

# Hoftötung oder Tötung im Schlachthof: Unterschiede bei stressanzeigenden Parametern

Anet Spengler Neff<sup>1</sup>, Johanna K. Probst<sup>1</sup> und Mechthild Knösel<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Forschungsinstitut für biologischen Landbau FiBL, 5070 Frick, Schweiz

<sup>2</sup>Hofgut Rengoldshausen, 88662 Überlingen, Deutschland

Auskünfte: Anet Spengler Neff, E-Mail: anet.spengler@fibl.org

<https://doi.org/10.34776/afs14-90> Publikationsdatum: 7. Juni 2023



Masttiere auf dem Hofgut Rengoldshausen, Überlingen, DE.

(Foto: Anet Spengler Neff, FiBL)

## Zusammenfassung

Transporte und die Zeit im Schlachthof führen oft zu Stress bei den Tieren. Viele Tierhalterinnen und Tierhalter überlegen sich, wie sie den Stress minimieren können. Eine Möglichkeit ist die Tötung der Tiere auf dem Hof und der Transport des entbluteten Tieres zu einem Schlachthof für die Verarbeitung. Die Hoftötung und die Weidetötung sind unter gewissen Voraussetzungen in der Schweiz seit Juli 2020 und in der EU seit März 2021 erlaubt. Die vorliegende Studie vergleicht die Schlachtungen von zwei Gruppen von elf und zehn Masttieren im Alter von rund 760 Tagen vom gleichen Betrieb. Die Tiere der ersten Gruppe wurden im Schlachthof geschlachtet, die der zweiten Gruppe wurden auf dem Hof getötet, entblutet und anschliessend zum Schlachthof gebracht. Die Umweltbedingungen vor dem Schlachttag waren für alle Tiere vergleichbar. Kurz vor dem Betäuben wurde

das Verhalten der Tiere beobachtet und während des Entblutens wurden Stichblutproben entnommen, die auf die Gehalte der stressanzeigenden Parameter Cortisol, Lactat und Glucose analysiert wurden. Die Cortisol-, Lactat- und Glucosegehalte von im Schlachthof geschlachteten Tieren waren signifikant höher als die Gehalte der auf dem Hof getöteten Tiere. Ruhiges Verhalten unmittelbar vor dem Betäuben kam nur bei Hoftötungen vor, unruhiges und nervöses Verhalten kamen im Schlachthof mehr als doppelt so oft vor wie bei Hoftötungen. Die wesentlich geringeren Werte der stressanzeigenden Parameter bei Hoftötungen belegen, dass Hoftötungen eine Minimierung von Tierstress ermöglichen.

**Key words:** slaughter stress, on-farm slaughter, cortisol, behaviour before stunning.

## Einleitung

Für die Schlachtung im Schlachthof vorgesehene Nutztiere sind verschiedenen stressauslösenden Situationen ausgesetzt, zum Beispiel der Trennung von der Herde, dem Transport, dem Zusammentreffen mit unbekanntem Tieren und Menschen, oft langen Wartezeiten in ungewohnter und enger Umgebung sowie ungewohnten Geräuschen und Gerüchen (Grandin & Shivley, 2015; Terlouw, 2015). Der Cortisolgehalt im Blutserum ist ein gängiges Merkmal zur Messung von physiologischem Stress (Probst, 2013; Losada-Espinosa *et al.*, 2018). Hemsworth *et al.* (2011) zeigten, dass ein hoher Cortisolgehalt im Stichblut von Rindern mit einer hohen Anzahl von Treibvorgängen mit elektrischen Treibhilfen oder Gummistöcken, aber auch mit dem Schlachthof und mit der geschlachteten Gruppe zusammenhängt. Lactat- und Glucosegehalte im Stichblut werden oft zusätzlich gemessen, um Stress festzustellen (Broom, 2003; Apple *et al.*, 2005; Averós *et al.*, 2008; Petherick *et al.*, 2009). Die beiden Stoffe werden infolge der Ausschüttung des Cortisols freigesetzt und geben dem Tier Energie, zum Beispiel für eine Flucht. Auch Vokalisationen und Abwehrbewegungen können Stress anzeigen (Bourguet *et al.*, 2011). Stress vor der Schlachtung kann zu verminderter Fleischqualität führen (Warner *et al.*, 2007; Gruber *et al.*, 2010; Probst *et al.*, 2012; Reiche *et al.*, 2019). Hoftötungen und Weidetötungen zielen darauf ab, den Stress der Tiere vor der Schlachtung zu minimieren. Seit Juli 2020 sind gemäss der *Verordnung 817.190 über*



**Abb. 1** | Vorbereitung der Betäubung eines Tieres auf dem Hofgut Rengoldshausen. Das Tier ist im Spezial-Selbstfangfressgitter fixiert. (Foto: FiBL, Anet Spengler Neff)

*das Schlachten und die Fleischkontrolle* Hof- und Weidetötungen in der Schweiz gesetzlich zugelassen und geregelt (2. Abschnitt, Artikel 3, Buchstaben q und r). Die Zulassung besitzen bisher rund hundert Betriebe, davon etwa neunzig für Hoftötungen und zehn für Weidetötungen. Das Interesse für weitere Zulassungen ist - gemäss Angaben des Bundesamtes für Lebensmittelsicherheit und Veterinärwesen BLV - gross, insbesondere für die Hoftötung (Hostettler, 2022). Es gibt nur wenige Studien zum Stress der Tiere vor Hof- oder Weidetötungen. In einer Studie konnten wir zeigen, dass per Weideschuss getötete Tiere weniger Cortisol im Stichblut hatten als zum Schlachthof transportierte und dort getötete Tiere (Probst *et al.*, 2017). Diese Studie untersuchte zwar Tiere der gleichen Rasse und ähnlichen Alters, es waren aber Tiere von zwei verschiedenen Betrieben und es wurden nur Weidetötungen, aber keine Hoftötungen mit der Schlachtung im kleinen Schlachthof verglichen. In der vorliegenden Studie untersuchten wir im Schlachthof geschlachtete und auf dem Hof getötete Tiere desselben Betriebes auf stressanzeigende Parameter kurz vor der Tötung.

## Tiere, Material und Methoden

Der Betrieb Hofgut Rengoldshausen in Überlingen DE, plante seit 2018 die Durchführung von Hoftötungen. Es war von Anfang an vorgesehen, dass das Forschungsinstitut für biologischen Landbau FiBL Verhaltensbeobachtungen und Blutanalysen der im Schlachthof und auf dem Hof getöteten Tiere durchführt und vergleicht. Deshalb wurden bereits 2018 elf Masttiere untersucht, die im nahe gelegenen Schlachthof (zehn Minuten Transportzeit, Einzeltiertransporte) geschlachtet wurden. Leider wurden die Hoftötungen nicht wie angenommen im gleichen Jahr oder im Jahr darauf bewilligt, sondern erst im März 2021. Deshalb wurden die auf dem Hof getöteten zehn Masttiere erst im Jahr 2021 beobachtet. Im Schlachthof waren 2018 sieben männliche und vier weibliche Tiere geschlachtet worden, bei den Hoftötungen 2021 waren es sechs männliche und vier weibliche Tiere. Die im Schlachthof geschlachteten Tiere waren  $761 \pm 52$  Tage alt, die auf dem Hof getöteten Tiere  $771 \pm 44$  Tage. Alle Tiere gehörten der Rasse Original Braunvieh an und lebten von Geburt an auf dem Hofgut Rengoldshausen, dessen Stallungen, Personal und Management über die letzten fünf Jahre nahezu konstant geblieben sind. Deshalb kann man davon ausgehen, dass die Daten der beiden Tiergruppen gut

vergleichbar sind, auch wenn sie (infolge der Verzögerung der Bewilligung für die Hoftötungen durch die Behörden) drei Jahre auseinanderliegen. Die meisten Schlachtungen wurden vormittags zwischen 08.00 und 09.00 Uhr durchgeführt. Es gab eine Ausnahme bei einer Hoftötung, die schon um 07.40 Uhr stattfand, und vier Ausnahmen bei den Schlachtungen im Schlachthof, die erst zwischen 11.00 und 13.30 Uhr stattfanden. Der Mittelwertvergleich zwischen den beiden im Schlachthof geschlachteten Gruppen (normale Zeit und verspätet) ergab aber keinen signifikanten Unterschied bei den stressanzeigenden Blutparametern Cortisol, Lactat und Glucose (T-Test:  $p > 0,1$ ).

Für die Schlachtung im Schlachthof wurde das Tier in den Anhänger verladen und mit dem Traktor zum nahe gelegenen (zehn Minuten Fahrzeit) Schlachthof gefahren. Im Schlachthof wurde das Tier entweder sofort in die Betäubungsbucht geführt oder im Anhänger gelassen, bis es an der Reihe war. Oder es wurde in die Wartebucht geführt, wo auch andere Tiere waren, wo es jedoch von diesen separiert blieb. Das Tier wurde von der Wartebucht oder direkt vom Anhänger aus in die Betäubungsbucht geführt, wo es mit einem Bolzenschussgerät auf der Stirne betäubt, anschliessend mit einem Flaschenzug hochgezogen und mit einem Brust-Hals-Stich entblutet wurde.

Die Hoftötungen wurden jeweils in einem Stallabteil durchgeführt, wo sich das betreffende Tier zusammen mit einem anderen Tier befand, und an das die Tiere schon gewöhnt waren. Das zu schlachtende Tier wurde in ein speziell für die Betäubungen eingerichtetes Selbstfangfressgitter hineingelassen und dann fixiert (Abb. 1). Meistens frass das Tier dann etwas Heu. Währenddessen wurde es mit einem Bolzenschuss auf die Stirne betäubt, anschliessend sofort aus dem Fressgitter befreit und mit einem Flaschenzug in den Transportanhänger gezogen, wo es durch einen Brust-Hals-Stich entblutet wurde.

Kurz vor der Betäubung wurde, sowohl bei der Hoftötung als auch im Schlachthof, jedes Tier in seinem Verhalten beobachtet und nach einem Score von 1 = ruhig bis 3 = nervös eingeschätzt. Score 1 bedeutet, dass das Tier kurz vor der Betäubung im Fressgitter oder in der Fixierung im Schlachthof ruhig steht oder auch den Kopf leicht anhebt, aber nicht stark bewegt. Score 2 bedeutet, dass das Tier steht und den Kopf unruhig bewegt. Score 3 bedeutet, dass das Tier sich nervös bewegt; es bewegt den Kopf und auch die Gliedmassen, es versucht beim Betäuben den Kopf wegzuziehen.

Während des Entblutens wurden Stichblutproben mit einem Becher entnommen und sofort mit einem Schnelltest auf ihren Glucosegehalt (mg/dl; Accu-Chek Guide,

Roche Diabetes Care Deutschland GmbH, Mannheim) und Lactatgehalt geprüft (mmol/l; Lactate Scout, EKF Diagnostics GmbH, Barleben, DE). Die Blutproben wurden anschliessend jeweils in zwei Probenröhrchen à 10 ml gefüllt, gekühlt zum Labor am FiBL transportiert und dort mit 3000 Umdrehungen pro Minute zehn Minuten lang zentrifugiert. Das Serum wurde abpipettiert und bei  $-18^{\circ}\text{C}$  eingefroren. Jeweils nach den elf beziehungsweise zehn Schlachtungen wurden die gefrorenen Serumproben in das Labor des Universitätsspitals Zürich gebracht für die Analyse der Cortisolgehalte mit der Elektrochemilumineszenz-Immunoassay-Methode (Dokumentation Roche, E170).

Die statistischen Analysen der Ergebnisse wurden mit dem Programm SPSS20 durchgeführt. Die Vergleichbarkeit bezüglich Alter und Geschlecht der beiden Gruppen, das heisst der im Schlachthof und der auf dem Hof getöteten Tiere, wurde mittels deskriptiver Statistiken geprüft und bestätigt. Danach wurden Modelle mit Mittelwertvergleichen (einfaktorielle ANOVA) berechnet. Die Zielvariablen waren die stressanzeigenden Parameter Cortisol-, Lactat- und Glucosegehalt im Stichblut. Die erklärende Variable war der Schlachtort, das heisst der Schlachthof oder das Hofgut Rengoldshausen. Zu den Verhaltensbeobachtungen vor der Betäubung wurden Kreuztabellen mit Chi-Quadrat-Tests berechnet, um zu ermitteln, ob sich die Tiere im Schlachthof und auf dem Hofgut unterschiedlich verhielten und ob ihr Verhalten vom Alter und/oder vom Geschlecht abhängig war.

## Resultate

Alle drei im Stichblut untersuchten Parameter zeigten bei den im Schlachthof geschlachteten Tieren ein wesentlich höheres Stressniveau an als bei den auf dem Hof getöteten Tieren (Tab. 1 und Tab. 2). Der Lactatgehalt im Stichblut lag bei im Schlachthof geschlachteten Tieren mehr als doppelt so hoch als bei auf dem Hof getöte-

**Tab. 1 | Mittelwerte und Standardabweichungen der Stress anzeigenden Parameter im Stichblut von im Schlachthof und auf dem Hof getöteten Tieren**

Schlachtort	Lactatgehalt im Stichblut	Glucosegehalt im Stichblut	Cortisolgehalt im Serum des Stichblutes
Schlachthof	6,08 ± 1,65 mmol/l	85,0 ± 9,04 mg/dl	9,05 ± 1,36 µg/dl
Hofgut Rengoldshausen	2,63 ± 1,48 mmol/l	68,9 ± 20,49 mg/dl	0,45 ± 0,28 µg/dl
Signifikanzniveau des Unterschiedes zwischen den Schlachtorten	ANOVA: $p < 0,000$	ANOVA: $p = 0,029$	ANOVA: $p < 0,000$

ten Tieren. Der Glucosegehalt im Stichblut lag bei im Schlachthof geschlachteten Tieren um ein Viertel höher als bei den auf dem Hof getöteten Tieren. Der Gehalt des Stresshormons Cortisol im Serum des Stichblutes lag bei im Schlachthof geschlachteten Tieren zwanzigmal höher als bei auf dem Hof getöteten Tieren.

Kurz vor der Betäubung verhielten sich im Schlachthof sechs Tiere unruhig und fünf Tiere nervös. Auf dem Hofgut Rengoldshausen hingegen verhielten sich fünf Tiere ruhig, drei Tiere unruhig und ein Tier nervös; bei einem Tier wurde das Verhalten nicht erfasst. Der Unterschied zwischen den Schlachtorten war signifikant (Chi-Quadrat-Test:  $p=0,014$ ; Abb. 2). Das Schlachalter hatte keinen

**Tab. 2 | Ergebnisse der individuellen Blutuntersuchungen und Verhaltensbeobachtungen bei 10 Hoftötungen und 11 Schlachtungen im Schlachthof von Tieren des gleichen Betriebs**

Schlachtort	Geschlecht	Schlachalter Tage	Cortisol $\mu\text{g}/\text{dl}$	Lactat $\text{mmol}/\text{l}$	Glucose $\text{mg}/\text{dl}$	Betäubung (Score: 1 = ruhig, 2 = unruhig, 3 = nervös)
Schlachthof	männlich	747	10,4	8,5	86	2
Schlachthof	weiblich	864	7,3	3,7	79	2
Schlachthof	weiblich	727	7,1	4,3	80	2
Schlachthof	weiblich	859	9,6	5,2	83	2
Schlachthof	männlich	724	8,2	8,5	89	2
Schlachthof	weiblich	779	8,7	8,2	76	2
Schlachthof	männlich	749	10,6	5,8	71	3
Schlachthof	männlich	715	10,1	5,1	92	3
Schlachthof	männlich	725	10,9	5,8	100	3
Schlachthof	männlich	746	8,9	5,7	81	3
Schlachthof	männlich	742	7,7	6,1	98	3
Hoftötung	männlich	744	0,35	1,7	81	1
Hoftötung	weiblich	860	0,30	2,3	67	3
Hoftötung	weiblich	791	0,69	2,2	76	2
Hoftötung	weiblich	717	0,30	1,4	86	1
Hoftötung	männlich	745	<0,2	1,9	18	1
Hoftötung	männlich	756	0,95	3,1	81	1
Hoftötung	männlich	756	<0,2	2,9	78	1
Hoftötung	weiblich	796	0,77	1,9	78	2
Hoftötung	männlich	728	0,57	6,3	74	nicht erfasst
Hoftötung	männlich	817	<0,2	nicht erfasst	50	2

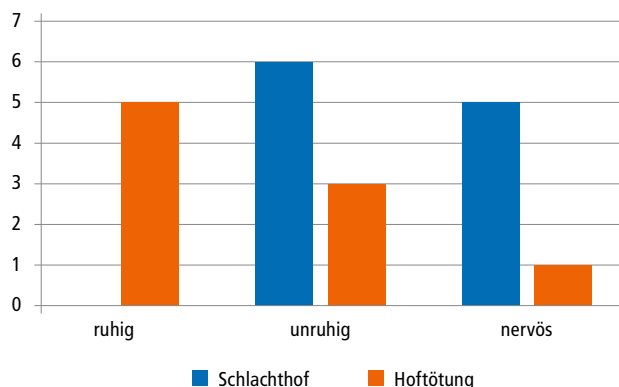
Einfluss auf das Verhalten der Tiere (Chi-Quadrat-Test:  $p=0,148$ ). Von den weiblichen Tieren verhielt sich ein höherer Anteil unruhig als von den männlichen, aber von den männlichen verhielt sich ein höherer Anteil nervös als von den weiblichen. Insgesamt war der Unterschied zwischen den Geschlechtern nicht gross (Chi-Quadrat-Test:  $p=0,046$ ).

## Diskussion

Der wichtigste stressanzeigende Parameter bei Schlachtungen ist nebst dem Verhalten das Stresshormon Cortisol im Serum des Stichblutes. Ein hoher Cortisolgehalt weist auf ein gesteigertes Stressniveau kurz vor der Schlachtung hin (Hemsworth *et al.*, 2011). Der Cortisolgehalt bleibt im Serum zudem länger erhalten als der Gehalt anderer Stresshormone wie Catecholamine und Adrenaline (Broom & Johnson, 1993). Er kann jedoch von der Tageszeit beeinflusst sein. Dieser Einfluss zeigte sich aber bei den geringen zeitlichen Abweichungen in unserer Studie nicht. Die Cortisolgehalte im Stichblut waren in der vorliegenden Untersuchung im Durchschnitt im Schlachthof zwanzigmal höher als bei den Hoftötungen. Dieser Unterschied ist sehr gross und liegt über den Erwartungen. In der Studie von Probst *et al.* (2017) waren die Cortisolgehalte im Stichblut der im Schlachthof geschlachteten Tiere zehnmal höher als die Gehalte der auf dem Heimbetrieb per Weideschuss mit anschliessender Entblutung getöteten Tiere (die beiden Tiergruppen stammten aber von unterschiedlichen Betrieben). Die sehr grossen Unterschiede der Cortisolgehalte in der vorliegenden Untersuchung weisen auf viel geringeren Stress vor der Tötung auf dem Hof als vor der Tötung im Schlachthof hin.

Der Glucosegehalt im Blut ist als Stressindikator etwas weniger aussagekräftig, da die Glucosemobilisation und die Gluconeogenese langsamere Prozesse sind als die Hormonausschüttung (Kreuzer *et al.*, 1998). Diese werden teilweise durch die Stresshormone ausgelöst. Da sowohl eine Hypoglykämie als auch eine Hyperglykämie stressinduziert sein können, ist es schwierig, allein aus den Glucosewerten auf Stress zu schliessen. In der vorliegenden Untersuchung war der Unterschied der Glucosegehalte im Stichblut zwischen den beiden Schlachtorten relativ gering, aber dennoch signifikant höher bei den im Schlachthof geschlachteten Tieren.

Der Lactatgehalt im Blut ist in belastenden Situationen oft erhöht (Kreuzer *et al.*, 1998), deshalb dient er auch als Stressindikator. Ein erhöhter Lactatspiegel ist eine Folge der anaeroben Glykogenolyse. Der damit einhergehende gesteigerte Sauerstoffbedarf führt zu einer



**Abb. 2 | Häufigkeitsverteilung der Verhaltensweisen der Tiere kurz vor der Betäubung im Schlachthof und auf dem Hofgut Rengoldshausen. (Der Unterschied zwischen den Schlachtorten ist signifikant: Chi-Quadrat-Test;  $p=0,014$ )**

erhöhten Blutzufuhr zu den Muskeln und gleichzeitig zu einer verminderten Blutzufuhr zum Verdauungs- und Stoffwechselsystem. Der Lactatabbau in der Leber wird gestoppt, was zu einem Anstieg des Lactatspiegels im Blut führt. Hohe Lactatgehalte im Blut können jedoch auch durch erhöhte Muskelbewegungen entstehen, die nicht mit Stress zusammenhängen. In der vorliegenden Studie lagen die Lactatgehalte im Stichblut der im Schlachthof getöteten Tiere wesentlich höher als jene der auf dem Hof getöteten Tiere.

Im Zusammenhang mit den hohen Cortisolwerten müssen auch die hohen Lactat- und Glucosewerte im Schlachthof mit Stress in Verbindung gebracht werden. Auch das Verhalten der Tiere weist in diese Richtung: Im Schlachthof zeigten wesentlich mehr Tiere ein nervöses Verhalten als auf dem Hof getötete Tiere und keines der im Schlachthof geschlachteten Tiere zeigte ein ruhiges Verhalten (vgl. Abb. 2).

All diese Ergebnisse sollten dazu führen, dass Tötungen auf dem Hof vermehrt empfohlen und durchgeführt werden, da diese den Stress vor der Schlachtung stark verringern können. Das in dieser Studie ermittelte Stressniveau im Schlachthof war im Vergleich zu anderen Studien (Probst *et al.*, 2012; Probst, 2013; Probst *et al.*, 2017) besonders hoch. Mit  $9,05 \mu\text{g/dl}$  lag der durchschnittliche Cortisolgehalt im Blut deutlich über dem von Grandin (1997) als Stressindiz auf Schlachthöfen beschriebenen Mittelwert von  $7,0 \mu\text{g/dl}$ . Die bei den Hoftötungen gemessenen Cortisolgehalte waren hingegen besonders niedrig. Derart niedrige Cortisolgehalte werden auf Schlachthöfen nur in Einzelfällen erreicht (bei rund 10 % der Tiere, gemäss unseren eigenen, unveröffentlichten Untersuchungen). Es ist jedoch unklar, warum die Cortisolgehalte im Blut der im Schlachthof

geschlachteten Tiere dieser Studie besonders hoch waren. Ein Grund könnte darin liegen, dass die Trennung von den Artgenossen und das Aufladen des Tieres in das Transportfahrzeug meistens noch nicht lange (nur etwa 15 Minuten) her waren, als das Tier betäubt wurde. Zudem nahm das Tier nach dem Abladen wohl die Stresssignale der anderen Tiere wie Vokalisation, Geruch von Schweiß und Stresshormonen im Blut auf dem Schlachthof wahr, was auch seinen eigenen Stress förderte. Bei der Tötung auf dem Hof war jeweils ein weiteres Tier in derselben Bucht wie das zu tötende, so dass dieses nie allein war. Dies ist auf dem Hofgut Rengoldshausen Teil des Systems der Hoftötung. Dieses System ist bezüglich der Stressreduktion für die Tiere sehr erfolgreich. Auch das zweite, nicht getötete Tier zeigt keinen Stress, wahrscheinlich weil es von dem zu tötenden Tier keine Stresssignale erhält (vgl. Trampenau, 2013).

Weitere Untersuchungen in verschiedenen Schlachthöfen und mit allein und nicht allein transportierten Tieren sowie mit unterschiedlichen Systemen der Hoftötung wären sinnvoll, um die stressauslösenden Faktoren noch besser zu erkennen, so dass sie vermeidbar werden. Zudem fehlen Untersuchungen zur Fleischqualität in Abhängigkeit von den Schlachtmethoden weitgehend.

## Schlussfolgerungen

Da die stressanzeigenden Parameter im Blut und im Verhalten der Tiere bei den Hoftötungen deutlich geringer waren als bei den Schlachtungen im Schlachthof, ist davon auszugehen, dass der Stress der Tiere bei der Hoftötung wesentlich geringer und das Tierwohl demnach besser war. Deshalb sind Hoftötungen zu empfehlen. Weitere Studien zu den Details der stressauslösenden Faktoren sind nötig, um verschiedene Hoftötungsmethoden zu evaluieren und zu optimieren und auch um die Schlachtungen in den Schlachthöfen zu verbessern. Solche Studien könnten Grundlagen für weitergehende Empfehlungen liefern. Zudem sollte auch der Einfluss unterschiedlicher Schlachtmethoden auf die Fleischqualität untersucht werden. ■

### Dank

Wir danken dem Hofgut Rengoldshausen für die Möglichkeit der Durchführung dieses Projektes und der Stiftung Edith Maryon, der Software AG – Stiftung und der Mahle-Stiftung für die Finanzierung. Dem Schlachthof danken wir für die gute Zusammenarbeit.

## Literatur

- Averós, X., Martín, S., Riu, M., Serratos, J., & Gosálvez, L. F. (2008). Stress response of extensively reared young bulls being transported to growing-finishing farms under Spanish summer commercial conditions. *Livest. Sci.* 119, 174–182. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2008.04.002>
- Apple, J. K., Kegley, E. B., Galloway, D. L., Wistuba, T. J., & Rakes, L. K. (2005). Duration of restraint and isolation stress as a model to study the dark-cutting condition in cattle. *J. Anim. Sci.* 83, 1202–1214. <https://doi.org/10.2527/2005.8351202x>
- Bourguet, C., Deiss, V., Gobert, M., Durand, D., Boissy, A., & Terlouw, E. M. C. (2010). Characterising the emotional reactivity of cows to understand and predict their stress reactions to the slaughter procedure. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 125(1–2): 9–21. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2010.03.008>
- Broom, D. M., & Johnson, K. G. (1993). *Stress and Animal Welfare*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands, pp. 228. <https://link.springer.com/book/10.1007/978-94-024-0980-2>
- Broom, D. M. (2003). Transport stress in cattle and sheep with details of physiological and other indicators. *Dtsch. tierärztl. Wschr.* 110, 83–89. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12731104/>
- Gallo, C. B., & Huertas, S. M. (2016). Main animal welfare problems in ruminant live-stock during preslaughter operations: a South American view. *Animal* 10, 357–364. <https://doi.org/10.1017/S1751731115001597>
- Grandin, T. (1997). Assessment of stress during handling and transport. *Journal of Animal Science* 75, 249–257. <https://doi.org/10.2527/1997.751249x>
- Grandin, T. (2001). Cattle Slaughter Audit Form. <https://www.grandin.com/cattle.audit.form.html>
- Grandin, T., & Shivley, C. (2015). How Farm Animals React and Perceive Stressful Situations Such As Handling, Restraint, and Transport. *Animals*: 5(4): 1233–1251. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26633523>
- Grandin, T. (2021). Recommended Animal Handling Guidelines & Audit Guide: A Systematic Approach to Animal Welfare. *North American Meat Institute*. 2021
- Gruber, S. L., Tatum, J. D., Engle, T. E., Chapman, P. L., Belk, K. E., & Smith, G. C. (2010). Relationships of behavioral and physiological symptoms of pre-slaughter stress to beef longissimus muscle tenderness. *J. Anim. Sci.* 88(3): 1148–1159. [https://web.archive.org/web/20190226171808id\\_/http://pdfs.semanticscholar.org/818f/85831926086f84f2c737524832e25558b862.pdf](https://web.archive.org/web/20190226171808id_/http://pdfs.semanticscholar.org/818f/85831926086f84f2c737524832e25558b862.pdf)
- Hemsworth, P. H., Rice, M., Karlen, M. G., Calleja, L., Barnett, J. L., Nash, J., & Coleman, G. J. (2011). Human-animal interactions at abattoirs: Relationships between handling and animal stress in sheep and cattle. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 135, 24–33. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2011.09.007>
- Hostettler, S. (2022). Wenige 100 Tiere werden in der Schweiz aktuell auf dem Hof getötet. *Schweizerische Bauernzeitung, online Ausgabe*, 21.10.2022
- Kreuzer, M., Langhans, W., Sutter, F., Christen, R. E., Leuenberger, H., & Kunz, P. L. (1998). Metabolic response of early-lactating cows exposed to transport and high altitude grazing conditions. *Anim. Sci.* 67, 237–248. <https://doi.org/10.1017/S135772980009991>
- Losada-Espinosa, N., Villarroel, M., María, G. A., & Miranda-de la Lama, G. C. (2018). Pre-slaughter cattle welfare indicators for use in commercial abattoirs with voluntary monitoring systems: A systematic review. *Meat Science* 138, 34–48. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2017.12.004>
- Petherick, J. C., Doogan, V. C., Venus, B. K., Holroyd, R. G., & Olsson, P. (2009). Quality of handling and holding yard environment, and beef cattle temperament: 2. Consequences for stress and productivity. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 120, 28–38. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2009.05.009>
- Probst, J. K., Spengler Neff, A., Leiber, F., Kreuzer, M., & Hillmann, E. (2012). Gentle touching in early life reduces avoidance distance and slaughter stress in beef cattle. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 139, 42–49. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2012.03.002>
- Probst, J. K. (2013). Stress reduction in slaughter cattle by improving the human-animal relationship. *Diss. ETH No. 21357*, Eidgenössische Technische Hochschule Zürich, Schweiz.
- Probst, J. K., Meili, E., & Spengler Neff, A. (2017). Auswirkungen von Stressoren vor der Schlachtung auf Rinder bei zwei verschiedenen Schlachtmethoden (Bolzen-schuss im kleinen Schlachthof und Kugelschuss auf der Weide). 14. Wissenschafts-tagung Ökologischer Landbau. <https://orgprints.org/id/eprint/31803/>
- Reiche, A.-M., Oberson, J.-L., Silacci, P., Messadène-Chelali, J., Hess, H.-D., Dohme-Meier, F., Dufey, P.-A., & Terlouw, E. M. C. (2019). Pre-slaughter stress and horn status influence physiology and meat quality of young bulls. *Meat science* 158. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2019.107892>
- Terlouw, E. M. C. (2015). *Stress reactivity, stress at slaughter and meat quality*. CRC Press, Philadelphia, USA.
- Trampenau, L. (2013). Vom Töten auf der Weide: Die Prozessqualität ist entscheidend. *Journal culinaire* 17, 2013, 97–102. <https://www.innovative-schlachtsysteme.de/share/files/downloads/2013%20Journal%20Culinaire.pdf>