

Ralf Kosch und Herman Van den Weghe, Vechta, sowie Jiri Broz, Basel/CH

Mit Benzoesäure im Schweinemastfutter die Ammoniakemissionen senken?

Durch den Metabolismus von Benzoesäure zu Hippursäure kann in der Schweinemastfütterung eine Absenkung des pH-Wertes in der Gülle erzielt werden. In einer vergleichenden Untersuchung mit zwei Gruppen wurde die Reduktion der Ammoniakemissionen durch den Einsatz von Benzoesäure in der Schweinemast quantifiziert. Neben einer Steigerung der Mastleistung wurde mit der Benzoesäure ein positiver Effekt auf die Ammoniakemissionen erzielt, der aber in nur einem von vier Mastdurchgängen zu einer konsistenten Minderung (19%) führte. Die emissionsmindernde Wirkung der Benzoesäure ist eng mit der Nährstoffverwertung der Tiere und der Puffereigenschaft der Gülle verknüpft.

Zur Reduzierung der Ammoniak-Emissionen aus der Schweinemast gibt es verschiedene prozessintegrierte Maßnahmen, die den Vorteil bieten, dass bereits die Entstehung von Ammoniak verhindert und somit das Stallklima verbessert wird. Als eine prozessintegrierte Maßnahme zur Emissionsminderung kann Benzoesäure in der Fütterung von Mastschweinen eingesetzt werden. Mit der Verfütterung von Benzoesäure lässt sich neben der auf die Säurewirkung basierenden Mastleistungssteigerung [1] auch eine pH Absenkung in der Gülle erzielen. Über den Darm resorbiert, wird Benzoesäure von der Leber unter Einbindung von Glycin zu Hippursäure abgebaut, die schließlich über die Niere ausgeschieden werden kann. Durch die Hippursäure wird der pH-Wert im Harn um eine Einheit abgesenkt [2]. In verschiedenen Untersuchungen wurde hierdurch eine Minderung der Ammoniak-Emissionen von bis zu 40% festgestellt [3, 4, 5].

Mit der vorliegenden Untersuchung sollte geklärt werden, ob sich die Emissionsminderung bei betriebsbedingten Änderungen der Umwelt- und Fütterungsbedingungen reproduzieren lässt und sich der Benzoesäurezusatz als eine Maßnahme zur Emissionsminderung im Rahmen von emissionsrechtlichen Genehmigungsverfahren für Stallneubauten eignet.

schweine in vier Buchten auf Vollspalten gehalten. Die in den Abteilen installierte Fütterungs- und Lüftungstechnik ermöglichte eine separate Datenaufzeichnung der verbrauchten Futtermengen und der Luftvolumenströme.

In vier Mastdurchgängen wurden je ein Abteil für die Versuchsgruppe und ein Abteil für die Referenzgruppe untersucht. Die Fütterung der Tiere erfolgte ad libitum mit Breiautomaten. Das für beide Versuchsgruppen identische Grundfutter wurde im Mastverlauf hinsichtlich der Energie- und Rohproteingehalte in drei Stufen abgesenkt (13,6 MJ/ 17,5% RP; 13,4 MJ/ 17% RP; 12,6 MJ/ 14% RP). Die Versuchsgruppe erhielt in allen Fütterungsphasen eine Benzoesäurebeimischung von 1%.

Die Ammoniakkonzentrationen wurden im zentralen Abluftschacht der Abteile mit einem photoakustischen Multigasmonitor (Fa. Innova, 1302) und einem Messpunktumschalter aufgezeichnet. Die Berechnung der Massenströme erfolgte über die Verrechnung der Konzentrationen mit den ventilierten Luftvolumenströmen, die je Abteil mit einem Messventilator (Fa. Stienen, BE) erfasst wurden.

Der pH-Wert des Flüssigmistes wurde in regelmäßigen Intervallen analysiert. Die Probenahme erfolgte im Güllekeller unter Zuhilfenahme einer Probenlanze, mit der durch die Spalten je Abteil zwei Messpunkte beprobt wurden. Am Ende der Mastperiode wurde die Gülle zusätzlich auf die emissionsbeeinflussenden Parameter Trockenmasse (TM), Gesamtstickstoff- und Kohlenstoffgehalt (C/N), Ammoniumgehalt

Tiere, Material und Methoden

Die Untersuchung wurde in einem Schweinemaststall mit vier baugleichen Abteilen durchgeführt. Je Abteil wurden 120 Mast-

Dr. Ralf Kosch ist wissenschaftlicher Assistent und Prof. Dr. Ir. Herman Van den Weghe ist Geschäftsführender Direktor und Inhaber des Lehrstuhls für Verfahrenstechnik am Forschungs- und Studienzentrum für Veredelungswirtschaft Weser-Ems der Universität Göttingen, Universitätsstr. 7, 49377 Vechta; e-mail: ralf.kosch@agr.uni-goettingen.de. Jiri Broz ist Mitarbeiter der Fa. DSM Nutritional Products, Animal Nutrition and Health R&D, Basel/CH.

Schlüsselwörter

Ammoniak, Emissionen, Fütterung, Schwein, Benzoesäure

Keywords

Ammonia, emission, feeding, pig, benzoic acid

Tab. 1: Mittelwerte der Tiergewichte (kg) sowie Kennzahlen in den vier Mastdurchgängen (M1-M4)

Table 1: Effect of benzoic acid on the performance of pigs in the fattening periods (M1-M4)

	M1		M2		M3		M4	
	R	BS	R	BS	R	BS	R	BS
Anfangsgewicht [kg/Tier]	47,2	44,2	34,7	34,9	31,7	31,3	35	35,6
Masttag	29		11		6		5	
Endgewicht [kg/Tier]	92,8	95,8	101,3	103,2	97,9	102,2	108,1	111,9
Masttag	99		88		90		90	
Tägl. LMZ [g/d]	651	738	865	887	788	844	860	898
Steigerung [%]		13		2,5		7,0		4,4
FVW [kg Futter/kg LMZ]	2,86	2,83	2,55	2,48	2,64	2,58	2,64	2,61

R: Referenzgruppe; BS: Versuchsgruppe
LMZ: Lebendmassezuwachs; FVW: Futtermittelnutzung

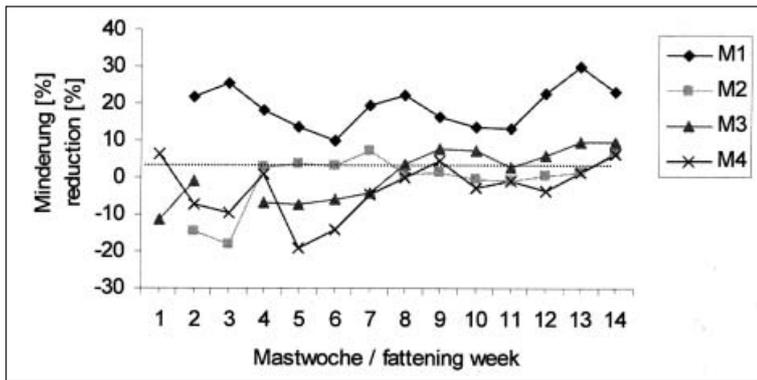


Bild 1: Wochenmittelwerte der Minderungsrate für Ammoniak im Verlauf der Mastdurchgänge (M1-M4)

Fig. 1: Course of ammonia reduction in the four fattening periods (average weekly values)

(NH₄), den Elektrolytgehalt sowie die Pufferkapazität untersucht. Das C/N-Verhältnis wurde mit dem MACRO N (Fa. Elementar) analysiert. Ammonium wurde nach einem Kjeldahl-Aufschluss photometrisch bestimmt. Als pH-beeinflussende Parameter wurde der Elektrolytgehalt in Anlehnung an die dietary electrolyte balance (deB) aus der Futtermittelanalytik als Summenparameter (mEq/l = Ca⁺ + K⁺ - Cl⁻) und die Pufferkapazität durch Titration mit 1M HCL auf pH 3 untersucht.

Ergebnisse

In der Versuchsgruppe mit Benzoesäure wiesen die Tiere im Mittel der vier Mastdurchgänge höhere Tageszunahmen auf, die mit durchschnittlich 841 g d⁻¹ deutlich über den Tageszunahmen der Referenzgruppe (788 g d⁻¹) lagen. Entsprechend fiel auch die durchschnittliche Futterverwertung mit 2,62 Futter kg/LMZ um 0,05 kg besser aus. Im Vergleich zwischen den Mastdurchgängen waren die Lebendmassezunächse im ersten Mastdurchgang (M1) am niedrigsten, einhergehend fiel auch die Futterverwertung mit 2,86 und 2,83 schlechter aus als in den nachfolgenden Mastdurchgängen (Tab. 1). Aufgrund der geringen Tiergewichte im ersten Mastdurchgang (M1) wurde die letzte Stufe der Phasenfütterung im Versuchszeitraum nicht erreicht. In diesem Mastdurchgang war die Steigerung der Lebendmassezunächse durch die Benzoesäure mit 13% am höchsten.

Die Wirkung der Benzoesäure auf die Ammoniakemissionen fiel in den vier Mastdurchgängen sehr unterschiedlich aus und führte nur im ersten Mastdurchgang (M1) mit vergleichsweise schlechten Mastleistungsdaten zu einer hohen Ammoniakminderung. Während im ersten Mastdurchgang schon bei Versuchsbeginn eine Reduktion der Ammoniakemission erzielt wurde, die sich mit einer durchschnittlichen Emissionsminderung von 19% über den gesamten

Mastverlauf kontinuierlich fortsetzte, konnte die Wirkung in der Versuchswiederholung nach dem Wechseln der Abteile nicht erneut festgestellt werden. In den folgenden Mastdurchgängen waren die Minderungsraten zu Beginn der Mast zunächst negativ und kamen erst im weiteren Verlauf in einen positiven Bereich (Bild 1). Für den gesamten Mastdurchgang konnten trotz eines positiven Verlaufes keine statistisch nachweisbaren Minderungsraten festgestellt werden.

Die unterschiedliche Ausprägung der Emissionsminderung konnte auf die variierenden haltungs- und fütterungsbedingten Einflussfaktoren wie Gesundheitsstatus der Tiere und Futterzusammensetzung zurückgeführt werden, die signifikante Unterschiede in den chemischen Gülleeigenschaften nach sich zogen (Tab. 2). Diese zeigen deutliche Unterschiede zwischen den Mastperioden in den Parametern C:N-Verhältnis N_t, NH₄, pH und der Elektrolytbilanz. Diese Analysen geben den Hinweis, dass die hohe Reduktionsrate in dem ersten Mastdurchgang (M1) auf einen höheren N-Gehalt und einen höheren Elektrolytgehalt in der Gülle zurückgeführt werden kann. Durch den erhöhten Elektrolytgehalt in der Gülle wird die Pufferkapazität signifikant herabgesetzt, da diese die vorhandenen Kationenaustauschplätze belegen. Demzufolge sind die Bedingungen für eine pH-Absenkung bei einem hohen Elektrolytgehalt günstiger, so dass diesem Parameter eine bedeutende Rolle im Emissionsgeschehen zukommt.

Tab. 2: Chemische Eigenschaften der Gülle in den vier Mastdurchgängen (M1-M4)

Table 2: Slurry characteristics in the four fattening periods (M1-M4)

MD	TM [%]	C/N	Nt [%]	NH ₄ -N [%]	pH	dEB ¹ [mEq/l]	Pufferkapazität ² [ml/kg]
1	12,3	7,27 ^b	0,74 ^c	0,62 ^c	7,48 ^a	4377 ^b	694 ^a
2	11,0	7,38 ^b	0,68 ^{bc}	0,59 ^{bc}	7,54 ^{ab}	3994 ^{ab}	730 ^{ab}
3	11,1	8,42 ^c	0,60 ^a	0,56 ^b	7,76 ^b	3986 ^{ab}	732 ^{ab}
4	10,2	6,32 ^a	0,62 ^{ab}	0,52 ^a	7,74 ^b	3665 ^a	804 ^b

a, b, c: signifikante Effekte innerhalb einer Spalte sind mit unterschiedlichen Buchstaben gekennzeichnet (S-N-K-Test)
¹ deB = Ca⁺ K⁺ - Cl⁻ ² Verbrauch von 1M HCl zur Titration auf pH 3

Fazit

Mit dem Einsatz von Benzoesäure in der Mastschweinefütterung kann positiv auf die Ammoniakemissionen Einfluss genommen werden. Die Emissionsminderung steigt mit zunehmendem Mastverlauf, wird aber stark von den chemischen Gülleeigenschaften, insbesondere der Pufferkapazität beeinflusst. Die Futtermittelzusammensetzung hat durch die Elektrolytgehalte in diesem Zusammenhang eine bedeutende Rolle und muss bei solchen Fragestellungen zunehmend in Betracht gezogen werden.

Bei einer nährstoffangepassten Fütterung mit einer hohen Futterverwertung sind die Minderungspotenziale durch den Einsatz der Benzoesäure niedriger. Als Maßnahme für eine anrechenbare Emissionsminderung konnte kein reproduzierbarer Minderungsgrad bestimmt werden.

Literatur

- [1] Kluge, H., J. Broz and K. Eder: Effect of benzoic acid on growth performance, nutrient digestibility, nitrogen balance, gastrointestinal microflora and parameters of microbial metabolism in piglets. J Anim Physiol Anim Nutr. (Berl), 90 (2006), no. 7-8, pp. 316-324
- [2] Bridges, J. W., M.R. French, R.L. Smith and R.T. Williams: The Fate of Benzoic Acid in Various Species. Biochem. J. 118, (1970), pp. 47-51
- [3] Brok, G.M.D., J.G.L. Hendriks, M.G.M. Vrieling and C.M.C.v.d. Peet-Schwering: Urinary pH, ammonia emission and performance of fattening pigs after the addition of a mixture of organic acids, mainly benzoic acid to the feed. In: Praktijkonderzoek Varkenshouderij, 1997
- [4] Levrouw, L., and S. Godrie: Fattening pigs experiment DSM Nutritional Products. Trial Report: 2003/18, Zoötechnisch Centrum, Faculteit der Landbouwkundige en Toegepaste Biologische wetenschappen, België, 2003
- [5] Guingand, N., L. Demerson and J. Broz: L'incidence de l'incorporation d'acide benzoïque dans l'alimentation des porcs charcutiers sur les performances zootechniques et l'émission d'ammoniac. 37èmes Journées de la Recherche Porcine, 2003