

Emissionen aus einem Schrägbodensystem für Mastschweine

A. PÖLLINGER, B. AMON, V. KRYVORUCHKO, I. MÖSENBACHER, A. HAUSLEITNER und T. AMON

1 Einleitung und Problemstellung

Nationale und internationale Verpflichtungen zum Thema Klima- und Umweltschutz bestehen bereits bzw. werden in den kommenden Monaten und Jahren aktuell. Davon bleibt auch die landwirtschaftliche Nutztierhaltung nicht unberührt. Letztendlich muss die landwirtschaftliche Nutztierhaltung tiergerecht und umweltgerecht sein. Im Zusammenhang mit der Schweinehaltung werden eingestreute Haltungssysteme aus emissionstechnischer Sicht negativ beurteilt. Oftmals wird die Meinung vertreten, ein Haltungssystem könne entweder tierfreundlich oder umweltfreundlich sein, nicht aber beides zugleich. Zudem fordern Konsumenten zunehmend Fleisch aus tiergerechter Haltung mit Stroheinstreu. In dieser Frage scheint es einen Widerspruch zwischen Tierschutzinteressen und der Notwendigkeit der Emissionsminderung zu geben. Es müssen tierfreundliche Haltungssysteme für Mastschweine entwickelt werden, die geringe Emissionen von Ammoniak, Methan und Lachgas freisetzen.

In einem wichtigen Arbeitspapier der UN/ECE Ammoniak Experten Gruppe werden 19 verschiedene Flüssigmistssysteme für Schweine, denen jeweils eigene Emissionsfaktoren zugeordnet sind, unterschieden. Haltungssysteme, die Stroh verwenden, werden lediglich in zwei Kategorien eingeteilt, da die mangelnde Datengrundlage keine weitere Differenzierung erlaubt. Hier bestehen große Wissenslücken. Wegen der unzureichenden Datengrundlage werden den eingestreuten Haltungssystemen hohe Ammoniakemissionen zugeschrieben. DÖHLER et al. (2002) bearbeiteten in Deutschland ein umfangreiches Projekt, welches die Emissionsinventur für Am-

moniak verbessern sollte. Sie unterscheiden zwei eingestreute Haltungssysteme: den Tiefstreustall und die Dänische Aufstallung. Dem Tiefstreustall werden erhöhte N_2O - und NH_3 -Emissionen zugeschrieben. Die Dänische Aufstallung wird mit höheren NH_3 -Emissionen bewertet. DÖHLER et al. (2002) weisen aber ausdrücklich auf die große Unsicherheit hin, die mit diesen Emissionsfaktoren verbunden ist. Die Datenlage zu Emissionen aus eingestreuten Haltungssystemen ist sehr gering und muss dringend verbessert werden.

Der Schrägbodenstall ist ein vielversprechendes, besonders tierfreundliches und praktikables Haltungssystem (BARTUSSEK et al. 1995, ZALUDIK 1997). Jedoch ist derzeit auf Grund fehlender

Messungen unbekannt, welche Mengen an gasförmigen Emissionen aus einem Schrägbodenstall freigesetzt werden und welche Einflüsse auf den Umfang der Emissionen wirken. Dieses tierfreundliche System kann sich nur dann in der landwirtschaftlichen Praxis verbreiten, wenn belastbare Daten zu Emissionsfaktoren vorliegen. Dies bedingt hochexakte, praxisnahe Messungen, die einer internationalen Evaluierung Stand halten.

Im Gegensatz zum Tiefstreustall unterteilt sich der Schrägbodenstall in einen Liegebereich und einen Kotbereich (siehe *Abbildung 1*). Wegen der Trennung von Kot- und Liegebereich wird nur ein kleiner Teil der Bucht mit Exkrementen verschmutzt. Das Stroh auf der Liegefläche bleibt sauber und trocken. In

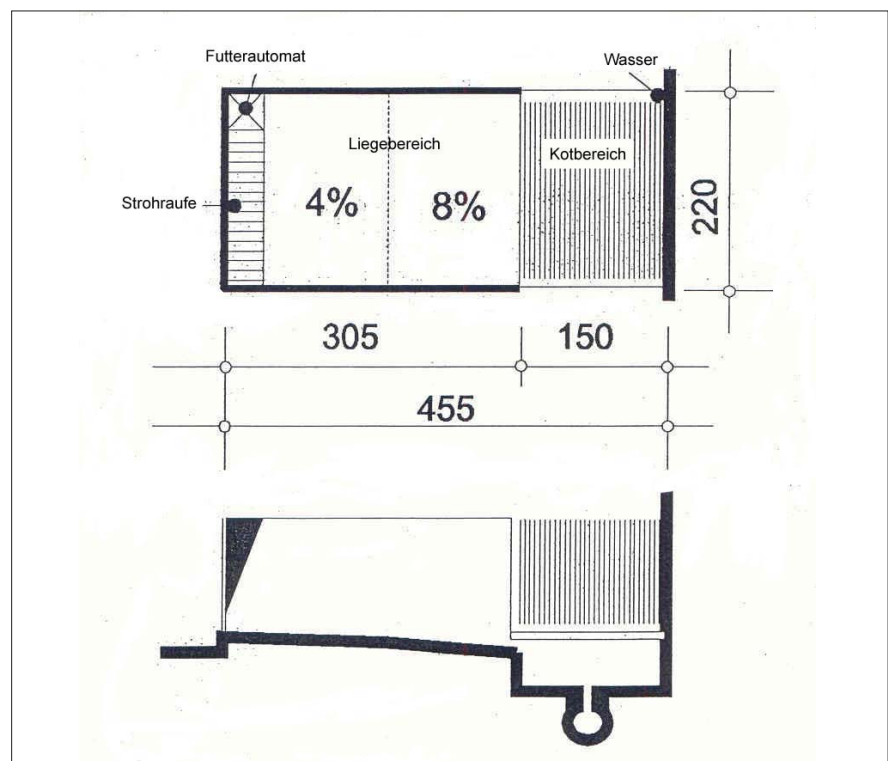


Abbildung 1: Schrägbodenbucht „System Gumpenstein“ (nach BARTUSSEK et al. 1995, 1999)

Autoren: Dipl.-Ing. Alfred PÖLLINGER, Ing. Irene MÖSENBACHER und Dr. Anton HAUSLEITNER, HBLFA Raumberg-Gumpenstein, A-8952 IRDNING; Dr. Barbara AMON, Vitaly KRYVORUCHKO und Univ. Prof. Dr. Thomas AMON, Universität für Bodenkultur, Institut für Land-, Umwelt- und Energietechnik, Peter-Jordanstraße 82, A-1190 WIEN

Tiefstreuensystemen, in denen Kot- und Liegefläche nicht getrennt sind, entsteht ein Stroh-Kot-Urin-Gemisch, welches beträchtliche Mengen an gasförmigen Emissionen freisetzen kann. Dieses Problem tritt im Schrägbodenstall nicht auf. Die Oberfläche im Kotbereich ist klein. Der Kotbereich kann regelmäßig mechanisch entmistet werden. Beides trägt zur Verminderung der Emissionen bei. Deshalb wurde in einem gemeinschaftlichen Forschungsprojekt mit dem Institut für Landtechnik an der Universität für Bodenkultur ein klassisches Schrägbodensystem mit Stroheinstreu und Güllesystem in der Praxis untersucht.

2 Der Schrägbodenstall für Mastschweine

Funktionsprinzip und Struktur der Schrägbodenbucht

Wie aus *Abbildung 1* ersichtlich, ist die Bucht so dimensioniert, dass das Verhältnis Tiefe zu Breite 1,5:1 beträgt. Das Verhältnis der Liegefläche zum Mistplatz ist 2:1. Die Buchtenumwandungen sind im Bereich der Liegefläche dicht und am Mistgang gitterförmig ausgeführt. Der planbefestigte und eingestreute Boden der Schrägbodenbucht ist mit einer Neigung von 6-10% versehen. An der Talseite der eingestreuten schrägen Liegefläche befindet sich eine Stufe zu einem angehobenen Spaltenboden mit Misteintrittsschlitz an der Stufenkante. Der sich darunter befindende Mistkanal kann mit Schieber oder auch nach dem Prinzip der Schwemmentmistung gereinigt werden.

Am oberen Ende der geneigten Fläche wird täglich frisches Langstroh in einer Raufe angeboten. Durch die Aktivität der Tiere wird die Einstreu in Richtung des

Gefälles abwärts bewegt und gelangt so in den Mistkanal unterhalb des Spaltenbodens. Die Schweine bearbeiten das Stroh stark und zerkleinern es dabei. Der Trocken- bzw. Breifutterautomat befindet sich am oberen Ende der geneigten Fläche. Die Trinkwasserversorgung erfolgt mittels Tränkenippel, die über dem Mistgang installiert sind. Ebenfalls im Kotbereich ist eine Sprüheinrichtung angebracht, die aus einem Rohr und zwei Kegeldüsen besteht. Die Sprühanlage kann durch ein elektrisches Magnetventil mit vorgeschalteter Schaltuhr gesteuert werden, wobei die Intervalle der Sprühkühlung der jeweiligen Witterung angepasst werden können (ZAINER, 1993).

Die Besatzdichte wird so gewählt, dass pro Endmastschwein eine Buchtenfläche von 1-1,3 m² zur Verfügung steht. *Abbildung 2* zeigt die Platzverteilung der Tiere in der Bucht zur Anfangs- und Endmast.

3 Material und Methoden

Im Rahmen des hier vorgestellten Projektes wurden Emissionen aus einem Schrägbodenstall für Mastschweine und während der anschließenden Lagerung des Flüssigmistes gemessen. Im nachfolgenden Kapitel werden zunächst die Messungen aus dem Stall im Detail vorgestellt.

3.1 Der Schrägbodenstall für Mastschweine

Die Emissionsmessungen wurden auf einem Familienbetrieb in Weng im Innkreis durchgeführt. Der Betrieb hat drei baulich getrennte Stallabteile. Jedes Abteil beherbergt 16 Mastbuchten mit je 10 – 12 Tieren. Je acht Mastbuchten sind links und rechts von einem zentralen

Futtergang angeordnet. Jede Zweiflächen-Schrägbodenbucht ist in drei Bereiche unterteilt. Der obere Teil der planbefestigten Liegefläche mit einer Länge von 1,60 m weist ein Gefälle von 3% auf, der untere Teil, welcher ebenfalls 1,60 m lang ist, hat ein Gefälle von 8%. Die Länge des angehobenen Spaltenbodens beträgt 1,50 m. Dies ergibt eine Gesamttiefe der Bucht von 4,70 m. Die Breite beträgt 2 m, so dass rund 1 m² Buchtenfläche pro Tier zur Verfügung steht. An der Längsseite ist über die gesamte planbefestigte Fläche ein Doppelquertrog mit 35 cm Länge pro Tier angebracht, in dem von jeweils 2 Buchten aus gefressen werden kann. Alle Tiere können gleichzeitig fressen, was eine wichtige Anforderung an ein tiergerechtes Haltungssystem ist. Damit auch kleinere Tiere in der unteren Hälfte der Bucht in den Trog reichen, ist unterhalb davon eine 10 cm breite Stufe eingebaut.

Durch das Gefälle beträgt ihre Höhe am oberen Rand 0 cm und steigt bis zum unteren Ende auf 18 cm. Die Liegefläche ist von einer dichten Buchtenwand aus Holz umgeben. Im Kotbereich ist durch gitterförmige Abtrennungen ein freier Blick in die Nachbarbuchten gegeben. BARTUSSEK (1993a) gibt an, dass beim angehobenen Spaltenboden die Liegefläche bis 10 cm über die Mistabwurfkante gezogen werden kann, was eine Verletzungsgefahr weitgehend ausschließt. Der Misteintrittsschlitz muss über die ganze Buchtenbreite reichen und 10-12 cm lichte Höhe aufweisen. Weiters befindet sich an der hinteren Wand über dem Spaltenboden eine Nippeltränke.

Über dem Kotbereich sind zwei Kegeldüsen angebracht, die nur den Spaltenboden mit fein zerstäubtem Wasser be-

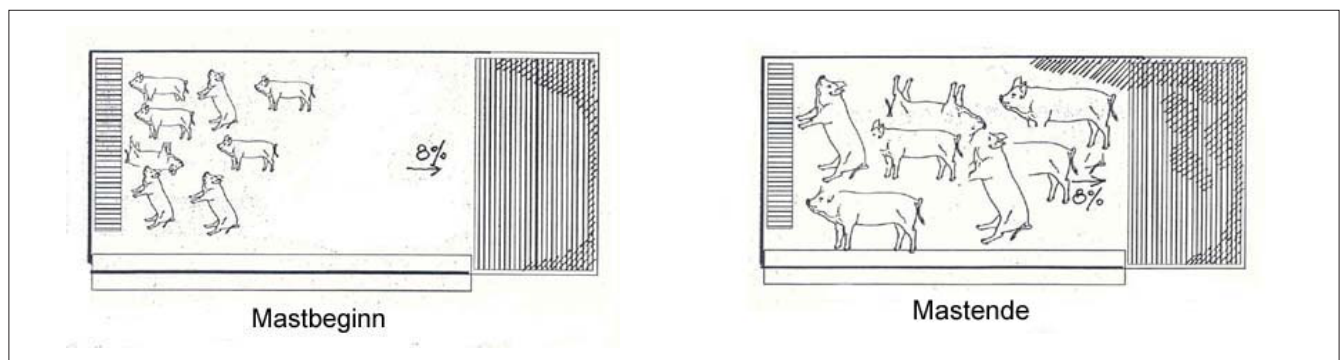


Abbildung 2: Mastschweine im „System Gumpenstein“ zu Mastbeginn und Mastende (nach BARTUSSEK 1993b)

sprühen. Die Düsen weisen einen Durchfluss von 0,8 l/min bei 3 bar Leitungsdruck auf. Bei entsprechend hoher Temperatur schalten sich die Duschen in einem Intervall von 2 Stunden ein und zwar beginnend um 9 Uhr bis um 21 Uhr. Die Einschaltdauer beträgt dabei 3 Minuten, und es werden etwa 5 l Wasser pro Bucht versprüht. Der positive Effekt macht sich auch in der guten Staubbindung und der höheren Luftfeuchtigkeit bemerkbar.

An der bergseitigen Buchtenwand ist die Strohraufe befestigt. Hier werden täglich 50 g Langstroh pro Tier zur Verfügung gestellt. Die Tiere nehmen dieses Stroh aus den Raufen und bearbeiten es intensiv. Dabei wird das Stroh stark zerkleinert und zum Güllekanal transportiert, der sich am unteren Ende der Bucht befindet. Durch die relativ geringe Strohmenge und die starke Zerkleinerung kann in diesem Schrägbodenstall trotz Verwendung von Einstreu Flüssigmist erzeugt werden.

Die Abteile sind über einen zentralen Abluftkamin zwangsentlüftet. Die Lüftung wird automatisch gesteuert und ist so eingestellt, dass eine möglichst konstante Innentemperatur gehalten wird. Die Zuluft gelangt über eine Porendecke in den Stall. Zwei Stallabteile werden zweimal täglich mechanisch mittels Schrappert Unterflur entmistet. Das dritte Abteil hat ein Schwemmentmistungssystem. Die Schweine in einem Abteil sind jeweils etwa gleich alt. Zwischen den Stallabteilen variieren Alter und Gewicht der Schweine. Dadurch können die Emissionen von unterschiedlich schweren Mastschweinen bei gleicher Witterung und sonst gleichen Bedingungen gemessen werden. Der Einfluss des Gewichtes auf den Umfang der Emissionen kann ermittelt werden.

Die Schweine werden flüssig gefüttert. Das Futter besteht zu 54 % aus Mais, 21,7 % aus Getreide, 21,5 % aus Soja und 2,8 % aus einer Mineralstoffmischung. Die Futterzusammensetzung blieb während der gesamten Mastdauer konstant.

3.2 Emissionsmessungen

Die Emissionsmessungen wurden mit der Messtechnik des Institutes für Landtechnik (ILT) durchgeführt. Die Mess-

einrichtung wurde am ILT entwickelt, ist international evaluiert und hat sich bereits in mehreren Forschungsprojekten bewährt.

Im zentralen Abluftschacht des jeweiligen Stallabteils wurde die Gasprobe entnommen und von einer Pumpe durch einen beheizten Schlauch den Gasanalytoren (FTIR und TOC-Analysator) zugeführt. Der Schlauch muss beheizt sein, um ein Auskondensieren des Ammoniaks während des Transportes der Probe zum FTIR zu vermeiden. Würde Ammoniak im Abluftschlauch auskondensieren, so ergäbe sich eine erhebliche Verfälschung der Messwerte.

Im Abluftschacht wurde ebenfalls kontinuierlich der Luftvolumenstrom gemessen. Aus dem Produkt von Gaskonzentration und Luftvolumenstrom errechnet sich die emittierte Menge an Gasen. Die Messungen wurden über ein Computer-Makro gesteuert und liefen kontinuierlich, Tag und Nacht.

Zusätzlich zu den gasförmigen Emissionen wurden innerhalb und außerhalb des Stalles Klimadaten wie Lufttemperatur und Luftfeuchtigkeit gemessen.

FTIR Spektrometer. Mit der FTIR Spektroskopie ist es möglich, die Konzentrationen von NH_3 , N_2O und CH_4 hoch exakt online unter Praxisbedingungen zu messen.

Die FTIR Spektroskopie beruht auf dem Prinzip, dass Gase infrarotes Licht in für sie charakteristischen Wellenlängenbereichen absorbieren. Dadurch kann die Konzentration mehrerer Gase mit nur einem Messgerät erfasst werden. Jedes IR Spektrum enthält die Information aller Gase, die Licht zwischen einer IR Quelle und einem Detektor absorbiert haben. Das in den Messungen verwendete Spektrometer hat ein Auflösungsvermögen von $0,25 \text{ cm}^{-1}$. Es wird mit einer Gaszelle betrieben, in der die Spiegel nach White angeordnet sind. Die optische Pfadlänge beträgt 8 m. Die Nachweisgrenze für NH_3 beträgt 0,5 ppm. Für CO_2 , CH_4 und N_2O liegt sie im Bereich der atmosphärischen Hintergrundkonzentration dieser Gase oder darunter. Die mit dem FTIR Spektrometer aufgenommenen Absorptionsspektren werden mit multivariablen Kalibriermethoden ausgewertet.

Gesamtkohlenwasserstoffanalysator.

Die organischen Spurengasemissionen (TOC = total organic carbons) wurden als Summenparameter mit einem Gesamtkohlenwasserstoffanalysator (J.U.M Engineeringâ, Gesamtkohlenwasserstoff Analysator Model VE 7) gemessen. Der TOC-Gehalt in der Abluft kann als Indikator für das Potential für Geruchsemissionen herangezogen werden. Je höher der TOC-Gehalt, desto höher ist das Potential für Geruchsemissionen.

Berechnung der Emissionsrate. Die Emissionsrate (g/h) wird berechnet durch Multiplikation von Gaskonzentration (g/m^3) und Luftwechselrate im zentralen Abluftkamin (g/m^3). Das FTIR Spektrometer gibt die Gaskonzentrationen in ppm an. Diese Einheit muss in g/m^3 umgerechnet werden. Gaskonzentrationen wurden abwechselnd in der Zuluft und in der Abluft gemessen. Die Emissionsrate ergibt sich aus der Differenz zwischen Zuluft- und Abluftkonzentration multipliziert mit der Luftwechselrate.

3.3 Ablauf der Versuche

Mitte Juli wurde mit den eigentlichen Emissionsmessungen begonnen. Die Emissionen wurden ohne Pause, 24 Stunden am Tag, bis zum 20.04.2004 gemessen. Die Datenauswertung erfolgte laufend. Neben den Emissionen wurden Luftdurchsatz und Klimawerte kontinuierlich aufgezeichnet. Das Gewicht der Schweine wurde wöchentlich notiert.

Der Abluftschlauch wurde alle zwei Tage zwischen den drei Abteilen gewechselt, so dass jedes Abteil mindestens einmal pro Woche für 48 Stunden beprobt wurde. Mit dem gewählten Design konnten zu jeder Jahreszeit (kalte, gemäßigte, warme Temperaturen) und bei jedem Gewichtsabschnitt (geringes, mittleres, hohes Gewicht) Emissionen gemessen werden. Die wichtigsten Einflussfaktoren auf die Höhe der Emissionen konnten so erfasst werden.

Tabelle 1 zeigt die Eckdaten der Versuchsbedingungen während der Emissionsmessungen am Schrägbodenstall. Zwei unterschiedliche Entmistungssysteme wurden untersucht: Schwemmentmistung (Abteil 1) und Schrappertentmistung (Abteile 2 und 3). Zusätzlich wurde über das ursprünglich geplante Ver-

suchsprogramm hinaus die Wirkung des Zusatzes „Effektive Mikro-Organismen (EM)“ auf den Umfang der Emissionen untersucht. In der ersten – derzeit vorliegenden Auswertung – wurde die gesamte Messzeit in drei Perioden eingeteilt, deren Ergebnisse miteinander verglichen werden können. Bei der noch in diesem Jahr folgenden detaillierten Ergebnisauswertung kann es noch zu einer leichten Verschiebung dieser Einteilung kommen.

Die erste Messperiode fand unter warmen bis mäßig warmen Bedingungen von Juli bis November 2003 statt. Sie umfasst eine gesamte Mastperiode. Die Stallinnentemperatur war in den Abteilen mit Schwemmentmistung und Schrappentmistung ähnlich hoch und betrug im Mittel rund 23 °C. Die mittlere Außentemperatur betrug in diesem Zeitraum rund 15 °C.

Die zweite Periode erstreckte sich über die Winterperiode von Oktober 2003 bis März 2004. Trotz deutlich niedrigerer Außentemperatur lag die Stallinnentemperatur nur um rund 3 °C unter der in Periode_1 gemessenen. Im Abteil mit Schwemmentmistung wurde von Januar bis Februar 2004 der Flüssigmistzusatz EM eingesetzt.

In der dritten Periode von März bis April 2004 wurden Emissionen von jungen Mastschweinen gemessen. Die mittlere Stalltemperatur betrug rund 21 °C, die mittlere Außentemperatur lag zwischen 6 und 9 °C. Während der gesamten Periode_3 wurde im Abteil mit Schwemmentmistung der Zusatz „EM“ eingesetzt.

3.4 Einsatz des Zusatzes „Effektive Mikroorganismen (EM)“ im Schrägbodenstall für Mastschweine

Das Zusatzmittel „Effektive Mikroorganismen (EM)“ wird im Bereich der Tierhaltung zur Reduzierung von Geruch, Ammoniak und klimarelevanten Gasen im Stall und/oder bei der Wirtschaftsdüngerlagerung eingesetzt. EM enthält die in *Tabelle 2* angeführten Mikroorganismen verschiedener Typen und Spezies (nach YAGI EM Research Organisation, Inc., KNEIFEL 2003).

Die Wirkung von EM wurde im Abteil 1, dem Abteil mit Schwemmentmistung

geprüft. Damit die in EM enthaltenen Mikroorganismen eine optimale Wirkung im Stall entfalten können, muss EM als wässrige Lösung im gesamten Stall versprüht werden.

In dem untersuchten Schrägbodenstall war EM zuvor noch nie zum Einsatz gekommen. Deshalb wurde zu Beginn der Versuche, am 03.01.2004, eine Lösung mit erhöhter EM-Konzentration versprüht. 7 Liter EM wurden mit 7 Liter Wasser vermischt und täglich im Stall versprüht.

Ab dem 21.01.2004 wurde die täglich versprühte Menge auf 4 Liter EM in 4 Litern Wasser reduziert.

Ab dem 08.03.2004 wurde zusätzlich zum versprühten EM noch EM-FKE dem Flüssigfutter der Schweine zuge-

setzt. 3 Liter EM wurden in 1000 Liter Futtersuppe gemischt und über 3 Mahlzeiten am Tag verteilt gefüttert.

4. Erste Ergebnisse

4.1 Stall- und Außentemperatur

In allen drei Stallabteilen wurde an jeweils zwei Messstellen und außerhalb des Stalles an einer Messstelle stündlich Temperatur und relative Luftfeuchte gemessen. Die aufgezeichneten Daten wurden zu Tagesmittelwerten zusammengefasst. Die mittleren Tagestemperaturen sind in *Abbildung 3* dargestellt. Die Außentemperatur variierte im Jahresverlauf stark. Im Sommer wurden an einigen Tagen Werte von über 25 °C erreicht. Im Winter sank die Außentemperatur auf - 10 °C ab. Aufgrund der temperaturge-

Tabelle 1: Eckdaten der Versuchsbedingungen während der Emissionsmessungen am Schrägbodenstall

	Schwemmentmistung Abteil 1	Schrappentmistung Abteile 2 und 3
<i>Periode_1</i>		
Datum	Juli bis Okt. 2003	Juli bis Nov. 2003
Gewicht [kg/Schwein]	47,5 – 110,0	31,0 – 110,0
Mittlere Stalltemperatur [°C]	23,5	22,6
Mittlere Außentemperatur [°C]	16,8	13,7
<i>Periode_2</i>		
Datum	Okt. 2003 bis Feb. 2004	Nov. 2003 bis März 2004
Gewicht [kg/Schwein]	30,0 – 110,0	31,0 – 110,0
Mittlere Stalltemperatur [°C]	20,9	20,4
Mittlere Außentemperatur [°C]	1,6	0,5
EM Zusatz	Jan. bis Feb. 2004	Kein Zusatz
<i>Periode_3</i>		
Datum	März bis April 2004	April 2004
Gewicht [kg/Schwein]	31,0 – 65,0	31,0 – 40,0
Mittlere Stalltemperatur [°C]	20,8	21,7
Mittlere Außentemperatur [°C]	6,4	9,3
EM Zusatz	März bis April 2004	Kein Zusatz

Tabelle 2: Identifizierte Mikroorganismen in EM

Mikroorganismen	Spezies / Stoffwechsel
Milchsäure Bakterien (Lactic Acid Bacteria)	Lactobacillus plantarum Lactobacillus casei → homofermentativ; hauptsächlich Milchsäure aus Zucker
Schwefel; Nicht-Schwefel-Purpurbakterien	Rhodospseudomonas palustris → photohetero-, photoautotroph; oxidieren Schwefelwasserstoff zu elementarem Schwefel
Obergärende Hefe	Saccharomyces cerevisiae → Ethanol aus Zucker; aerob-anaerob- Wechsel
Schimmelpilze	Zellulose-Lignin-Abbau
Andere MO	Ubiquitäre MO, die in natürlicher Umgebung unter pH 3,5 vorkommen

steuerten Stallentlüftung spiegelten sich die Schwankungen der Außentemperatur kaum in der Stalltemperatur wider. Die Stalltemperaturen zeigten nur geringe Schwankungen. In den heißen Sommermonaten waren sie um rund 5 °C höher als in den kalten Wintermonaten.

4.2 Gewichtsentwicklung der Schweine

Um aus den Messungen Emissionsfaktoren für den Schrägbodenstall ableiten zu können und um die Daten mit Werten aus der Literatur vergleichen zu können, müssen die in Summe gemessenen Emissionen auf das jeweilige Gewicht der Schweine zu jedem Messzeitpunkt bezogen werden. Wöchentlich wurde das durchschnittliche Gewicht der Schweine mit der Anzahl an Schweinen in jedem Abteil multipliziert. So errechnete sich das Gesamtgewicht an Schweinen, das in den drei Abteilen vorhanden war. Am Ende jedes Mastdurchganges standen die Abteile kurzzeitig leer, bevor wieder neue Schweine mit einem Gewicht von etwa 30 kg eingestallt wurden.

4.3 Emissionen aus Abteil 1 (Schwemmentmistung)

In der hier vorliegenden ersten Auswertung wurde aus allen Emissionswerten die mittlere Emission pro kg Schwein und Tag errechnet (Tabelle 3). Legt man durchschnittlich 2,5 Mastdurchgänge pro Jahr zu Grunde (DÖHLER et al. 2002, UBA 2001), so ergeben sich die in der rechten Spalte dargestellten Emissionen je Tierplatz und Jahr. Dies entspricht einem ersten näherungsweisen Vorgehen aus dem ein Eindruck über die Größenordnung der Emission gewonnen werden kann. Eine exakte Berechnung setzt eine detaillierte Datenauswertung voraus, die nach dem derzeit vorliegenden Zwischenbericht erfolgen wird.

4.4 Emissionen aus Abteil 2 (Schrappertmistung)

Die Emissionsraten aus Abteil 2 wurden nach der gleichen Methode ermittelt und wie bei Abteil 1 dargestellt. In der hier vorliegenden, ersten Auswertung wurde aus allen Emissionswerten die mittlere Emission pro kg Schwein und Tag errechnet (Tabelle 4). Daraus wurde in einer ersten Näherung die Emission pro Tierplatz und Jahr berechnet.

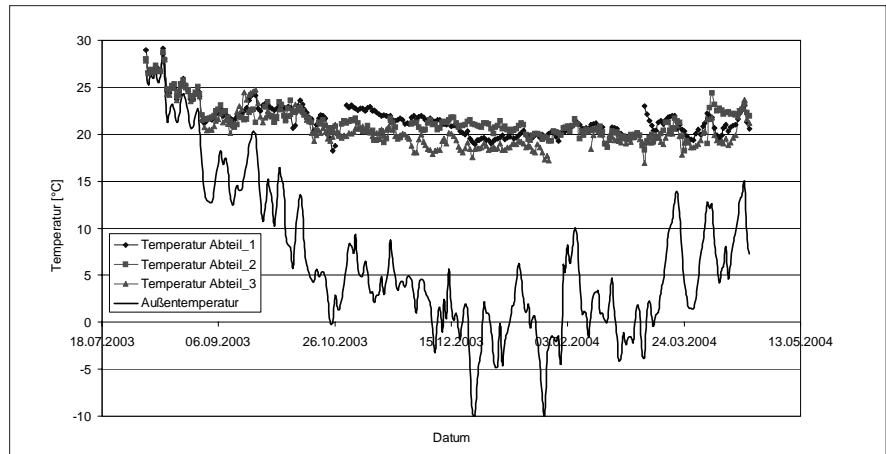


Abbildung 3: Mittlere tägliche Temperaturen im Stall und in der Außenluft während der Emissionsmessungen am Schrägbodenstall

Tabelle 3: Mittlere Emission und Emission pro Tierplatz und Jahr aus Abteil 1 (Schwemmentmistung)

Emission von ...	Mittlere Emission [g/(kg Schwein * Tag)]	Emission pro Tierplatz [kg/Tierplatz * Jahr]
CO ₂	168,22 * 10 ³	426,39
CH ₄	469,32	1,19
NH ₃	791,02	2,01
N ₂ O	14,72	37,32 * 10 ⁻³
TOC	1163,65	2,95

Tabelle 4: Mittlere Emission und Emission pro Tierplatz und Jahr aus Abteil 2 (Schrappertmistung)

Emission von ...	Mittlere Emission [g/(kg Schwein * Tag)]	Emission pro Tierplatz [kg/Tierplatz * Jahr]
CO ₂	205,12 * 10 ³	519,92
CH ₄	298,96	0,76
NH ₃	1.150,80	2,92
N ₂ O	15,04	38,11 * 10 ⁻³
TOC	915,04	2,32

Tabelle 5: Mittlere Emission und Emission pro Tierplatz und Jahr aus Abteil 3 (Schrappertmistung)

Emission von ...	Mittlere Emission [g/(kg Schwein * Tag)]	Emission pro Tierplatz [kg/Tierplatz * Jahr]
CO ₂	190,35 * 10 ³	482,50
CH ₄	312,86	0,79
NH ₃	1138,81	2,89
N ₂ O	11,13	28,22 * 10 ⁻³
TOC	796,91	2,02

4.5 Emissionen aus Abteil 3 (Schrappertmistung)

Die Emissionsraten aus Abteil 3 wurden nach der gleichen Methode ermittelt und wie bei Abteil 1 dargestellt.

In der hier vorliegenden ersten Auswertung wurde aus allen Emissionswerten die mittlere Emission pro kg Schwein und Tag errechnet (Tabelle 5). Daraus wurde in einer ersten Näherung die Emission pro Tierplatz und Jahr berechnet.

4.6 Vergleich der Emissionen aus den Abteilen 1, 2 und 3 und Wirkung des Zusatzes „Effektive Mikroorganismen (EM)“

Die Abbildungen 4 bis 5 zeigen Emissionen je Tier und Jahr, wie sie in der ersten, vorläufigen Auswertung ermittelt wurden. In den Kapiteln 4.3 bis 4.5 sind die gemessenen Emissionen pro Tag und kg Schwein dargestellt. Aus den gemessenen Daten wurde eine mittlere Emis-

sion pro Tag und kg Schwein ermittelt. Diese mittlere Emission wurde auf eine Großvieheinheit (= 500 kg Lebendgewicht) umgerechnet. Ein Schwein entspricht durchschnittlich 0,12 GV. Im Mittel werden 2,5 Mastdurchgänge oder 330 Stalltage angesetzt (DÖHLER et al. 2002, UBA 2001). Mit diesen Angaben wurde die Emission pro Schwein und Jahr berechnet, die in den nachfolgenden Abbildungen dargestellt ist. Die Emissionen wurden differenziert nach dem Entmistungssystem ermittelt. Die Abbildungen zeigen Emissionen für Schrapparentmistung und Schwemmentmistung. Die Wirkung des EM-Einsatzes am Beginn und am Ende der Mast ist ebenfalls dargestellt. Um die Einordnung der Ergebnisse zu erleichtern, zeigt jede Abbildung auch den derzeitigen Richtwert für Emissionen aus einem zwangsbelüfteten Mastschweinestall mit Flüssigmistung.

Aus *Abbildung 4* sind die gemessenen CH_4 -Emissionen je Tier und Jahr ersichtlich. Zwangsbelüftete Ställe mit Flüssigmistung werden derzeit mit einer Emission von 4 kg CH_4 je Tier und Jahr bewertet (UBA 2001). Die Emissionen aus dem Schrägbodenstall liegen bei allen Varianten deutlich unter diesem Wert. Dies liegt vermutlich darin begründet, dass innerhalb des Stalles deutlich weniger Flüssigmistung gelagert wird als bei konventionellen Vollspaltenbodenställen. Zwangsbelüftete Ställe weisen Stalltemperaturen von rund 20 °C und mehr auf, was die Methanbildung im Flüssigmistung fördert.

Im Abteil mit Schwemmentmistung wird eine größere Flüssigmistungsmenge gelagert als im Abteil mit Schrapparentmistung, wo eine tägliche mechanische Entmistung erfolgt. Aus diesem Grund sind CH_4 -Emissionen aus Abteil 1 (Schwemmentmistung) höher als aus den Abteilen mit Schrapparentmistung.

Bei Einsatz von EM zu Beginn der Mastperiode zeigt die vorläufige Auswertung eine leichte Erhöhung der CH_4 -Emissionen. Am Ende der Mast bewirkte EM eine deutliche Reduktion der CH_4 -Emissionen. Im Mittel waren die CH_4 -Emissionen bei Einsatz von EM niedriger als ohne Einsatz von EM.

Vorläufige Ergebnisse zu NH_3 -Emissionen aus einem Schrägbodenstall für

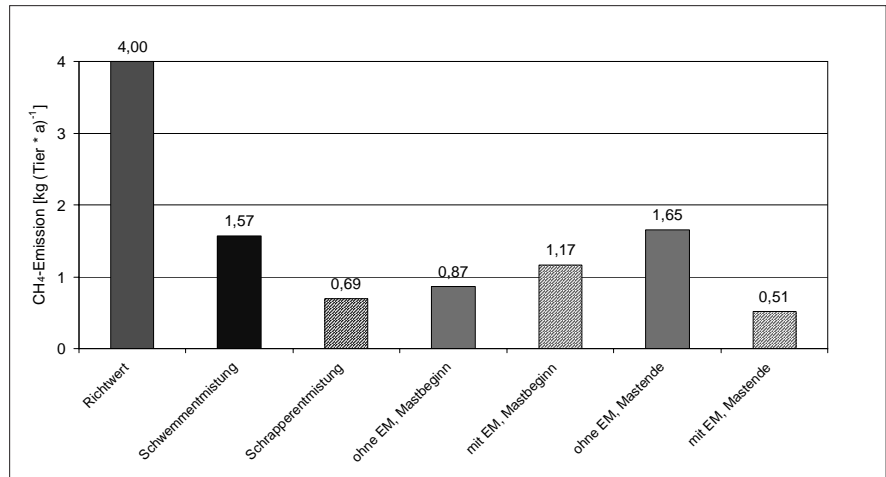


Abbildung 4: CH_4 -Emissionen aus einem Schrägbodenstall für Mastschweine mit und ohne Einsatz von EM und Emissionsrichtwert für zwangsbelüftete Mastschweineställe mit Flüssigmistung

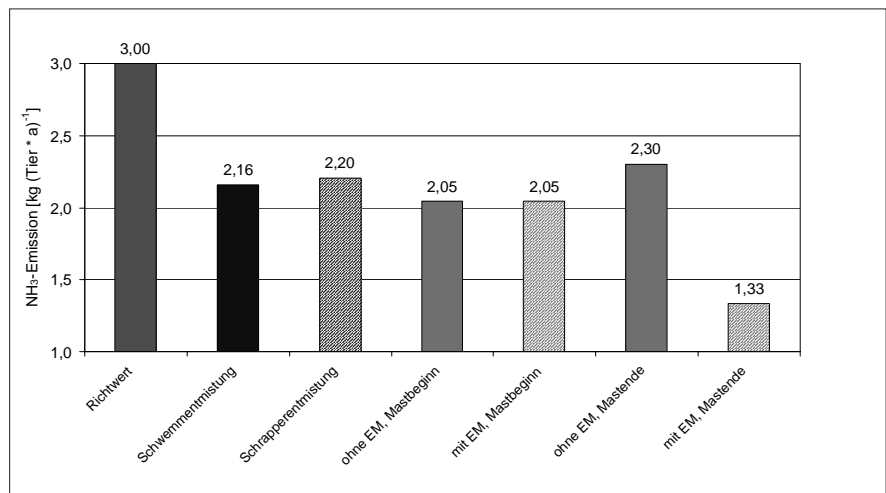


Abbildung 5: NH_3 -Emissionen aus einem Schrägbodenstall für Mastschweine mit und ohne Einsatz von EM und Emissionsrichtwert für zwangsbelüftete Mastschweineställe mit Flüssigmistung

Mastschweine sind in *Abbildung 5* dargestellt. (DÖHLER et al. 2002 und UBA 2001) geben einen Emissionsrichtwert von 3 kg NH_3 je Tier und Jahr für zwangsbelüftete Vollspaltenställe an.

Ammoniakemissionen aus dem Schrägbodenstall liegen deutlich unter diesem Wert. Dies liegt vermutlich in der geringeren emissionsaktiven Oberfläche begründet. Die Liegefläche des Schrägbodenstalles wird von den Schweinen sauber und trocken gehalten. Exkremate fallen nur im hinteren Teil des Stalles, auf dem angehobenen Spaltenboden an.

Zwischen Schwem- und Schrapparentmistung wurden nur geringe Unterschiede in den NH_3 -Emissionen gemessen. EM-Einsatz zu Beginn der Mast hatte keinen Einfluss auf den Umfang der

NH_3 -Emissionen. Am Ende der Mast wurde eine deutliche Reduktion der NH_3 -Emissionen bei Einsatz von EM beobachtet.

Für N_2O -Emissionen aus zwangsbelüfteten Flüssigmistungställen für Mastschweine wird ein Richtwert von 100 g je Tier und Jahr angegeben. Auf Grund der geringen Datenlage ist dieser Wert jedoch mit Unsicherheiten behaftet. Die mögliche Spannweite von N_2O -Emissionen wird mit 20 – 310 g je Tier und Jahr angegeben (UBA 2001).

Aus dem Schrägbodenstall für Mastschweine wurden N_2O -Emissionen zwischen 7,82 und 61,95 g je Tier und Jahr gemessen. Im System Schwemmentmistung waren die N_2O -Emissionen etwas höher als im System Schrapparentmistung.

ting. Dies kann – wie bei den CH₄-Emissionen – mit der größeren Menge an Flüssigmist im Stall zusammenhängen.

Die Emissionen von CH₄ und N₂O wurden zur Summe an klimarelevanten Emissionen zusammengefasst. Diese wird in CO₂-Äquivalenten ausgedrückt. CH₄ hat eine 21fach höhere und N₂O eine 310fach höhere Klimawirksamkeit als CO₂ (IPCC 1996). Der Richtwert für klimarelevante Gase aus zwangsbelüfteten Flüssigmistställen für Mastschweine liegt deutlich über den im Schrägbodenstall gemessenen Werten.

Die Schrap-perentmistung führte verglichen mit der Schwemmentmistung zu einer Reduktion klimarelevanter Emissionen. Bei Einsatz zu Mastende reduzierte das Versprühen klimarelevante Emissionen deutlich. Gemittelt über eine gesamte Mastperiode wurden bei EM-Einsatz geringere klimarelevante Emissionen gemessen als ohne EM-Einsatz.

5. Zusammenfassung

Auf einem oberösterreichischen Praxisbetrieb mit Mastschweinehaltung auf einem Schrägbodensystem wurden Emissionsmessungen von klima- und ökosystemrelevanten Gasen durchgeführt. Ziel der Messungen war es, ein eingestreutes Haltungssystem hinsichtlich der Emissionen von Ammoniak, Methan und Lachgas beurteilen und mit den derzeit in der Literatur verwendeten Emissionsfaktoren vergleichen zu können. Auf dem Betrieb sind drei vergleich-

bare Schrägbodenabteile auf Flüssigmistbasis vorhanden, zwei Abteile mit Schrapperentmistung und eines mit Schwemmentmistung.

Über den Sommer, Herbst und Winter 2003 und Winter und Frühjahr 2004 wurden durchgehende Emissionsmessungen mit der Messtechnik des ILT der Universität für Bodenkultur durchgeführt. In einer ersten Ergebnisauswertung konnte eindeutig festgestellt werden, dass das Schrägbodensystem auf Flüssigmistbasis hinsichtlich der ökosystem- und klimarelevanten Gasemissionen günstiger zu bewerten ist als das Referenzsystem, Mastschweinehaltung auf Vollspalten. Zwischen den beiden Entmistungssystemen Schrapper- und Schwemmentmistung konnten nur geringe Unterschiede festgestellt werden.

In einer erweiterten Versuchsphase wurde ab Jänner 2004 „Effektive Mikroorganismen“ zuerst nur im Stall und ab März auch dem Futter beigemischt. Bezogen auf ein einheitliches Tiergewicht konnten bei Mastende deutliche Emissionsreduktionen gemessen werden.

Literatur

- BARTUSSEK, H. (1993a). In der Schweinemast: Verdrängen Schrägböden die Vollspaltenbucht? Traktor Aktuell, 2, 22-25.
- BARTUSSEK, H. (1993b). Vollspaltenböden oder Tieflaufstall bei Mastschweinen? – Weder – noch! Der fortschrittliche Landwirt, 1993, 8, S. 18-19 und 1993, 9, S. 18-19.
- BARTUSSEK, H., HAUSLEITNER, A., SCHAUER, A., STEINWENDER, R., UBBELOHDE J. (1995). Schrägbodenbuchten für Mastschwei-

ne. Veröffentlichungen der BAL Gumpenstein, Heft 23, Irdning, 1995.

- BARTUSSEK, H., HAUSLEITNER, A., ZALUDIK, K. (1999). Schrägbodenbuchten in der Schweinemast: Die funktionssichere und kostengünstige Tierschutzalternative zum Vollspaltenboden, In: Bericht zur Tagung Bau-Technik und Umwelt in der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung, München-Freising, 1999.
- DÖHLER, H., DÄMMGEN, U., BERG, W., BERGSCHMIDT, A., BRUNSCH, R., EURICH-MENDEN, B., LÜTTICH, M., OSTERBURG, B. (2002). Anpassung der deutschen Methodik zur rechnerischen Emissionsermittlung an internationale Richtlinien und Prognose der Ammoniak-Emissionen der deutschen Landwirtschaft und Szenarien zu deren Minderung bis zum Jahre 2010. Final Report Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft und Umweltbundesamt.
- IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories (Revised 1996), <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gl/invs1.htm>.
- IPCC (1996). Climate Change 1995. The Science of Climate Change. In: Intergovernmental Panel on Climate Change; J.T. Houghton, L.G. Meira Filho, B.A. Callander, N. Harris, A. Kattenberg, and K. Maskell, (Ed.), Cambridge University Press, Cambridge, U.K.
- KNEIFEL, (2003). Firmeninterne Mitteilung der Fa. Multikraft, Frau Mag. Hader.
- UMWELTBUNDESAMT DER BRD (2001). Entwurf: Erstellung eines Gutachtens für einen deutschen Beitrag zur Vollzugsvorbereitung zur Umsetzung der IVU-Richtlinie für den Bereich Intensivtierhaltung, UBA Vorhaben FKZ 360 08 001, Stand November 2001, KTBL Darmstadt, Umweltbundesamt Berlin; In: UBA-Text 75/02 „Beste verfügbare Techniken in der Intensivtierhaltung“.
- ZAINER, J. (1993). Selbstbau einer elektronisch gesteuerten Schweinedusche, Der Fortschrittliche Landwirt, 6, Sonderbeilage, März 1993.
- ZALUDIK, K. (1997). Untersuchungen zum Schrägbodensystem für Mastschweine. Diplomarbeit an der Universität für Bodenkultur, Wien.