

Stressfreie Schlachtung von Rindern – eine Feldstudie

Stressfree slaughter of cattle – a field study

Roland Kitzer^{1*}

Zusammenfassung

In der vorliegenden Feldstudie wurde untersucht inwieweit es im Blut Unterschiede bei den Stresshormonen Adrenalin, Cortisol und den Stoffwechselbauprodukten Glucose, Lactat bei verschiedenen Örtlichkeiten der Schlachtung gibt. Dazu wurden Stiere, Ochsen, Kalbinnen, Jungrinder sowie eine Kuh untersucht. Es wurden drei Varianten untersucht: (1) Schlachtung am Schlachthof, (2) Schlachtung am Heimbetrieb (3) Schlachtung in der Freilandhaltung. Am Schlachthof wurde an zwei Tagen, am Heimbetrieb an vier Tagen und am Betrieb mit Freilandhaltung an einen Tag geschlachtet, dabei wurden Blutproben zur Analyse der Stresshormone genommen.

Aus dieser Untersuchung geht hervor, dass Rinder, die am Heimbetrieb in einer teilmobilen Schlachtanlage geschlachtet wurden, signifikant höhere Glucosewerte und numerisch geringere Lactatwerte im Blut aufwiesen. Die Stresshormone Adrenalin und Cortisol waren bei Schlachtung am Schlachthof minimal höher und es gab mehr Ausreißer, allerdings konnte der Unterschied statistisch nicht abgesichert werden.

Diese Ergebnisse müssen jedoch aufgrund des nicht ausbalancierten Versuchsdesigns mit Vorsicht gesehen werden.

Zusätzlich wurden noch Untersuchungen von 3 Rindern (2 Ochsen, 1 Kuh) vorgenommen, die mit Gewehrschuss im Auslauf völlig unbeeinflusst, stressfrei getötet wurden. Interessant sind diese Tiere aber besonders deshalb, weil sie uns Auskunft über die Untersuchungsparameter bei völliger Stressfreiheit geben. Der Lactatwert lag hier bei 1,1 mmol/l, der Glucosewert bei 2,2 mmol/l, der Cortisolwert bei 0,5 ng/ml und der Adrenalinwert bei 0,1 ng/ml. In Opposition zu diesen Werten wurden in der durchgeführten Untersuchung folgende Maximalwerte gemessen: Lactat (16,3 mmol/l), Glucose (12,2 mmol/l), Cortisol (87,5 ng/ml) und Adrenalin (8,5 ng/ml).

Sobald Rinder vom Menschen in ihren Managementbestreben beeinflusst werden, entsteht ein gewisser Stressfaktor. Dieser Stress kann sowohl durch die Handlung des Menschen, aber auch durch die eigene Herde (Rang in der Herde) ausgelöst werden. Vermutlich besonders stark wirkt aber die Separierung von Einzeltieren aus der Herde mit anschließender Verbringung zum oder Fixierung am gewählten Schlachtort. Tierindividuelle Reaktionen können hier ein breites Spektrum einnehmen.

Schlagwörter: Tierwohl, Verantwortung, Stress, Regionalität, Qualität

Summary

The present field study investigated the extent to which there are differences in the stress hormones adrenaline, cortisol and the metabolic breakdown products glucose and lactate in the blood at different locations of slaughter. For this

¹ HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Institut für Nutztierforschung, Raumberg 38, A-8952 Irdning-Donnersbachtal

* Ansprechpartner: Ing. Roland Kitzer, email: roland.kitzer@raumberg-gumpenstein.at

purpose, bulls, steers, heifers, suckler calves and a cow were examined. Three variants were investigated: (1) slaughter at the slaughterhouse, (2) slaughter at the home farm (3) slaughter in the free range. Slaughtering took place on two days at the slaughterhouse, on four days at the home farm and on one day at the free-range farm, and blood samples were taken for analysis of stress hormones.

This study showed that cattle slaughtered at the home farm in a semi-mobile slaughter facility had significantly higher glucose levels and numerically lower lactate levels in the blood. The stress hormones adrenaline and cortisol were minimally higher when slaughtered at the abattoir and there were more outliers, but the difference could not be statistically validated.

However, these results must be viewed with caution due to the unbalanced experimental design.

In addition, studies were carried out on 3 cattle (2 steers, 1 cow) that were killed with rifle shot in the run completely unaffected, stress-free. These animals are particularly interesting because they give us information about the examination parameters in the absence of stress. The lactate value was 1.1 mmol/l, the glucose value 2.2 mmol/l, the cortisol value 0.5 ng/ml and the adrenalin value 0.1 ng/ml. In opposition to these values, the following maximum values were measured in the conducted examination: lactate (16.3 mmol/l), glucose (12.2 mmol/l), cortisol (87.5 ng/ml) and adrenalin (8.5 ng/ml).

As soon as cattle are influenced by humans in their management efforts, a certain stress factor is created. This stress can be triggered by the actions of humans, but also by the cattle's own herd (rank in the herd). However, the separation of individual animals from the herd with subsequent transport to or fixation at the chosen place of slaughter probably has a particularly strong effect. Individual animal reactions can cover a wide spectrum.

Keywords: animal welfare, responsibility, stress, regional, quality

1. Einleitung

Der Umgang mit Nutztieren – besonders bei Tiertransporten sowie vor der Schlachtung – ist ein besonders sensibles Thema und wird von der Gesellschaft und den Medien sehr kritisch wahrgenommen und beurteilt. Deshalb ist es von großem Interesse, dass von allen Verantwortlichen zusätzliche Maßnahmen ergriffen und umgesetzt werden, um das Tierwohl zu verbessern und den Anforderungen der Konsumenten nachzukommen.

In Österreich ist bis dato die stressfreie Schlachtung (Weideschlachtung/Hofschlachtung) nicht konkret definiert, das Rind muss lebend in die Schlachthanlage gebracht werden (VERORDNUNG (EG) Nr. 853/2004). Ausnahmen gibt es nur für Notschlachtungen, wenn das Tier nicht mehr transportfähig ist sowie für Bisons und Farmwild.

Das Separieren, Verladen, Transportieren, die Ankunft am Schlachthof bzw. Zusammenreffen mit fremden Artgenossen, ungewohnter Lärm, Geruch etc. verursachen beim Tier Stress, der sich negativ auf die Fleischqualität (hohe Saftverluste, Zartheit etc.) auswirken kann. Gerade den bäuerlichen direktvermarktenden Betrieben ist es ein wichtiges Anliegen, alle Arbeitsschritte selbst und am eigenen Betrieb durchzuführen.

Durch die Corona-Pandemie haben der Konsum bzw. das Kaufverhalten bei Lebensmitteln zu einem bewussteren Handeln geführt. Direkt am Bauernhof produzierte Lebensmittel werden vom Konsumenten geschätzt und vermehrt gekauft, damit verbunden sind Regionalität, geringer CO₂-Ausstoß und kurze Transportwege. Die Versorgungssicherheit (Eigenversorgung) mit Lebensmitteln innerhalb des Landes hat seit der Pandemie einen höheren Stellenwert.

Die Konsumenten verlangen vermehrt, dass das Fleisch, das sie verzehren, von Tieren stammt, die vor der Schlachtung kein Leid und Stress erfahren mussten. Um diesen Wunsch gerecht zu werden, bemüht man sich entsprechende Faktoren (Methodik) zur Vermeidung von Stress vor der Schlachtung zu implementieren, da sich dies auch auf die Fleischqualität entsprechend positiv auswirken kann.

Alle genannten Aspekte legen nahe, dass zur bestehenden Schlachtungspraxis alternative Formen entwickelt und unabhängig geprüft werden sollen. Dieser Meinung ist auch das Bundesministerium für Arbeit, Soziales, Gesundheit und Konsumentenschutz (BMSGPK oder Sozialministerium), das im Frühjahr 2019 ein Merkblatt über Anforderungen an eine „teilmobile Schlachthanlage als Erweiterung einer bereits bestehenden Zulassung als Schlachtbetrieb“ veröffentlichte. Es wird darin hingewiesen, dass ein einheitliches Vorgehen der Behörden bei der Erteilung der Genehmigung (Länderkompetenz) zu erfolgen hat.

1.1 Wirkung von Stress

Wenn Tiere Stress ausgesetzt sind, führt dies unmittelbar zur Ausschüttung der Hormone Adrenalin und Noradrenalin (sie gehören zu den Katecholamine, diese sind eine biologische und medizinisch wichtige Gruppe chemischer Stoffe) und gelangen von der Nebenniere in den Blutstrom. Diese Hormone bereiten das Tier für die Kampf- oder Flucht-Reaktion vor und sind deshalb nur kurzzeitig im Blutstrom vorhanden. Daraufhin werden Kortikosteroide (Gruppe von ca. 50 in der Nebennierenrinde gebildeter Steroidhormone) in der Nebennierenrinde produziert und als Cortisol in den Blutstrom freigesetzt. Adrenalin und Noradrenalin fördern den Abbau von Leberglykogen, um den Gehalt an Glucose im Blut zu erhöhen, der den Muskeln im aktiven Zustand zur Verfügung steht. Kortikosteroide hingegen fördern, während der adaptiven Phase der Stressreaktion, die Resynthese von Leberglykogen mit Aufrechterhaltung des Glucose-Spiegels im Blut. Aus diesem Grund zirkulieren Kortikosteroide länger im Blut und können leichter nachgewiesen werden als Katecholamine (Adrenalin und Noradrenalin). Die Katecholamine lösen die sekundäre Antwort auf Stress aus und verursachen eine Erhöhung der Herz- und Atemfrequenz sowie des Blutdrucks und stimulieren die Glykogenolyse. Glucose und ein erhöhter Glykogengehalt im Blutplasma stehen dem Körper anschließend zur Verfügung. Stressbedingte Veränderungen der Muskelzellmembranen führen zu einem erhöhten Lactatgehalt im Blut. Im Gegensatz zu hohem Glucose- und Lactatgehalt im Blut bei kurzfristigem Stress sind diese bei langanhaltendem Stress niedrig (WOLTER 2018).

2. Material und Methoden

2.1 Projektbeschreibung und Untersuchungsparameter

Das vorliegende Projekt wurde in einer Feldstudie von der HBLFA Raumberg-Gumpenstein in Kooperation mit Marcher Fleischwerke und der „Initiative der Bauern“ (11 Bauern beteiligt auf der Koralm) in der Region Deutschlandsberg durchgeführt (www.stressfrei.st). Nachdem ein Landwirt in dieser Institution im Frühjahr 2019 eine Genehmigung für eine mobile Schlachteinheit erwirkte, bekam im Jahr 2020 ein weiterer Landwirt eine Genehmigung. Ein weiterer Kooperationspartner war die Tierärztliche Fakultät, der Ludwig-Maximilians-Universität München, Veterinärstr. 13/R, 80539 München, dort wurden die Blutproben auf Stresshormone (Adrenalin und Cortisol) untersucht. Sie stellten uns auch die Gerätschaften zur Blutserumaufbereitung (mobile Zentrifuge mit Kühlung, Pipetten, Schnelltestgerät für die Messung des Glucose- und Lactatgehalts) zur Verfügung.

Der Zeitraum der Durchführung für die Blutprobennahme bei der Schlachtung erstreckte sich von Mai bis Oktober 2020. Die Probenanzahl belief sich insgesamt auf 62 Proben, diese verteilten sich auf 41 Proben (Schlachthof), 16 Proben (Heimbetrieb), 3 Proben

(Freilandhaltung) und 2 Proben (HBLFA) (*Tabelle 1*). Am Schlachthof wurden Stiere (15), Kalbinnen (11) und Jungrinder (15) beprobt. Die Rassen der untersuchten Rinder am Schlachthof waren Fleckvieh (17), Blonde d'Aquitaine (1), Braunvieh (1), Piemonteser (1), Murbodner (6), Holstein Friesian (1), Limousin (2), FV × LI (11), FV × BA (1). Die 16 Rinder am Heimbetrieb verteilten sich auf Jungrinder (10), Stier (1), Ochsen (3) und Kalbinnen (2). Am Heimbetrieb verteilten sich die Rassen auf Charolais (2), Fleckvieh (1), Limousin (4), Murbodner (3) und Kreuzungen (FV × LI (3), FV × MB (2), FV × PI (1)). Bei der Freilandhaltung wurden zwei Ochsen (Galloway, Aberdeen Angus) und eine Kuh (Galloway) mit Kugelschuss untersucht.

Bei der Schlachtung wurde Stichblut entnommen und anschließend mit einem Schnelltestgerät (Accutrend Plus) der Glucose- und Lactatwert im Blut erhoben. Danach wurde das Blut in Blutserumröhrchen (10 ml EDTA-Plasmaröhrchen) abgefüllt und in der Zentrifuge (Hettich) 10 Minuten bei 8 °C zentrifugiert, danach wurde das Serum abpipettiert und bei -80 °C im Trockeneis gelagert. Das Blutserum wurde zur Analyse des Cortisol- und Adrenalinegehalts an das Labor der LMU München geschickt.

Lactat:

Lactat ist das Salz der Milchsäure, das vor allem bei Beanspruchung und Belastung der Muskeln gebildet wird. Lactat entsteht aus Glucose (Traubenzucker), wenn kein Sauerstoff vorhanden ist (anaerobe Glykolyse). Nach körperlicher Anstrengung steigt der Wert im Blut natürlicherweise an.

Glucose:

Der sogenannte Blutzucker entspricht dem Glucoseanteil im Blut. Er gibt Auskunft darüber, wie viel Zucker (Glucose) bei einem Menschen oder Tier im Blut in gelöster Form vorhanden ist.

Referenzwert für Glucose im Blut von Rindern beträgt nach KRAFT (2005):

- 2,2 -3,3 mmol/l
- 4,4 -6,9 mmol/l bei Saugkälbern

Durch die noch abweichende Verdauungsphysiologie, weisen Kälber höhere Glucosewerte auf als erwachsene Rinder (BAUMGARTNER 1977).

Cortisol:

Cortisol ist ein Stresshormon, das katabole (abbauende) Stoffwechselforgänge aktiviert und so dem Körper energiereiche Verbindungen zur Verfügung stellt (de.wikipedia.org besucht am 01.02.2021).

Adrenalin:

Adrenalin ist ein Hormon, das im Nebennierenmark gebildet wird. Wenn Tiere Stress ausgesetzt sind, führt dies unmittelbar zur Ausschüttung der Hormone Adrenalin und Noradrenalin (Katecholamine sind eine biologisch und medizinisch wichtige Gruppe chemischer Stoffe) von der Nebenniere in den Blutstrom (de.wikipedia.org besucht am 01.02.2021).

2.2 Ablauf der Schlachtung und nationale Regelungen

Bei der Schlachtung wird das Tier in gewohntem Umfeld fixiert (im Fressgitter im Stall oder im Auslauf) und mittels Bolzenschuss betäubt. Danach wird das Tier in den mobilen Schlachtanhänger gezogen und hängend entblutet, anschließend erfolgt der Transport zur Schlachthanlage, um dort die weiteren Arbeitsschritte fortzuführen (Haut abziehen, Ausnehmen des Verdauungstrakts und der Innereien etc.).

Ob dieses Schlachverfahren grundsätzlich durchgeführt werden darf, hängt von den gesetzlichen Regelungen ab. In Österreich ist bis dato die stressfreie Schlachtung (Weideschlachtung/ Hofschlachtung) nicht konkret definiert, das Rind muss „lebend in die Schlachthanlage“ gebracht werden (VERORDNUNG (EG) Nr. 853/2004). Ausnahmen gibt es nur für Notschlachtungen, wenn das Tier nicht mehr transportfähig ist, sowie für Bisons und Farmwild.

In Deutschland ist seit 2011 die Weideschlachtung für ganzjährig im Freien gehaltenen Rinder nach Genehmigung durch die Behörde erlaubt. Auch in der Schweiz sind seit 1. Juli 2020 Hof- und Weidetötung zur Fleischgewinnung möglich. In Österreich beschreibt das Merkblatt über „Anforderungen an eine teilmobile Schlachtung“ des BMSGPK das Verfahren. Die Länder erlassen Einzelgenehmigungen zur Durchführung. Das führt zu einer unterschiedlichen Vorgehensweise in den Bundesländern. So erteilte ein Bundesland auch eine Zulassung zur Schlachtung mit Kugelschuss.

Ziel aller Entscheidungen ist eine stetige Verbesserung der Situation bei der Schlachtung landwirtschaftlicher Nutztiere.

Tabelle 1: Anzahl der Schlachttiere

Kategorie n=62	Betrieb			
	Schlachthof	Heimbetrieb	Freilandhaltung	HBLFA
Stier	15	1		
Kalbin	11	2		
Jungrind	15	10		2
Ochse		3	2	
Kuh			1	
Gesamt	41	16	3	2

Es wurden in Excel Boxplots erstellt sowie ein statistisches Modell mit den fixen Effekten Ort der Schlachtung, Kategorie, Geschlecht und Rasse ausgewertet.



Abbildung 1: Praktischer Ablauf der mobilen Schlachtung

Ergebnisse und Diskussion

Die Blutwerte Glucose und Lactat sind Indikatoren für den Stoffwechsel der Schlachtrinder. Rinder, die am Heimbetrieb geschlachtet wurden, wiesen einen höheren Glucose- und einen geringfügig niedrigeren Lactatwert auf (*Tabelle 2, Abbildung 2*). Das bedeutet, dass diese Rinder noch kontinuierlich Futter aufgenommen und verdaut haben. Durch den Transport zum Schlachthof verbrauchen diese Tiere Glucose aus ihrem Energiepool, der Glucosewert sinkt hoch signifikant um $\frac{1}{3}$ ab und der Lactatwert steigt. Die Stresshormone Adrenalin und Cortisol waren bei einer Schlachtung im Schlachthof zwar numerisch etwas höher als bei einer Heimschlachtung, allerdings lässt sich der Unterschied nicht statistisch absichern. Insgesamt kann mit den bestehenden fixen Effekten (Si, Kj, Gk, Ri) die Streuung der Untersuchungsparameter nur in einem geringen Ausmaß erklärt werden. Das Bestimmtheitsmaß R^2 liegt immer bei rund 25. Das bedeutet, dass $\frac{3}{4}$ der Streuung nicht erklärt werden kann und vor allem dem individuellen Verhalten des Einzeltieres zugeordnet werden muss. Außerdem ist das gesamte Datenmaterial nicht besonders gut ausbalanciert.

Weiters wurden noch Untersuchungen von 3 Rindern (2 Ochsen, 1 Kuh; Rassen Galloway und Angus) vorgenommen, die mit Gewehrschuss im Auslauf völlig unbeeinflusst, stressfrei getötet wurden. Wegen der geringen Anzahl wurden diese Tiere nicht in die statistische Auswertung einbezogen. Interessant sind diese Tiere aber besonders deshalb, weil sie uns Auskunft über die Untersuchungsparameter bei völliger Stressfreiheit geben. Der Lactatwert lag hier bei 1,1 mmol/l, der Glucosewert bei 2,2 mmol/l, der Cortisolwert bei 0,5 ng/ml und der Adrenalinwert bei 0,1 ng/ml. In Opposition zu diesen Werten wurden in der durchgeführten Untersuchung folgende Maximalwerte gemessen: Lactat (16,3 mmol/l), Glucose (12,2 mmol/l), Cortisol (87,5 ng/ml) und Adrenalin (8,5 ng/ml).

Werden die Ergebnisse aus *Tabelle 2* und *Abbildung 2* mit diesem Zusatzwissen noch einmal interpretiert, wird klar, dass die gefundenen Wirkungen im Hinblick auf eine völlige Stressfreiheit geringe Bedeutung haben. Sobald Rinder vom Menschen in ihren Managementbestreben beeinflusst werden, entsteht ein gewisser Stressfaktor. Dieser Stress kann sowohl durch die Handlung des Menschen, aber auch durch die eigene Herde (Rang in der Herde) ausgelöst werden. Vermutlich besonders stark wirkt aber die Separierung von Einzeltieren aus der Herde mit anschließender Verbringung zum oder Fixierung am gewählten Schlachtort. Tierindividuelle Reaktionen können hier ein breites Spektrum einnehmen. Für das vorliegende Datenmaterial kann subjektiv durch die handelnden Personen festgestellt werden, dass sowohl die Schlachtung am Schlachthof als auch jene am Heimbetrieb grundsätzlich sachgemäß und ruhig verlaufen ist. Für eine absolute Einordnung der Untersuchungswerte in das mögliche Spektrum sollen noch zusätzlich die maximal möglichen gemessenen Blut- und Stresswerte verwendet werden. *Abbildung 2* zeigt, dass alle Ergebnisse der statistischen Bewertung weit weg von möglichen Maximalwerten liegen. Die besonders interessante Klasse Ort der Schlachtung erreicht nur rund 20 % des möglichen Maximalwertes.

Tabelle 3 gibt eine Übersicht über Studien, die den Einfluss unterschiedlicher Versuchsanstellungen auf die Merkmale Lactat, Glucose, Cortisol und Adrenalin untersuchten.

Tabelle 2: Untersuchungsergebnisse der statistischen Auswertung

	Einheit	Mittel μ	Ort der Schlachtung (S)		p-Werte S	Streuung s_e
			Heimbetrieb	Schlachthof		
Lactat	mmol/l ¹	6,5	6,2	6,9	0,645	2,9
Glucose	mmol/l	6,4	7,9	4,9	0,008	1,8
Cortisol	ng/ml ²	17,3	14,1	20,6	0,267	15,6
Adrenalin	ng/ml	1,7	1,4	2,0	0,351	1,9

¹ Millimol pro Liter, ² Nanogramm pro Milliliter

Tabelle 3: Untersuchungsergebnisse aus Studien

Autor	Rasse	Kategorie	Schlachthof	Versuchsanstellung Unterschiede zw. Versuchsgruppen	Glykogen Muskel	Untersuchte Merkmale						
						Glucose Blut	Lactat Blut	Cortisol Blut	Cortisol Speichel	Adrenalin Harn	Noradrenalin Harn	
GRUBER et al. 2009		Kalbin, Stier	Schlachthof	(1) Kategorie (2) Tierverhalten (a) am Treibgang bzw. (b) Schlachthof	(1) n.s. ¹ (2a) n.s. (2b) sig.	(1) n.s. (2a) sig. (2b) sig.	(1a) n.s. (1b) sig. ²					
HONKAVAARA et al. 2003		Kalbin, Stier	Schlachthof	Transportdistanz	sig.		sig.					
LAHUCKY et al. 1998	HF, HF x WB, PI x PIE	Stier	Schlachthof	Fixierung	1, 3hp.m. n.s., 48 h p.m. sig.							
MOUNIER et al. 2006		Stier	Schlachthof	Transportbedingungen, Vorerfahrungen der Tiere			sig.					
MUCHENJE et al. 2009	Bonsmara, AA, Nguni	Ochsen	Schlachthof	Rassenvergleich								sig.
PROBST et al. 2012	LI- Kreuzungen	Kälber	Schlachthof	Tierzuechtung (Streicheln)		n.s.	n.s.					
PROBST et al. 2013	LI- Kreuzungen, PIE	Kalbin, Ochs, Stier	Schlachthof	Tierzuechtung (Strei- cheln) vor Schlachtung		n.s.	n.s.					
PROBST et al. 2014	Milchrassen Fleischrassen, Kreuzungen	Kalbin, Ochs, Stier	Schlachthof	(1) Kategorie (2) Rassetyp (3) elektrische Treibhilfe		(1) n.s. (2) n.s. (3) n.s.	(1) sig. (2) n.s. (3) n.s.					
PROBST et al. 2017	F1 (AA x LI), AA	Kalbin, Ochs, Stier	Schlacht- hof bzw. Auslauf*	Schlachthof vs. Kugel- schuss im Auslauf			sig.					
REICHE et al. 2018		Stier	Schlachthof	Ruhezeit vs. zusätzlicher Stress am Schlachthof				sig.		sig.		sig.
SCHIFFER et al. 2015	GA, AA	Stier (GA), Kalbin (AA), Ochse (AA)	Schlacht- hof bzw. Weide*	Schlachthof vs. Kugel- schuss auf Weide		sig.					sig.	

* Kugelschuss, ¹ nicht signifikant, ² signifikant

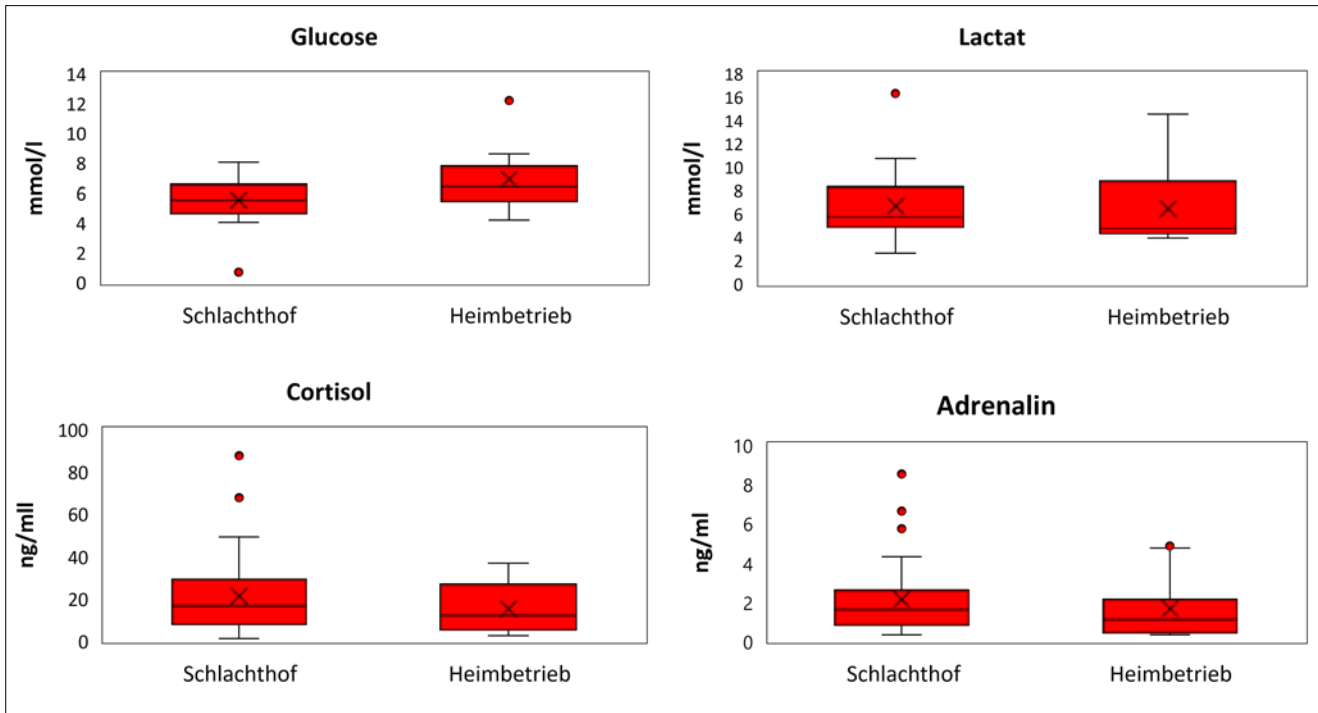


Abbildung 2: Einordnung der Schlachtorte in die möglichen Streubreiten der Messwerte am Schlachthof und Heimbetrieb (57 Tiere)

4. Literatur

BAUMGARTNER, W., 1977: IN: THURMANN, J., 2012: Tagesschwankungen von Laborparametern beim Milchrind, Dissertation, Universität Berlin.

GRUBER, S.L., J.D. TATUM, T.E. ENGLE, P.L. CHAPMAN, K.E. BELK und G.C. SMITH, 2009: Relationships of behavioral and physiological symptoms of preslaughter stress to beef *longissimus muscle* tenderness, *J. Anim. Sci.* 2010, 88:1148-1159.

HONKAVARA, M., E. RINTASALO, J. YLÖNEN und T. PUDAS, 2003: Meat quality and transport stress of cattle, *Dtsch. Tierärztl. Wschr.* 110, 125-128.

KRAFT, W., 2005: IN: THURMANN, J., 2012: Tagesschwankungen von Laborparametern beim Milchrind, Dissertation, Universität Berlin.

LAHUCKY, R., O. PALANSKA, J. MOITO, K. ZAUJEC und J. HUBA, 1998: Effect of Preslaughter Handling on Mucle Glycogen Level and Selected Meat Quality Traits in Beef, *Meat Sci.*, 50, 3, 389-393.

MOUNIER, L., H. DUBROEUCQ, S. ANDANSON und I. VEISSIER, 2006: Variations in meat pH of bulls in relation to conditions of transfer to slaughter and previous history of the animals, *J. Anim. Sci.* 84, 1567-1567.

MUCHENJE, V., K. DZAMA, M. CHIMONYO, P.E. STRYDOM und J.G. RAATS, 2009: Relationship between pre-slaughter stress responsiveness and beef quality in three cattle breeds, *Meat Sci.* 81, 653-657.

PROBST, J.K., A. SPENGLER NEFF, F. LEIBER, M. KREUZER und E. HILLMANN, 2012: Gentle touching in early life reduces avoidance distance and slaughter stress in beef cattle, *Applied Anim. Behaviour Sci.*, 42-49.

PROBST, J.K., E. HILLMANN, F. LEIBER, M. KREUZER und A. SPENGLER NEFF, 2013: Influence of gentle touching applied few weeks before slaughter on avoidance distance and slaughter stress in finishing cattle, *Applied Anim. Behaviour Sci.*, 14-21.

PROBST, J.K., A. SPENGLER NEFF, E. HILLMANN, M. KREUZER, M. KOCH-MATHIS und F. LEIBER, 2014: Relationship between stress-related exsanguination blood variables, vocalisation, and stressors imposed on cattle between lairage and stunning box under conventional abattoir conditions, *Applied Anim. Behaviour Sci.*, 154-158.

PROBST, JK., E. MEILI und A. SPENGLER NEFF, 2017: Auswirkungen von Stressoren vor der Schlachtung auf Rinder bei zwei verschiedenen Schlachtmethoden (Bolzenschuss im kleinen Schlachthof und Kugelschuss auf der Weide).

REICHE, A., J.L. OBERSON, P. SILACCI, F. DOHME-MEIER, H.D. HESS und E.M.C. TERLOUW, 2018: Einfluss von Stress bei der Schlachtung auf Physiologie und Fleischqualität von Mastbullen, *Agroscope Sci.*, Nr. 67, 25-27.

SCHIFFER, K.J., 2015: On-farm slaughter of cattle via gunshot method. Dissertation, Universität Kassel.

WOLTER, A., 2018: Einflussfaktoren auf den pH-Wert des Fleisches von Rindern in Luxemburg, Masterarbeit, Universität für Bodenkultur Wien.

5. Danksagung

Ich möchte mich besonders bei der „Initiative der Bauern“, vor allem bei Herrn Alois Kiegerl und Herrn Johannes Kienzer, die sich besonders mit ihrem persönlichen Engagement für das Zustandekommen der Feldstudie einsetzten, herzlich bedanken. Weiters möchte ich mich auch bei Herrn Mag. Norbert Marcher (Marcher Fleischwerke) herzlich für die Probennahmen am Schlachthof bedanken.

Großer Dank gebührt Frau Dr. Elke Rauch und Herrn Hermann Kuchler von der tierärztlichen Fakultät der LMU München für die unkomplizierte Kooperation und Analyse der Blutproben sowie die Bereitstellung der Gerätschaften, die für die Aufbereitung des Blutserums notwendig waren.

Besonders bedanken möchte ich mich bei Frau Daniela Wintereder und Fred Zehetner für die Probennahme bei ihren Rindern aus der Freilandhaltung.