

Mast von immunkastrierten Schweinen - praktische Erfahrungen

Werner Hagmüller^{1*} und Markus Gallnböck¹

Einleitung

Als Ebergeruch bezeichnet man urinöse bzw. fäkale Geruchs- bzw. Geschmacksabweichungen im Fleisch unkastrierter männlicher Schweine, die v.a. durch einen erhöhten Gehalt von Androstenon und Skatol hervorgerufen werden. Zur Sicherstellung einer gleichmäßig hohen Fleischqualität in Bezug auf diese Merkmale werden europaweit etwa 100 Millionen männlicher Ferkel kastriert (EFSA, 2004). Die chirurgische Kastration darf in Österreich in den ersten 7 Lebenstagen der Ferkel von einer sachkundigen Person ohne Schmerzausschaltung durchgeführt werden. Später darf der Eingriff nur von einem Tierarzt nach wirksamer Betäubung und anschließender Verwendung schmerzstillender Mittel vorgenommen werden (THVO, 2004). Die Erkenntnisse der in den letzten Jahren weltweit intensivierten Forschung zu praktikablen Alternativen zur chirurgischen Kastration haben in mehreren EU-Ländern zu einer Abkehr von der betäubungslosen Kastration geführt. Norwegen, Dänemark, Deutschland, Schweiz und Holland haben bereits Maßnahmen zur Vermeidung von Schmerzen bei der chirurgischen Kastration umgesetzt.

In Österreich wird auf Bio-Austria-Mitgliedsbetrieben ab Oktober 2010 nur mehr mit Schmerzbehandlung kastriert.

Neben der chirurgischen Kastration stehen die Mast intakter Tiere („Ebermast“) und die Verabreichung einer GnRH Vakzine („Immunkastration“) als alternative Methoden ohne chirurgischen Eingriff zur Wahl. Vor- und Nachteile der chirurgischen Methoden wurden bereits umfassend diskutiert (BAUMGARTNER, 2009, GASTEINER et al. 2008, HAGMÜLLER, 2006, BAUMGARTNER et al., 2004, BINDER et al., 2004)

Im Folgenden soll nur auf den Einsatz der GnRH Vakzine Bezug genommen werden.

Wirkungsweise:

Das Hodenwachstum wird durch Hormone stimuliert, welche aus der Hypophyse stammen. Diese beiden Hormone (Follikel stimulierendes Hormon – FSH und Luteinisierendes Hormon - LH) fördern weiters die Bildung von Testosteron und Androstenon. Als Impulsgeber für die Freisetzung von FSH und LH dient Gonadotropes Releasing Hormon (GnRH) aus dem Hypothalamus. Improvac® besteht aus einem veränderten GnRH, an das ein Eiweißstoff angelagert wurde. Dieser Eiweißstoff dient dazu, das veränderte GnRH zu vergrößern, damit es vom Körper auch tatsächlich als fremd erkannt wird und zur Antikörperbildung anregt. Nach der zweiten Verabreichung des Impfstoffes bildet der Körper Antikörper, die das körpereigene GnRH abblocken. Damit kommt es zur Unterdrückung der FSH- und LH- Freisetzung

was wiederum das Hodenwachstum blockiert und die Bildung von Testosteron und Androstenon verhindert.

Die GnRH-Vakzine Improvac® ist als Impfstoff zugelassen und ist kein Hormon. Weder das veränderte GnRH Analogon, noch der Impfstoff entfalten eine hormonelle Wirkung, wie sie vom körpereigenen GnRH verursacht wird. Eine intravenöse Verabreichung des Impfstoffs verursachte bei Schafen keinerlei LH-Reaktion (CLARKE et al., 2008). Auch bei Aufnahme des Impfstoffes über den Verdauungstrakt konnte in der gleichen Untersuchung keine Hormonwirkung festgestellt werden. Die zweimalige orale Verabreichung des Impfstoffes an Schweine verursachte keinen Anstieg der Testosteronkonzentration im Blut im Vergleich zu unbehandelten Tieren. Diese Untersuchungen legen den Schluss nahe, dass für den Menschen keine Gefahr beim Verzehr von Schweinefleisch immunkastrierter Tiere besteht. Zum gleichen Schluss kommt auch ein Gutachten der Universität St. Gallen (BENZ und SCHWEIZER, 2009).

Improvac® (Fa. Pfizer) ist seit Mai 2009 EU-weit als Impfstoff gegen Ebergeruch zugelassen.

Praktische Anwendung:

Die erste Impfung erfolgt bei der Umstellung der Ferkel von der Aufzucht in die Mast mit etwa 10 – 12 Wochen. Die erste Verabreichung des Impfstoffes führt zu keiner sichtbaren Änderung am Tier. Einmal geimpfte männliche Tiere sind sowohl vom Verhalten als auch von der Physiologie mit unkastrierten Ebern zu vergleichen. Erst nach der zweiten Impfung, die ca. 4 – 6 Wochen vor der Schlachtung erfolgt, bilden sich die Hoden langsam zurück und das Verhalten der Tiere gleicht sich an das von Kastrierten an. Der Impfstoff wird subcutan am Ohrgrund verabreicht.



Abbildung 1: Sicherheitspritze

stoff wird subcutan am Ohrgrund verabreicht.

Damit bei der Impfung größtmöglicher Schutz für TierärztInnen und TierbetreuerInnen gewährleistet ist, wird vom Hersteller eine Sicherheitspritze mitgeliefert, die eine versehentliche Selbstinjektion erschwert (Abbildung 1). Zusätzlich ist vor dem erstmaligen Einsatz des Impfstoffes

¹ LFZ Raumberg-Gumpenstein, Institut für Bio-Landwirtschaft und Biodiversität der Nutztiere, Austraße 10, A-4600 WELS

* Ansprechperson: Dr. Werner Hagmüller, E-mail: werner.hagmueller@raumberg-gumpenstein.at

eine Schulung zu absolvieren. Kommt es dennoch zu einer Selbstinjektion, so ist ein weiterer Umgang mit dem Impfstoff zu unterlassen, da eine zweite Injektion auch beim Menschen zur vorübergehenden Zeugungsunfähigkeit führen würde.

Der Impfstoff darf in Österreich derzeit ausschließlich von TierärztInnen eingesetzt werden.

Vor- und Nachteile der Impfung

Intakte männliche Schweine sind Kastraten hinsichtlich Magerfleischanteil (MFA), Futtermittelverwertung und Wachstumsleistung überlegen (DUNSHEA, 2001; PAULY, 2008). Da dies auch für immunkastrierte Tiere bis zur zweiten Impfung gilt, ist bei Improvac®-behandelten Tieren ein ökonomischer Vorteil hinsichtlich der Schlachtkörperbewertung zu erwarten, was in mehreren Studien bestätigt wurde (JAROS, 2004; SCHMOLL et al., 2009).

Aus tierschutzrechtlichen Überlegungen stellt Improvac® eine ernstzunehmende Alternative zu allen chirurgischen Methoden dar (BINDER, 2010). Im österreichischen Tierschutzgesetz sind Eingriffe, die nicht therapeutischen oder diagnostischen Zielen oder der fachgerechten Kennzeichnung von Tieren dienen, verboten. Die Kastration ist von diesem Verbot ausgenommen, solange der Eingriff für die vorgesehene Nutzung des Tieres unerlässlich ist. Wie lange vom Gesetzgeber die derzeitige Praxis der chirurgischen Kastration als unerlässlich für die Nutzung angesehen wird, bleibt abzuwarten.

Nach derzeitiger Rechtslage sind männliche, unkastrierte Tiere nach der Schlachtung einer Koch- oder Bratprobe zu unterziehen (FIUVO, 2006). Wenn kein deutlicher Harn- und Geschlechtsgeruch festgestellt wird, darf das Fleisch dieser besonders gekennzeichneten Tiere in die Verarbeitung gelangen. Die Bezahlung von immunkastrierten Tieren orientiert sich am Preis für Binneneber. Aufgrund der daraus resultierenden Preisabzüge ist die Mast von immunkastrierten Tieren derzeit unrentabel.

Eigene Erfahrungen mit Improvac®

Nach der Zulassung des Impfstoffes im Mai 2009 wurde am Institut für Biologische Landwirtschaft und Biodiversität der Nutztiere des LFZ Raumberg-Gumpenstein ein Vorversuch mit Improvac® durchgeführt, um praktische Erkenntnisse zu Haltung und Fütterung solcherart kastrierter Tiere zu gewinnen. Für den Versuch standen 20 männliche Mastferkel aus dem Tierbestand des LFZ Raumberg-Gumpenstein, Außenstelle Wels zur Verfügung. Zu Mastbeginn wurden 4 Gruppen mit jeweils 5 Tieren (Improvac schwer - IS, Kastraten schwer - KS, Improvac leicht - IL, Kastraten leicht - KL) gebildet.

Die Tiere waren bei Versuchsstart 12 Wochen alt und wurden mit diesem Alter erstmals mit Improvac® immunisiert. Die zweite Impfung erfolgte in der schweren Gruppe mit 21 Wochen, in der leichten Gruppe mit 24 Wochen, d.h. jeweils 6,5 Wochen vor der Schlachtung.

Die Tiere der 4 Versuchsgruppen wurden in identen Buchten mit Auslauf gehalten, wobei jedem Tier 2 m² im Innen- und 1 m² im Außenbereich zur Verfügung standen. Während der gesamten Mastperiode wurde mehliges Trockenfutter ad

Tabelle 1: Nährstoffe im Anfangs- und Endmastfutter (Fa. Fixkraft)

Nährstoffe (g/kg)	Anfangsmast	Endmast
Trockenmasse	880	880
Rohprotein	170	162
Rohfett	34	31
Rohfaser	43	48
N-freie Extraktstoffe	562	600
Umsetzbare Energie, MJ	12,69	12,93
Lysin, %	0,90	0,74
G Lysin / MJ UE	0,71	0,57

libitum über Breifutterautomaten angeboten. Bis zu einem Gewicht von ca. 90 kg (schwere Gruppen), bzw. 70 kg (leichte Gruppen) wurde Bio-Vormastfutter, danach Bio-Endmastfutter der Fa. Fixkraft Futtermittel GmbH, Enns (Tabelle 1) verwendet. Wasser wurde über einen Tränknippel je Bucht angeboten. Die Tiere wurden wöchentlich gewogen. Die letzte Wiegung erfolgte ca. 20 Stunden vor der Schlachtung, danach wurden die Tiere genüchert.

Ergebnisse

Handhabung bei der Impfung

Die Tiere der Gruppen IL und IS wurden zweimal von einem Tierarzt mit der GnRH Vakzine (Improvac®) geimpft. Dabei wurde die entsprechende Sicherheitsspritze angewendet. Das erste Mal wurden die Tiere mit einem Lebendgewicht von ca. 30 kg bei der Wiegung außerhalb der Bucht geimpft. Die zweite Dosis erhielten die ca. 80 kg schweren Tiere in der Bucht, wobei neben dem Tierarzt noch eine weitere Person zur Fixierung der Tiere anwesend war. Zeitgleich wurden die geimpften Tiere mittels Viehzeichenstift markiert.

Verhalten der Tiere

Die Tiere waren in einem Mehrzweckstall untergebracht, in dem auch zeitweise östrische Sauen eingestallt waren. Unabhängig vom Vorhandensein östrischer Sauen war das Verhalten der Eber vor der zweiten Impfung deutlich unterschiedlich zu den Kastraten. Vor allem vermehrte Aktivität, wechselseitiges Aufspringen, Kopfschläge und Kampfverhalten traten in den Improvac® Gruppen bis zur zweiten Impfung sichtlich häufiger auf. Das häufige Bespringen führte bei den Improvac® Gruppen zu starker Verschmutzung am Rücken der Tiere, sodass rein optisch ein Unterschied zwischen Ebern und Kastraten ausgemacht werden konnte. Auffällig war auch, dass die sexuelle Aktivität der Eber mit Aufspringen und Ausschachten des Penis bereits kurz nach dem Einstellen in die Mast begann. Die erhöhte Aktivität der Tiere führte zu keinerlei klinisch erfassbaren Verletzungen.

Biologische Leistungen und Schlachtdaten

Tabelle 2 gibt die wichtigsten Leistungsdaten wieder. Die Darstellung der Lebendgewichte, sowie der Zunahmen und Schlachtleistung sind als Gruppenmittelwerte dargestellt. Aufgrund der kleinen Tierzahlen wurde auf eine statistische Prüfung der Unterschiede verzichtet.

Tabelle 2: Biologische Leistungsdaten und Schlachtdaten (pro Gruppe 5 Tiere)

Merkmal	Gruppen:			
	IL	KL	IS	KS
Anfangsgewicht (kg)	25,7	25,7	32,5	34,3
Gewicht bei der 2. Impfung (kg)	85,0	91,4	83,4	89,6
Endgewicht (kg)	131,8	123,0	128,6	125,1
Zunahmen bis zur 2. Impfung (g/Tag)	706	783	807	877
Zunahmen nach der 2. Impfung (g/Tag)	1040	702	1005	789
Gesamtzunahmen (g/Tag)	823	755	890	841
Ausschlachtung (%)	77,3	78,9	77,0	79,4
Magerfleischanteil (%)	58,8	58,8	58,8	(57,0)

Diskussion

Die durchschnittlichen Zunahmen aller 20 Tiere lagen mit 827 g (± 80 g) für Bio-Produktionsbedingungen auf sehr hohem Niveau. Trotz ad libitum Fütterung war auch der Magerfleischanteil mit 58,4 % ($\pm 2,0$) vergleichsweise hoch. Die deutlich gesteigerte Aktivität der Eber bis zur zweiten Impfung führte zu keinen Verletzungen.

Die Tageszunahmen der immunkastrierten Tiere lagen in beiden Gruppen über jenen der Kastraten. Die in der Literatur durchgängig beschriebenen höheren Tageszunahmen von Ebern im Vergleich zu Kastraten konnte in diesem Vorversuch nicht bestätigt werden (EFSA, 2004). In beiden Gruppen lagen die durchschnittlichen Zunahmen der immunkastrierten Tiere vor der zweiten Impfung etwa 70 g unter den Kastraten. Als Interpretation dieses Ergebnisses bieten sich zwei Möglichkeiten an: Die hohe Aktivität der unkastrierten Tiere in Verbindung mit vergleichsweise hohem Flächenangebot (ca. 3m² je Tier) führt zu erhöhtem Erhaltungsbedarf, sodass weniger Energie für den Fleischansatz zur Verfügung stand. Dieser erhöhte Erhaltungsbedarf wird von STOLL (1996) am Beispiel von Schweinen mit Weidegang auf 10-15% des Gesamtbedarfs geschätzt. Zusätzlich könnte der erhöhte Lysinbedarf, der von WILLIAMS et al. (1984) und PRESCOTT und LAMMING (1967) für intakte Eber beschrieben wird, eine Rolle spielen. Die eingesetzte Ration lag sowohl in der Vormast als auch in der Endmast hinsichtlich Lysin im untersten Bereich der Empfehlungen (GfE, 2006). Das niedrigere Fleischmaß der immunkastrierten Tiere (75,4 mm) im Vergleich zur chirurgisch kastrierten Gruppe (77,3 mm) kann ebenfalls als Zeichen für das niedrige Lysinangebot gewertet werden. Die niedrigeren Lysinwerte sind für Biorationen systemtypisch, da in der Biologischen Landwirtschaft auf den Einsatz synthetischer Aminosäuren verzichtet wird.

Da in den meisten Studien keine regelmäßigen Wiegunen stattgefunden hatten, lässt sich aus der Literatur nicht nachprüfen, ob die höheren Tageszunahmen der immunkastrierten Tiere aus gleichmäßig höheren Zunahmen, oder, wie im vorliegenden Fall, aus erhöhten Zunahmen nach der zweiten Impfung resultieren.

Die geringere Ausschlachtung der immunkastrierten Tiere wurde bereits von DUNSHEA et al. (2001) und FUCHS et al. (2009) beschrieben und konnte in den eigenen Untersuchungen bestätigt werden. Als Grund dafür werden einerseits das Gewicht der Hoden samt Anhangsdrüsen

sowie eine erhöhte Füllung des Magen-Darmtraktes angeführt (DUNSHEA, 2001).

Die erhöhte Aktivität der immunkastrierten Tiere vor der zweiten Impfung wird auch von anderen Autoren beschrieben (BAUMGARTNER et al., 2010, CRONIN et al., 2003). Im vorliegenden Versuch waren im gleichen Stallgebäude neben den Mastschweinen zeitweise auch östrische Zuchtsauen untergebracht, was die sexuelle Aktivität der einmal geimpften Tiere beeinflusst haben könnte. In kleinstrukturierten Betrieben ist das nicht ungewöhnlich, muss aber hinsichtlich der Aktivität unkastrierter Tiere beachtet werden.

Fazit und Ausblick

Die Ergebnisse des Tastversuches können wie folgt zusammengefasst werden: Die aus der Literatur bekannten positiven Auswirkungen auf die Lebendmassezunahmen der immunkastrierten Tiere konnte bestätigt werden. Ob diese Leistungssteigerung auch unter den Bedingungen einer rationierten Fütterung in der Endmast möglich gewesen wäre, ist in weiteren Untersuchungen abzuklären.

Die mit Improvac® geimpften Tiere hatten geringfügig höhere Schlachtkörpergewichte trotz niedriger Ausschlachtung. Bezüglich Magerfleischanteil (MFA) konnte zwischen den Gruppen unter ad libitum Bedingungen kein Unterschied festgestellt werden. In der schweren Kastratengruppe befanden sich 3 F1 Tiere, deshalb ist der niedrigere MFA in dieser Gruppe wenig aussagekräftig.

Die Anwendung von Improvac® verlief problemlos. Die Fixierung der Tiere bei der zweiten Impfung mithilfe eines Treibbrettes ermöglichte eine rasche Durchführung der Impfung. Bei größeren Gruppen ab 10 Tieren ist die Verwendung von Treibgängen mit Sperrvorrichtungen empfehlenswert. Wichtig ist die Markierung der geimpften Tiere um doppelte Anwendungen bzw. nicht geimpfte Tiere zu vermeiden.

Alle 10 immunkastrierten Tiere wurden bei der Schlachtier- und Fleischuntersuchung als tauglich befundet, da die Bratprobe bei allen Tieren negativ verlief.

Die Impfung gegen Ebergeruch stellt im Vergleich zur chirurgischen Kastration eine praktikable und tierschutzgerechte Alternative dar.

Auch wenn derzeit sowohl von Produzentenseite als auch der fleischverarbeitenden Industrie der Einsatz von Improvac® als Alternative zur herkömmlichen Kastration kategorisch abgelehnt wird, sollten weitere Untersuchungen im Zusammenhang mit Haltung und Fütterung von Ebern bzw. immunkastrierten Tieren unter österreichischen Bedingungen durchgeführt werden. Das ausschließliche Festhalten an der chirurgischen Kastration (mit medikamentöser Schmerzbehandlung) könnte sich längerfristig als kontraproduktiv erweisen.

Literatur

- BAUMGARTNER, J., S. LAISTER, M. KOLLER, A. PFÜTZNER, M. GRODZYCKI, S. ANDREWS and F. SCHMOLL, 2010: The behaviour of male fattening pigs following either surgical castration or vaccination with a GnRF vaccine. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 124: 28-34.

- BAUMGARTNER, J., 2009: Schwerpunkt Ferkelkastration - Fakten, Standpunkte und Entwicklungen. *Der fortschrittliche Landwirt* 12, 16-25.
- BAUMGARTNER, J., R. BINDER, W. HAGMÜLLER, P. HOFBAUER, C. IBEN, U.S. SCALA und W. WINCKLER, 2004: Aktuelle Aspekte der Kastration männlicher Ferkel. 2. Mitteilung: Alternativmethoden zur chirurgischen Kastration und zusammenfassende Bewertung. *Wiener Tierärztliche Monatsschrift* 91.
- BENZ, M. und R. SCHWEIZER, 2009: Gutachten zur Frage der Vereinbarkeit der chirurgischen Kastration von Ferkeln mittels Isofluran Inhalationsnarkose mit dem Tierschutzrecht. http://www.protection-animaux.com/main/aktuell/ferkel/gutachten_ferkelkastration.pdf, Zugang: 16.04.2010.
- BINDER, R., W. HAGMÜLLER, P. HOFBAUER, C. IBEN, U.S. SCALA, W. WINCKLER und J. BAUMGARTNER, 2004: Aktuelle Aspekte der Kastration männlicher Ferkel 1. Mitteilung: tierschutzrechtliche Aspekte der Ferkelkastration sowie Verfahren zur Schmerzausschaltung bei der chirurgischen Kastration. *Wiener Tierärztliche Monatsschrift*, 91: 178-183.
- BINDER, R., 2010: Ferkel klagen an! Kastrieren von Ferkeln ohne Betäubung – (k)ein Ende in Sicht? *Gesundes Haustier*, Jänner/Februar 2010: 26-27.
- CLARKE, I., J. WALKER, D. HENNESSY, J. KREEGER, J. NAPIER und J. CRANE, 2008: Inherent Food Safety of a Synthetic Gonadotropin-Releasing Factor (GnRF) Vaccine for the Control of Boar Taint in Entire Male Pigs. *Intern. J. Appl. Res. Vet. Med.*, 6: 7-14.
- CRONIN, G.M., F.R. DUNSHEA, K.L. BUTLER, I. MCCAULY, J.L. BARNETT und P.H. HEMSWORTH, 2003: The effects of immunological and surgical castration on the behaviour and consequently growth of group-housed, male finisher pigs. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 81: 111-126.
- DUNSHEA, F.R., C. COLANTONI, K. HOWARD, I. MCCAULEY, P. JACKSON, K.A. LONG, S. LOPATICKI, E.A. NUGENT, J.A. SIMONS, J. WALKER und D.P. HENNESSY, 2001: Vaccination of boars with a GnRH vaccine (Improvac) eliminates boar taint and increases growth performance. *J. Anim. Sci.* 79: 2524-2535.
- EFSA (2004): Welfare aspects of the castration of piglets. Scientific Report of the Scientific Panel for Animal Health and Welfare on a request from the Commission related to welfare aspects of the castration of piglets European Food Safety Authority AHAW/04-087. <http://www.efsa.europa.eu/en/scdocs/scdoc/91.htm>, Zugang: 16.04.2010.
- FLEISCHUNTERSUCHUNGSVERORDNUNG 2006: http://www.ris.bka.gv.at/Dokumente/BgblAuth/BGBLA_2006_II_109/BGBLA_2006-II-109.pdf, Zugang: 15.04.2010.
- FUCHS, T., H. NATHUES, A. KOEHRMANN, S. ANDREWS, F. BROCK, N. SUDHAUS, G. KLEIN und E. GROSSE BEILAGE, 2009: A comparison of the carcass characteristics of pigs immunized with a gonadotrophin-releasing factor (GnRF) vaccine against boar taint with physically castrated pigs. *Meat Science* 83: 702-705.
- GASTEINER, J., 2008: Eine neuartige Methode zur Schmerzreduktion bei der chirurgischen Ferkelkastration. Tagungsband der Nutztierschutztagung 2008 am 29.05.2008, LFZ Raumberg-Gumpenstein.
- GESELLSCHAFT FÜR ERNÄHRUNGSPHYSIOLOGIE, 2006: Empfehlungen zur Energie und Nährstoffversorgung bei Schweinen. DLG-Verlag, ISBN: 978-3-7690-0683-4.
- HAGMÜLLER, W., 2006: Chirurgische Ferkelkastration - Gibt es Alternativen. Tagungsband der Nutztierschutztagung 2006 am 16.11.2006, LFZ Raumberg-Gumpenstein.
- JAROS, P., 2004: Effect of active immunization against GnRH on androstenone concentration, growth performance and carcass quality in intact male pigs. Inaugural-Dissertation, Vetsuisse-Fakultät Universität Zürich.
- PAULY, C., P. SPRING, V. O'DOHERTY, S. AMPUERO KRAGTEN und G. BEE, 2008: Performances, meat quality and boar taint of castrates and entire male pigs fed a standard and a raw potato starch-enriched diet. *Animal* 2: Issue 11: 1707-1715.
- PRESCOTT, J.H.D. and G.E. LAMMING, 1967: The influence of castration on the growth of male pigs in relation to high levels of dietary protein.
- SCHMOLL, F., J. KAUFFOLD, A. PFÜTZNER, J. BAUMGARTNER, F. BROCK, M. GRODZYCKI und S. ANDREWS, 2009: Growth performance and carcass traits of boars raised in Germany and either surgically castrated or vaccinated against gonadotropin-releasing hormone. *J. Swine Health Prod.* (17), 5: 250-255.
- STOLL, P., 1996: Fütterungsaspekte in der Schweinemast. *Agrarforschung* 3 (9): 455-456.
- THVO, (2004): Verordnung der Bundesministerin für Gesundheit und Frauen über die Mindestanforderungen für die Haltung von Pferden und Pferdeartigen, Schweinen, Rindern, Schafen, Ziegen, Schalenwild, Lamas, Kaninchen, Hausgeflügel, Straußen und Nutzfischen (1. Tierhaltungsverordnung). BGBl. I Nr. 118/2004.
- WILLIAMS, W.D., G.L. CROMWELL, T.S. STAHLY und J.R. OVERFIELD, 1984: The Lysine Requirement of the Growing Boar versus Barrow. *J Anim Sci* 58: 657 – 665, *Anim. Prod.* 9: 535.