

Jochen Hahne, Dirk Hesse und Klaus-Dieter Vorlop, Braunschweig

Spurengasemissionen aus der Mastschweinehaltung

Über einen Zeitraum von einem Jahr wurden Spurengasemissionen aus fünf Mastschweineställen mit Vollspaltenböden gemessen. Die Ammoniakemissionen betragen 2,8 bis 3,7 kg/Mastplatz • a und die Methanemissionen 2,8 bis 4,5 kg/Mastplatz • a. Während Kohlendioxid mit 527 bis 660 kg/Mastplatz • a ein bedeutendes Spurengas darstellt, waren die Emissionen an Kohlenmonoxid, Lachgas und Stickoxiden gering. Die Schwefelwasserstoffemissionen beliefen sich auf 0,3 kg/Mastplatz • a.

Die Struktur der Mastschweinehaltung hat sich in den letzten Jahren erheblich gewandelt. Während 1994 in Niedersachsen lediglich 189 Halter (0,7%) Mastschweine in Beständen mit mehr als 1000 Tieren hielten (insgesamt 296447 Tiere oder 10,1%), waren es 1996 bereits 844 Halter (2,6%). Der Tierbestand dieser Haltergruppe hat sich in dieser Zeit auf 808245 Tiere oder 28,1% des niedersächsischen Bestandes nahezu verdreifacht [1, 2]. Während die Gesamtemissionen aus der Schweinehaltung angesichts leicht erhöhter Tierzahlen nur geringfügig gestiegen sein dürften, haben die Emissionen aus punktförmigen Quellen in bestimmten Regionen erheblich zugenommen. Bei der Schweinehaltung werden generell neben Kohlendioxid, Ammoniak und Geruchstoffen auch andere Spurengase wie Schwefelwasserstoff, Lachgas und Methan freigesetzt. Während die Freisetzung von Geruchstoffen in erster Linie zu Geruchsbelästigungen der Nachbarschaft beiträgt, weist Ammoniak neben seiner eutrophierenden Wirkung ebenso ein Versauerungspotential auf wie Schwefelwasserstoff. Kohlendioxid, Methan und Lachgas tragen zum Treibhauseffekt und damit zur Klimaveränderung bei. Angesichts der Verteilung der Emissionsquellen und deren Höhe ist die Überschreitung von Schwellenwerten, die eine Schädigung von Pflanzen oder anderen Rezeptoren bewirkt, in bestimmten Regionen zu befürchten. Von besonderer Bedeutung ist in diesem Zusammenhang das Ammoniak,

das bei längerer Einwirkungszeit in erhöhten Konzentrationen zu direkten Vegetationsschäden führt.

Ziele

Die Untersuchungen sollten Daten über den Umfang und Verlauf der Emissionen aller relevanten Spurengase aus Mastschweineställen mit Vollspaltenböden liefern. Neben der Beurteilung jahreszeitlicher Einflüsse war die Ermittlung von Einflussgrößen, die zur Freisetzung einzelner Spurengase führen, ein Arbeitsschwerpunkt.

Versuchsbeschreibung und Analytik

Bei den beprobten Vollspalten-Verfahren erfolgte die Güllelagerung unter den Ställen. Die im Unterdruck arbeitende Lüftung war so angeordnet, dass die Belüftung über einen Kanal über dem Futtergang mit Strahlgitter zur Bucht erfolgte, während die Abluft über zentral in der Decke angeordnete Ventilatoren abgesaugt wurde. Die Temperatureinstellung wurde nach DIN 18910 vorgenommen bei möglichen Lufraten von 111 bis 780 m³/GV • h. Die Tiere der Rasse Eurebrid wurden mit durchschnittlich 28 kg eingestallt und mit einer dreiphasigen Fütterung (Rohprotein: 18, 16, 14 %) auf durchschnittlich 112 kg Mastendgewicht gemästet. Je Tier stand eine Stallfläche von 0,8 m² zur Verfügung. Zur Emissionsermittlung wurden fünf Ställe über einen Zeitraum von einem Jahr beprobt, bei denen die Abluftvolumenströme stündlich erfasst und zu Tagesmittelwerten umgerechnet wurden. In den fünf Ställen wurden unterschiedliche Fütterungstechniken sowie generelle Auswirkungen von Klein- und Großgruppen und Strohautomaten untersucht (Tab. 1). Die Messgasprobenahme erfolgte an den Abluftkaminen, die einzelnen Messstellen wurden über eine automatisch arbeitende Probenumschaltung angefahren. Aufgrund einer Messzyklusdauer von 3 h wurde jeder Stall durchschnittlich achtmal am Tag analysiert. Alle

Dipl. Biol. Jochen Hahne (E-mail: Jochen.Hahne@fal.de) und Dr. Dirk Hesse sind wissenschaftliche Mitarbeiter der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL), Bundesallee 50, 38116 Braunschweig. Jochen Hahne ist Mitarbeiter und Prof. Dr. Klaus-Dieter Vorlop Leiter des Institutes für Technologie. Dr. Dirk Hesse ist Mitarbeiter des Institutes für landwirtschaftliche Bauforschung.

Schlüsselwörter

Schweinemast, Spurengase, Emissionen

Keywords

Pig fattening, trace gases, emission

Literatur

- [1] Niedersächsisches Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (Hrsg.): Tierproduktion in Niedersachsen 1995
- [2] Niedersächsisches Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (Hrsg.): Tierproduktion in Niedersachsen 1997

Tab. 1: Versuchsbedingungen, Tierzahlen und Beprobungszeitraum

Table 1: Experimental conditions, number of animals and test period

Stall	1	2	3	4	5
MP 1 6.2.98 - 19.5.98	BN oder BA Ein: 15 Tiere Aus: 14 Tiere	RBA Ein: 2 • 9 Tiere Aus: 17 Tiere	BN oder B A Ein: 15 Tiere Aus: 13 Tiere	RBA + SA Ein: 2 • 9 Tiere Aus: 18 Tiere	
MP 2 29.5.98 - 9.9.98	BN oder BA Ein: 15 Tiere Aus: 13 Tiere	RBA Ein: 2 • 9 Tiere Aus: 17 Tiere	BN oder BA Ein: 15 Tiere Aus: 13 Tiere	RBA + SA Ein: 2 • 9 Tiere Aus: 18 Tiere	RBA Ein: 1 • 18 Tiere Aus: 17 Tiere
MP 3 29.5.98 - 9.9.98	BN oder BA Ein: 15 Tiere Aus: 14 Tiere	BN oder BA Ein: 15 Tiere Aus: 13 Tiere	RBA Ein: 2 • 9 Tiere Aus: 16 Tiere	RBA + SA Ein: 2 • 9 Tiere Aus: 18 Tiere	RBA Ein: 1 • 18 Tiere Aus: 18 Tiere

M P: Mastperiode, BN: Breinuckel, BA: Breiautomat, RBA: Rohrbreiautomat, SA: Strohautomat

Parameter	Gerät/Messprinzip	Messbereich
Ammoniak (NH ₃)	Optas / UV-Absorption	0 - 30 ppm
Lachgas (N ₂ O)	FTIR 9100 / IR-Absorption	0 - 20 ppm
Stickoxide (NO _x)	Optas / UV-Absorption	0 - 10 ppm
Methan (CH ₄)	FTIR 9100 / IR-Absorption	0 - 500 ppm
Gesamtkohlenstoff (Ges-C)	Flammenionisation	0 - 100 ppm
Kohlenmonoxid (CO)	FTIR 9100 / IR-Absorption	0 - 10 ppm
Kohlendioxid (CO ₂)	Multor 610 / IR-Absorption	0 - 1 Vol %
Sauerstoff (O ₂)	Multor 610 / Magnetomechanisch	18 - 22 Vol %
Schwefelwasserstoff (H ₂ S)	Optas / UV-Absorption	0 - 10 ppm

Tab. 2: Abluftparameter, Messprinzipien und Messbereiche

Table 2: Waste gas parameters, measuring systems and measuring ranges

mittel bei der güllegebundenen Mast-schweinehaltung zwischen 2,8 und 3,4

Konzentrationswerte der einzelnen Spurengase wurden zu Tagesmittelwerten zusammengefasst. Aus den Abluftvolumenströmen und den Konzentrationswerten wurden die Emissionsmassenströme errechnet. Durch Subtraktion der analog ermittelten Zuluft-Massenströme konnten die Netto-Emissionen errechnet werden. Sämtliche Messgasleitungen sind aus Edelstahl gefertigt und auf 40 °C thermostatisiert. Nach jeder Messung wird die Messgasleitung mit ölfreier Druckluft gegengeschpült, um Messgasverschleppungen zu vermeiden. Einen Überblick über die analysierten Abluftinhaltsstoffe, die eingesetzten Messverfahren und -bereiche liefert Tabelle 2. Die Messgenauigkeit beträgt 1 % des Messbereichsendwertes.

Ergebnisse

Nach den vorliegenden Messergebnissen lagen die Ammoniak-Emissionen im Jahres-

kg/Mastplatz • a. In der Sommermast (Mastperiode 2) wurden im Mittel der Versuchsvarianten die höchsten Emissionen gemessen (Tab. 3). Bezogen auf die Emissionen/kg LMZ stiegen die Ammoniakemissionen von der Frühjahrsmast zur Sommermast um über 23% an. Im Wesentlichen waren sie von der Luftrate und darüber hinaus von der Stalltemperatur abhängig. Ein deutlicher Zusammenhang zwischen den Versuchsvarianten und den Ammoniakemissionen war nicht feststellbar. Die Kohlendioxid-Emissionen lagen im Jahresmittel zwischen 527 und 660 kg/Mastplatz • a. Sie ergaben im Mittel der Versuchsvarianten eine tendenzielle Abnahme von der Frühjahrs- zur Herbstmast (Tab. 4), zeigten aber weder einen Zusammenhang mit der Luftrate noch mit der Stalltemperatur. Ein Einfluss der Fütterungstechnik sowie der Gruppengröße war ebenfalls nicht erkennbar. Die Methan-Emissionen lagen zwischen 2,8 und 4,5 kg/Mastplatz • a und

damit in einer den Ammoniak-Emissionen entsprechenden Größenordnung. Im Mittel der Varianten stiegen die Methan-Emissionen von der Frühjahrs- zur Herbstmast deutlich an (Tab. 5). Bezogen auf die Emissionen/kg LMZ lagen sie in der Sommermast um 55% und in der Herbstmast um 135% über denen des Frühjahres. Während die Stalltemperatur keinen wesentlichen Einfluss auf die Emissionshöhe hatte, führten die in der Herbstmast geringeren Luftraten zu einer deutlichen Erhöhung der Methan-Emissionen. Insofern dürfte der Umfang der Methan-Emissionen mit der Sauerstoffversorgung an den emittierenden Oberflächen zusammenhängen. Die verschiedenen Varianten hatten keinen auffälligen Einfluss auf den Umfang der Methan-Emissionen. Im Jahresmittel betrug die Schwefelwasserstoff-Emissionen 0,3 kg/Mastplatz • a. Analog zu dem Verhalten der Ammoniak-Emissionen wurden deutlich erhöhte H₂S-Emissionen in der Sommermast beobachtet (Tab. 6). Sie lagen um den Faktor 2 über denen des Frühjahrs. Für die H₂S-Emissionen ist die Temperatur im Stall und damit an den emittierenden Oberflächen bedeutsam. Die Emissionen an Kohlenmonoxid, Stickoxiden und Lachgas aus der güllegebundenen Mast-schweinehaltung sind vernachlässigbar. Für Lachgas lagen sie im Jahresmittel bei 17 bis 135 g/Mastplatz • a und beim Kohlenmonoxid bei maximal 10,4 g/Mastplatz • a.

Tab. 3: Jahreszeitliche Effekte auf die Ammoniakemissionen bei unterschiedlichen Versuchsbedingungen

Table 3: Seasonal effects on ammonia emissions under differing experimental conditions

	NH ₃	Stall					Ø
		1	2	3	4	5	
MP 1	[g/Tier * d]	8,0	11,9	7,8	11,4	n.b.	9,8
2.98-5.98	[g/kg LMZ]	11,9	14,4	11,3	13,8		12,9
MP 2	[g/Tier * d]	13,2	10,1	14,1	12,6	12,5	12,5
5.98-9.98	[g/kg LMZ]	16,8	12,3	18,8	15,3	16,4	15,9
MP 3	[g/Tier * d]	11,7	5,6	13,2	8,6	5,3	8,9
9.98-1.99	[g/kg LMZ]	15,3	9,2	18,9	12,9	7,0	12,7

MP: Mastperiode, LMZ: Lebermasse-Zuwachs, n.b.: nicht bestimmt

Tab. 5: Jahreszeitliche Effekte auf die Methanemissionen bei unterschiedlichen Versuchsbedingungen

Table 5: Seasonal effects on methane emissions under differing experimental conditions

	CH ₄	Stall					Ø
		1	2	3	4	5	
MP 1	[g/Tier * d]	6,1	10,1	4,6	7,2	n.b.	7,0
2.98-5.98	[g/kg LMZ]	9,1	12,3	6,7	8,7		9,2
MP 2	[g/Tier * d]	12,4	9,3	14,0	11,2	9,3	11,2
5.98-9.98	[g/kg LMZ]	15,7	11,4	18,7	13,6	12,2	14,3
MP 3	[g/Tier * d]	22,2	8,6	24,2	15,0	5,5	15,1
9.98-1.99	[g/kg LMZ]	29,4	14,2	34,8	22,5	7,3	21,6

MP: Mastperiode, LMZ: Lebermasse-Zuwachs, n.b.: nicht bestimmt

Tab. 4: Jahreszeitliche Effekte auf die Kohlendioxid-Emissionen bei unterschiedlichen Versuchsbedingungen

Table 4: Seasonal effects on carbon dioxide emissions under differing experimental conditions

	CO ₂	Stall					Ø
		1	2	3	4	5	
MP 1	[g/Tier * d]	1,8	2,3	1,7	2,0	n.b.	2,0
2.98-5.98	[g/kg LMZ]	2,6	2,8	2,5	2,5		2,6
MP 2	[g/Tier * d]	2,1	2,0	1,9	1,9	1,8	1,9
5.98-9.98	[g/kg LMZ]	2,7	2,5	2,5	2,3	2,3	2,5
MP 3	[g/Tier * d]	2,2	1,5	2,0	1,6	0,9	1,6
9.98-1.99	[g/kg LMZ]	3,0	2,5	2,8	2,4	1,2	2,4

MP: Mastperiode, LMZ: Lebermasse-Zuwachs, n.b.: nicht bestimmt

Tab. 6: Jahreszeitliche Effekte auf die Schwefelwasserstoff-Emissionen bei unterschiedlichen Versuchsbedingungen

Table 6: Seasonal effects on hydrogen sulfide emissions under differing experimental conditions

	H ₂ S	Stall					Ø
		1	2	3	4	5	
MP 1	[g/Tier * d]	0,6	1,0	0,8	0,9	n.b.	0,8
2.98-5.98	[g/kg LMZ]	0,8	1,3	1,1	1,0		1,1
MP 2	[g/Tier * d]	1,7	1,4	1,8	1,4	1,8	1,6
5.98-9.98	[g/kg LMZ]	2,2	1,7	2,4	1,8	2,3	2,1
MP 3	[g/Tier * d]	0,4	0,2	0,3	0,2	0,2	0,3
9.98-1.99	[g/kg LMZ]	0,6	0,4	0,5	0,2	0,32	0,4

MP: Mastperiode, LMZ: Lebermasse-Zuwachs, n.b.: nicht bestimmt