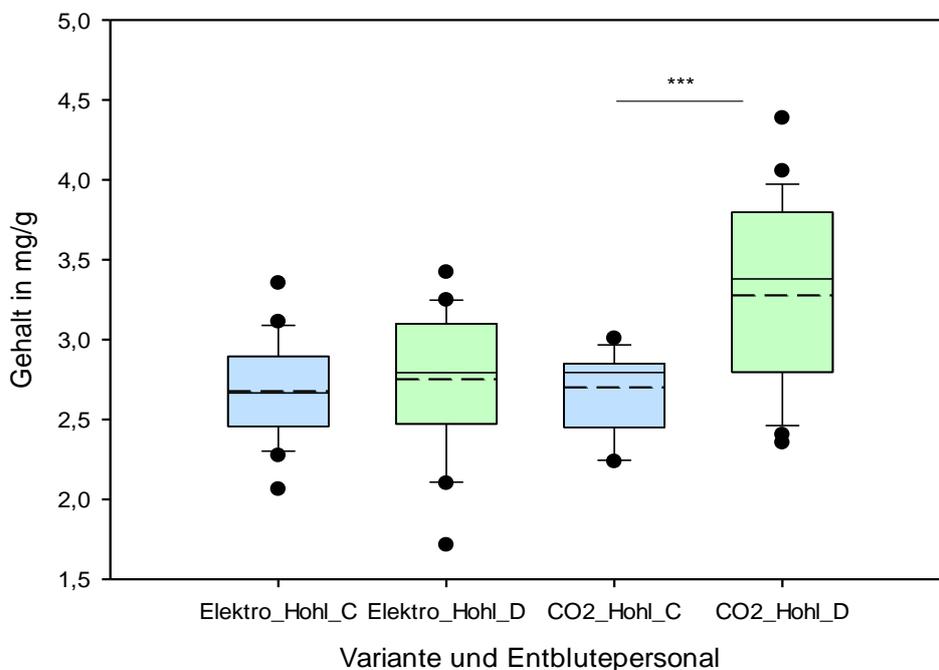


Abbildung 3: Übersicht über den Myoglobingehalt in mg/g für die Varianten „Elektro_Hohl“ und „CO₂_Hohl“ in Schlachthof A

Die Abbildung zeigt Box und Whisker-Plots der gemessenen Myoglobingehalte in Varianten „Elektro_Hohl“ und „CO₂_Hohl“ und für die Entbluter C und D in Schlachtbetrieb A. Dabei ist Entbluter C blau und Entbluter D grün markiert. Die Mittelwerte werden mit einer gestrichelten Linie dargestellt, die Mediane mit einer durchgezogenen Linie. In dieser Grafik zeigt sich, dass ein höchst signifikanter Unterschied zwischen Entbluter C und Entbluter D in der Variante „CO₂_Hohl“. In der Variante „Elektro_Hohl“ konnte kein signifikanter Unterschied berechnet werden.

Bei der Betrachtung der beiden „offenen“ Varianten, also der Verwendung des konventionellen Messers bei CO₂ – beziehungsweise Elektrobetäubung in Schlachtbetrieb A (Abbildung 4) fällt unabhängig von der Betäubungsart auf, dass die Streuung der Hämoglobingehalte des geübten Entbluters deutlich größer ist, als dies bei dem ungeübten Entbluter der Fall ist. In der Variante „Elektro_Offen“ liegt die Spannweite der Messungen bei Entbluter D bei 1,588 mg/g. Bei Entbluter C beträgt der Wert 0,909 mg/g. In der Variante „CO₂_Offen“ beträgt die Spannweite bei Entbluter D 1,463 mg/g und bei Entbluter C 1,017 mg/g. In der Variante „Elektro_Offen“ liegt der Unterschied der Mediane bei 0,243 mg/g. Zwischen den Gruppen ist kein signifikanter Unterschied ($p=0,059$) messbar. In der Variante „CO₂_Offen“ ist ebenfalls kein signifikanter Unterschied ($p=0,188$) zwischen den beiden untersuchten Gruppen messbar.

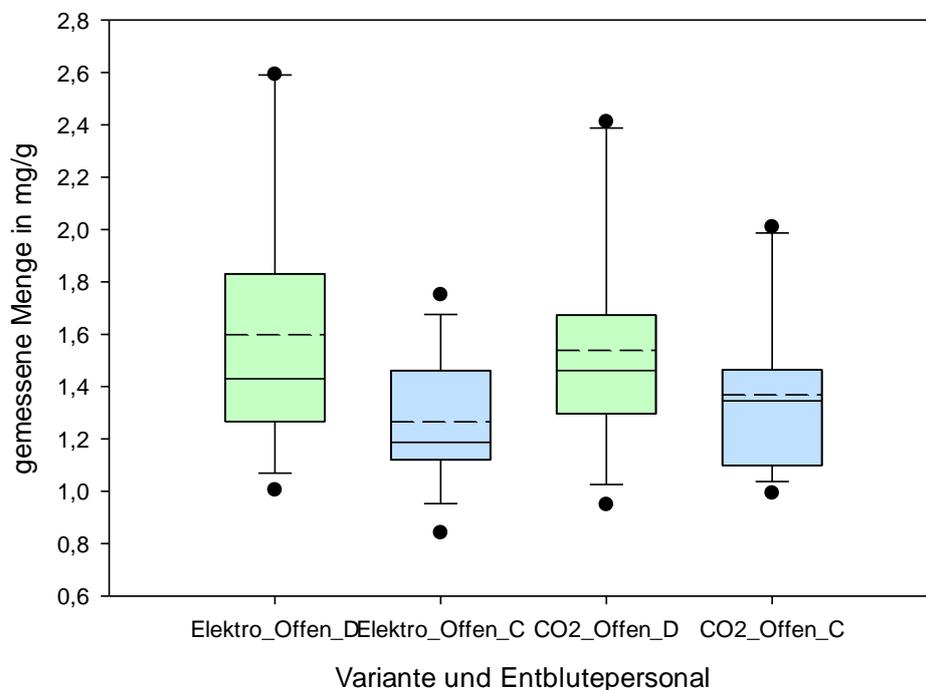


Abbildung 4: Übersicht über die Hämoglobingehalte in mg/g für die Varianten „Elektro_Offen“ und „CO₂_Offen“ in Schlachthof A

Die Abbildung zeigt Box und Whisker-Plots der gemessenen Hämoglobingehalte in Varianten „Elektro_Offen“ und „CO₂_Offen“ und für die Entbluter C und D. Dabei ist Entbluter C blau und Entbluter D grün markiert. Die Mittelwerte werden mit einer gestrichelten Linie dargestellt, die Mediane mit einer durchgezogenen Linie. In dieser Grafik zeigt sich, dass keine der Vergleiche der Mittelwerte zwischen den beiden Entblutern in der jeweiligen Variante keinen signifikanten Unterschied ergeben haben.

Bei der Betrachtung der Myoglobingehalte der „offenen“ Varianten (Abbildung 5) fällt ebenfalls auf, dass die Myoglobingehalte von Entbluter D eine größere Spannweite

zwischen Minimal- und Maximalwert haben als bei Entbluter C. Die Differenzen der Spannweiten liegen bei Entbluter D in der Variante „Elektro_Offen“ bei 2636 mg/g und in der Variante „CO₂_Offen“ bei 2,033 mg/g. Bei Entbluter C betragen die gleichen Werte lediglich 0,973 mg/g (Elektro_Offen) und 1,756 mg/g (CO₂_Offen). Die Mediane und Mittelwerte der beiden Entbluter unterscheiden sich dahingehend, dass die gemessenen Mediane und Mittelwerte in beiden Untersuchungen bei Entbluter D über den Werten von Entbluter C liegt. Bei der Berechnung der Statistik konnte in der Variante „Elektro_Offen“ kein signifikanter Unterschied ($p=0,061$) zwischen den Gruppen ermittelt werden. In der Variante „CO₂_Offen“ zeigt sich ebenfalls kein signifikanter Unterschied ($p=0,436$) zwischen den beiden Entblutern.

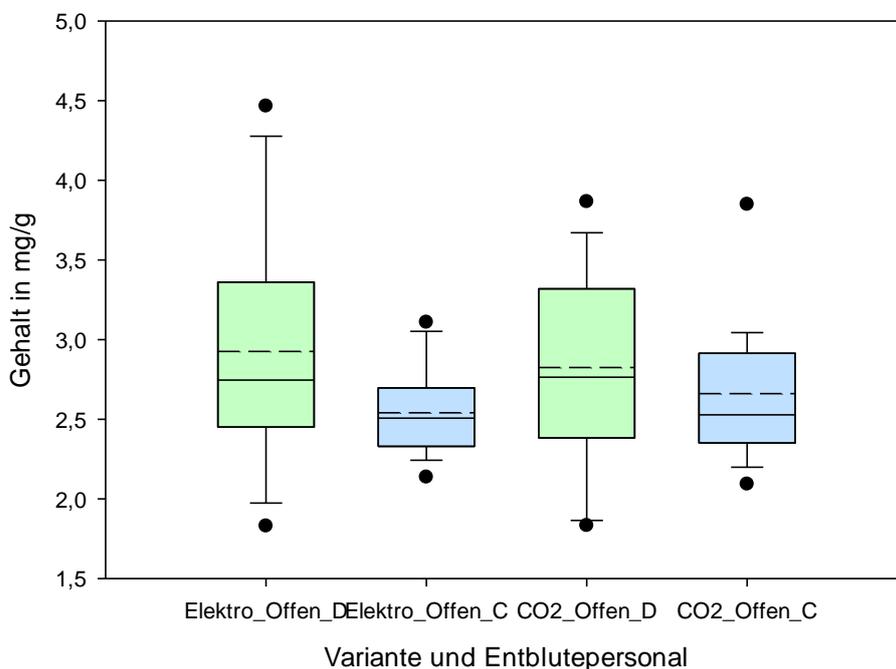


Abbildung 5: Übersicht über die Myoglobingehalte in mg/g für die Varianten „Elektro_Offen“ und „CO₂_Offen“ in Schlachthof A

Die Abbildung zeigt Box und Whisker-Plots der gemessenen Myoglobingehalte in Varianten „Elektro_Offen“ und „CO₂_Offen“ und für die Entbluter C und D. Dabei ist Entbluter C blau und Entbluter D grün markiert. Die Mittelwerte werden mit einer gestrichelten Linie dargestellt, die Mediane mit einer durchgezogenen Linie. In dieser Grafik zeigt sich, dass keine der Vergleiche der Mittelwerte zwischen den beiden Entblutern in der jeweiligen Variante einen signifikanten Unterschied ergeben haben.

3.3.2 Schlachtbetrieb B

In der Abbildung 6 sind die Häm- und Myoglobingehalte der Untersuchung in Schlachtbetrieb B dargestellt. Dabei zeigt sich, dass die Mittelwerte und Mediane der einzelnen

Personen bei Betrachtung der Hämoglobingehalte dicht bei einander liegen. Insgesamt fällt hier auf, dass die Differenz zwischen den Mittelwerten und Medianen zwischen den beiden Entblutern gering ist. So liegt die Differenz der Mittelwerte bei den Hämoglobingehalten bei 0,096 mg/g. Bei den Medianen beträgt die Differenz für die Hämoglobingehalte 0,018 mg/g. Die Werte der Hämoglobingehalte unterscheiden sich nicht statistisch signifikant ($p=0,309$). Bei den gemessenen Myoglobingehalten ist der Unterschied zwischen Mittelwert und Median von Entbluter A und B deutlich größer. Die Differenz der Mittelwerte beträgt 0,434 mg/g, während die Differenz der Mediane 0,475 mg/g beträgt. Die größeren Unterschiede in den Myoglobingehalten führten dazu, dass sich die Werte signifikant unterscheiden ($p=0,020$; *).

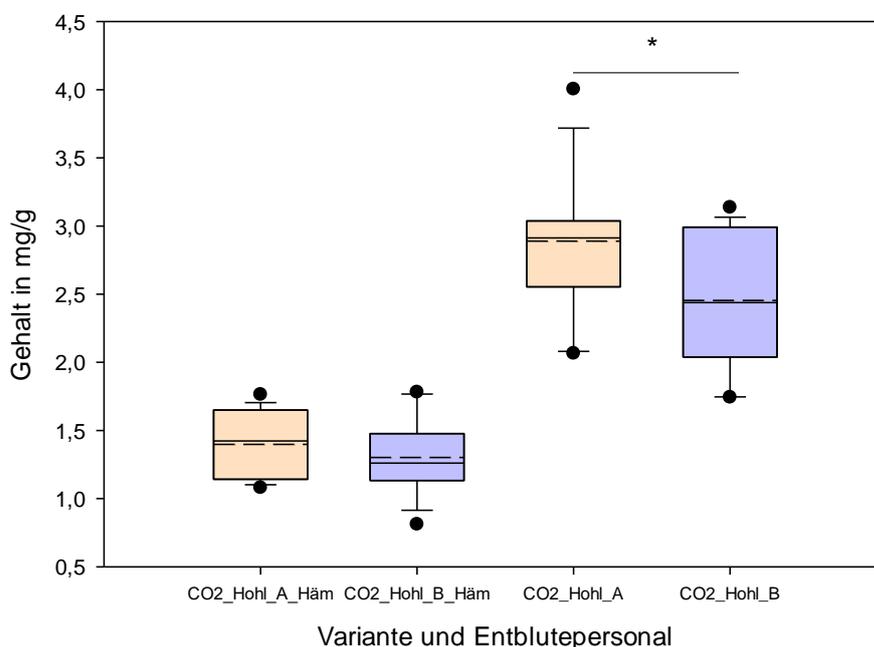


Abbildung 6: Übersicht über die Häm- und Myoglobingehalte in mg/g für die Variante „CO₂_Hohl“ im Schlachtbetrieb B

Die Abbildung zeigt Box und Whisker-Plots der gemessenen Häm- und Myoglobingehalte in der Variante „CO₂_Hohl“. Dabei geben die beiden linken Box und Whisker-Plots die Hämoglobingehalte und die rechten die Myoglobingehalte wieder. Entbluter A ist der geübte Entbluter (orange) und Entbluter B der ungeübte (violett). Die Mittelwerte werden mit einer gestrichelten Linie dargestellt, die Mediane mit einer durchgezogenen Linie. In dieser Grafik zeigt sich, dass der Vergleich der Mittelwerte zwischen den beiden Entblutern für das Myoglobin einen signifikanten Unterschied zeigt.

3.3.3 Schlachtbetrieb C

In der Abbildung 7 sind die Häm- und Myoglobingehalte der Untersuchung in Schlachtbetrieb C dargestellt. Dabei zeigt sich auch bei dieser Betrachtung, dass sich die

Mittelwerte der Hämoglobinmessungen lediglich um 0,012 mg/g unterscheiden. Bei den Medianen ist der Unterschied mit 0,102 mg/g etwas größer. Allerdings unterscheiden sich die Werte für Hämoglobin nicht statistisch signifikant ($p=0,624$). Die Mittelwerte der Myoglobingehalte unterscheiden sich in dieser Variante um 0,103 mg/g. Bei den Medianen beträgt der Unterschied zwischen den Entblutern 0,122 mg/g. Aufgrund der insgesamt geringen Unterschiede in den Differenzen zwischen Mittelwert und Median unterscheiden sich die Ergebnisse nicht signifikant ($p=0,586$).

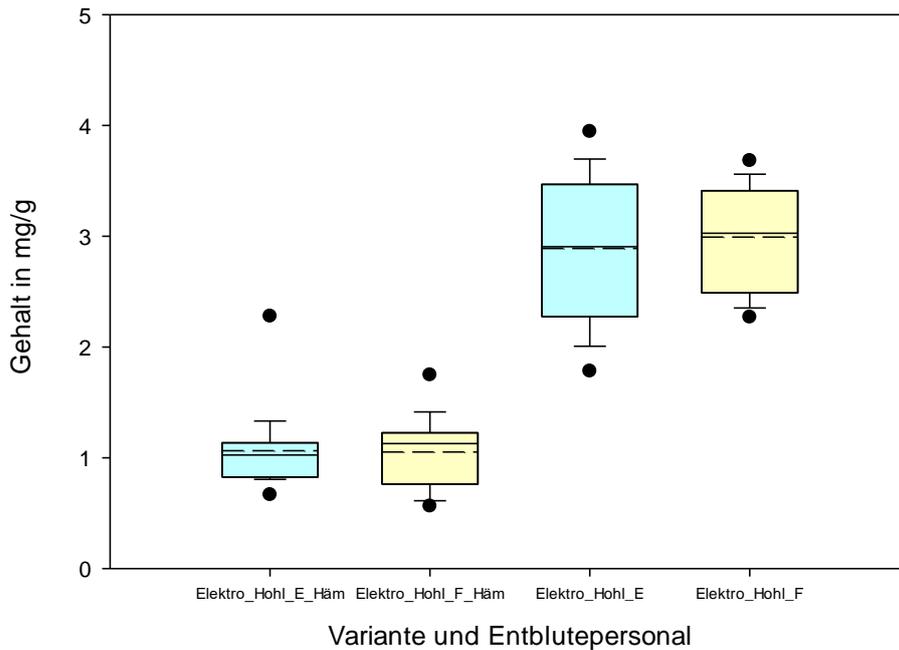


Abbildung 7: Übersicht über die Häm- und Myoglobingehalte in mg/g für die Variante „CO₂_Hohl“ im Schlachtbetrieb C

Die Abbildung zeigt Box und Whisker-Plots der gemessenen Häm- und Myoglobingehalte in der Variante „Elektro_Hohl“. Dabei geben die beiden linken Box und Whisker-Plots die Hämoglobingehalte und die rechten die Myoglobingehalte wieder. Entbluter E ist der ungeübte Entbluter (türkis) und Entbluter F der geübte (gelb). Die Mittelwerte werden mit einer gestrichelten Linie dargestellt, die Mediane mit einer durchgezogenen Linie. In dieser Grafik zeigt sich, dass keine der Vergleiche der Mittelwerte zwischen den beiden Entblutern in der jeweiligen Variante einen signifikanten Unterschied ergeben haben.

4 Diskussion

Bei der Untersuchung der Tracheaverletzungen konnte ein deutlicher Unterschied zwischen den beiden Entblutesystemen „Offen“, der Entblutung mittels eines konventionellen Messers oder „Hohl“ der Entblutung mit einem Hohlmesser beobachtet werden. Die Anzahl der Verletzungen bei einem konventionellen Messer lagen fast doppelt so hoch, wie dies bei der Hohlmesserentblutung der Fall war. Dies könnte damit zu erklären sein, dass die Entblutung mit einem konventionellen Messer einen deutlich geübteren Entbluter braucht, als es für die Hohlmesserentblutung notwendig ist. Da bei der Hohlmesserentblutung letztlich nur der Bruststich für die Entblutung sorgt. Eine zusätzliche Schnittbewegung des Messers nach dem Einstich in den Hals, ist aufgrund der vorgegebenen Messerform des Hohlmessers nicht möglich. Beim konventionellen Messer kann durch eine Änderung des Einstichwinkels des Messers in der Tiefe zwar eine größere Verletzung der Blutgefäße erzeugt werden, allerdings erhöht sich dadurch auch das Risiko einer Tracheaverletzung. Dieser Hypothese entgegenstehen die im oben beschriebenen Versuch erhobenen Daten, wonach der geübte Mitarbeiter in Schlachtbetrieb B häufiger die Trachea verletzte als der ungeübte Entbluter. Ein möglicher Grund hierfür könnte jedoch sein, dass sich bei dem ungeübten Mitarbeiter aufgrund des sich wiederholenden Versuchsaufbaues bereits eine Gewöhnung an das System eingestellt hat. Der geübte Mitarbeiter hatte nur einige wenige Schweine um das im Versuch verwendete System kennenzulernen und sich damit vertraut zu machen, während der ungeübte Entbluter das System schon mehrfach verwendet hatte. Auch dies spricht wiederum dafür, dass eine gewisse Erfahrung des durchführenden Personals benötigt wird.

Auffallend sind beim ungeübten Entbluter die teilweise sehr niedrigen Minimalwerte nach 10 Sekunden Entblutezeit. Diese treten ausschließlich bei der offenen Entblutung mit einem konventionellen Messer auf und zwar unabhängig von der Art des Betäubungsverfahrens. Problematisch ist hieran, dass die minimal gewonnene Stichblutmenge zum Zeitpunkt 10 Sekunden nach Entblutestich unter 1 % des Lebendgewichtes der Schweine lag und die Tiere somit nach der Auffassung von TROEGER et.al (2005) wieder das Bewusstsein erlangen würden. Diese Auffassung kann nach dem oben durchgeführten Versuch nicht zur Gänze geteilt werden, da insbesondere in der Variante „CO₂_Offen“ kein Tier nachbetäubt werden musste und die Betäubungstiefe im Schlachtprozess bis 30 Sekunden nach Entblutestich ausreichend war. Möglicherweise ist bei einer CO₂- Betäubung aufgrund der Betäubungstiefe der Blutverlust nach 10 s weniger entscheidend als dies bei der Elektrobetäubung der Fall zu sein scheint. Bei der CO₂- Betäubung scheint eine ausreichende Betäubung gewährleistet zu sein, wenn eine

ausreichend hohe Gesamtblutmenge zum Messzeitpunkt nach 30 Sekunden erreicht wurde. Um in diesem Zusammenhang einen Grenzwert festzumachen, der als objektive Messgröße ermöglicht ein Wiedererwachen der Tiere auszuschließen, müsste eine größere Stichprobe untersucht werden. Bei der Elektrobetäubung scheint die Entblutemenge zum Zeitpunkt 10 Sekunden nach Entblutestich nicht aussagekräftig zu sein, da sowohl bei den nachbetäubten als auch bei den ausreichend betäubten Tieren zu diesem Zeitpunkt Blutmengen mit weniger als 1 % des Lebendgewichtes gemessen wurden. Es erscheint wahrscheinlicher, dass die beteiligten Gefäße und die Art der Gefäßverletzungen eine entscheidende Rolle spielen (SPRENGER, 2015). Insgesamt scheint die offene Entblutung mittels konventionellen Messers dem ungeübten Entbluter größere Schwierigkeiten zu bereiten, sodass dies möglicherweise zu den deutlichen Unterschieden in der gemessenen Entblutemenge führt. Dies kann, wie oben bereits erwähnt, auch daran liegen, dass durch die variabelere Schnittführung verschiedene Gefäße verletzt werden und dies einen unterschiedlich großen Einfluss auf die Menge und die Geschwindigkeit des Blutaustritts hat. Daher wäre es bei einem weiteren Versuch notwendig neben den Tracheal- auch die Gefäßverletzungen bei den untersuchten Tieren zu analysieren.

Die fehlende Routine des ungeübten Entbluters zeigt sich im „offenen“ System darin, dass die Spannweite der Entblutemenge, also die Differenz zwischen Minimum und Maximum, größer ist als bei dem geübten Entbluter. Durch Routine werden die Schwankungen zwischen den einzelnen Stichen deutlich reduziert und die Spannweiten dadurch auch kleiner. Möglichst kleine Schwankungen in der Stichqualität zeichnen einen geübten Entbluter aus.

Insbesondere in der Variante „CO₂_Hohl“ sind die Differenzen zwischen den beiden Entblutern sehr gering. Dies kann zwei Ursachen haben, zum einen die einfachere Technik der Hohlmesserentblutung und zum anderen die CO₂-Betäubung. CO₂-betäubte Schweine hängen in der Regel regungslos an Stechplatz und lassen sich dadurch durch einen Bruststich leicht entbluten. Durch die Elektrobetäubung entstandene tonisch-klonische Krämpfe erschweren das Setzen eines korrekten Entblutestichs.

Betrachtet man die vier untersuchten Varianten so zeigt sich, dass es wenige signifikante Unterschiede zwischen den Entblutern in der jeweiligen Variante gibt. Lediglich die Messwerte scheinen bei der ungeübten Person etwas breiter gestreut zu sein. Dies kann daran liegen, dass die Stichprobe nicht groß genug war. Die Fähigkeiten der Entbluter nicht unterschiedlich genug waren oder bereits eine gewisse Gewöhnung bei dem ungeübten Entbluter an das System erfolgte. Daher sollten die Versuchsreihen entweder

mit mehr Tieren oder aber mit deutlich unerfahreneren Entblutern erneut durchgeführt werden.

Bei der Betrachtung der gemessenen Hämoglobingehalte zeigt sich, dass die Ergebnisse verglichen mit den Daten von MEILER (2005) deutlich niedriger liegen. Bei MEILER (2005) lagen die Messwerte zwischen 2,3 und 5,7 mg/g. In unserem Datensatz lagen die Werte zwischen 0,44 und 2,59 mg/g. Da ein Liter Schweineblut durchschnittlich 104g Hämoglobin enthält entsprechen unsere Ergebnisse Werten von 4,29 ml beziehungsweise 24,9 ml Blut pro kg Muskulatur. Die 24,9 ml/kg liegen damit deutlich über dem von WARRISS (1984) angegebenen 2 bis 9 ml/kg. Der große Unterschied zwischen den Daten von MEILER (2005) und diesem Datensatz kann nur mit einer besseren Entblutung unserer Tiere erklärt werden, da sich die Analysemethode und die Probenentnahmestelle nicht unterschieden haben. Insgesamt deuten die niedrigen Messwerte auf eine gute Entblutung der Tiere und somit indirekt auf eine gute zu erwartende Fleischqualität hin (MOJE 1993).

5 Ausblick

Anhand der erhobenen Daten zeigt sich, dass die ausreichende Ausbildung der Mitarbeiter für die Ausübung einer so sensiblen Position wie der Entblutung essentiell ist. Die routinierte Durchführung des Entblutens hat großen Einfluss auf die gewonnene Entblutemenge. Dies gilt insbesondere für die Entblutung mittels eines konventionellen Messers, da hier die Stichtechnik etwas mehr Übung erfordert. Gleichzeitig zeigte sich im durchgeführten Versuch, dass es in größeren Schlachtbetrieben aufgrund der hohen Bandgeschwindigkeit technisch nicht möglich ist die Entblutung der Tiere für den Zeitraum von 30 Sekunden zu messen. Die Entblutemenge nach zehn Sekunden ist aber nur bedingt als eine aussagekräftige Größe geeignet, ob die Tiere das Bewusstsein wiedererlangen werden da insbesondere die Tiere nach einer CO₂-Betäubung, trotz nicht ausreichender Entblutemenge nach 10 Sekunden nicht wiedererwachten. Um einen Grenzwert für ein mögliches automatisches Kontrollverfahren zu ermitteln ist es notwendig einen größeren Datensatz zu untersuchen. Dazu ist es notwendig, sich auf zwei Kombinationen zu beschränken. Empfehlenswert wäre hierbei die Kombination „CO₂_Hohl“ und „Elektro_Hohl“, da diese beiden Systeme in der Mehrheit der größeren Schlachtbetriebe verwendet werden. Ein weiteres Problem für die Ermittlung eines Grenzwertes ist es, dass der Versuchsaufbau möglichst einheitlich sein müsste. Dazu müssten die Schweine nach Rasse und Größe sortiert werden, was wiederum unter Umständen zu Unruhen im Wartebereich und Problemen bei der Betäubung führen kann,

sodass die Entblutung möglicherweise größeren Schwankungen durch diese Einflussfaktoren unterliegt.

Die erhobenen Daten sollen in Form einer Publikation veröffentlicht werden und so neben den Schlachtunternehmen auch dem Personal der amtlichen Kontrolle zur Verfügung gestellt werden. Außerdem sollen die Daten nach Möglichkeit im kommenden Jahr durch Fachvorträge einem breiten Publikum dargelegt werden.

Literaturverzeichnis

ANIL, M.H., MCKINSTRY, J.L., WOTTON, S.B. (1997): Elektrische Betäubung und Schweineschlachtung

Fleischwirtschaft 77, 473-476

ANIL, M.H., WHITTINGTON, P.E., MCKINSTRY, J.L. (2000): The effect of the sticking method on the welfare of slaughter pigs

Fleischwirtschaft 55, 315-319

ANON. (2009): Verordnung (EG) Nr. 1099/2009 über den Schutz von Tieren zum Zeitpunkt der Tötung vom 24. September 2009.

Amtsblatt der Europäischen Union L303, S.1 vom 18.11.2009

ANON. (2014): Handbuch Tierschutzüberwachung bei der Schlachtung und Tötung; Vollzugshinweise zur Verordnung (EG) Nr. 1099/2009 des Rates vom 24. September 2009 über den Schutz von Tieren zum Zeitpunkt der Tötung und zur Tierschutz-Schlachtverordnung vom 20. Dezember 2012

https://www.openagrar.de/servlets/MCRFileNodeServlet/openagrar_derivate_00014722/Handbuch-Tierschutzueberwachung-Schlachten-2018-07.pdf; (Stand: 10.09.2018)

BORZUTA, K. (1971): Degree of bleeding and some meat quality characteristics of pigs stunned with high frequency current Roczniki Instytutu Przemysłu Mięsnego 8, 17-24

FISCHER, J.(2015): Verbesserung des Tierschutzes bei der Schweineschlachtung durch ein neu entwickeltes, automatisches Entblutkontrollsystem

Vet. Med. Diss., Leipzig

GREGORY, N.G. (2005): Recent concerns about stunning and slaughter

Meat Science 70, 481-491

HEINZ, G., EGGINGER, R., MIRNA, A. (1972): Methodik zur Bestimmung der Gesamtblutmenge sowie des Ausblutungsgrades von Tieren

Fleischwirtschaft 52, 82-83

HOLLEBEN, K. v. (2004): Stand, Ausblick und Bewertung der Schweinebetäubungsverfahren europa- und weltweit

Rundschau für Fleischhygiene und Lebensmittelüberwachung 8, 171-174

KARSCH, W. (1997): Vergleichende Untersuchungen zur Fleischqualität von Rinderschlachtkörpern nach horizontaler und vertikaler Bandschlachtung unter besonderer Berücksichtigung des Ausblutungsgrades

Vet. Med. Diss., Berlin

MEILER, D.(2006): Kontrolle des Entbluteerfolges bei der Schweineschlachtung im Hinblick auf Tierschutz und mögliche Auswirkungen auf Ausblutungsgrad und Fleischqualität

Vet. Med. Diss., München

MOJE, M. (1993): Ausblutungsgrad beim Schwein nach unterschiedlichen Entbluteverfahren

Mitteilungsblatt der BAFF Kulmbach 32, 164-169

SCHLENKRICH, H. (1989): Technologie der Schweineschlachtung; Aus: WITTENBORN, J., LANGER, H., EYERMANN, H., SCHLENKRICH, H., ROSOWSKI, G., FRITZSCH, K.H.(Hrsg.): Fleischgewinnung 4. verb. Auflage Fachbuchverlag, Leipzig, 45-50

SPRENGER, A. (2015): Entblutung von Schlachtschweinen: Dynamik, Gefäßverletzungen und Fleischqualität

Vet.Med.Diss., Leipzig

THIEMIG, F. (1996): Schlachtung von Schweinen, Rindern und kleinen Wiederkäuern Aus: Sielaff, H. (Hrsg.): Fleischtechnologie 1. Auflage

Behr's Verlag, Hamburg, 276-278

TROEGER, K. (2005): Gewinnung von Fleisch; Aus: PRÄNDL, O., FISCHER, A., SCHMIDHOFER, T., SINELL, H.J.(Hrsg.): Fleisch: Technologie und Hygiene der Gewinnung und Verarbeitung

Verlag Ulmer, Stuttgart

TROEGER, K., MACHOLD, U., MOJE, M., BEHRSCHEMIDT, M. (2004): Gasbetäubung von Schweinen

Fleischwirtschaft 84, 104-106

TROEGER, K., MOJE, M., SCHURR, B. (2005): Kontrolle der Entblutung

Fleischwirtschaft 85, 107-110

WARISS, PD., WOTTON, SB.(1981): Effect of cardiac arrest on exsanguination in pigs.

Research of Veterinary Science. 31:82-6.

WARRISS, P.D. (1984): Exsanguination of animal at slaughter and the residual blood content of meat Vet. Rec. 115, 292-295

WOLTERSDORF, W., ARNETH, W., MINTZLAFF, H.J. (2000): Ausblutungsgrad beim Rind nach unterschiedlicher Rückenmarkzerstörung

Fleischwirtschaft 80, 135-139

Max Rubner-Institut
Bundesforschungsinstitut für Ernährung und Lebensmittel

Adresse Haid-und-Neu-Straße 9, 76131 Karlsruhe

Telefon +49 (0)721 6625 201

Fax +49 (0)721 6625 111

E-Mail praesident@mri.bund.de

Internet www.mri.bund.de