



Rundsendung 08 / 2010

19.05.2010

Schlachtung

Tiergerechtes Schlachten: Defizite und Lösungsansätze

Klaus Troeger

Aus dem Institut für Technologie (Direktor: Prof. Dr. K. Troeger) der Bundesforschungsanstalt für Ernährung und Lebensmittel, Standort Kulmbach

Schlüsselwörter:

Schweineschlachtung, Tierschutz, Elektrobetäubung, CO₂-Betäubung, Entblutung

Zusammenfassung:

Es werden Tierschutzdefizite bei der Schweineschlachtung sowie Lösungsansätze aufgezeigt. Bei einer Elektrobetäubung muß das erste Ziel sein, die Tiere möglichst sofort, d.h. innerhalb < 1 sec in den Zustand der Bewusstlosigkeit zu versetzen. Andernfalls wird die elektrische Durchströmung als äußerst schmerzhaft empfunden. Weiterhin muß eine Elektrobetäubung eine ausreichend lang anhaltende (in den Tod übergehende) Bewusstlosigkeit sowie eine akzeptable Ruhelage der Tiere bewirken. Dies wird mit „modernen“ Elektrobetäubungsanlagen (hochfrequenter Strom) nur erreicht, wenn außer einer Kopfdurchströmung gleichzeitig oder anschließend auch eine Herzdurchströmung zur Auslösung von Kammerflimmern stattfindet. Solche irreversiblen Elektrobetäubungsverfahren werden den Tierschutzanforderungen am ehesten gerecht. Die CO₂-Betäubung wirkt im Gegensatz zu einer optimalen Elektrobetäubung nicht sofort, sondern die Tiere sind in der Anflutungsphase für einen Zeitraum von ca. 10 bis 20 sec Belastungen, v.a. durch ein Gefühl der Atemnot, ausgesetzt. Dieser Nachteil kann durch die Verwendung von Argon/Stickstoff zwar vermieden werden; es treten dann allerdings so gravierende Schlachtkörperschäden (Blutpunkte) auf, dass die Verwendung dieser Alternativgase bei der Schweinebetäubung gegenwärtig für die Schlachtbetriebe noch nicht akzeptabel ist. Die Tötung der Tiere erfolgt bei reversiblen Betäubungsverfahren wie der CO₂-Betäubung durch den Blutentzug. Werden die Tiere (versehentlich) nicht oder ungenügend entblutet, kehren Empfindungs- und Wahrnehmungsvermögen zurück. Damit besteht bei Bandschlachtungen die Gefahr, dass die Tiere mit (wiedererlangtem) Sensorium in die Brühanlage gefördert werden. Aus Tierschutzsicht ergibt sich deshalb die prioritäre Forderung, die Entbluteeffektivität jedes Einzeltieres zu kontrollieren.

Key words:

Pig slaughtering, animal welfare, electrical stunning, CO₂-stunning, bleeding

Summary:

Animal welfare deficiencies regarding pig slaughtering and possible solutions are shown. The first intention of an electrical stun should be to render the animal unconscious immediately, that means within < 1sec. Otherwise, electrical current causes extreme pain. Secondly, an electrical stun should induce unconsciousness which directly goes on to death and an acceptable immobilisation of the animal. This can be reached by “modern” (high frequency) stunning equipment only, if electrical stunning involves not only transcranial application of an electrical current but also head-to-body application to induce cardiac ventricular fibrillation. Such irreversible methods meet best the animal welfare requirements. CO₂-stunning has not an immediate effect like optimal electrical stunning, but the animals feel respiratory distress occurring prior to loss of posture (10 to 20 seconds). This is not the case if argon/nitrogen is used instead of CO₂. But because of the incidence of blood splash in ham muscles, connected with the use of these alternative gases, the method is not accepted by slaughterhouses till now. Killing of animals is performed, if the stunning method is reversible like CO₂-stunning, by exsanguination. When the animals are not stuck (by mistake) or are bled only imperfectly, they regain in the slaughterline. Therefore, the risk exists, that animals with (regained) sensorium

are conveyed into the scalding tank. From the animal welfare point of view, the supervision of adequate sticking each single pig is mandatory necessary.

Einleitung

Nach europäischem Recht (Richtlinie 93/119/EG), in nationales Recht umgesetzt durch die Tierschutz-Schlachtverordnung (TierSchlV, 1997), sind Tiere vor der Schlachtung durch Blutentzug zu betäuben. Dadurch sollen den Tieren zum Zeitpunkt der Schlachtung oder Tötung vermeidbare Schmerzen und Leiden erspart werden. Als hauptsächlich angewendete Betäubungsverfahren sind die elektrische Durchströmung, die Kohlendioxidexposition sowie der Bolzenschuss zu nennen. Die ersten beiden Verfahren kommen v.a. bei Schweinen und Geflügel zur Anwendung, während die Betäubung mittels Bolzenschuss meist bei Rindern, Pferden und kleinen Wiederkäuern praktiziert wird. Bei korrektem Ansatz des Schussapparates und ausreichender Treibkraft und Länge des Bolzens ist die Bolzenschussbetäubung eine sehr schnelle, effektive und nachhaltige Betäubungsmethode. Dagegen sind sowohl bei der Elektrobetäubung als auch bei der Betäubung mittels Kohlendioxid Tierschutzdefizite erkennbar. Aus Sicht des Tierschutzes muss auch der Entblutung, insbesondere bei reversiblen Betäubungsverfahren, wie der CO₂-Betäubung, ganz besonderes Augenmerk gelten.

Elektrobetäubung

Die Elektrobetäubung bewirkt eine Stimulierung des ganzen Gehirns, wobei es zu einer länger anhaltenden Depolarisation von Nervenzellen mit fortlaufenden Aktionspotentialen, einem sog. paroxysmalen Depolarisationsshift, kommt. Wenn dies in größeren Gruppen von Neuronen in beiden zerebralen Hemisphären auftritt ist die Folge ein generalisierter epileptischer Anfall (Grand mal). Grand mal Epilepsie ist ein pathologisches Extrem neuronaler Synchronie und wird als unvereinbar mit einer normalen neuronalen Funktion und damit der Aufrechterhaltung des Bewusstseins gesehen (Cook et al., 1992 und 1995). Aus Gründen des Tierschutzes soll die elektrische Durchströmung zu sofortiger Empfindungs- und Wahrnehmungslosigkeit führen und nicht nur eine Elektroimmobilisation durch Muskelversteifung (bei erhaltenem Sensorium) bewirken. In diesem Fall zeigen die Tiere nach Ende des Stromflusses nicht den typischen Verlauf eines epileptiformen Anfalls mit tonischer, gefolgt von klonischer Krampfphase, sondern reagieren mit deutlicher Schmerzäußerung (Vokalisation während des Stromflusses im Kopfbereich nicht möglich). Aus Untersuchungen am Menschen ist bekannt, daß elektrischer Strom mit einer spezifischen Energie von etwa $500 \text{ Ampere}^2 \times \text{sec} \times 10^{-6}$ (z.B. 175 Volt; 0,128 Ampere; Stromflussdauer 26,6 ms), der durch den Körper fließt, als unerträglich schmerzhaft empfunden wird (Biegelmeier 1986). Die initialen Betäubungsströme liegen in diesem Bereich und höher, so dass die Notwendigkeit des Erreichens einer sofortigen Empfindungslosigkeit deutlich wird. Wie Untersuchungen mit einem konstanten Betäubungsstrom von 1,3 Ampere ergeben haben, kann bei optimalen funktionellen und technischen Parametern (bilaterale Kopfdurchströmung) ein generalisierter zerebraler Anfall bereits nach einer Stromflusszeit von 300 ms erreicht werden (Berghaus & Troeger 1998). Kürzere Stromflusszeiten (100 und 200 ms) führten nicht zur Empfindungs- und Wahrnehmungslosigkeit, sondern zu deutlichen Schmerzäußerungen und Panikreaktionen. Demnach kann davon ausgegangen werden, dass die Einleitungsphase jeder üblichen Elektrobetäubung mit einer (kurzzeitigen) starken Schmerzempfindung verbunden ist. Dies wird auch von Eichmeier (1997) für die Elektronarkose bestätigt.

Nicht tierschutzkonforme Elektrobetäubungen sind in der Praxis, unabhängig von der Betriebsgröße, relativ häufig anzutreffen. Fehler sind nicht korrekte Elektrodenansätze (Hirn liegt nicht auf kürzester Verbindungslinie zwischen den Elektroden), schlecht gewartete Geräte (Elektrodenzustand u.a.) und mechanisch/elektrotechnisch nicht einwandfrei funktionierende bzw. prinzipiell nicht geeignete Anlagen. Es gibt eine breite Palette unterschiedlicher Elektrobetäubungsgeräte und -anlagen, die sich hinsichtlich der Stromparameter (Stromstärke, -frequenz, -form u.a.) und Anwendungsteile (mechanische Komponenten) deutlich unterscheiden. Während bei einer handwerklichen Schlachtung die Tiere i.d.R. manuell mit einer Betäubungszange betäubt werden, sind in industriellen Schlachtbetrieben automatische Anlagen mit Stundenleistungen bis zu 600 Schweinen im Einsatz (Abb. 1). Die Zuführung der Tiere erfolgt über Einzeltreibgänge und erfordert den regelmäßigen Einsatz von Elektrotreibhilfen, was zu einer hohen Stressbelastung für die Tiere führt. Die Mindestvorgaben für die Elektrobetäubung und Tötung von Schweinen in der TierSchlV (1997) beziehen sich auf rechteck- oder sinusförmige Wechselströme mit einer Frequenz von 50 bis 100 Hz. In der Praxis werden jedoch seit Jahren überwiegend höherfrequente Betäubungsströme (300 bis > 1000 Hz) angewandt, um Schlachtschäden zu minimieren. Mit diesen Verfahren ist eine tierschutzkonforme Elektrobetäubung, ausgeführt als alleinige bilaterale Kopfdurchströmung, im Rahmen der Mindestanforderungen der TierSchlV praktisch nicht möglich. Zu kurz ist die Phase der Bewusstlosigkeit, korrektes Stechen ist durch starke motorische Reaktionen deutlich erschwert. Nach einer (Kopf-)Betäubung mit höherfrequenten Strömen ist eine anschließende elektrische Induktion von Herzkammerflimmern durch einen Stromfluss Kopf-Körper oder Körper-Körper zwingend notwendig. Dabei

darf dieser Herzstrom, um wirkungsvoll zu sein, nur eine Frequenz von 50 bis maximal 100 Hz aufweisen. Aus Gründen des Tierschutzes sollten solche irreversible Verfahren, d.h. Verfahren, die durch Auslösen von Herzkammerflimmern zu einer dauerhaften Ausschaltung des Empfindungs- und Wahrnehmungsvermögens führen, bindend gefordert werden (Tabelle 1). Um zukünftig zu vermeiden, dass aus Sicht des Tierschutzes ungeeignete Elektrobetäubungsgeräte zur Anwendung kommen, soll im neuen nationalen Tierschutz-Schlachtrecht ein Zulassungsverfahren für Geräte oder Anlagen zur Betäubung oder Tötung von Tieren vorgeschrieben werden.

Ein weiteres, gravierendes Tierschutzproblem ist bei der Elektrobetäubung von schweren Schweinen (i.d.R. Altsauen, Alteber) zu erkennen. Nach Erfahrungen aus der Praxis kommt es bei diesen Tieren häufig zu Fehlbetäubungen. Die in der TierSchlV vorgeschriebenen Mindestvorgaben (z.B. 1,3 Ampere innerhalb 1 sec) sind für diese Tiergruppe offensichtlich nicht ausreichend. Auch ist mit den üblichen Betäubungszangen ein Stromfluss Kopf-Brustwand (Herz) nicht zu realisieren. Demnach sind für die Elektrobetäubung von schweren Schweinen andere Stromparameter (z.B. mind. 2,0 Ampere binnen 1 sec) sowie geeignete Stromapplikationsteile (z.B. Zangen mit extra weitem Öffnungswinkel) zu fordern.

Gasbetäubung mit Kohlendioxid

Die physiologischen Wirkungen von CO₂ sind vielfältig. Beim Einatmen hoher CO₂-Konzentrationen in der Atemluft tritt beim Menschen ein kurzer, stechender Schmerz auf der Nasenschleimhaut auf, gefolgt von einer starken, reflektorischen Ventilationssteigerung (Gefühl der Atemnot). Es tritt primär eine respiratorische Azidose ein. Der Anstieg der H⁺-Ionen-Konzentration im Blut ($\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{H}^+ + \text{HCO}_3^-$) führt zu einer Stimulierung des chemosensiblen Atemzentrums (auf der Ventralseite der Medulla oblongata), was die Ventilationssteigerung auslöst. CO₂ beeinflusst auch die Nervenzellenfunktionen. Der dominierende Effekt einer Hyperkapnie auf Nervenzellen ist die Hyperpolarisation, was zu einer verringerten Rate weitergeleiteter Aktionspotentiale führt (Carpenter et al. 1974). Als Wirkungsmechanismus wird in vielen Untersuchungen die durch CO₂ verursachte, intrazelluläre pH-Wertabsenkung vermutet. Die anästhesierende Wirkung von Kohlendioxid ist unbestritten, jedoch setzt die Wirkung nicht sofort ein, so dass die Tiere für einen Zeitraum von ca. 10 bis 20 sec Belastungen, v.a. durch ein Gefühl der Atemnot, ausgesetzt sind. Dieses Gefühl der Atemnot entsteht weniger durch den Mangel an Sauerstoff, sondern (über Afferenzen von Chemorezeptoren im Glomus caroticum und im Glomus aorticum sowie über eine direkte Wirkung auf das Atemzentrum) vor allem durch den Überschuss an CO₂ im Blut. Im weiteren Verlauf einer CO₂-Exposition kommt es häufig zu starken Muskelkrämpfen. Die Tierschutzrelevanz dieser Exzitationen wird seit Jahren diskutiert, d.h. die Frage, ob die Tiere zu Beginn dieser teilweise heftigen Reaktionen bereits empfindungs- und wahrnehmungslos sind oder nicht. Eine Reihe von elektroenzephalographischen Untersuchungen (Forslid 1987; Martoft 2001) kommt zu dem Schluss, dass die Schweine zu Beginn der Muskelkrämpfe anästhesiert sind.

Für die Durchführung einer CO₂-Betäubung sind, in Abhängigkeit der Schlachtzahlen, unterschiedliche Systeme entwickelt worden, die sich alle das höhere spezifische Gewicht von Kohlendioxid im Vergleich zu Luft zunutze machen. Die Schweine werden in „Gondeln“ nach dem Lift- oder Paternosterprinzip in eine mit einem CO₂-/Luftgemisch gefüllte Grube abgesenkt. Bei den sog. Backloader-Anlagen (Abb. 2) werden die Schweine gruppenweise zugeführt und 4 bis 5 Tiere gleichzeitig automatisch in eine Gondel eingetrieben. Bei diesem System ist der Zutriebstress im Vergleich zu Anlagen mit Einzeltreibgang deutlich verringert.

Um die Nachteile von Kohlendioxid, insbesondere in der Einleitungsphase, zu vermeiden, wurden verschiedentlich Untersuchungen mit anderen Gasen wie Argon oder Stickstoff, auch in Mischungen mit CO₂, durchgeführt. Dabei zeigte sich, dass eine Gasbetäubung mit Argon (95 %) oder Stickstoff-Argongemischen tierschutzgerechter ist als mit Kohlendioxid (Machold et al. 2003). Aufgrund negativer Auswirkungen auf die Fleischbeschaffenheit (Blutpunkte im Schinken) stellen diese Verfahren gegenwärtig jedoch keine Alternative zur Betäubung mit CO₂ dar. Weitere Untersuchungen mit alternativen Gasen erscheinen jedoch angezeigt.

Im Gegensatz zur Elektrobetäubung mit Auslösen von Herzkammerflimmern handelt es sich bei der CO₂-Betäubung um eine echte Narkose, d.h. die Wirkung ist reversibel. Von einer Tötung der Tiere kann man erst bei Gasexpositionszeiten > 5:30 min in 90 % CO₂ ausgehen (Holst, 1999). Derart lange Gasexpositionszeiten sind, auch in Backloader-Anlagen, nicht praktikabel. Demnach erfolgt die Tötung der Schweine nach CO₂-Betäubung ausschließlich durch Blutentzug, d.h. diesem Arbeitsschritt kommt aus Sicht des Tierschutzes eine zentrale Bedeutung zu.

Entblutung

Die in industriellen Schweineschlachtanlagen üblicherweise vorhandenen Stechkarussell-Anlagen zur Entblutung der Tiere mittels Hohlmessern erlauben eine Kontrolle des Entbluteerfolges beim Einzeltier nicht. Damit entsprechen die Anlagen nicht der Anforderung der Tierschutz-Schlachtverordnung (§ 13, Abs. 3). In

der Praxis der industriellen Schweineschlachtung hat ein Arbeiter z.B. 600 Schweine pro Stunde zu entbluten, demnach bleiben ihm für die korrekte Ausführung des Stichs mit dem Hohlmesser 6 sec Zeit pro Tier. Die Folge ist, dass immer wieder Tiere, bei denen beim Entblutestich große Gefäße verfehlt wurden (oder die versehentlich gar nicht gestochen wurden) auf der Nachentblutestrecke (oder später) das Empfindungs- und Wahrnehmungsvermögen wiedererlangen. Da dies i.d.R. unbemerkt bleibt, gelangen die reagierenden, teils wachen Tiere in die Brühanlage. Trotz des Vorliegens umfangreicher Untersuchungen und Publikationen, die diesen Sachverhalt belegen (Schütte & Bostelmann 2001; Troeger et al. 2005; Troeger & Meiler 2006), betroffen sind ca. 1 % der Schlachtschweine, wurde bisher weder seitens der Betriebe nach seitens der Überwachung auf dieses eklatante Tierschutzproblem adequat reagiert. Aus Tierschutzsicht ergibt sich hier die uneingeschränkte Forderung, die Entbluteeffektivität jedes Einzeltiers zu kontrollieren. Entsprechende methodische Vorschläge, wie die Gewichts-differenzermittlung aus Wägungen vor und nach dem Stechen oder eine (automatische) Reaktionsprüfung auf Reizung sensibler, zentralnervöser Nervenbahnen am Ende der Nachentblutestrecke wurden gemacht (Meiler et al. 2005; Troeger & Meiler 2006).

Literatur

- Berghaus A, Troeger K Electrical stunning of pigs: Minimum current flow time required to induce epilepsy at various frequencies. Proc. 44th Int. Congress of Meat Science and Technology, Barcelona, Spain 1998; 2:1070-1081.
- Biegelmeier G. Wirkung des elektrischen Stroms auf Menschen und Nutztiere: Lehrbuch der Elektropathologie. Berlin, Offenbach; VDE-Verlag 1986.
- Carpenter DO, Hubbard JH, Humphrey DR Carbon dioxide effects on nerve cell function. In: Carbon dioxide and metabolic regulations, Heidelberg: Hrsg. Nahas G, Schaefer KE, Springer-Verlag 1974.
- Cook CJ., Devine CE, Tavener A, Gilbert KV. Contribution of amino acid transmitters to epileptiform activity and reflex suppression in electrically head stunned sheep. Research in Veterinary Science 1992; 52: 48-56.
- Cook CJ, Devine CE, Gilbert KV, Smith DD, Maasland, SA, The effect of electrical head-only stun duration on electroencephalographic-measured seizure and brain amino acid neurotransmitter release. Meat Science 1995, 40: 137-147.
- Eichmeier J. Medizinische Elektronik: eine Einführung. Berlin, Heidelberg, New York: Springer-Verlag 1997.
- Forslid A. Transient neocortical, hippocampal and amygdaloid EEG silence induced by one minute inhalation of high CO₂ concentration in swine. Acta Physiol. Scand 1987; 130:1-10.
- Holst S. Assessment of time to ensure irreversible stunning of pigs in 90 % CO₂. Proc. Internat. Workshop on stunning systems for pigs and animal welfare. Billund, 25.-27. August 1999, Roskilde K 1999: Danish Meat Research Institute.
- Machold U, Troeger K, Moje M. Gasbetäubung von Schweinen. Ein Vergleich von Kohlendioxid, Argon, einer Stickstoff-Argon-Mischung und Argon/Kohlendioxid (2-stufig) unter Tierschutzaspekten. Fleischwirtschaft 2003; 83 (10):109-114
- Martoft L: Neurophysiological effects of high concentration CO₂-inhalation in swine. Ph.D.thesis 2001; University Frederiksberg, Denmark.
- Meiler D, Troeger K, Moje M, Dederer I, Peschke W, Götz KU, Stolle A (2005): Qualitätssicherung bei der Entblutung von Schlachtschweinen – Einfluss auf die Fleischqualität. Mittbl. Fleischforsch. Kulmbach 2005; 44: (168) 77–83.
- Richtlinie 93/119/EG des Rates über den Schutz von Tieren zum Zeitpunkt der Schlachtung oder Tötung Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften Nr. L 340; 1993, 21-32.
- Schütte A, Bostelmann N. Stuserhebung zur Effektivität der CO₂-Betäubung von Schlachtschweinen in der BRD gemäß der derzeit gültigen Tierschutz-Schlachtverordnung, sowie Untersuchungen über deren Beeinflussung durch externe und interne (tierspezifische) Faktoren. Abschlussbericht des BMVEL-Forschungsauftrags 97HS032, Bonn: Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft 2001.
- TierSchlV. Verordnung zum Schutz von Tieren im Zusammenhang mit der Schlachtung oder Tötung. 1997; I Nr. 13, 405-415
- Troeger K, Moje M, Schurr B. Kontrolle der Entblutung - Voraussetzung für eine tierschutzkonforme Schweineschlachtung. Fleischwirtschaft 2005; 85 (2): 107-110
- Troeger K, Meiler D. Tötung von Schlachtschweinen durch Blutentzug. Entwicklung eines praxisgerechten Kontrollverfahrens – Machbarkeitsstudie. Fleischwirtschaft 2006; 86 (10): 115-118

Dir. u. Prof. Prof. Dr. Klaus Troeger

Bundeforschungsanstalt für Ernährung und Lebensmittel, Standort Kulmbach,

E.-C.-Baumann-Straße 20,

95326 Kulmbach

Tabelle 1: Irreversible Elektrobetäubungsverfahren (Herzkammerflimmern)

	Manuelle Verfahren	Automatische Verfahren
Elektrodenansatz	Kopf bilateral, anschließend Kopf - Körper bzw. Körper - Körper oder nur Kopf - Körper	Kopf bilateral, anschließend Kopf-Körper
Fixierungseinrichtung	Bucht, Falle	Band-Restrainer (z.B. MIDAS- Anlage)
Versorgungsteil: Spannung	220 - 400 80 - 120 ^{a)}	230 - 260 150 ^{a)}
Stromstärke (A) ¹⁾	$\geq 1,3$ $\geq 1,0^a)$	ca. 1,7 - 2,5 ca. 1,0 - 1,7 ^{a)}
Frequenz (Hz) ²⁾	50 - 1000	800 – ca. 1300
Ladung (As)	ca. 4 - 5 ca. 3 ^{a)}	ca. 6 ca. 3 ^{a)}
Anwendungsteile:	2-Hand-Zange oder Gabel; Herzelektrode ^{a)}	pneumatische Schwenk- Kopfelektroden; pneumatische Herzelektrode ^{a)}

1) bei Geräten mit konstanter Spannung widerstandsabhängig

2) Zur Auslösung von Herzkammerflimmern (Stromfluss Kopf-Körper/Körper-Körper) 50 - 60 Hz
nur zur Auslösung von Herzkammerflimmern nach vorheriger bilateraler Kopfdurchströmung

Abb.1: Automatische Elektrobetäubungsanlage (Band-Restrainer) mit angelegten Kopfelektroden und zusätzlicher Herzelektrode (MIDAS-Anlage, Fa. Stork, NL)

Abb. 2: CO₂-Betäubungsanlage, Paternostersystem Backloader (links: Eintrieb, Rechts: Auswurf; Fa. Butina, DK)