



Pablo Meissner (Autor)

# **Analyse und Bewertung des Emissionsverhaltens eines einstreulosen Mastschweinestalles mit Spülmistung im Vergleich zu Güllelagerung im Stall**

**FORSCHUNGSBERICHT AGRARTECHNIK**


Des Arbeitskreises Forschung und Lehre der  
Max-Eyth-Gesellschaft Agrartechnik im VDI (VDI-MEG)

**425**

Pablo Meissner

**Analyse und Bewertung des  
Emissionsverhaltens eines einstreulosen  
Mastschweinestalles mit Spülmistung im  
Vergleich zu Güllelagerung im Stall**

Dissertation  
Göttingen 2004

CUVILLIER VERLAG  
 GÖTTINGEN

<https://cuvillier.de/de/shop/publications/2724>

Copyright:

Cuvillier Verlag, Inhaberin Annette Jentsch-Cuvillier, Nonnenstieg 8, 37075 Göttingen,  
Germany

Telefon: +49 (0)551 54724-0, E-Mail: [info@cuvillier.de](mailto:info@cuvillier.de), Website: <https://cuvillier.de>

## 1 Einleitung und Zielsetzung

Die landwirtschaftliche Intensiv-Tierhaltung führt zu hohen Emissionen von Ammoniak ( $\text{NH}_3$ ), die an der Entstehung von Wald- und Pflanzenschäden, der Eutrophierung von Gewässern, sowie der Versauerung von Böden beteiligt sind. Diese Ammoniakemissionen werden in Deutschland zu etwa 78 % durch die Tierhaltung verursacht (UBA, 2003; Stand 2001). Außerdem werden durch die Landwirtschaft weitere umweltrelevante Gase wie Methan ( $\text{CH}_4$ ), Lachgas ( $\text{N}_2\text{O}$ ) und Kohlendioxid ( $\text{CO}_2$ ) freigesetzt, die am Treibhauseffekt beteiligt sind. In Deutschland werden von den gesamten Methanemissionen ca. 49 % und von den gesamten Lachgasemissionen ca. 66 % in der Landwirtschaft erzeugt (EEA, 2003b).

Eine Reduzierung der Emissionen von Ammoniak und den klimarelevanten Gasen wird international gefordert. Im Rahmen des Genfer Luftreinhalteabkommens (UN/ECE-Protokoll) sowie im Rahmen der EU-Richtlinie für nationale Emissionshöchstgrenzen (NEC-Richtlinie, 2001/81/EG) müssen die  $\text{NH}_3$ -Emissionen in Deutschland bis zum Jahr 2010 deutlich reduziert werden. Außerdem hat sich Deutschland im Rahmen der Konferenz von Kioto verpflichtet, die im Vertrag festgelegten klimarelevanten Gase bis zum Jahr 2008-2012 um 21 %, ausgehend vom Basisjahr 1990, zu senken. Um diese Ziele zu erreichen, bedarf es in Deutschland der Einsetzung von wirksamen Maßnahmen, so dass auch in der Landwirtschaft Handlungsbedarf besteht.

Die Maßnahmen zur Emissionsminderung aus Schweineställen können auf verschiedenen Ebenen ansetzen: vorbeugende, systemorientierte oder „end of pipe“ Maßnahmen.

Mit dem Ziel, die Effektivität einer solchen systemorientierten Maßnahme zu prüfen, wurde im Forschungs- und Studienzentrum für Veredelungswirtschaft Weser-Ems (FOSVWE) im Jahr 1998 eine Spülmistungsanlage für Mastschweineställe im Praxismaßstab entwickelt und gebaut. KIUNTKE (2002) hat die Konzipierung der Spülanlage und die Ergebnisse der ersten Versuche dokumentiert. Im Rahmen dieses ersten Projektteiles wurden in erster Linie die Pilotanlage entwickelt, wobei im ersten Versuchabschnitt ein kontinuierliches und im zweiten Abschnitt ein Batch-Verfahren mit biologischer Aufbereitung der Spülflüssigkeit eingesetzt wurde. Weitere Ziele waren die Untersuchung der

biologischen Leistungsfähigkeit des Kohlenstoffabbaus, der Nitrifikationsleistung und der Abluftemissionen des Bioreaktors sowie die Quantifizierung der Emissionen von  $\text{NH}_3$ ,  $\text{N}_2\text{O}$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{CO}_2$  und des Geruchs in einem Stallabteil mit Spülrinnen im Vergleich zu einem baugleichen Referenzabteil mit traditioneller Güllelagerung unterhalb der Spaltenböden.

Die vorliegende Arbeit stellt nun die Ergebnisse des zweiten Teils dieses Projektes vor. Es wurden dazu vier weitere Versuchsdurchgänge durchgeführt. Die Ziele dieser Arbeit können folgendermaßen formuliert werden:

- Quantifizierung und Analyse der gasförmigen Emissionen von  $\text{NH}_3$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{N}_2\text{O}$ ,  $\text{CO}_2$  und der Geruchsstoffkonzentrationen für das Spülrinnen- und das Referenzabteil bei den unterschiedlichen Versuchsvarianten;
- Bewertung der Emissionen bzw. Emissionsminderung in Abhängigkeit von Jahreszeit, Spülhäufigkeit (ein- oder zweimal täglich) sowie unterschiedlichen Anteilen an biologisch behandelter Spülflüssigkeit;
- Entwicklung von Schätzmodellen mittels multipler Regressionsanalyse zur Bestimmung der Emissionsmassenströme für die untersuchten Gase;
- Bestimmung und Bewertung der Leistungsfähigkeit des Sedimentationsverfahrens;
- Ermittlung und Bewertung der im Bioreaktor stattfindenden Emissionen und Stoffumsetzungsprozesse (z. B. Nitrifikation und Kohlenstoffabbau).

## 2 STAND DES WISSENS

### 2.1 Einführung in die Umweltproblematik gasförmiger Emissionen

Etwa 60% der globalen Ammoniakemissionen haben einen anthropogenen Ursprung (ASMAN *et al.*, 1998). Laut BMVEL (2003) führen Ammoniakemissionen in Deutschland zur Versauerung und Nährstoffübersorgung (Eutrophierung bzw. Hypertrophierung) von Böden. Davon betroffen sind Wälder, sowie Gewässer und nährstoffarme Biotope, wie Heiden, Moore und Magerrasen. Bei Bäumen treten Vergilbungen, Verbraunungen und Nekrosen der Blätter oder Nadeln auf (SCHÜTZE *et al.*, 2002). Weitergehende Information zu den Umweltwirkungen von NH<sub>3</sub>-Emissionen finden sich bei KRUPA (2003a), SCHÜTZE *et al.* (2002) und DÄMMGEN und SUTTON (2001). Ammoniak ist darüber hinaus ein indirekt klimawirksames Spurengas: 1 % des emittierten NH<sub>3</sub> wird nach der Immission in N<sub>2</sub>O umgewandelt (CLEMENS *et al.*, 2002). Die weltweiten NH<sub>3</sub>-Gesamtemissionen werden nach BOUWMAN *et al.* (1997) auf 50 Mt N a<sup>-1</sup> geschätzt. Allein in Europa entstehen NH<sub>3</sub>-Emissionen von etwa 4,5 Mt N a<sup>-1</sup>, ein Wert der sich seit 1950 verdoppelt hat. In Tab. 2.1 werden die jährlichen NH<sub>3</sub>-Emissionen einiger europäischer Länder und der USA dargestellt.

Tab. 2.1: NH<sub>3</sub>-Emissionen von einigen europäischen Ländern und den USA geordnet nach dem Grad der Emissionsminderung (eigene Darstellung nach UN/ECE, 2003)

	1985 [ kt a <sup>-1</sup> ]	1990 [ kt a <sup>-1</sup> ]	1995 [ kt a <sup>-1</sup> ]	2000 [ kt a <sup>-1</sup> ]	Vergleich 2000 zu 1990 [%]
Niederlande	248	232	193	152	-34,48
Dänemark	138	133	113	104	-21,80
Deutschland	857	736	603	596	-19,02
Großbritannien	-	341	319	297	-12,90
Frankreich	799	779	766	784	0,64
USA	1685	3925	4225	4503	14,73
Spanien	296	330	306	389	17,88
EU-15	-	3780	3549	-	

kt, Kilotonne; a, Jahr.

Die wichtigste Quelle für atmosphärisches Ammoniak stellt die Landwirtschaft dar (KRUPA, 2003a; DÖHLER *et al.*, 2002; HUTCHINGS *et al.*, 2001; SUTTON *et al.*, 2000; MISSELBROCK *et al.*, 2000; ASMAN *et al.*, 1998). Nach Schätzungen des Umweltbundesamtes (UBA, 2003b) stammten im Jahr 2001 ca. 95 % der Gesamt-

ammoniakemissionen aus der Landwirtschaft, insbesondere aus der Tierhaltung (77,6 %) und der Mineraldüngeranwendung.

Im Protokoll zur Bekämpfung von Versauerung, Eutrophierung und bodennahem Ozon (UN/ECE-Protokoll/1999) im Rahmen des Genfer Luftreinhalteabkommens sowie im Rahmen der EU-Richtlinie für nationale Emissionshöchstgrenzen für bestimmte Luftschadstoffe (NEC-Richtlinie, 2001/81/EG) hat sich Deutschland dazu verpflichtet, die jährlichen Ammoniakemissionen bis zum Jahr 2010 auf 550 kt zu senken (OSTERBURG UND BERGSCHMIEDT, 2002; UBA, 2002). Im Vergleich zum Jahr 1990 entspricht dieses einer Senkung der Ammoniakemissionen um ca. 25 %. Da die nicht-landwirtschaftlichen Ammoniakemissionen bis zum Jahr 2010 voraussichtlich weitgehend konstant bleiben, wird angestrebt, die Emissionen aus der Tierhaltung bis 2010 auf ein Niveau unter 400 kt zu senken (BMVEL, 2003). OSTERBURG (2002) hat dazu verschiedene Emissionsszenarien berechnet. Die optimistischen Szenarien ergeben für das Jahr 2010  $\text{NH}_3$ -Emissionswerte aus der Tierhaltung zwischen 439 und 455 kt. Diese Werte liegen immer noch 10 und 14 % über dem anzustrebenden Emissionswert von 400 kt. Laut Berechnungen des UBA (2002) sollten die gesamten Ammoniak-Emissionen im Jahr 2010 bei ca. 585 kt liegen, d.h. 35 kt über der Emissionshöchstmenge von 550 kt.

Neben Ammoniak entstehen in der Landwirtschaft weitere umweltrelevante Gase, die durch die Verstärkung des Treibhauseffekts einen Einfluss auf den globalen Klimawandel, mit möglicherweise katastrophalen Folgen, haben können. Änderungen in den Konzentrationen der Treibhausgase können laut IPCC (2002) unter anderem diese Folgen haben: Anstieg der durchschnittlichen Temperatur an der Erdoberfläche und den ersten 8 km der Atmosphäre, Ausdehnung der Schnee- und Eisbedeckung, Anstieg des Meeresspiegels, Anstieg des Wärmegehalts der Ozeane. Der natürliche Treibhauseffekt in der Atmosphäre spielt eine sehr wichtige Rolle: ohne die natürlicherweise vorkommenden Treibhausgase wäre ein Leben auf der Erde gar nicht möglich. Statt einer globalen Erdmitteltemperatur von ca. 15 °C, wie sie heute gemessen wird, würde eine mittlere Temperatur von -18 °C auf der Erde herrschen (BENNDORF, 2002). Seit Beginn der Industrialisierung werden deutliche überregionale bzw. globale Änderungen im Stoffhaushalt der Atmosphäre als Folge menschlichen Tuns beobachtet. So stiegen weltweit die Konzentrationen von Kohlendioxid ( $\text{CO}_2$ ) um ca. 30 %, die des Methans ( $\text{CH}_4$ ) um 145 % und die des Distickstoffoxid ( $\text{N}_2\text{O}$ ) um

15 % gegenüber den Werten vorindustrieller Zeiten an (UBA, 2003a). In der nachstehenden Tabelle (Tab. 2.2) werden die durchschnittlichen Konzentrationen der Gase CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> und N<sub>2</sub>O in der Atmosphäre für die Jahre 1860 und 2001 dargestellt.

Tab. 2.2: *Änderung der Konzentrationen der Treibhausgase CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> und N<sub>2</sub>O (verändert nach KRUPA, 2003b)*

Treibhausgas <sup>1)</sup>	Umgebungskonzentration im Jahr 1860	Umgebungskonzentration im Jahr 2001	Änderung der Konzentration/140 Jahre
CO <sub>2</sub> [ppm]	288	370	82
CH <sub>4</sub> [ppb]	848	1783	935
N <sub>2</sub> O [ppb]	285	315	30

<sup>1)</sup> jährliche Durchschnittskonzentration.

Ungefähr drei Viertel der anthropogenen Emissionen von CO<sub>2</sub> während der letzten 20 Jahre sind auf die Verbrennung fossiler Brennstoffe zurückzuführen. Ein weiteres Viertel ist hauptsächlich verursacht durch Landnutzungsänderungen, insbesondere Entwaldungen (IPCC, 2002). Etwas mehr als die Hälfte der gegenwärtigen CH<sub>4</sub>-Emissionen sind anthropogen (z.B. Verbrennung fossiler Brennstoffe, Viehzucht, Reisanbau und Deponien) sowie ein Drittel der gegenwärtigen N<sub>2</sub>O-Emissionen (z.B. landwirtschaftliche Böden, Anbauflächen für Tierfutter und chemische Industrie) (IPCC, 2002). Laut TAMMINGA (2003) beträgt der Anteil der Landwirtschaft an den gesamten N<sub>2</sub>O-Emissionen weltweit über 50 %, ca. 20 % an den gesamten CH<sub>4</sub>-Emissionen und etwa 5% an den gesamten CO<sub>2</sub>-Emissionen.

Die Staaten der Welt haben erkannt, dass aufgrund der zu erwartenden Temperaturänderungen, den Ökosystemen und der menschlichen Zivilisation Gefahren drohen (UBA, 2003a). In Rio de Janeiro wurde 1992 das Rahmenabkommen über Klimaänderungen (Klimarahmenkonvention) von fast allen Staaten der Welt verabschiedet. Auf der dritten Vertragsstaatenkonferenz in Kioto wurden erstmal rechtsverbindliche Begrenzungs- und Reduktionsverpflichtungen für die Industrieländer festgelegt (UBA, 2003a). Auf der Basis des Kioto-Protokolls verpflichtete sich die EU zu einer Emissionsminderung der sechs Treibhausgase CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, H-FKW, FKW und SF<sub>6</sub> um 8 % bis zum Zeitraum 2008 - 2012. Die