

Horst Cielejewski und Jens-Peter Ratschow, Münster

Emissionen verschiedener Verfahren der Mastschweinehaltung

Im Jahre 1994 wurden in einem Schweinemaststall, der als Kammstall ausgebildet war, mit gleichem Ferkelmaterial und Betreuer vergleichende Messungen zu Stallklimaparametern wie Luftmenge, Temperatur, Feuchtigkeit und Ammoniakkonzentration vorgenommen. Diese Meßwerte wurden über ein automatisiertes Meßprogramm im Minutenabstand erfaßt, so daß für jeden gemessenen Parameter rund 475 000 Meßwerte, oder je nach Abteil für 330 bis 350 Tage Meßwerte vorliegen. Außerdem wurden Daten zur tierischen Leistung ermittelt. Die Messungen wurden in einem Abteil mit Kompostbett, einem eingestreuten Abteil, einem Abteil mit Teilspaltenboden und einem Abteil mit Vollspaltenboden durchgeführt.

In jedem Abteil sind zwei Abluftventilatoren installiert. Zuluft wird über Rieselkanäle, die mit Schilfrohmatten bestückt sind, in den Stall geführt. In jedem Abteil wurde in einem Abluftschacht ein Meßventilator installiert, mit dem die Abluftförderolumen erfaßt wurden. Anhand von Kontrollmessungen wurde festgestellt, daß in beiden Luftschächten vergleichbare Luftförderolumen gefördert wurden. Jeweils an einem Abluftschacht eines Abteils wurden Sensoren für Stalltemperatur, Stallluftfeuchte und Ammoniakkonzentration (Polytron der Fa. Dräger) installiert. Die Meßspannung der Sensoren und Meßimpulse der Meßventilatoren wurden in einem Meßumwandler umgeformt in Zahlenwerte. Mit Hilfe eines Meßwerterfassungsprogrammes konnten diese Zahlenwerte auf einem üblichen PC gespeichert werden. Die Meßwerte wurden im Minuten-Rhythmus erfaßt und für jeden Tag zwischengespeichert.

Für die Auswertung wurden die so aufgezzeichneten Meßspannungen und -impulse auf einen Bürocomputer übertragen und umgerechnet in die zugehörigen physikalischen Einheiten °C, % relative Luftfeuchtigkeit, ppm und m³/h.

Parallel dazu wurde aus der Mastaus-

wertung mit Hilfe der errechneten täglichen Zunahmen für jeden Tag und für jedes Abteil das durchschnittliche Lebendgewicht errechnet und den Meßwerten zugeordnet. Daraus können spezifische, also tiergewichtsbezogene Werte ermittelt werden.

Ergebnisse

In *Tabelle 1* sind die durchschnittlichen Werte der üblichen Stallklimaparameter für die einzelnen Abteile dargestellt. Die Stalltemperatur ist mit 19,4 und 18,9 °C in den eingestreuten Stallungen deutlich niedriger als in den Abteilen mit Spaltenboden, wobei im Abteil mit Teilspaltenboden die Temperatur mit 20,3 °C nochmals deutlich niedriger gefahren wird als die Temperatur 21,1 °C im Vollspaltenbodenabteil. Bei der relativen Stallluftfeuchtigkeit ist keine eindeutige Tendenz einzelnen Abteilen zuzuordnen, die Stallluftfeuchtigkeit liegt zwischen 60 und 65 %.

Der Vergleich der durchschnittlichen Luftförderolumen zeigt, daß im Kompostabteil mit 6604 m³/h am meisten Luft gefördert wird. Im eingestreuten Stall liegt das Luftförderolumen bei 5494 m³/h, im Vollspaltenbodenabteil bei 5442 m³/h, sie liegen damit gleichauf. Das niedrigste Luftförderolumen wird im Teilspaltenbodenabteil mit 4888 m³/h gefördert. Be-

zieht man diese durchschnittlichen Luftförderolumen auf den jeweiligen Tierbesatz, so ergibt sich im Kompostabteil ein Luftförderolumen von 159,4 m³/h (je 100 kg Tier), im eingestreuten Stall ein Luftförderolumen von 142,7 m³/h. Die entsprechenden Werte für die Spaltenbodenabteile betragen 82,5 und 84,5 m³/h (je 100 kg Tier). Sie liegen damit bei rund 55 % des Luftförderolumens der beiden anderen Abteile. Der größere Luftwechsel erklärt auch die unterschiedlichen Stalltemperaturen (neben dem unterschiedlichen Einsatz der Heizung).

Das Luftförderolumen ist umgekehrt proportional zur Ammoniakkonzentration [ppm]. Zur hohen Luftwechselrate im Kompoststall gehört die geringe Ammoniakkonzentration von 15,1 ppm, zu den mittleren Luftwechselraten im Einstreu- und Vollspaltenbodenabteil gehören die mittleren Ammoniakkonzentrationen von 21,3 und 23,3 ppm und zur geringen Luftwechselrate in Teilspaltenbodenabteil gehört die hohe Ammoniakkonzentration von 27,1 ppm.

Aus Luftwechselrate und Ammoniakkonzentration kann die Ammoniaklast [mg/min] ermittelt werden. Das ergibt eine Reihenfolge von 1104 mg/min im Kompoststall, über 1231 mg/min im Einstreustall und 1350 mg/min im Teilspal-

Tab. 1: Durchschnittswerte für einige Stallklimaparameter

Table 1: Means for some house climate parameter

	Kompost	Einstreu	Teilspalten	Vollspalten
Temperatur [°C]	19,4	18,9	20,3	21,1
rel. Feuchte [%]	64,8	61,6	64,9	60,2
Luftmenge [m ³ /h]	6604	5494	4888	5442
Luftmenge [m ³ /h/100 kg Tierbesatz]	159,4	142,7	82,5	84,5
Ammoniak [ppm]	15,1	21,3	27,1	23,2
Ammoniak ppm relativ [%]	65,1	91,8	116,8	100
Ammoniaklast [mg/min]	1104	1231	1350	1429
Ammoniaklast relativ [%]	77,3	86,1	94,5	100
berechnete NH ₃ -Summe für 1994 [kg]	580,3	647,0	709,6	751,1

Tab. 2: Analyse der NH₃-Situation bezogen auf die produzierte Fleischmenge

Table 2: Analysis of ammonia situation, related to produced meat

	Kompoststall	Strohstall	Teilspalten	Vollspalten
kg NH ₃ in '94 (ber.)	580,3	647,0	709,6	751,1
kg Fleisch in '94	17857,20	17080,60	21421,80	23138,80
m ² Stallfläche	87,4	74,4	77,8	77,8
m ² Stallfläche/Tier	1,21	1,03	0,86	0,78
kg NH ₃ je 100 kg prod. Fleisch	3,25	3,79	3,31	3,25
kg NH ₃ je 500 kg prod. Fleisch	16,25	18,94	16,56	16,23
kg NH ₃ /m ² Stall * Jahr	6,64	8,70	9,12	9,65
kg NH ₃ /Tierplatz * Jahr	8,06	8,99	7,88	7,51
g NH ₃ je 100 kg Fleisch • m ² Stallfläche	37,18	50,91	42,57	41,72

Dr. Horst Cielejewski und LLD Dr. Jens-Peter Ratschow sind an der Landwirtschaftskammer Westfalen-Lippe, Referat Haltungsverfahren, Umweltschutz, Technik und Bauen, Schorlemerstr. 26, 48143 Münster, tätig.

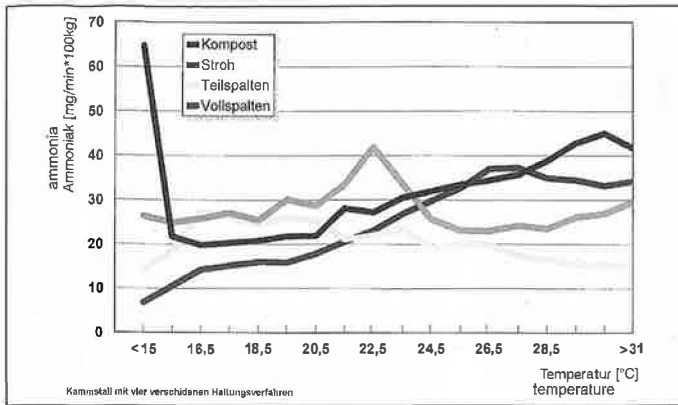


Bild 1: Temperatur und Ammoniakausstoß

Fig.: Temperature and ammonia emission

tenstall bis hin zu 1429 mg/min im Vollspaltenbodenabteil. Drückt man diese Reihenfolge in Relativzahlen aus, wobei der Vollspaltenbodenstall als 100 % gesetzt wird, dann liegt der Teilspaltenbodenstall bei 94,5 %, der Einstreustall bei 86,1 % und der Kompoststall bei 77,3 %.

Errechnet man aus diesen Durchschnittswerten den Ausstoß an Ammoniak für ein ganzes Jahr, so liegt der Vollspaltenbodenstall bei etwa 751 kg, der Teilspaltenbodenstall bei 709 kg, der Einstreustall bei 647 kg und der Kompoststall bei 580 kg Ammoniak.

Spezifische Ergebnisse

Die einzelnen Stallabteile sind aber hinsichtlich der Stallfläche und hinsichtlich des Tierbesatzes nicht unmittelbar miteinander vergleichbar. In den Tabellen 2 und 3 sind deshalb spezifische Werte für den Ammoniakausstoß ausgewiesen,

- bezogen auf die im jeweiligen Abteil produzierte Fleischmenge im Jahr 1994
- bezogen auf den im jeweiligen Abteil vorhandenen Tierbesatz.

Die ausgestoßenen Ammoniakluftförderolumen je 100 kg produziertem Fleisch

- liegen sowohl für das Kompostabteil als auch für die beiden Spaltenbodenabteile mit 3,25 beziehungsweise 3,31 kg relativ eng beieinander,
- das Strohabteil emittiert hingegen mit 3,79 kg deutlich mehr.

Das zeigt, daß die intensive Fleischproduktion auf Spaltenböden ebenso wenig Ammoniak freisetzt wie die extensive Fleischproduktion in einem Kompoststall.

Tab. 3: Analyse der Ammoniaksituation bezogen auf das Tiergewicht im Stall

	Kompost	Einstreu	Tiefspalten	Vollspalten
durchschnittliches Tiergewicht [kg]	4881	4517	6328	6668
Standardabweichung	±1503	±1509	±2167	±2264
Ammoniaklast [mg/min • 100 kg]	29,5	27,9	23,5	21,2
Ammoniaklast [kg/GV•Jahr]	77,5	73,3	61,8	55,7
Ammoniaklast [%]	139,2	131,6	110,8	100
Luftmenge/100 kg Tier	159,4	142,7	82,5	84,5

Das Verfahren Strohhall fällt hier aus dem Rahmen, weil die geringe Fleischproduktionsmenge mit einer vergleichsweise hohen Ammoniakemission zusammenfällt. Offensichtlich ist das Verfahren Strohhall mit hoher Ammoniakemissionen aus dem Mistbett belastet. Das Bild ist ähnlich,

wenn man die jeweilige Stallfläche der einzelnen Abteile mit berücksichtigt. Auch hier ist das Verfahren Strohhall mit den höchsten spezifischen Ammoniakemissionen belastet. Das Verfahren Kompoststall hat hier leichte Vorteile gegenüber Spaltenbodenhaltung, weil den Tieren hier sehr viel Stallfläche zur Verfügung gestellt wird, was bei den Ammoniakemissionen einen Verdünnungseffekt bewirkt.

In Tabelle 3 sind wichtige Kennwerte wiedergegeben worden unter Berücksichtigung des jeweiligen aktuellen Tiergewichtes im Stall. Dabei zeigt sich sehr deutlich, daß in den Abteilen mit Kompost mit durchschnittlich 4881 kg und Stroh mit 4517 kg ein deutlich geringerer Tierbesatz auftritt, während in den Spaltenbodenabteilen 6928 und 6668 kg im Durchschnitt gehalten werden. Auch zeigt die Standardabweichung, als Maß für die Ungleichmäßigkeit der Belegung, daß die Spaltenbodenabteile eine größere Schwankungsbreite im Tierbesatz aufweisen. Die Ammoniaklast [mg/min•100 kg Tier] liegt zwischen 21 und 29 mg. Setzt man die Emissionen im Vollspaltenbodenabteil wiederum gleich 100 %, so liegt die Ammoniakfreisetzung im Teilspaltenbodenabteil bei 110,8 %, im Einstreubodenabteil bei 131,6 % und im Kompostabteil bei 139,2 %. Bezogen auf die jeweilige aktuelle Tierbelegung haben die intensiven Mastverfahren auf Spaltenboden also deutlich geringere Ammoniakemissionen aufzuweisen als die extensiveren Halteverfahren mit Einstreu.

Feinanalyse

Eine Analyse der Ammoniakkonzentrationen für die einzelnen Stalltemperaturen (in 1 °C-Schritten) und Luftförderolumen

zeigt, daß die Ammoniakkonzentration tendenziell sinkt mit zunehmender Stalltemperatur.

Der NH₃-Ausstoß sinkt bei Teilspaltenboden leicht bei hohen Luftraten, während er für das Kompost- und Vollspaltenbodenabteil leicht steigende Tendenz aufweist. Insgesamt liegen die Kurvenverläufe aber eng beieinander.

Für den Ammoniakausstoß über die Temperatur ist beim Teilspaltenboden zu erkennen, daß auch bei hohen Temperaturen und Luftraten die ausgestoßene Menge nicht ansteigt.

Den deutlichsten Anstieg haben Kompost- und Vollspaltenbodenstall aufzuweisen, wobei sich aber auch dort bei hohen Temperaturen die Kurve abflacht.

Zusammenfassung

- Die vorgestellten Messungen ergeben im Vergleich zu Werten aus der Literatur deutlich höhere Emissionswerte (etwa: Berg (Bornim) 50 kg NH₃/(GV•a) für Spaltenbodenställe, 40 kg NH₃/(GV•a) für Tiefstreu und 10 kg NH₃/(GV•a) für Biobett; Oosthoek (IMAG), Hörnig und Türk (Bornim), Oldenburg (Kiel) geben Werte zwischen 18 und 29 kg NH₃/(GV•a) für verschiedene Schweinehaltungsverfahren an).
- Die alternativen eingestreuten Haltevarianten zeigen die höheren Ammoniakemissionen im Vergleich zur Haltung auf Spaltenboden, wenn auf spezifische Werte (Tiergewicht, Fleischproduktion) Bezug genommen wird.
- Mit zunehmender Stalltemperatur und steigendem Luftwechsel sinkt die Konzentration [ppm] von Ammoniak im Stall (Verdünnungseffekt).
- Mit steigender Stalltemperatur nimmt die Ammoniakemission [mg/min je 100 kg Stallbesatz] nur leicht zu.

Literatur

- [1] Jungbluth, Th. und Büscher, W.: Reduzierung der Ammoniakemissionen aus Stallanlagen – Bewertung von Maßnahmen – in KTBL-Arbeitspapier 233, Darmstadt, 1996
- [2] Oldenburg, J.: Geruchs- und Ammoniakemissionen aus der Tierhaltung. KTBL-Schrift 233, Darmstadt, 1989
- [3] Hesse, D. und K. Reiprich: Luftqualität in Schweineställen. Landtechnik 51 (1996), H. 4, S. 220-221
- [4] Hoy, St.: Multigasmonitoring – Ergebnisse aus der Schweine- und Hähnchenmast. Landtechnik 50 (1995), H. 5, S. 270 – 271

Schlüsselwörter

Vergleich verschiedener Halteverfahren für Mastschweine, Emissionen

Keywords

Comparing keeping methods for fattening pigs, emissions