

UMWELTFORSCHUNGSPLAN DES
BUNDESMINISTERIUMS FÜR UMWELT,
NATURSCHUTZ UND REAKTORSICHERHEIT

Forschungsbericht 200 44 119
UBA-FB 000408/KURZ



**Emissionen der Tierhaltung –
Kurzfassung der Tagungs-
beiträge
(Kloster Banz Dezember 2001)**

von

**Brigitte Eurich-Menden
Helmut Döhler
Ewald Grimm**

Kuratorium für Technik und Bauwesen in der
Landwirtschaft (KTBL), Darmstadt

Im Auftrag des Umweltbundesamtes

Diese TEXTE-Veröffentlichung kann bezogen werden bei

Vorauszahlung von 7,50 Euro

durch Post- bzw. Banküberweisung,
Verrechnungsscheck oder Zahlkarte auf das

Konto Nummer 4327 65 - 104 bei der
Postbank Berlin (BLZ 10010010)
Fa. Werbung und Vertrieb,
Ahornstraße 1-2,
10787 Berlin

Parallel zur Überweisung richten Sie bitte
eine schriftliche Bestellung mit Nennung
der **Texte-Nummer** sowie des **Namens**
und der **Anschrift des Bestellers** an die
Firma Werbung und Vertrieb.

Der Herausgeber übernimmt keine Gewähr
für die Richtigkeit, die Genauigkeit und
Vollständigkeit der Angaben sowie für
die Beachtung privater Rechte Dritter.
Die in der Studie geäußerten Ansichten
und Meinungen müssen nicht mit denen des
Herausgebers übereinstimmen.

Herausgeber: Umweltbundesamt
Postfach 33 00 22
14191 Berlin
Tel.: 030/8903-0
Telex: 183 756
Telefax: 030/8903 2285
Internet: <http://www.umweltbundesamt.de>

Redaktion: Fachgebiet I 1.4
Franziska Eichler

Berlin, Juli 2003

Im Auftrag von



Abschlussbericht zum Projekt

Umweltgerechte Tierhaltung: Entwicklung von Lösungsvorschlägen für die Implementierung der besten verfügbaren Techniken (BVT) in Deutschland

Teil: Intensive livestock farming

UBA F+E-Vorhaben FKZ 200 44 119

verlängert bis 31.12. 2002

durchgeführt von



Berichts-Kennblatt

1. Berichtsnummer UBA-FB	2.	3.
4. Titel des Berichts Umweltgerechte Tierhaltung: Entwicklung von Lösungsvorschlägen für die Implementierung der besten verfügbaren Techniken (BVT) in Deutschland Teil 1: Intensive livestock farming		
5. Autor(en), Name(n), Vorname(n) Eurich-Menden, Brigitte Döhler, Helmut Grimm, Ewald	8. Abschlussdatum 31.12.2002.	
6. Durchführende Institution (Name, Anschrift) Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft; Bartningstr. 49, 64289 Darmstadt	9. Veröffentlichungsdatum	
	10. UFOPLAN-Nr. 200 44 119	
7. Fördernde Institutionen (Name, Anschrift) Umweltbundesamt, Postfach 33 00 22, 14191 Berlin	11. Seitenzahl 84	
	12. Literaturangaben 35	
	13. Tabellen und Diagramme 11	
	14. Abbildungen und Karten 1	
15. Zusätzliche Angaben Tagungsband zum Symposium (3. - 5. Dezember 2001 im Bildungszentrum Kloster Banz) erscheint als KTBL Schrift 406, Anleitung zur Guten fachlichen Praxis erscheint als aid/KTBL/UBA-Broschüre		
16. Kurzfassung Mit dem durchgeführten Symposiums wurde der aktuelle Kenntnisstand zu den Themengebieten Ammoniak-, Lachgas- und Methan-Emissionen aus der Tierhaltung dokumentiert sowie die Besten Verfügbaren Techniken in der Intensivhaltung für Schweine und Geflügel (für IVU-Anlagen) einer breiten Öffentlichkeit vorgestellt. Im Bereich der Ammoniak-Emissionen von Schweine- und Geflügelställen sowie Lagerung und der Ausbringung von Gülle konnte in den letzten 10 Jahren ein erheblicher Wissensfortschritt erzielt werden. Dagegen sind noch deutliche Wissenslücken für Festmist-systeme vorhanden. Zum Emissionsverhalten von Ammoniak in Rinderställen sind die Kenntnisse ebenfalls nicht ausreichend. Dies gilt genauso für die Verfahren der Ökologischen Tierhaltung und der damit verbundenen Wirtschaftsdüngerbehandlungs- und -verwertungsverfahren. Zur Minderung der nationalen Ammoniak-Emissionen liegen die größten und kosteneffizientesten Minderungspotentiale in den Bereichen: proteinangepasste Fütterung in der Schweinehaltung, Abdeckung der Güllelagerbehälter und Anwendung emissionsmindernder Ausbringtechniken für die flüssigen Wirtschaftsdünger. Im Bereich der Lachgas- und Methan-Emissionen aus der Tierhaltung aus dem Stall und bei deren Lagerung der Wirtschaftsdünger, insbesondere für Festmistsysteme ist weiterer Forschungsbedarf zu verzeichnen. Dies gilt auch für die Wechselwirkungen von Emissionsminderungsmaßnahmen auf die Höhe der Emissionen anderer klimawirksamer Gase. Bei der Vorstellung des Gutachtens des deutschen Beitrags zur Ermittlung der Besten Verfügbaren Techniken in der Intensivtierhaltung für Schweine und Geflügel wurde insbesondere die Dringlichkeit der Einbeziehung der Tiergerechtheit in den Bewertungsansatz diskutiert. Außerdem wurde der Bedarf für die Beschreibung der BVT für Anlagen, die im Rahmen der IV. BImSchV geregelt, aber im Rahmen dieser Arbeiten (die nur Anlagen entsprechend der IVU-Richtlinie bewertet haben) nicht berücksichtigt wurden, herausgestellt. Wegen des hohen Anteils an der Gesamt-Ammoniak-Emission gilt dies besonders		

für die Rinderhaltung.

Im Rahmen des Symposiums fanden 3 Workshops zu den Themenbereichen:

1. Praktikabilität und Wirtschaftlichkeit von Minderungsmaßnahmen und Gute fachliche Praxis der Emissionsminderung in der Tierhaltung
2. Emissionsinventare und
3. Beurteilung der Umweltwirkungen von Ammoniak in Genehmigungsverfahren landwirtschaftlicher Bauvorhaben

statt. Aus den vorgestellten Minderungsmaßnahmen im ersten Workshop wurden Vorschläge für die Gute Fachliche Praxis der Ammoniak-Emissionsminderung in der Tierhaltung zusammengestellt. Auf dieser Grundlage erarbeitet zurzeit eine aid/KTBL/UBA-Arbeitsgruppe eine Broschüre zur „Guten fachlichen Praxis (GfP) der Emissionsminderung in der Landwirtschaft“.

Zur Erhöhung der Genauigkeit des erstmals vorgestellten Ammoniak-Emissionsinventars für die deutsche Landwirtschaft wurden als Ergebnis des zweiten Workshops u.a. zusätzliche Informationen zur Struktur der Tierhaltung in Deutschland und eine verbesserte statistische Datenbasis gefordert.

Bei der Beurteilung der umwelterheblichen Wirkung von Ammoniakimmissionen, die durch Tierhaltungen hervorgerufen werden, ließ sich im dritten Workshop feststellen, dass ein massiver Harmonisierungsbedarf für die Beurteilungsmethodik sowie ein erheblicher Forschungsbedarf zur Ermittlung der Transmissions- und Depositionsprozesse und deren Wirkung auf die betroffenen Ökosysteme besteht.

17. Schlagwörter

Ammoniak-, Lachgas-, Methan-Emissionen, Emissionsminderungsmaßnahmen, Gute fachliche Praxis der Ammoniak-Emissionsminderung, Beste Verfügbare Techniken (BVT)

18. Preis

19.

20.

Report Cover Sheet

1. Report No. UBA-FB	2.	3.
4. Title of Report Umweltgerechte Tierhaltung: Entwicklung von Lösungsvorschlägen für die Implementierung der besten verfügbaren Techniken (BVT) in Deutschland Teil: Intensive livestock farming		
5. Author(s); surname(s), first name(s) Eurich-Menden, Brigitte Döhler, Helmut Grimm, Ewald	8. Completion date 31.12.2002	
6. Performing Organisation (name, address) Association for Technology & Structures in Agriculture; Bartningstr. 49, 64289 Darmstadt	9. Publication date	
	10. UFOPLAN No. 200 44 119	
7. Funding Institution (name, address) Environmental Protection Agency, Postfach 33 00 22, 14191 Berlin	11. Number of pages 84	
	12. References 35	
	13. Tables and diagrams 11	
	14. Figures and maps 1	
15. Additional information Symposium proceedings (3. - 5. Dezember 2001, Bildungszentrum Kloster Banz) available as KTBL paper No. 406, Advisory of Good agricultural practice for reducing ammonia emissions, published as an aid/KTBL/UBA-brochure		
16. Abstract The meeting and conference focused on documenting the current state of knowledge about such topical areas as ammonia, nitrous oxide (laughing gas) and methane emissions from current animal farming, while BAT's (Best Available Technologies) in intensive pig and poultry farm operations falling under the IVU Guideline (on integrated avoidance and reduction of environmental pollution) were also presented and in emphasis. Turning to the subject of ammonia emissions from pig and poultry houses as well as from liquid manure storage and field application, much progress has been made over the past ten years in terms of knowledge accumulation. On the other hand, distinct knowledge deficits still exist as regards such emissions from solid manure systems. Similarly, today's body of knowledge on ammonia liberation from cattle houses is also still inadequate, and the same goes for processes applied in ecological animal farming, including farm-own manure treatment and utilization procedures employed under such farming regimes. In order to bring down national ammonia emission levels, the greatest and most cost-efficient reduction potentials are found to exist in these areas: protein-adapted pig feeding regimes; provision of solid cover for liquid manure storage facilities; and in an adoption of emission-diminishing field application methods for farm-produced liquid manure. A need for additional research also exists in the area of nitrous oxide/laughing gas and methane emissions from animal farms' poultry and livestock housing and from farm-own manure storage facilities, particularly inasmuch as solid manure systems are concerned. This added research requirement furthermore also extends to how measures taken to reduce these specific gas emissions may reciprocally interact with emission levels of other climate-affecting gases. Introduction of the German contribution's expertise on determining Best Available Technologies (BAT's) for intensive pig and poultry farm operations constituted a forum for dis-		

cussion, particularly one about the urgency of including the criterion of animal welfare and protection and systems' contribution there to with the overall evaluation approach. Also emphasized was the need to more closely describe BAT's for such systems which, while covered by the provisions under IV. BImSchG, (the Pollutant Emission Protection Law, 4th ed., of the Federal Republic of Germany), have not been considered within the scope of the present evaluation work (the task of which was to only assess systems pertinent to the IVU guideline on integrated pollution avoidance).

Because of its particularly high share in the total ammonia emission load, this is seen as particularly applicable to cattle farming.

As part of the symposium's program, three workshops dealt with the subjects of

1. „Practicability and Economics of Emission-Reducing Measures“; „Good Technical Practice in Lowering Animal Farms' Emission Loads“;
2. „Emission Inventories“ and
3. „The Evaluation of Ammonia's Environmental Effects by Permit Procedures for Agricultural Projects“.

Suggestions for good technical practice in cutting down on the ammonia emission load from animal farming operations have been composed from emission-reducing measures presented in the first workshop. And it is on this basis that a KTBL/UBA task force is currently working on a brochure covering the substance and implementation of the Good agricultural practice for reducing ammonia emissions.

In an effort to enhance the accuracy of German agriculture's ammonia emission inventory—presented in such balance form for the first time ever—, the second workshop arrived at the result that, among other factors, additional information on structural aspects of Germany's agriculture must be provided, as must an improved statistical data base.

Dealing with the topic of environmentally relevant effects of ammonia emissions caused by poultry and livestock farm operations, the third workshop meanwhile came to the conclusion that a massive harmonization of evaluation methods is still required and substantial extra research is needed in order to determine and define transmission and deposition processes and their impact on ecosystems affected.

17. Key words

ammonia-, laughing gas- and methane-emissions, emission abatement techniques, code of good agricultural practice for reducing ammonia emissions, best available techniques (BAT)

18. Price	19.	20.
------------------	------------	------------

Gliederung

1	Einleitung und Problemstellung	8
2	Ziele und Vorgehensweise	8
3	Ergebnisse - Zusammenfassung Symposium Banz	10
3.1	Teil 1: Emissionen - Zusammenfassung der Beiträge	10
3.1.1	Ökologische Wirkungen von Emissionen aus Tierhaltungsbetrieben	10
3.1.1.1	Ökologische Wirkungen von Ammoniak.....	10
3.1.1.2	Klimarelevante Wirkungen von Lachgas und Methan.....	10
3.1.1.3	Die Optimierung der N-Bilanz und damit die nachhaltige Entwicklung des N-Haushaltes des Gesamtbereiches Ernährung.....	10
3.1.2	Das Schließen der atmosphärischen Bilanz für reduzierten Stickstoff – die Modellierung von Transmission und Deposition in Europa.....	12
3.1.3	Ammoniak-Emissionen und Minderungsmaßnahmen in der Tierhaltung (Stall-Haltung, Weide, Lagerung, Ausbringung, Kosten)	13
3.1.3.1	Ammoniak-Emissionen der Rinderhaltung und Minderungsmaßnahmen.....	13
3.1.3.2	Ammoniak-Emissionen der Schweinehaltung und Minderungsmaßnahmen.....	14
3.1.3.3	Ammoniak-Emissionen der Geflügelhaltung und Minderungsmaßnahmen	15
3.1.3.4	Abluftreinigung – Möglichkeiten und Grenzen	16
3.1.3.5	Einsatz chemischer Flüssigmist-Additive zur Emissionsminderung	17
3.1.3.6	Ammoniak-Emissionen bei Weidehaltung.....	18
3.1.3.7	Ammoniak-Emissionen bei der Lagerung von Fest- und Flüssigmist sowie Minderungsmaßnahmen.....	18
3.1.3.8	Ammoniak-Emissionen bei der Ausbringung von Fest- und Flüssigmist sowie Minderungsmaßnahmen	20
3.1.3.9	Kosten ausgewählter Ammoniak-Emissionsminderungsmaßnahmen	22
3.1.4	Methan- und Lachgas-Emissionen der Tierhaltung (Stall-Haltung, Lagerung, Ausbringung)	23
3.1.4.1	Methan- und Lachgas-Emissionen der Rinder-, Schweine- und Geflügelhaltung..	23
3.1.4.2	Methan- und Lachgas-Emissionen bei der Lagerung und Ausbringung von Wirtschaftsdüngern.....	24
3.1.5	Emissionsinventare und Emissionsfaktoren.....	25
3.1.5.1	Emissionsinventare für Ammoniak, Methan und Lachgas	25
3.1.5.2	Nationales Emissionsinventar – KTBL-FAL-ATB-Projekt „Landwirtschaft- liche Emissionen“	26
3.1.6	Wettbewerbsbedingungen der deutschen Tierhaltung im internationalen Vergleich	27
3.1.7	Systemimmanentes Potential der Ökologischen Tierhaltung zur Minderung von Emissionen	28

3.1.8	Beurteilung der Umweltwirkungen von Ammoniak in Genehmigungsverfahren landwirtschaftlicher Bauvorhaben – rechtliche Grundlagen und Methoden	29
3.1.9	Die Modellierung lokaler Ammoniak-Depositionen im Umfeld von Stallgebäuden	31
3.1.10	Gute fachliche Praxis der Emissionsminderung in der Tierhaltung	31
3.2	Teil 2: Zusammenfassung der Workshops.....	34
3.2.1	Workshop Praktikabilität und Wirtschaftlichkeit von Minderungsmaßnahmen und Gute fachliche Praxis der Emissionsminderung in der Tierhaltung	34
3.2.2	Workshop Emissionsinventare	35
3.2.3	Workshop „Beurteilung der Umweltwirkungen von Ammoniak in Genehmigungsverfahren landwirtschaftlicher Bauvorhaben“	37
3.3	Teil 3: Beste Verfügbare Techniken (BVT) in der Intensivtierhaltung.....	41
3.3.1	Einführung in die Beste Verfügbare Techniken.....	41
3.3.2	Ferkelerzeugung und Ferkelaufzucht.....	46
3.3.3	Mastschweine	53
3.3.4	Legehennen.....	57
3.3.5	Mastgeflügel.....	61
3.3.6	Lagerung von Fest- und Flüssigmist.....	64
3.3.7	Behandlung und Ausbringung von Fest- und Flüssigmist.....	67
4	Regelwerk zur Guten fachlichen Praxis der Ammoniak-Emissionsminderung in der Landwirtschaft und Projekt begleitende Arbeitsgruppe	70
5	Ausblick.....	72
6	Zusammenfassung	75
7	Summary.....	76
8	Literatur	77
9	Anhang.....	80

1 Einleitung und Problemstellung

Das Vorhaben diene zunächst der Dokumentation des Standes des Wissens zu den Themengebieten Ammoniak-, Lachgas- und Methan-Emissionen aus der Tierhaltung. Die letzte Dokumentation hierzu erfolgte vor 12 Jahren im Rahmen des VDI/KTBL-Symposiums "Ammoniak in der Umwelt". Da seitdem erhebliche zusätzliche Forschungsarbeit durchgeführt und Praxiserfahrungen gewonnen wurden, entsprach dies nicht mehr dem aktuellen Kenntnisstand.

Aus den neu gewonnenen Erkenntnissen während des KTBL/UBA Symposiums im Bildungszentrum Kloster Banz (3. - 5. Dezember 2001)¹ sollten Regeln der guten fachlichen Praxis der Emissionsminderung abgeleitet werden. Das Symposium ermöglichte erstmals die hierfür erforderliche Diskussion dieser Regeln zwischen Beratern, Genehmigungsbehörden und Wissenschaftlern.

Im Rahmen der IVU-Richtlinie wurden für den Bereich der "Intensivtierhaltung" auf internationaler Ebene von einer Expertengruppe die "Besten Verfügbaren Techniken (BVT)" für die Geflügel- und Schweinhaltung ausgearbeitet. Dabei wurden die Techniken ausgewählt, die sich insbesondere zur Minderung von umwelterheblichen Emissionen eignen, möglichst keine anderen negativen Umwelteffekte hervorrufen und sich bereits in der Praxis bewährt haben. Im Rahmen des o.g. Symposiums erfolgte die Vorstellung einer Auswahl der "Besten Verfügbaren Techniken" und die Diskussion zwischen den betroffenen Kreisen.

2 Ziele und Vorgehensweise

Die **Ziele** des Vorhabens waren

1. Dokumentation des Standes des Wissens zur Emissionsminderung in der Tierhaltung (hauptsächlich Schweine, Rinder, Geflügel);
2. Auswahl von Maßnahmen zur Minderung von Ammoniak-Emissionen, die sowohl wirtschaftlich als auch technisch realisierbar und somit in der Praxis einsetzbar sind;
3. Schaffung einer Diskussionsplattform für verschiedene, zum Teil umstrittene Fragestellungen durch die Organisation entsprechender Workshops.
4. Vorstellung der Besten verfügbaren Techniken in der Intensivhaltung von Schweinen und Geflügel und Diskussion mit den betroffenen Kreisen.

Vorgehensweise

Als Grundlage für die zu erbringenden Leistungen im FuE-Vorhaben wurde ein nationales Symposium durchgeführt, zu dem nicht nur Wissenschaftler, sondern insbesondere auch landwirtschaftliche Berater, Vertreter von Genehmigungsbehörden und Vertreter von Gutachterorganisationen bzw. -büros eingeladen wurden.

Im Rahmen des Symposiums wurden vorgestellt:

- der Stand des Wissens zur Ökosystembelastung durch Emissionen aus der Tierhaltung sowie
- der Stand des Wissens zur Emission direkt und indirekt klimawirksamer Gase der Tierhaltung;
- der Stand des Sevilla-Prozesses zur Beschreibung der "Besten verfügbaren Techniken";

¹ KTBL(Hrsg.) 2002: Emissionen der Tierhaltung - Grundlagen, Wirkungen und Minderungsmaßnahmen. KTLB Schrift 406, Darmstadt

- Ergebnisse aktueller, bisher nicht abgesicherter Forschungsarbeiten im Rahmen einer Posterausstellung (Themenbereiche Abluftreinigung, Emissionen in der Schweinehaltung, Lagerung und Ausbringung von Wirtschaftsdüngern, Emissionsinventare)
- die in Genehmigungsverfahren angewandten Methoden zur Beurteilung von erforderlichen Abständen zu Ökosystemen und die Probleme bei der Erstellung nationaler Emissionsinventare.

In 22 Übersichtsbeiträgen wurde der nationale und internationale Stand des Wissens im Bereich der Ammoniak-, Methan- und Lachgasemissionen dokumentiert.

Im Rahmen von Workshops, die einen separaten Block der Veranstaltung bildeten, wurden die Themen

- Praxiserfahrungen mit Minderungstechniken und gute fachliche Praxis der Emissionsminderung in der Tierhaltung;
 - Beurteilung von Immissionswirkungen in der Umgebung von Tierhaltungsanlagen und
 - Emissionsinventare zur Abschätzung von nationalen oder regionalen Emissionen
- diskutiert. Durch die Diskussion in den Workshops wurde eine Plattform geschaffen, die unterschiedlichen Fragestellungen mit den Wissensträgern, Genehmigungsbehörden und Praxisberatern zu erörtern.

Der derzeitige Stand des Wissens und der Technik im Bereich der Emissionen ist in einem Tagungsband zusammengestellt (KTBL Schrift 406, Emissionen der Tierhaltung – Grundlagen, Wirkungen und Minderungsmaßnahmen) und wird über den KTBL-Schriftenvertrieb der Öffentlichkeit zugänglich gemacht. Eine Zusammenfassung der Beiträge des Emissionsteils des Symposiums ist im vorliegenden Abschlussbericht enthalten (vgl. Kapitel 3.1).

Die Ergebnisse der Workshops sind im Kapitel 3.2 dokumentiert. Auf der Grundlage der Diskussionen im Workshop „Gute fachliche Praxis der Emissionsminderung“ erarbeitet zur Zeit eine KTBL/UBA-Arbeitsgruppe eine Broschüre zur „Guten fachlichen Praxis (GfP) der Emissionsminderung in der Landwirtschaft. Die Broschüre soll u.a. Landwirten Handlungsempfehlungen zur Emissionsminderung geben, aber auch die interessierte Öffentlichkeit über die Möglichkeiten der Emissionsminderung informieren. Der Entwurf zur GfP-Schrift befindet sich im Anhang dieses Berichtes. Es ist vorgesehen, die Broschüre in der Schriftenreihe des Agrarinformationsdienstes (aid) zu publizieren

Im 3. Teil des Symposiums wurden die Besten Verfügbaren Techniken in der Schweine- und Geflügelhaltung vorgestellt. Eine kurze Zusammenfassung der BVT-Beiträge ist im Kapitel 3.3 dargestellt, die ausführliche Beschreibung des „Gutachtens für einen deutschen Beitrag zur Vollzugsvorbereitung zur Umsetzung der IVU-Richtlinie für den Bereich der Intensivtierhaltung“ erscheint in der Reihe UBA-Texte.

3 Ergebnisse - Zusammenfassung Symposium Banz

3.1 Teil 1: Emissionen - Zusammenfassung der Beiträge

3.1.1 Ökologische Wirkungen von Emissionen aus Tierhaltungsbetrieben

3.1.1.1 Ökologische Wirkungen von Ammoniak

Guðrun Schütze, Heinz-Detlef Gregor, Till Spranger, Hans-Dieter Nagel

Anthropogene Stickstoffemissionen führen nach ihrer weiträumigen Verteilung in der Atmosphäre und anschließender Deposition auf die Erdoberfläche zur Stickstoffübersättigung und Eutrophierung von Wäldern und naturnahen waldfreien Ökosystemen Deutschlands. Mit dem Rückgang der Emissionen von Schwefelverbindungen sind Stickstoffverbindungen zunehmend für versauernde Wirkungen in Ökosystemen verantwortlich. Der relative Anteil von Ammoniakemissionen aus der Tierhaltung an der Gesamtemission von Stickstoffverbindungen hat eine zunehmende Tendenz, da in den letzten Jahren und Jahrzehnten in anderen Wirtschaftssektoren stärkere Emissionsminderungen erreicht werden konnten.

Die schädigenden Wirkungen zu hoher Stickstoffeinträge auf Wälder und naturnahe waldfreie Ökosysteme sind vielschichtig und langanhaltend. Die Bodenfunktionen werden durch versauernde und eutrophierende Wirkungen des Stickstoffs umfassend beeinträchtigt. Besonders zur Vermeidung der Eutrophierung sind noch wirkungsvollere Maßnahmen zur Reduzierung von Stickstoffemissionen erforderlich, als derzeit in internationalen Luftreinhaltestrategien geplant. Emissionsminderungen von Ammoniak aus Tierproduktionsanlagen können hierzu einen ökologisch relevanten und ökonomisch effektiven Beitrag leisten.

3.1.1.2 Klimarelevante Wirkungen von Lachgas und Methan

Rosemarie Bendorf

Lachgas und Methan sind Treibhausgase und ihre Emissionen bewirken eine Erhöhung des Treibhauseffektes, der wiederum zu Klimaänderungen führt; diese Änderungen können bedrohliche Folgen für natürliche und menschliche Systeme haben, wenn es nicht gelingt, den Anstieg der Treibhausgasemissionen abzuschwächen. Die Bundesrepublik Deutschland hat in der ersten Verpflichtungsperiode von 2008-2012 ihre Treibhausgasemissionen insgesamt um 21% zu mindern. Die Landwirtschaft steht damit vor der Aufgabe sowohl zu Emissionsminderungen beizutragen als auch sich auf Adaptationsmaßnahmen (z.B. Anbau von Pflanzen, die Resistenz gegenüber der zunehmenden Sommertrockenheit aufweisen) vorzubereiten.

3.1.1.3 Die Optimierung der N-Bilanz und damit die nachhaltige Entwicklung des N-Haushaltes des Gesamtbereiches Ernährung

Klaus Isermann

Wesentliche Schlussfolgerung des Beitrages ist, dass technische Maßnahmen zur Emissionsminderung und Effizienzverbesserung bei bestehender nicht nachhaltiger Lebens- und Wirtschaftsweise im Bereich Ernährung zwar wichtig sein können, aber alleine hinsichtlich ihrer verbleibenden Immissionen z.B. aus der Landwirtschaft bei weitem nicht ausreichend sind, d.h. gemessen an den kritischen N-Eintragskonzentrationen und -Eintragsraten und ihren

entsprechenden maximal tolerierbaren Emissionen von 10 kg $\text{NH}_3\text{-N}$ /ha LF + 18 bis 23 kg $\text{N}_2\text{-N}$ + 1 kg $\text{N}_2\text{O-N}$ + 1 kg NO-N + 10 bis 15 kg $\text{NO}_3\text{-N}$ = 45 bis 50 kg Gesamt-N (Isermann und Isermann 1995, 1996c, UBA 1995), diese auch dann noch um ein Mehrfaches überschreiten.

Aus dem Forschungsvorhaben „Ammoniak-Emissionsinventar der deutschen Landwirtschaft und Minderungsszenarien bis zum Jahre 2010“ (Döhler et al. 2002) geht hervor, dass sich durch die alleinige Einführung der besten verfügbaren Techniken zur Emissionsminderung (mit Kosten von 6 bis 7,3 € je kg vermindertem $\text{NH}_3\text{-N}$) und ohne Verringerung der Tierbestände lediglich ein Minderungspotential (2010) gegenüber 2000 von 7-15% ergibt. Die Forderungen des UN/ECE-Multikomponentenprotokolls (1999) hinsichtlich der maximal zulässigen $\text{NH}_3\text{-N}$ -Emission der Tierhaltung von 364 kt/a wären somit nicht erreichbar. Das unterstreicht, dass technische Maßnahmen nur flankierenden Charakter haben können. Wesentlich ist hingegen ein Absenken des gesamten N-Niveaus im Bereich Ernährung um ca. 60%. Gemessen an der Ausgangssituation von 1995 mit einem N-Niveau von 198 kg N ha⁻¹ a⁻¹ und einem zu 98% offenen N-Haushalt lässt sich dieses N-Niveau absenken bzw. diesen Öffnungsgrad (N-Emissionsanteil am N-Input = N-Output) verringern:

- nur durch technische Effizienzverbesserung um 24 bzw. auf 95%,
- durch nachhaltige Lebens- und Wirtschaftsweisen einschließlich technischer Maßnahmen um 60% bzw. auf 80% und - was man der gesamten Bevölkerung nicht abverlangen kann- durch die,
- Abstinenz des Vegetariers mit 48% Eiweißüberschuss um 81% bzw. auf 42%,
- Abstinenz des Vegetariers ohne Eiweißüberschuss (Subsistenz) um 87% bzw. auf ebenfalls 42%.

Die hier erwähnte nachhaltige Wirtschafts- und Lebensweise würde den N-Aufwand für die Lebensphase des Einwohners in Deutschland von gegenwärtig ca. 3 200 kg N auf ca. 1 300 kg N und durchschnittlich entsprechend von ca. 42 auf 17 kg N/Einwohner im Jahr verringern.

Ursächlich und hinreichend an der Quelle ansetzend ist also zuerst der notwendige Tierbestand zu hinterfragen im Rahmen einer nachhaltigen, d.h. einer aus zugleich ökonomischen, ökologischen und sozialen Sicht vertretbaren Tierproduktion. Dann stehen primär system- und struktur-optimierende Maßnahmen hinsichtlich einer insgesamt nachhaltigen Landwirtschaft und darüber hinaus des Gesamtbereiches Ernährung im Vordergrund und technische Maßnahmen zur C-, N- und P-Emissionsminderung helfen flankierend, diese nachhaltige Entwicklung herbeizuführen (vgl. auch Menzi et al. 1997, Schmid et al. 2000).

Entgegen bisheriger Auffassungen (Ebertseder et al. 2001, Gutser und Matthes 2001) sind also die vermeidbare Konsumtion und Produktion von Nahrungsmitteln - bei tierischen Nahrungsmitteln der somit tolerierbare Tierbestand (und nicht nur die tolerierbare Tierbesatzdichte!) - bei der Ausweisung von unvermeidbaren Emissionen einzubeziehen, sofern durch beste verfügbare Technik die entsprechenden kritischen (Nähr-)Stoffeinträge und -Konzentrationen der naturnahen Ökosysteme sich nicht unterschreiten lassen. Ohne Einschluss der vermeidbaren Konsumtion und Produktion sind z.B. die Emissionen an klimarelevanten Gasen der Landwirtschaft allenfalls um 30% zu mindern (Freibauer 2001), von Nöten sind aber 70 bis 80% Minderung. Zudem sind solche „gezielten“ technischen Maßnahmen zur Emissionsminderung wie hier z.B. von NH_3 dann in Frage zu stellen, wenn diese wie z.B. die Einarbeitung von Gülle in den Boden Emissionen an N_2O , NO und $\text{NO}_3\text{-}$ begünstigen sowie die Senkenwirkung der Böden für CH_4 vermindern.

3.1.2 Das Schließen der atmosphärischen Bilanz für reduzierten Stickstoff – die Modellierung von Transmission und Deposition in Europa

Ulrich Dämmgen und Jan Willem Erisman

Die gegenwärtige Luftreinhaltepolitik in Europa hat sich für zahlreiche Stoffe, darunter auch Ammoniak, die Unterschreitung von sog. critical loads zum Ziel gesetzt. Deshalb wird neben den critical loads (insbesondere für die Einträge versauernder und eutrophierender Stoffe) der einzelnen betrachteten Rezeptorsysteme die gegenwärtige Belastung (Deposition) modelliert. Alle Verfahren gehen von räumlich und zeitlich vergleichsweise hochaufgelösten Emissionskatastern aus, kombinieren diese mit atmosphärischen Transport- und Reaktionsmodellen und schließlich mit Depositionsmodellen, die die unterschiedlichen Fraktionen (gasförmige Deposition von Ammoniak, Deposition von Ammonium mit Schwebstäuben (Aerosolen) und mit sedimentierenden Partikeln (ggf. nass und trocken) aufschlüsseln. Es wird dann zurückgerechnet, wie hoch Emissionen in einzelnen Regionen sein dürfen, wenn bestimmte Höchstmengen bei den Depositionen nicht überschritten werden sollen.

Im Rahmen der UN/ECE Convention on Long Range Transport of Air Pollutants modelliert EMEP (Co-operative Programme for Monitoring and Evaluation of the Long Range Transmission of Air Pollutants in Europe) die Transmission und Deposition von reduzierten Stickstoff-Spezies mit einer zeitlichen Auflösung von 6 h und einer räumlichen Auflösung von 50 km · 50 km und fasst die Ergebnisse zu Jahressummen zusammen (ROOT-50 Modell, Jacobsen et al. 1996). Innerhalb dieser Gitterelemente ist jedoch die Variation der Oberflächen zu hoch, um auf die Einträge in Ökosystem schließen zu können. Hierfür wurde von Erisman und Draaijers (1995) das EDACS-Modell entwickelt. Dieses Modell arbeitet mit einer Auflösung der meteorologischen Daten von 6 h, der Konzentrationen von 24 h und der Landnutzung von 0,015° · 0,015° und führt zu einer räumlichen Auflösung der Depositionen von etwa 10 km · 20 km für Europa bzw. 5 km · 5 km für Deutschland (van Leeuwen et al. 1996). Ergebnisse für Deutschland sind in Erisman et al. (1999) kartiert, in ähnlicher Weise bei Singles et al. (1998) für Großbritannien. Die Ergebnisse werden durch entsprechende Darstellung der nassen Deposition, die sich angesichts eines dichten Messnetzes für nasse Deposition durch Criging aus Messwerten ableiten lassen (Gauger et al. 1999). Aus beiden werden die Karten der Gesamtdosition berechnet (Köbler et al. 1999).

Auf Deutschland wurde schließlich das EUTREND-Modell zur Berechnung der Transmission und Deposition von reduzierten Stickstoff-Spezies mit der Besonderheit niedriger Quellhöhen angewendet (Bleeker et al. 2000). Auch hier beträgt die räumliche Auflösung der Depositionen 5 km · 5 km.

Die einzigen Datensätze, die sich zur Überprüfung der Güte der Modelle eignen, sind derzeit die Konzentrationen in bzw. die Depositionen mit der Bulk-Deposition (im Freiland) oder dem Bestandesniederschlag (im Forst), da Flussdaten und Konzentrationsmessungen praktisch nicht vorliegen. Sowohl die mit Hilfe von ROOT-50 für 1992 berechneten Bulk-Depositionen (Jakobsen et al. 1996) als auch die mit EUTREND berechneten lassen den Schluss zu, dass wesentliche Daten nicht mit hinreichender Qualität zur Verfügung standen und/oder dass wesentliche Prozesse noch nicht hinreichend parametrisiert sind.

Zur Zeit wird die mangelnde Übereinstimmung zwischen gemessenen und modellierten Werten eher mit Mängeln bei der Emissionsermittlung zu erklären versucht (Erisman et al. 1998a, Sutton et al. 2002). Beide Modelle benutzen denn auch Emissions-Datensätze, die hinsichtlich ihres Detaillierungsgrades nicht den gegenwärtigen Anforderungen genügen. Für eine angemessen

Behandlung der Transmission benötigt man Kenntnisse zu den Konzentrationen der wichtigsten Reaktionspartner von Ammoniak. Diese stehen außer für Schwefeldioxid nicht zur Verfügung. Insbesondere fehlen Messungen der Salpetersäure-Konzentrationen. Auch die Kenntnisse über die Konzentrationen von reduziertem Stickstoff in Schwebstäuben sind unzureichend.

Bleeker et al. (2000) geben denn auch an, dass die Abweichung der berechneten trockenen Deposition für einzelne Gitterzellen in der Größenordnung von 100 % liegen kann. Massenbilanzen lassen sich selbst für die Emission und Deposition von Schwefel-Spezies, deren Quellen besser bekannt, deren Transmission einfacher zu berechnen sein sollte und deren vertikale Flüsse nur nach unten gerichtet sind, nicht befriedigend schließen (Jakobsen et al. 1996).

Das bedeutet, dass die Kausalkette zwischen Emissionen und Wirkungen auch von Ammoniak und seinen Folgeprodukten mit gebührender Vorsicht verwendet werden muss.

3.1.3 Ammoniak-Emissionen und Minderungsmaßnahmen in der Tierhaltung (Stall-Haltung, Weide, Lagerung, Ausbringung, Kosten)

3.1.3.1 Ammoniak-Emissionen der Rinderhaltung und Minderungsmaßnahmen *Eberhard Hartung*

Grundsätzlich stellt die Art und Menge der mit dem Kot und Harn ausgeschiedenen Stickstoffverbindungen das Ausgangssubstrat und damit den Ammoniakpool für die Bildung und nachfolgende Freisetzung von Ammoniak dar. Die Umwandlung der Stickstoffverbindungen in Kot und Harn unterliegt enzymatischen und mikrobiellen Prozessen. Hierbei besteht ein positiver Zusammenhang zwischen einerseits der Ammoniakbildung und –freisetzung und andererseits der Höhe des N- und Harnstoffgehalts im Substrat, der Temperatur und dem pH-Wert des Substrates, der Menge und Größe der Substratoberfläche sowie der Höhe der Luftgeschwindigkeit bzw. des Luftwechsels über der Substratoberfläche.

Aufgrund der Verschiedenheit der untersuchten Haltungssysteme, aber insbesondere wegen der unterschiedlichen messmethodischen Untersuchungsdurchführungen weisen die in der Literatur gefundenen Ergebnisse eine große Spannweite auf und können daher nur bedingt miteinander verglichen werden. Die Ammoniak-Emission aus der Anbindehaltung von Milchvieh wird mit ca. $4 \text{ g GV}^{-1} \text{ d}^{-1}$ bis ca. $21 \text{ g GV}^{-1} \text{ d}^{-1}$ angegeben. Im Vergleich dazu liegen die Ergebnisse zu den Ammoniak-Emissionen aus der Haltung in Liegeboxenlaufställen in einem Bereich von ca. $5 \text{ g GV}^{-1} \text{ d}^{-1}$ bis ca. $58 \text{ g GV}^{-1} \text{ d}^{-1}$ und damit im Durchschnitt wesentlich höher. Dies ist wahrscheinlich hauptsächlich dadurch zu erklären, dass bei Liegeboxenlaufställen ein wesentlich höherer Anteil an mit Exkrementen verschmutzten Oberflächen pro Tier sowie insgesamt mehr Exkremente im Stall vorhanden sind.

Als Haupteinflussfaktoren auf den tages- und jahreszeitlichen Verlauf der Ammoniak-Emissionen sind die Witterung bzw. die Lufttemperatur und die damit verbundene Substrattemperatur von Kot und Harn und die sich insbesondere bei freien Lüftungssystemen stark verändernde Luftströmung im Stall sowie die damit verbundenen unterschiedlich hohen Abluftvolumenströme zu nennen.

Zu möglichen Minderungsmaßnahmen der Ammoniak-Emissionen liegen insbesondere zahlreiche Untersuchungen aus den Niederlanden vor. Hierbei wird versucht die Bildungs- und Freisetzungsbedingungen von Ammoniak durch optimierte Futterrationen und angepasste verfahrenstechnische Lösungen zu verschlechtern. In wieweit sich der Einsatz dieser Maßnahmen unter den speziellen Gegebenheiten der landwirtschaftlichen Praxis in Deutschland auswirken würde, kann derzeit noch nicht ausreichend beantwortet werden.

3.1.3.2 Ammoniak-Emissionen der Schweinehaltung und Minderungsmaßnahmen

Herman Van den Weghe

Sowohl die Kenntnisse bezüglich der Grundlagen als auch die der Einflussfaktoren zur Ammoniakfreisetzung aus Schweineställen haben aus wissenschaftlicher Sicht einen hohen Stand erreicht. Hinsichtlich der Interaktion einzelner Einflussfaktoren sowie der möglichen Dominanz einzelner Faktoren, gibt es jedoch noch offene Fragen, die noch weiterer Klärung bedürfen. Hinsichtlich der Möglichkeit, die Ammoniakemissionen aus dem Stall um mindestens 50 % zu reduzieren, steht eine Fülle von Handlungsalternativen zur Verfügung. Höchste Priorität in der Umsetzung haben solche Maßnahmen, die den Stickstoffeinsatz im Produktionssystem generell senken können, sich konvergent zu den Forderungen einer artgerechteren Haltung verhalten und relativ geringe maßnahmenspezifische Mehrkosten verursachen (Van den Weghe und Kaiser 1998).

Modifikationen in der Futterration (erhöhter Rohfasergehalt und bakteriell fermentierbare Substanzen) bei tragenden Sauen - in Zukunft möglicherweise auch bei Ferkeln und Mastschweinen - können der Entwicklung emissionsarmer Haltungssysteme entgegenkommen. Neben ernährungsphysiologischen Maßnahmen stehen insbesondere Strategien zur Senkung der Stallluft- bzw. der Substrattemperatur und zur Reduktion der emissionsaktiven Oberflächen im Vordergrund.

Eine Reduktion der emissionsaktiven Flüssigmistoberfläche zu Gunsten eines erhöhten Anteils an planbefestigten Bodenflächen in Zucht- und Mastschweineställen wird allerdings nur dann zu einer insgesamt niedrigeren Ammoniakemission pro Tierplatz und Jahr führen, wenn die Verschmutzung bzw. Vernässung solcher Flächen zeitlich und räumlich begrenzt werden kann. Die Verschmutzungsgefahr ist sowohl mit dem Gewicht der Tiere als auch mit der herrschenden Raumlufttemperatur positiv korreliert (Aarnink et al. 1996, Ni 1998, Ni et al. 1999). Bei der Weiterentwicklung tiergerechterer Haltungssysteme, einhergehend mit einem erhöhten Platzangebot und Trennung einzelner Funktionsbereiche, ist dieser Tatbestand zu berücksichtigen. Die Haltung von Ferkeln und Mastschweinen in Großgruppen kommt dem Anliegen der Emissionsminderung entgegen.

Aus den im Tagungsband dargestellten Maßnahmen wird deutlich, dass es keinen generellen Gegensatz zwischen den Forderungen nach tiergerechteren Haltungssystemen und der Notwendigkeit einer drastisch reduzierten Ammoniakemission pro Tierplatz und Jahr gibt. Vielmehr sind auch in der Gruppenhaltung von Sauen bei einem erhöhten Flächenanspruch pro Ferkel bzw. pro Mastschwein oder in innovativen Haltungssystemen mit getrennten Funktionsbereichen verschiedene Ansätze erkennbar, um die Anforderungen aus der Sicht des Tierschutzes zu integrieren.

Außenklimaställe und verschiedene modifizierte Entmistungssysteme sind hierfür genauso geeignet, wie die generelle Forderung, den anfallenden Flüssigmist möglichst rasch aus dem Stall zu entfernen. Bei eingestreuten Haltungssystemen gibt es keine generelle (positive oder negative) Aussage zur Emissionsträchtigkeit. Hier kommt es insbesondere auf die Einstreumenge pro Tier, die Substrattemperatur und das C/N-Verhältnis an. In der Regel dürften in der Praxis, wegen der Minimierung der erforderlichen Einstreu in eingestreuten Haltungssystemen, höhere Ammoniakemissionen verzeichnet werden als in modifizierten einstreulosen Verfahren. Dies trifft allerdings nur dann zu, wenn die Einstreu als Substrat für Kot und Harn eingesetzt wird.

In Stallsystemen mit konsequent getrennten Funktionsbereichen steht eine eingestreute Liegefläche auch keineswegs im Widerspruch zu den Bemühungen, die Ammoniakemissionen aus Kot und Harn drastisch zu senken. Tiefstreu- und Kompostställe als Mehrraumställe für Mastschweine und Ferkelaufzucht gelten zwar als besonders tierfreundlich, benötigen aber im Hinblick auf eine Reduktion der Ammoniakemissionen erhebliche Einstreumengen und sind in der Praxis schwierig zu handhaben.

Technisch aufwendige Verfahren, z.B. Spülmistsysteme, Flüssigmistkühlung (Brok, den und Verdoes 1997) oder Erdwärmetauscher, haben im Vergleich zu anderen Maßnahmen insbesondere wegen den hohen Kosten bzw. des ungünstigen Kosten-Nutzen-Verhältnis, nur geringe Bedeutung.

3.1.3.3 Ammoniak-Emissionen der Geflügelhaltung und Minderungsmaßnahmen

Andreas Gronauer

Der zukünftige Handlungsbedarf zur Emissionsminderung im Bereich der Geflügelhaltung erstreckt sich auf mehrere Bereiche und wird durch verschiedene Faktoren bestimmt.

Als wesentliche Bereiche sind zu nennen:

- rechtliche Vorgaben (insbesondere Tierschutz und Immissionsschutz)
- Entwicklung der Produktmärkte (insbesondere Gefälle innerhalb der erweiterten EU)
- Entwicklung neuer Technologien zur Emissionsreduzierung (Fütterung, Haltungstechnik, Exkrementenmanagement)
- Einsatz standardisierter und validierter Methoden zur Emissions- und Immissionsbewertung

Für den Bereich der *rechtlichen Vorgaben* zeigt der Stand in Praxis und Beratung, dass regional extreme Abweichungen in der Anwendung von rechtlichen Vorgaben im Rahmen von Genehmigungsverfahren bestehen. So wird für die Zukunft gefordert, z.B. die zur Immissionsprognose eingesetzten Ausbreitungsmodelle zu standardisieren (Gleichbehandlung von Betrieben). Auch eine den ökonomischen Verhältnissen angepasste Verhältnismäßigkeit der Gutachtenkosten wird gefordert. Zusammenfassend zielen die Forderungen darauf ab, zukünftig Planungssicherheit auf Basis der rechtlichen Vorgaben und flächendeckend einheitlicher Handhabung zu erhalten. In diesem Zusammenhang wird auch dem Bestreben sehr hohe Bedeutung beigemessen, die „Gute fachliche Praxis in der Tierhaltung“ zu definieren und in Zukunft als Kriterium der Fördermittelvergabe einzusetzen.

Sämtliche Maßnahmen werden sich jedoch auch am *Marktgeschehen* bewähren müssen. Die Steigerung der Produktionskosten durch Umweltinvestitionen führt solange zu Standortverlagerungen, wie die Unterschiede zwischen Welt- bzw. EU-Markt auf der einen Seite und heimischem Markt auf der anderen Seite als geringfügig einzustufen sind und gleichzeitig große Unterschiede in den investiven Anforderungen für Tier- und Umweltschutz bestehen bleiben. Überregionale Märkte lassen sich nicht ohne überregionale Standards gleichmäßig stabilisieren. Vor diesem Hintergrund kann u.a. der Rückgang des Selbstversorgungsgrades in Deutschland (z.B. für die Geflügelmast: exportbereinigter SVG 50%; ZMP-Mitteilungen 2000) erklärt werden.

Im Bereich der *technologischen Entwicklung* existieren bereits heute einige Ansätze, die Emissionen aus der Geflügelhaltung zu reduzieren. Wesentliche Möglichkeiten bestehen durch eine optimierte Rationsgestaltung hinsichtlich leistungsbezogener Eiweißversorgung und angepasster Aminosäurezusammensetzung. Diese Potentiale sollten in Zukunft ausgeschöpft werden.

Alle Maßnahmen nach der Fütterung sollten darauf abzielen, den enzymatischen Abbau der Harnsäure und auch des Harnstoffs zu Ammonium zu unterbinden. Hierfür geben die Techniken zur Kottrocknung unmittelbar nach deren Ausscheidung, kurzfristige Entmistungsintervalle und die Temperaturabsenkung die besten Möglichkeiten Ammoniak-Emissionen zu reduzieren. Eine Rückvernässung des Kotes während der Lagerung muss ausgeschlossen sein.

Hinsichtlich der *Emissionsbewertung* besteht die grundlegende Aufgabe darin, Emissionsdaten ausschließlich mit validierten Messverfahren und über ausreichend lange Zeiträume zu erfassen, solange nicht genügend Grunddaten existieren, die eine realitätsnahe Modellierung der mikrobiologisch-chemischen Abbau- und physikalischen Verflüchtigungsvorgänge unter Praxisbedingungen zulassen. Eine zweite Aufgabe zukünftigen Forschungsbedarfs besteht darin, vor dem Hintergrund geänderter Anforderungen an den Tierschutz neu entwickelte Haltungssysteme auch hinsichtlich ihres Emissionsverhaltens zu analysieren und entsprechend zu bewerten. Dabei ist zum derzeitigen Stand noch nicht klar ersichtlich, welche Haltungungsverfahren für die Geflügelhaltung in Zukunft entwickelt werden, berücksichtigt man z.B. die Diskussionen um die Tiergerechtigkeit bei der Novellierung von Tierhaltungsverordnungen.

3.1.3.4 Abluftreinigung – Möglichkeiten und Grenzen

Jochen Hahne, Wilfried Asendorf, Klaus-Dieter Vorlop

Die Verringerung von Umweltbelastungen durch die Landwirtschaft, insbesondere die Verringerung von Ammoniakemissionen, ist notwendig. Belästigende Geruchsemissionen verschlechtern die Akzeptanz der Tierhaltung bei der Bevölkerung und führen zu kostenrelevanten Einschränkungen bei kommunalen Entwicklungsvorhaben (Flächennutzung, Bebauung, Tourismus). Staubemissionen können zu Gesundheitsbelastungen in der unmittelbaren Umgebung von Tierhaltungen führen. In zwangsgelüfteten Ställen (Luft wird zentral an einer Stelle abgesaugt) bieten Abluftreinigungsverfahren eine Möglichkeit, diese Belastungen deutlich zu verringern. Zur Ammoniakabtrennung und Wiedergewinnung sind Chemowäscher allen anderen beschriebenen Verfahren deutlich überlegen, während Biofilter und biologische Abluftwäscher für diesen Zweck nicht oder nur sehr eingeschränkt nutzbar sind. Zur Geruchsstoffbeseitigung sind Biofilter grundsätzlich als Verfahren nach dem Stand der Technik und als relativ kostengünstige Option anzusehen, soweit das Rohgas nur geringe Ammoniakfrachten aufweist.

Eine Verfahrenskombination dieser Techniken bietet daher nach dem gegenwärtigen Wissensstand eine optimale Problemlösung. Abluftreinigungsverfahren sind kostenintensiv und können bei der gegenwärtigen wirtschaftlichen Lage der Betriebe und der eingesetzten Lüftungstechnik nicht ohne weiteres finanziert werden. Ansätze zur Kostenminderung liegen in der Optimierung des Stallklimas.

Die Lüftung von Stallanlagen dient der Frischluftzufuhr; der Schadgas- sowie vor allem der Wärme- und Feuchtigkeitsabfuhr zur Sicherstellung eines tiergerechten Stallklimas. In den Sommermonaten bei hohen Außentemperaturen und großer Tiermasse findet ein sehr großer Luftaustausch statt, der für die Dimensionierung von Abluftreinigungsverfahren kosten-relevant ist. Dieser große Luftaustausch ist nicht zur Schadgasabfuhr notwendig. Zur Verminderung der zu behandelnden Abluftmenge muss vermehrt über die Vorkonditionierung der Zuluft nachgedacht werden (Zuluftbefeuchtung, Zuluftkühlung, Stallisolation, Abschattung). Mit einer verbesserten Lüftungs- und Klimatisierungstechnik sind geringere Luftwechselraten realisierbar, ohne dass sich das Stallklima nennenswert verschlechtert. Vorstellbar ist auch die gezielte Absaugung von emissionsrelevanten Bereichen (z. B. Ausbildung von emissionsträchtigen Kot- und

weniger belasteten Liegebereichen bei Schweinen in Großgruppenhaltung). Wenn Spitzenvolumenströme kompensiert werden können, reduzieren sich Investitions- und Betriebskosten von Abluftreinigungsanlagen spürbar.

Bisher werden die Abluftreinigungsanlagen nur dann errichtet, wenn ausreichende Abstände zur Wohnbebauung oder zum Wald nicht eingehalten werden und andere Maßnahmen zum Immissionsschutz nicht möglich sind. Im Gegensatz zu industriellen Anlagen gibt es in der Tierhaltung bis heute keine Konzentrations- und Emissionsmassenstromgrenzwerte für Ammoniak, Staub und Geruch. Mit der europaweiten Einführung entsprechender Grenzwerte würde ein Handlungsbedarf geschaffen und ein Marktpotential für Hersteller entsprechender Anlagen erschlossen. Dies ist jedoch die Voraussetzung für Investitionen von Herstellern von Abluftreinigungsverfahren im Bereich der Verfahrensentwicklung, die im Regelfall auch zu Kostensenkungen führen. Erfahrungen aus dem industriellen Bereich, wo es zunächst auch massive Widerstände gegen die Einführung entsprechender Techniken (Einführung von Katalysatoren in der Automobilindustrie) gegeben hat, zeigen deutlich, dass Umweltschutzmaßnahmen durchaus finanzierbar sind. Im übrigen sei angemerkt, dass auch die durch die Landwirtschaft verursachten Umweltbelastungen (Grund- und Trinkwasserbelastung, Wald- und Gebäudeschäden, Atemwegserkrankungen) und deren Beseitigung erhebliche Kosten verursachen, die gegenwärtig von der Volkswirtschaft getragen werden.

3.1.3.5 Einsatz chemischer Flüssigmist-Additive zur Emissionsminderung

Werner Frosch, Wolfgang Büscher

Durch den Einsatz von Flüssigmist-Additiven sollen vor allem Ammoniak- und Geruchsemissionen gemindert werden. Sie bieten den Vorteil der nachträglichen Anwendung in konventionellen Haltungsverfahren.

Während Zusatzstoffhersteller häufig von einer Universalwirkung ihrer Produkte ausgehen, wird aus der Literaturübersicht deutlich, dass Additive positive Einfach-, aber auch Mehrfachwirkungen, negative und überhaupt keine Wirkungen aufweisen können. Die Ursachen dafür können auf die Komplexität und Variabilität in der Zusammensetzung des Flüssigmistes sowie auf exogene Einflüsse, welche die biochemischen Umsetzungsprozesse beeinflussen, zurückgeführt werden.

In Labor- und Praxismessreihen wurden unterschiedliche Flüssigmist-Additive hinsichtlich ihrer emissionsmindernden Wirkung auf Schad- und klimarelevante Gase geprüft. Es zeigte sich, dass die Temperatur und der pH-Wert entscheidende Größen für die Emissionsminderung von Ammoniak und Methan darstellen. Während Milchsäure-Additive durch die Verschiebung des pH-Wertes in den sauren Bereich erhebliche Ammoniak- und Methan-Emissionsminderungen bewirken, konnten durch den Einsatz von Bio-Aktiv-Pulver, das zu einer wesentlichen Vergrößerung der inneren Oberfläche des Flüssigmistes führt, lediglich die Methan-Emissionen reduziert werden.

Für die Anwendung von Additiven in der Praxis ist von Bedeutung, welche Flüssigmisteigenschaften bzw. Parameter vorrangig beeinflusst werden sollen. Dabei ist die Anwendung von geprüften Präparaten erforderlich.

Um zukünftig sicherere Aussagen über die Höhe von Emissionswerten in der Tierhaltung treffen zu können, müssen weitere Langzeituntersuchungen im Labor und in der Praxis durchgeführt werden.

3.1.3.6 Ammoniak-Emissionen bei Weidehaltung

Michael Anger

Trotz der erschwerten Bedingungen, die NH_3 -Emissionen bei Weidehaltung zu ermitteln, zeigen die derzeit vorliegenden Ergebnisse, dass auf Weiden neben Wirkungen der Standort- und Umweltbedingungen wesentliche Einflüsse zum Tragen kommen, die vom Pflanzenbestand auf der Weide, dem Alter des Weidefutters und dem Weidemanagement ausgehen. Jedoch erschwert die Tatsache, dass für die in Deutschland vorherrschenden Bedingungen der Grünlandbewirtschaftung nur sehr wenige Messungen vorliegen und weitere Detailstudien zur NH_3 -Entgasung bei unterschiedlichen Beweidungsstrategien notwendig sind, eine ausreichende Bewertung der wichtigsten Faktoren, auf die der/die Landwirt/in durch die Form des Weidemanagements Einfluss nehmen kann.

Mit Modellkalkulationen kann bereits heute eindeutig belegt werden, dass sich die Weidenutzung gegenüber der Schnittnutzung (System Mahd) durch deutlich geringere NH_3 -Verluste auszeichnet. Jedoch muss bei einer umfassenden Bewertung aller umweltrelevanten N-Verluste auf Grünland berücksichtigt werden, dass bei Weidehaltung den geringeren NH_3 -Verlusten insbesondere bei hoher N-Düngung umfangreichere NO_3 -Austragsmengen und etwas höhere N_2O -Emissionen als im System Mahd gegenüberstehen stehen können (Scholefield et al. 1991, Anger 2001). Unter Berücksichtigung der wichtigsten umweltrelevanten N-Verluste in Form von NH_3 , NO_3 und N_2O ist daher eine Weidenutzung mit mäßiger N-Düngung und demzufolge geringem Viehbesatz als ressourcenschonend einzustufen. Werden zusätzlich Maßstäbe einer tiergerechten Haltung in Anrechnung gebracht, erhöhen sich die Vorzüge der Weide bzw. Mähweiden gegenüber der ausschließlichen Schnittnutzung mit Stallhaltung erheblich. Ausreichend Weidefläche ist in der Regel dann gewährleistet, wenn dem Weidevieh genügend Weideaufwuchs zur Verfügung steht und nur eine geringe Zufütterung erfolgt. Überwiegt die Zufütterung, liegen meist sehr hohe Besatzdichten vor, mit der Folge, dass sich die dargestellten Vorteile des Systems Weide verringern.

3.1.3.7 Ammoniak-Emissionen bei der Lagerung von Fest- und Flüssigmist sowie Minderungsmaßnahmen

Werner Berg, Günter Hörnig, Ute Wanka

Die Ammoniak-Emissionen aus Fest- und Flüssigmistlagern lassen sich derzeit nur grob abschätzen. Man kann davon ausgehen, dass für die NH_3 -Emissionen aus der Exkrementlagerung das Minderungspotential, gemessen an den Gesamtemissionen bei Flüssigmistsystemen, in der Rinderhaltung bis zu 20 % und in der Schweinehaltung etwa 25 % beträgt. Bei Festmistsystemen können sich diese Werte in der Rinderhaltung auf 25 bis 35 % und in der Schweinehaltung auf bis zu 30 % belaufen.

Lösungen zur Minderung der Ammoniak-Emissionen aus Flüssigmist existieren und werden bereits seit einigen Jahren in Form der Abdeckung von Güllelagern angewendet. Für Gülle, die keine oder nur unzureichende natürliche Schwimmdecken bilden, ist dies eine sehr wirkungsvol-

le und kostengünstige Maßnahme.

Legt man als potentiellen Anwendungsumfang für die Behälterabdeckungen alle Gülleaußenlager zugrunde, die derzeit weder eine natürliche noch eine künstliche Abdeckung aufweisen, so ergibt sich daraus für die Ammoniak-Emissionen aus der Tierhaltung in Deutschland ein Minderungspotential von bis zu 2 %. Damit ist die Abdeckung von Güllelagerbehältern im Bereich der Schweinehaltung die wirksamste Maßnahme zur Minderung der NH_3 -Emissionen (Döhler et al. 2002). Aber auch in der Rinderhaltung ist die Abdeckung des Güllelagers angebracht, sofern sich keine natürliche Schwimmdecke bildet.

Die verschiedenen künstlichen Abdeckungen unterscheiden sich hinsichtlich der Verminderung der Ammoniak-Emissionen nicht wesentlich voneinander (80 bis 90% Minderung). Die Kosten je m^2 abgedeckter Gülleoberfläche oder je kg verminderter NH_3 -Emission differieren dagegen deutlich (Eurich-Menden et al. 2002). Strohhäcksel ist kostengünstig und vermindert - nach dem bisherigen Kenntnisstand - ebenfalls Methan-Emissionen. Granulate, Schwimmfolien und Zeltdächer sind hinsichtlich der Verminderung der Ammoniak-Emission zwar etwas wirksamer als Strohhäcksel, bergen aber die Gefahr in sich, N_2O -Emissionen - Zeltdächer auch CH_4 -Emissionen - zu erhöhen.

Aus der Analyse der bisher vorliegenden Untersuchungsergebnisse lassen sich folgende Schlussfolgerungen ziehen:

- Die gegenwärtige Datengrundlage gestattet nur eine grobe Abschätzung der absoluten Ammoniak-Emissionen während der Lagerung von Fest- und Flüssigmist. Insbesondere bei Festmist liegen keine gesicherten Werte vor. Hier sind weitere experimentelle Untersuchungen erforderlich, erst recht, wenn Haltungsverfahren mit Einstreu forciert werden sollen.
- Völlig unbefriedigend ist die Situation bezüglich der klimarelevanten Gase Distickstoffmonoxid (N_2O) und Methan (CH_4). Hier bedarf es intensiver Untersuchungen, die zum einen die Emissionen offener Lagerstätten, zum anderen die Auswirkungen von Maßnahmen zur Minderung von Ammoniak-Emissionen aufklären.
- Im Bereich der Festmistlagerung fehlt es an wirksamen Maßnahmen zur Emissionsminderung.
- Angesichts der Tatsache, dass ca. ein Drittel der Gülle im Stall (unter dem Spaltenboden) gelagert wird, sind Lösungen zur Verminderung der von dort ausgehenden Emissionen gefragt.

3.1.3.8 Ammoniak-Emissionen bei der Ausbringung von Fest- und Flüssigmist sowie Minderungsmaßnahmen

Helmut Döhler

Die entscheidenden Einflussfaktoren für eine Ammoniak-Freisetzung nach der Flüssigmistausbringung sind

- die Witterung (steigende Luftgeschwindigkeit und Lufttemperatur erhöhen, Niederschlag verringert die Emission)
- die Konsistenz der Gülle (insbesondere das deutlich bessere Fließverhalten von Schweinegülle führt zu schnellerer Infiltration und geringeren Verlusten als bei Rindergülle)
- der Bewuchs des Feldes bzw. des Grünlands
- und die Ausbringtechnik (Breitverteiler verursachen höhere Emissionen, Schleppschlauch, Schleppschuh, Schlitzverfahren reduzieren)

Die Techniken zur Minderung der Ammoniak-Emissionen bei der Ausbringung flüssiger Wirtschaftsdünger sind in Übersicht 1 dargestellt. Zu den bandförmigen Applikationsverfahren zählen Schleppschlauch- und Schleppschuhverteiler. Schleppschlauchverteiler eignen sich besonders für Schweinegülle und Jauche, und können sowohl auf unbestelltem Ackerland, als auch im wachsenden Bestand eingesetzt werden. Schleppschuhverteiler wurden für die Ausbringung auf Grünland entwickelt, die Kufen des Schleppschuhvertailers ermöglichen dabei ein Aufbrechen der Grasnarbe bzw. des Wurzelfilzes und damit eine Ablage der Gülle näher oder auf der Bodenoberfläche. Erfahrungen auf bewachsenem Ackerland liegen sowohl für Schleppschuhverteiler als auch für die Schlitztechniken keine vor.

Die durch die Minderungstechniken maximalen erzielbaren Emissionsprozente beziehen sich auf eine Ausbringung der Wirtschaftsdünger mit dem System Breitverteiler (Referenz). Die Höhe der Minderungseffekte ist somit abhängig von der Technik, dem Trockenmassegehalt der Gülle, den Bodenvoraussetzungen und dem Pflanzenwuchs. Bei der Einarbeitung hat die Wirtschaftsdüngerart (flüssig oder fest) und der Einarbeitungszeitpunkt nach der Ausbringung einen erheblichen Effekt auf die Wirkungsweise. Die dargestellten Minderungen sind jedoch nur erreichbar, wenn die Gülle innerhalb 1 Stunde nach der Ausbringung eingearbeitet wird. Je später die Einarbeitung erfolgt, umso geringer ist die Emissionsminderung.

Für Festmist und Geflügelkot steht als zuverlässige Minderungsmaßnahme nur die unverzügliche Einarbeitung zur Verfügung, die Ausbringung bei kühler Witterung hat nur begrenzte Effekte (vgl. Tab. 1).

Tab. 1: Techniken zur Minderung der Ammoniakverluste nach der Ausbringung von festen Wirtschaftsdüngern (Mist und Geflügeltrockenkot)

Minderungs- technik	Einsatzgebiet	Wirtschaftsdünger- herkunft	max. Emissions- minderung %	Beschränkungen
direkte Einarbeitung (innerhalb 1 Stunde)	Ackerland	Tiefstall- und Stalpmist (R+S)	90	sehr hoher Zugkraftbedarf, nicht auf sehr schweren Böden
		Geflügeltrockenkot	100	

Quelle: Döhler et al. 2002, R = Rind, S = Schwein

Übersicht 1: Techniken zur Minderung der Ammoniakverluste nach der Ausbringung von flüssigen Wirtschaftsdüngern (Gülle und Jauche)

Minderungs- techniken	Einsatzgebiete	Wirtschafts- düngerherkunft	max. Emissions- minderung (%) ¹⁾	Beschränkungen
Schleppschlauch	Ackerland	Rind	8	Hangneigung nicht zu stark, Größe und Form des Grundstückes, dickflüssige Gülle, Abstand Fahrgassen, Bestandeshöhe
		Schwein	30	
	- unbewachsen	Rind	30	
		Schwein	50	
	- mit Bewuchs (>30 cm)	Rind	10	
		Schwein	30	
	Grünland	Rind	30	
		Schwein	50	
Schleppschuh	Ackerland	Rind	30	wie oben, nicht auf sehr steinigen Böden
		Schwein	60	
	Grünland	Rind	40	
		Schwein	60	
Gülleschlitz	Grünland	Rind	60	wie oben, nicht auf steinigen, zu trockenen und verdichteten Böden, hoher Zugkraftbedarf
		Schwein	80	
Güllegrubber	Ackerland	Rind	> 80	wie oben, nicht auf sehr steinigen Böden, sehr hoher Zugkraftbedarf, nur bedingt auf bewachsenem Ackerland (ggf. Reihenkulturen) einsetzbar
		Schwein	> 80	
direkte Einarbeitung (innerhalb 1 Stunde)	Ackerland	Rind	90	mit leichtem Gerät (Egge) nach Primärbodenbearbeitung, mit Grubber/Pflug nach Ernte
		Schwein	90	

¹⁾Für die Jaucheausbringung kommen die gleichen Techniken infrage wie für die Flüssigmistausbringung. Aufgrund des deutlich geringeren Emissionsniveaus von Jauche (nur ca. 10-20% des Ammonium-Stickstoffs), sind die Minderungseffekte beim Einsatz verschiedener Techniken daher nicht so stark ausgeprägt.

3.1.3.9

Kosten ausgewählter Ammoniak-Emissionsminderungsmaßnahmen

Brigitte Eurich-Menden, Helmut Döhler, Stephan Fritzsche, Markus Schwab

Die wichtigste Minderungsmaßnahme in der Tierhaltung ist die an den Bedarf angepasste Proteinversorgung bei Rindern, Schweinen und Geflügel. Durch eine konsequente Anwendung der protein-angepassten Fütterung insbesondere in der Schweinemast, in der Sauenhaltung oder der Geflügelmast wird die Stickstoffausscheidung reduziert und dadurch der Stickstoffgehalt in Wirtschaftsdüngern begrenzt. Neben einer Verringerung der Ammoniakemissionen werden hierdurch auch Nährstoffverluste durch Auswaschung und Denitrifikation vermindert. Als Mehrkosten für den Einsatz der proteinangepassten Fütterung werden in der Schweinemast ca. 2,8 €/Tierplatz und Jahr gegenüber der einphasigen Fütterung ermittelt.

Ziel ist es zukünftig die Emissionen aus den Stallanlagen zu reduzieren. Durch die Verringerung der emittierenden Oberfläche im Stall können die Emissionen am stärksten gemindert werden. Zu berücksichtigen ist hierbei, dass die Anforderungen des Tierschutzes den Zielen der Emissionsminderung nicht selten entgegenstehen.

In der Rinderhaltung betragen die Emissionen aus der Anbindehaltung nur rund ein Drittel der Emissionen aus der Gruppenhaltung in (Boxen-)Laufställen. Es kann allerdings davon ausgegangen werden, dass diese Haltungsform in der Zukunft aus Gründen des Tierschutzes an Bedeutung verlieren wird. Eine Verringerung der Emissionen aus Laufställen mit Flüssigmistverfahren ist nach derzeitigem Erkenntnisstand nur mit einer regelmäßigen und häufigen Reinigung der Spaltenoberflächen möglich. Eine technische Lösung zur Emissionsreduzierung stellt das aus den Niederlanden stammende Rinnenbodensystem dar. Dies führt zwar zu einer deutlichen Reduzierung der Emissionen, verursacht aber hohe Kosten durch Umbaumaßnahmen und Betriebskosten (etwa 33 €/Kuhplatz und Jahr). Zudem liegen bisher nur begrenzt Erfahrungen mit diesem System vor.

Die größte Emissionsminderung in der Schweinehaltung ist durch die Ausbildung von Funktionsbereichen (Fress-, Liege-, Dungbereich) zu erreichen. In Vollspaltensystemen können Funktionsbereiche in der Bucht erfahrungsgemäß besser entstehen, wenn die Tiere in Großgruppen von 25 bis 50 Tieren gehalten werden. Weiterhin eignen sich zur Verkleinerung der emittierenden Oberfläche Haltungsverfahren mit Teilspaltensystemen. Allerdings ist die Funktionssicherheit dieser Verfahren nicht immer gegeben, was zu höheren Ammoniakverlusten im Vergleich mit Vollspaltensystemen führen kann. Auch bei der Haltung der Tiere in Außenklimaställen mit Kisten entstehen verglichen mit wärmegeprägten Vollspaltensystemen geringere Ammoniakemissionen. Eingestreute Schweinehaltungsverfahren werden hinsichtlich des Tierschutzes häufig als günstiger eingeschätzt, Tiefstallsysteme weisen dagegen ähnlich hohe oder höhere Ammoniakverluste und zusätzliche Stickstoffverluste in Form von Lachgas auf. Bisher ist von eingestreuten Verfahren nicht bekannt, ob sie sicher zu einer Reduktion der Ausgasung beitragen können.

Die Großgruppenhaltung stellt gegenüber der Kleingruppe eine Kostenentlastung dar, die im Mittel 7,3 €/Stallplatz und Jahr beträgt. Die Kostenentlastungen schwanken zwischen 4,1 € bei 500 Mastplätzen bis zu 11,3 € bei 2000 Mastplätzen.

Für den Außenklimastall mit Flüssigmistung wird gegenüber dem wärmegeprägten Voll-

spaltenstall mit Mehrkosten von 5,8 € pro Tierplatz gerechnet. Die Mehrkosten beziehen sich jeweils auf Ställe mit 1000 Mastplätzen. Bei den Außenklimaställen für Mastschweine wurde davon ausgegangen, dass dieses Haltungssystem nur als Neubauvariante für den Landwirt in Frage kommt. Der Umbau bestehender Ställe in einen Außenklimastall wurde für unwahrscheinlich gehalten.

Auf den Bereich der Lagerung von Wirtschaftsdüngern sind rund 20 % der Ammoniakemissionen aus der Tierhaltung zurückzuführen. Ein zunehmender Ausbau der Lagerkapazitäten für eine zeitlich und mengenmäßig bedarfsgerechte Ausbringung der Wirtschaftsdünger stellt eine gute Maßnahmen zur Verlustminderung dar. Gute technische und ökonomische Kompromisse stellen bei Schweinegülle die Abdeckung der Güllelager mit Schwimmfolien, Mineralschüttungen und gehäckseltem Stroh dar (Mehrkosten 0,2-0,5 €/m³ und Jahr bei 500-m³-Behälter). Da Rindergülle i. d. R. eine Schwimmdecke ausbildet, können durch weitere Abdeckungsmaßnahmen keine wesentlich höheren Minderungseffekte erzielt werden.

Zur Reduzierung der Ammoniakemissionen bei der Ausbringung von Wirtschaftsdüngern eignen sich besonders die bandförmigen Applikationsverfahren wie Schleppschlauch- und Schleppschuhverteiler. Schleppschlauchverteiler sind besonders für Schweinegülle und Jauche geeignet und können sowohl auf unbestelltem Ackerland als auch im wachsenden Bestand eingesetzt werden. Eine weitere Minderungsmaßnahme ist die Verdünnung der Rindergülle im Grünlandbereich. Als eine der effektivsten und auch kostengünstigsten Maßnahmen wird die unverzügliche Einarbeitung von Gülle, Festmist und Geflügelkot angesehen (Mehrkosten 0,7-0,9 €/m³).

3.1.4 Methan- und Lachgas-Emissionen der Tierhaltung (Stall-Haltung, Lagerung, Ausbringung)

3.1.4.1 Methan- und Lachgas-Emissionen der Rinder-, Schweine- und Geflügelhaltung *Eberhard Hartung*

Die Treibhausgase Methan und Lachgas werden sowohl im C- als auch im N-Kreislauf produziert. Methan ist im Wesentlichen ein Reaktionsprodukt aus anaerober bakterieller Fermentation von einfach abbaubaren organischen Bestandteilen (Kohlehydraten), welche sich in Tierfutter, aber auch im bereits verdauten Futter (Exkrementen) befinden. Im Gegensatz dazu wird Lachgas im allgemeinen nicht aus primären N-Komponenten im Futter bzw. verdauten Futter (Exkrementen) produziert, sondern es wird bei der Nitrifikation (Sauerstoffverbrauchender Prozess) und bei der Denitrifikation gebildet. Daher wird es auch als ein sekundäres Reaktionsprodukt aus primären Stickstoffquellen angesehen.

Die wesentlichen Quellen für die Emissionen von Methan und Lachgas aus der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung sind die Tiere selbst, die Stallanlagen, die Außenlagerung von Fest- und Flüssigmist und deren Behandlung und Aufbereitung (z. B. Kompostierung), sowie die Ausbringung von Wirtschafts- und Kunstdünger. Die Methan-Emissionen aus der Nutztierhaltung sind zum größten Teil endogener Natur. Lachgas wird dagegen hauptsächlich während der (Zwischen-) Lagerung und Behandlung von tierischen Exkrementen und nach ihrer Ausbringung produziert und freigesetzt.

Im Vergleich zu den Daten über die Ammoniak-Emissionen aus der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung liegen für die Emission von Methan und Lachgas in der Literatur bis dato nur wenige und/oder nur sehr eingeschränkt nutzbare Werte vor. Die zusammengestellten Literaturdaten zeigen, dass verlässliche Daten über die Methan-Emissionen mehr oder weniger nur aus dem Bereich der Milchviehhaltung und dem Bereich tierischer Exkremente vorliegen. Es sind kaum verwertbare Emissionsdaten für die Lachgas-Emission aus der Rinder-, Schweine- und Geflügelhaltung vorhanden. Dies ist im Wesentlichen dadurch bedingt, dass teilweise noch erhebliche Schwierigkeiten bei der Konzentrationsmessung von Lachgas (Auflösegenauigkeit von Gasanalysegeräten wie z.B. IR-Spektrometern oder Gaschromatographen) und der Bestimmung des Abluftvolumenstroms aus Haltungssystemen mit natürlichen Lüftungssystemen bestehen.

Die zusammengestellten Emissionswerte weisen eine große Variation auf, welche im Wesentlichen durch die Vielzahl der auf die Emissionen der Treibhausgase wirkenden Einflussfaktoren (z. B. Temperatur, Substratart) zurückzuführen ist. Es ist daher damit zu rechnen, dass Standard-Emissionsfaktoren, welche momentan für die nationale und internationale Emissionskartierung benutzt werden sollen an die noch zu ermittelnden neuen Erkenntnisse und Ursache-Wirkungszusammenhänge angepasst werden müssen. Mit zunehmendem Wissen über die Emissionsraten der unterschiedlichen Emissionsquellen wird auch die Notwendigkeit einer detaillierteren Betrachtung derselben sowie der sie kennzeichnenden Ursache- Wirkungsbeziehungen an Bedeutung gewinnen.

3.1.4.2 Methan- und Lachgas-Emissionen bei der Lagerung und Ausbringung von Wirtschaftsdüngern

Joachim Clemens, Martin Wolter, Sebastian Wulf, Heinz-Jürgen Ahlgrimm

Reduktionsmaßnahmen sind vor allem dort sinnvoll, wo sie eine relativ große Quelle minimieren und mit einfachen Mitteln einzusetzen sind. Hinsichtlich der Reduktion der NH_3 -Emissionen wird eine NH_3 -reduzierende Applikation gefordert, was auch hinsichtlich der Klimagasemissionen zu fordern ist. Allerdings sollte auf Injektion verzichtet werden. In Tabelle 2 sind vorläufige Ergebnisse einer Untersuchung aufgeführt, in der das gleiche Substrat während der Lagerung sowie nach der Ausbringung auf Klimagasemissionen untersucht wurde.

Hierbei wird deutlich, dass die Güllelagerung einen höheren Anteil an Klimagasemissionen hat als die Ausbringung und dass die Vergärung einen Beitrag zur Verringerung der Klimagasemissionen leistet. Während bei unvergorener Gülle bei Lagerung ein hohes Vermeidungspotential besteht, ist eine Reduktion der Treibhausgasemissionen aus Biogasgülle durch optimierte Applikationstechnik zu erreichen. Hier sind die Emissionen aus dem Lager durch die Vergärung bereits stark reduziert. In einer Studie zum Einsatz der Biogastechnologie in Dänemark werden diese Ergebnisse von Sommer et al. (2001) bestätigt, dort wird in der Vergärung von Gülle das wesentliche Einsparungspotential von Klimagasen gesehen. Momentan fehlen jedoch noch Daten, um insbesondere bei der Lagerung von tierischen Exkrementen quantitative Aussagen treffen zu können. Hier besteht erheblicher Forschungsbedarf.

Tab. 2: Emissionen je m³ Rindergülle innerhalb von 80 Tagen in CO₂-Äquivalenten (basierend auf Schumacher 1999 und Wulf et al. 2001).

	Güllelager	Güllelager + Stroh	Ausbringung
Gülle	7,0	7,4	2,7-9,11
Biogasgülle	0,4	1,8	3,3-7,9

3.1.5 Emissionsinventare und Emissionsfaktoren

3.1.5.1 Emissionsinventare für Ammoniak, Methan und Lachgas

Harald Menzi, Ulrich Dämmgen, Helmut Döhler

Die Qualität der Emissionsinventare für Ammoniak aus der Landwirtschaft hat sich in den letzten 15 Jahren wesentlich verbessert. Besonders seit viele Inventare nicht mehr mit Emissionsfaktoren pro Tier, sondern auf der Basis des N-Flusses rechnen und die meisten prozessbezogenen Emissionsfaktoren (in Prozent des N-Flusses) auf Versuchsergebnissen beruhen, sind die Emissionsinventare zuverlässiger und vergleichbarer geworden. Deren Aussagekraft für Folgerungen bezüglich Notwendigkeit und Möglichkeiten der Emissionsreduktion wird deshalb auch kaum mehr angezweifelt. Sogar Vergleiche zwischen den Inventaren verschiedener Staaten sind - zumindest was die Emissionsverteilung und die Identifizierung von Emissionsreduktionsmöglichkeiten betrifft - möglich geworden, wenngleich die absoluten Emissionen pro Emissionseinheit in einzelnen Fällen aus methodischen Gründen immer noch relativ stark variieren dürften.

Den Emissionsinventaren wird in Zukunft zumindest für Ammoniak eine wesentlich größere Bedeutung zukommen, weil alle Staaten, die das Göteborg-Protokoll ratifiziert haben, zur regelmäßigen Berichterstattung über die Einhaltung der Emissionsminderungsziele verpflichtet sind. Die heute teilweise noch gebräuchlichen Emissionsinventare sind aber für solche Anwendungen kaum geeignet, da sie für die produktionstechnischen Voraussetzungen hauptsächlich Expertenmeinungen verwenden. Es sollten deshalb dringend dynamische Modelle entwickelt werden, die auch kleinere emissionsrelevante Veränderungen in der Produktionstechnik einigermaßen zuverlässig und reproduzierbar erkennen und abbilden können. Eine wichtige Voraussetzung dazu ist die standardisierte und regelmäßige statistische Erhebung wichtiger produktionstechnischer Parameter.

Bei Emissionsinventaren ist die absolute Genauigkeit der Emissionsberechnung weniger wichtig als die Beschaffbarkeit zuverlässiger Inputdaten, eine längerfristige Kontinuität der Berechnungsweise und die klare Dokumentation der Hintergründe getroffener Annahmen. Klar dokumentierte und statistisch saubere Erhebungsmethoden für die verwendeten statistischen und produktionstechnischen Daten werden auch für den Leistungsnachweis der effektiv erzielten Emissionsminderung von großer Bedeutung sein. Wichtig wird zudem sein, dass für die Wirksamkeit von emissionsmindernden Maßnahmen von verschiedenen Ländern einheitliche Annahmen getroffen werden. Der im Laufe mehrerer Jahre im Rahmen der UN/ECE-Expertengruppe "Ammoniakemissionen" erzielte Kompromiss (UN/ECE 1999) ist dazu eine gute Voraussetzung. Zur Vereinheitlichung der Emissionsinventare hat die UN/ECE-Task Force on Emission Inventories and Projections, Agriculture and Nature Panel für die wichtigen

Quellentypen von Ammoniak-Emissionen in der Landwirtschaft ein Instrumentarium geschaffen, mit dessen Hilfe die unterschiedlichen Staaten ihre Emissionsströme trotz regionaler Besonderheiten nach einheitlichen Verfahren ermitteln können. Noch ist unklar, wie weit schwer kontrollierbare Maßnahmen bei der Fütterung, bei der Berücksichtigung der Witterung, bei der Wirtschaftsdüngerausbringung usw. berücksichtigt werden können.

Obschon auch bei Methan und Lachgas die Landwirtschaft in Europa die wichtigste Emissionsquelle darstellt, haben Emissionsinventare für diese Stoffe bisher wesentlich geringere Beachtung gefunden als jene für Ammoniak. Zwar sind auch die Quellen der unterschiedlichen Spurengase miteinander verknüpft – eine Minderung der Ammoniak-Emission kann mit einer Erhöhung der Lachgas-Emission einher gehen –, dies ist aber in den unverknüpften Inventarrechnungen noch nicht abgebildet.

Emissionsinventare sollten immer im Zusammenhang mit der Beurteilung der Umweltbelastung gesehen werden. Für die Beurteilung der Relevanz der Emissionen und deren Verifizierung ist es deshalb wichtig, die Emissionsinventare mit Messungen und Modellrechnungen zur atmosphärischen Belastung bzw. zur Deposition zu vergleichen. Eine enge Zusammenarbeit zwischen Emissions- und Immissionsfachleuten ist daher sehr wichtig.

3.1.5.2 Nationales Emissionsinventar – KTBL-FAL-ATB-Projekt „Landwirtschaftliche Emissionen“

Bernhard Osterburg, Werner Berg, Angela Bergschmidt, Reiner Brunsch, Ulrich Dämmgen, Helmut Döhler, Brigitte Eurich-Menden, Manfred Lüttich

Im vorgestellten Forschungsvorhaben wurde ein fortschreibungsfähiges Standardverfahren zur Berechnung der Emissionen aus dem Bereich der Landwirtschaft und hier insbesondere der Ammoniak-Emissionen der Tierhaltung für Deutschland entwickelt.

Die Ergebnisse zeigen, dass das Ziel, die Ammoniak-Emissionen bis zum Jahre 2010 auf 550 kt a⁻¹ zu reduzieren, mit der geschätzten Entwicklung der Tierbestandszahlen allein nicht zu erreichen ist. Es müssen umweltpolitische Maßnahmen ergriffen werden, um die Verbreitung technischer Minderungsmaßnahmen zu unterstützen.

Als technische Ansatzstellen mit einem hohen Potential für die Minderung der Ammoniak-Emissionen sind bei Rindern die Wirtschaftsdüngerausbringung und die Güllelagerkapazität zu nennen, bei Schweinen die Lagerabdeckung, die Ausbringung und die Nangepasste Fütterung. Bei allen Tierarten stellt die unverzügliche Einarbeitung der Wirtschaftsdünger nach der Ausbringung eine wirksame und kostengünstige Maßnahme dar. Ein Dilemma für die Politik ergibt sich daraus, dass es nur wenige Maßnahmen mit geringen Kosten pro Einheit geminderte Ammoniakemission gibt, die gleichzeitig auch gut zu kontrollieren sind. Die Kontrollierbarkeit ist eine Voraussetzung für die Anwendung politischer Maßnahmen wie Auflagen oder Förderung.

Das Emissionsminderungspotential bis zum Jahr 2010 wird gegenüber der Baseline-Projektion anhand verschiedener Szenarien auf 7 bis 15 % geschätzt. Die zusätzlichen Kosten für die Minderungsmaßnahmen schwanken hierbei zwischen 5,1 – 6,1 € pro kg geminderte Ammoniakemission.

Für zukünftige Emissionsberechnungen sollte durch regelmäßige Erhebungen eine statistische Datenbasis für die Abbildung der Stall- und Weidehaltung sowie der Wirtschaftsdüngerlagerung und -ausbringung geschaffen werden. Weiterer Forschungsbedarf ergibt sich in Be-

zug auf die Bewertung von Strategien zur Emissionsminderung, bei der Wechselwirkungen zwischen unterschiedlichen Emissionsbereichen wie Nitratbelastung des Grundwassers, Lachgasemissionen und Ammoniakverlusten berücksichtigt werden. Dafür sollten umfassendere Berechnungs- und Modellansätze entwickelt werden.

3.1.6 Wettbewerbsbedingungen der deutschen Tierhaltung im internationalen Vergleich

Alois Heißenhuber, Wolfgang Schönberger, Hubert Pahl

Die Wettbewerbsbedingungen werden maßgeblich von den Produktionskosten beeinflusst. In diesen spiegeln sich die natürlichen und wirtschaftlichen Standortbedingungen einschließlich staatlicher Einflussnahme wider. Welches Niveau an Produktionskosten durch den am Markt erzielbaren Preis gedeckt wird, hängt ganz wesentlich von der Nachfragesituation ab. Gerade bei wichtigen tierischen Erzeugnissen ist in den letzten Jahren in Deutschland ein Nachfragerückgang zu verzeichnen. Bei Rindfleisch hat sich in den vergangenen zehn Jahren der Verbrauch sogar halbiert. Aufgrund des relativ hohen Preisniveaus im Inland war bei vielen Produkten der Export nur über Subventionen möglich. Eine Ursache für den rückläufigen Rindfleischverzehr ist in der BSE-Krise zu sehen.

Eine zusätzliche Folge der BSE-Krise sind steigende Kosten für Futtermittel und für die Entsorgung von Tiermehl. Weitere Kostensteigerungen sind zu erwarten, wenn aus Gründen der Risikominderung zusätzliche Auflagen erlassen werden, wie z.B. das Verbot der Verfütterung von Speiseabfällen.

Die Produktionskosten werden ganz wesentlich von den Haltungsformen bzw. Haltungsbedingungen beeinflusst. Auch in dieser Hinsicht werden in Deutschland weitere Maßnahmen diskutiert, die Kosten steigernd wirken. Ein Beispiel hierfür ist die Hennenhaltungsverordnung, der zufolge ab 2007 keine Käfighaltung mehr möglich ist.

Maßnahmen zur Emissionsminderung führen in der Regel ebenfalls zu höheren Kosten. Hier gilt es vor allem jene Ansätze zu wählen, die einen effizienten Mitteleinsatz gewährleisten. Letztlich ist politisch abzuwägen, welches Maß an Tier- und Ressourcenschutz unentgeltlich vom Landwirt verlangt wird.

Entscheidend wird vor allem bei nationalen Alleingängen sein, welches Schutzniveau vom Konsumenten über einen höheren Produktpreis getragen wird. Die gezielte staatliche Honorierung wird nur einen begrenzten Beitrag leisten können.

Die Wettbewerbskraft der deutschen Tierhaltung ist im internationalen Vergleich aufgrund relativ hoher Produktionskosten und eines entsprechend hohen Preisniveaus in den vergangenen Jahren tendenziell gesunken. Am deutlichsten trifft dies für Rindfleisch zu. In diesem Bereich sind vergleichsweise ungünstige Voraussetzungen gegeben.

Für die Zukunft ist es erforderlich, einerseits die Möglichkeiten der Kostensenkung auszuschöpfen und andererseits auch die gesellschaftlichen Anforderungen zu erfüllen. Hierfür muss eine konzertierte Aktion aller beteiligten Gruppierungen auf den Weg gebracht werden. Schließlich ist ein Kompromiss notwendig, der einerseits die Wettbewerbsfähigkeit anstrebt und andererseits die Akzeptanz seitens der Gesellschaft berücksichtigt.

3.1.7 Systemimmanentes Potential der Ökologischen Tierhaltung zur Minderung von Emissionen

Albert Sundrum

Aufgrund der Vielzahl ständig wechselnder Umweltbedingungen und Einflussgrößen und der dadurch bedingten Variation der Stoffmengen auf den jeweiligen Stufen der Prozesskette ist eine exakte Quantifizierung von Freisetzungsmengen und eine Beurteilung von einzelnen Verfahren oder Strategien hinsichtlich zu erwartender Minderungspotentiale nur in sehr grober Annäherung möglich. Die Relevanz von Einzelmaßnahmen im Hinblick auf die Verringerung von Umweltbelastungen aus der Nutztierhaltung erschließt sich wesentlich aus der Betrachtung der gesamten Prozesskette. Die hohe Variation bei den emissionsrelevanten Betriebsbedingungen steht der Propagierung einheitlicher Lösungsansätze entgegen. Bei den Bemühungen um die besten und effektivsten Maßnahmen und Konzepte kann es nicht um ein „Entweder-Oder“, sondern um das „Sowohl als Auch“ verschiedener Ansätze gehen. Erst durch eine Integration von verfahrenstechnischen Lösungsansätzen in einem systemorientierten Ansatz unter Berücksichtigung des betrieblichen Kontextes können die Minderungspotentiale ausgeschöpft werden.

Hinsichtlich der Bewertung der Umweltrelevanz von Haltungs- oder Betriebssystemen ist es ferner von erheblicher Bedeutung, zwischen einer Beurteilung, die eine potentielle Emissionsminderung aus der Extrapolation von Teilgrößen herleitet, und der Beurteilung von tatsächlichen Verhältnissen auf praktischen Betrieben zu differenzieren. Um einer konkreten betrieblichen Situation hinsichtlich der Umweltwirkungen gerecht zu werden, ist eine Beurteilung auf verschiedenen Prozessebenen und die gleichzeitige Durchführung unterschiedlicher Bilanzen (Feld-, Stall- und Betriebsbilanz) erforderlich.

In der herkömmlichen Tierproduktion können mit unterschiedlichen verfahrenstechnischen Ansätzen erhebliche Emissionsminderungspotentiale erschlossen werden. Darüber hinaus sind jedoch Maßnahmen erforderlich, die über den verfahrenstechnischen Lösungsansatz hinausgehen. Insbesondere sollte in verstärktem Maße eine Debatte darüber geführt werden, mit welchen strukturellen Veränderungen die Umweltverträglichkeit verbessert werden kann.

In der Ökologischen Tierhaltung wird durch die EG-Verordnung ein Ordnungsrahmen geschaffen, der wesentliche Voraussetzungen für eine umweltverträgliche Erzeugung beinhaltet. Die bewusste Herbeiführung einer Ressourcenknappheit bei gleichzeitigem Verbot von risikobehafteten Produktionsmitteln erfordert eine erhebliche Umstrukturierung des landwirtschaftlichen Betriebes, um mit den leguminosenbürtigen Stickstoffressourcen, den betriebseigenen Wirtschaftsdüngern und der beschränkten Nährstoffzufuhr über Zukauffuttermittel eine möglichst effiziente Nährstoffnutzung zu betreiben. Als Systemansatz kann die Ökologische Tierhaltung nicht allein aufgrund einzelner verfahrenstechnischer Maßnahmen, sondern nur im betrieblichen Kontext beurteilt werden. Diesem Aspekt wurde in der Vergangenheit nur unzureichend Rechnung getragen.

Im Disput um effektive und nachhaltige Lösungen sollten ideologische Überfrachtungen oder vorschnelle Abwertungen vermieden werden. In dem aufgezeigten Spannungsfeld stehen die Naturwissenschaften vor der Herausforderung, Instrumente weiterzuentwickeln, mit denen potentielle Umweltwirkungen verschiedener Strategien in der Nutztierhaltung besser erfasst sowie umfassender beurteilt und gegeneinander abgewogen werden können.

3.1.8 Beurteilung der Umweltwirkungen von Ammoniak in Genehmigungsverfahren landwirtschaftlicher Bauvorhaben – rechtliche Grundlagen und Methoden

Katrin Regulin, Ewald Grimm

Ammoniak-Emissionen und ihre Umweltwirkungen können in vielerlei Hinsicht im Vollzug umweltrechtlicher Bestimmungen bei landwirtschaftlichen Bauvorhaben eine Rolle spielen: Im Rahmen der Vorprüfung darüber, ob eine UVP erforderlich ist oder nicht und in der UVP selbst, in der Verträglichkeitsprüfung und als öffentlicher Belang nach Naturschutzrecht sowie in bau- und immissionsschutzrechtlichen Genehmigungsverfahren. Im Vordergrund stehen mögliche Einwirkungen auf Pflanzen und Ökosysteme (Wald, Biotope), insbesondere im Umfeld von genehmigungsbedürftigen Anlagen zur Geflügelhaltung. Im Rahmen der UVP sowie nach Novellierung der TA Luft sind auch andere Tierarten betroffen und auch bei nicht genehmigungsbedürftigen Anlagen kann eine Beurteilung im Einzelfall erforderlich sein.

Hierzu sind Beurteilungsmethoden erforderlich, die eine Voreinschätzung bzw. Beurteilung potentieller Umweltwirkungen auf unterschiedlichem Niveau mit unterschiedlichem Aufwand und Sicherheit ermöglichen, je nachdem, ob eine Voreinschätzung (Vorprüfung) oder abschließende Beurteilung durchzuführen ist (stufen weises Vorgehen aus Gründen der Verhältnismäßigkeit).

Bislang gibt es außer der „Waldabstandsregelung“ der TA Luft 1986, die auf Anlagen der Geflügelhaltung begrenzt ist, keine bundesweit einheitliche und verbindliche Regelung. In der Vollzugspraxis wird bei der Errichtung von neuen Anlagen, bei denen der Standort noch zu beeinflussen ist, in der Regel von den Genehmigungsbehörden an der „Waldabstandsregelung“ festgehalten. Bei der Umnutzung von Altanlagen anderer Tierarten auf die Haltung oder Aufzucht von Geflügel bzw. der wesentlichen Änderung bestehender Anlagen wird auf die Einzelfallprüfung verwiesen. Dies gilt auch für die Fälle, bei denen die Haltung anderer Tierarten zu beurteilen ist.

Derzeit werden zur Voreinschätzung bzw. zur orientierenden Beurteilung Abstandsregelungen angewendet, die auf der niederländischen Ammoniak-Richtlinie basieren und sich bisher in der Praxis als Konvention bewährt haben.

Darüber hinaus werden die durchschnittlichen Jahreskonzentrationswerte von Ammoniak und die Stickstoff-Depositionen mit Hilfe von Ausbreitungsmodellen prognostiziert und unter Berücksichtigung der vorhandenen Belastung mit verschiedenen Orientierungswerten verglichen. Zum Teil werden Waldgutachten angefertigt, um standortbezogene Belastungs- bzw. Beurteilungsschwellen abzuleiten.

Die Vorgehensweise ist insbesondere im Bereich der Immissionsprognose mit folgenden Problemen verbunden (KTBL 1998):

Es gibt nur für wenige Tierarten, Haltungsstufen und Haltungsverfahren ausreichend abgesicherte und differenzierte Daten für die Emissionsmassenströme von Ammoniak, die als Referenzwerte für die Immissionsprognose, gleichgültig ob Abstandsregelung oder Ausbreitungsrechnung, gebraucht werden.

Bei der Ausbreitungsrechnung für Ammoniak können mechanisch induzierte Turbulenzen bei bodennahen Quellen und von Punktquellen abweichende Konfigurationen und windinduzierte Quellen, wie Offenställe, Seitenwandlüftung u.ä. mit den zumeist eingesetzten Gauß-Modellen nicht adäquat behandelt werden.

Die Depositionsgeschwindigkeit von Ammoniak, die benötigt wird, um aus Ammoniak-Konzentrationen Stickstoff-Depositionen zu berechnen, ist für unterschiedliche Biotoparten, insbesondere aber für die grobe Unterscheidung zwischen Freiland, exponiertem Waldrand und inneren Waldflächen, unzureichend differenziert und abgesichert.

Die Umwandlung von Ammoniak in Ammonium sowie deren Anteil an trockener und nasser Deposition in Abhängigkeit von der Quellenentfernung wird bei der Ausbreitungsrechnung nur unzureichend berücksichtigt.

Daten für die Vorbelastung von Ammoniak bzw. die Deposition von Stickstoff, die zur Beurteilung der Gesamtbelastung gebraucht werden, sind häufig nicht mit der benötigten geographischen Auflösung vorhanden.

Auf der Wirkungsseite sind für beide Belastungspfade (Gasphase und Deposition) aus wissenschaftlichen Untersuchungen praktikable Grenzwerte für einen ausreichenden Schutz der Vegetation vor nachteiligen Auswirkungen abgeleitet worden. Allerdings ist das Spektrum der Grenzwerte sehr breit und insbesondere bei der Deposition nicht für jeden Einzelfall anwendbar. Zudem bestimmen die Werte nicht in jedem Fall das zur Gefahrenabwehr im Sinne des § 22 BImSchG hinzunehmende (Mindest-)Maß an schädlichen Umwelteinwirkungen (siehe Nds. OVG 2001).

Bisher gibt es keine wissenschaftliche Untersuchung zur gesamten Kausalitätskette der Ammoniak-Beurteilung, die von der Emission über die Ausbreitung auch die Immission und Wirkung umfasst und mit der die gesamte Beurteilungsmethode anhand von Naturdaten in allen Gliedern der Kette validiert werden könnte.

Mit der Neufassung der TA Luft sollen die Ammoniak-Immissionen und Stickstoff-Depositionen insbesondere zum Schutz empfindlicher Pflanzen und Ökosysteme im Rahmen der Sonderfallprüfung unabhängig von der Art der Tierhaltung beurteilt werden, wenn für schädliche Umwelteinwirkungen hinreichende Anhaltspunkte vorliegen. Damit werden zwar grundsätzlich bundesweit einheitliche Anforderungen zur Beurteilung der Umweltwirkungen von Ammoniak aus Tierhaltungsanlagen festgelegt, allerdings werden die Art und Weise der Beurteilung, die im Rahmen der Sonderfallprüfung stattfinden soll, sowie die heranzuziehenden Beurteilungswerte nicht näher definiert.

In folgenden Punkten besteht daher weiterhin Handlungsbedarf:

- Festlegung repräsentativer und ausreichend differenzierter Emissionsdaten
- Entwicklung von Verfahren zur einfachen und orientierenden Voreinschätzung schädlicher Umwelteinwirkungen (Ermittlung von Anhaltspunkten) z.B. im Rahmen der allgemeinen bzw. standortbezogenen UVP-Vorprüfung und naturschutzrechtlichen Verträglichkeitsprüfung
- Festlegung eines methodischen Rahmens zur Sonderbeurteilung von Stickstoff-Depositionen
- Validierung der Modelle zur Ausbreitungsrechnung und der gesamten Beurteilungsmethode
- Ermittlung und Kartierung ausreichend regionalisierter Vorbelastungsdaten
- Festlegung von Beurteilungswerten für die Schädlichkeit der Umwelteinwirkungen,

die ausreichend nach Biotoparten sowie den Schutz- und Vorsorgeanforderungen des BImSchG differenziert sind.

3.1.9 Die Modellierung lokaler Ammoniak-Depositionen im Umfeld von Stallgebäuden

Willem Asman

Atmosphärische Transport- und Depositionsmodelle sind im Allgemeinen in Gebieten mit geringen Rauigkeitsunterschieden gut in der Lage, Konzentrationen um Punkt- und Flächenquellen zu simulieren. Sie werden üblicherweise mit entsprechenden Datensätzen validiert. Es gibt allerdings so gut wie keine Belege dafür, dass diese Modelle Situationen mit wechselnden Rauigkeiten (z.B. von landwirtschaftlichen Flächen hin zum Wald) gut abbilden könnten. Dies liegt an der hohen Komplexität der Verhältnisse.

In einem Experiment wurde gezeigt, dass der Oberflächenwiderstand von NH_3 mit der Konzentration in der Luft zunimmt. Dies sollte zu prinzipiell verringerten trockenen Depositionsgeschwindigkeiten in Quellnähe führen. Es sind jedoch weitere Experimente unter einer Bandbreite von wechselnden Bedingungen nötig, um dieses Phänomen zu bestätigen. So gab es bislang keine entsprechenden Experimente im Bereich von Punktquellen. Es ist daher unklar, ob die unter den Bedingungen niedriger absoluter Konzentrationen beobachtete Abnahme der trockenen Depositionsgeschwindigkeit bei steigender Konzentration auch unter den Bedingungen im Umfeld von Flächen- und Punktquellen mit ihren wesentlich höheren Konzentrationen auftritt.

3.1.10 Gute fachliche Praxis der Emissionsminderung in der Tierhaltung

Hilmar von Münchhausen, Helmut Döhler

Die „gute fachliche Praxis“ in der Landwirtschaft ist seit Jahren ein hoch umstrittener Punkt in der Diskussion zwischen Landwirtschaft und Umwelt- und Naturschutz. Diese Diskussion hat im Zuge der „Agrarwende“ gerade mit Blick auf die Tierhaltung in der Landwirtschaft neuen Auftrieb bekommen, wobei oft Elemente des Tierschutzes und der artgerechten Tierhaltung mit Aspekten des Umwelt- und Naturschutzes vermischt werden.

Bislang ist die „gute fachliche Praxis“ vor allem mit Blick auf die beiden wichtigsten landwirtschaftlichen Betriebsmittel – Dünge- und Pflanzenschutzmittel – und mit Bezug auf den Boden beschrieben und in entsprechenden Verordnungen verankert. Mit der Verabschiedung des Bundesnaturschutzgesetzes wurden erstmals auch Kriterien der „guten fachlichen Praxis“ mit Blick auf den Naturschutz definiert.

Die „gute fachliche Praxis“ befolgt aus Sicht des WWF ein Landwirt, der die relevanten Gesetze einhält, den Empfehlungen der Beratung folgt und den wissenschaftlichen und technischen Fortschritt in seinem Betrieb umsetzt. Darüber hinaus hat ein Landwirt die natürlichen Standortbedingungen seines Betriebes mit Blick auf die ökologischen Folgen seines Wirtschaftens zu kennen und besonders zu berücksichtigen. Dies ist besonders wichtig, da nur in seltenen Fällen die „gute fachliche Praxis“ bis auf den Betrieb hinunter definiert werden kann. Bei vielen Kriterien besitzt der Landwirt einen Spielraum, den er mit Blick auf seinen spezifischen Standort nach bestem Wissen und Gewissen zu füllen hat.

Gute fachliche Praxis der Ammoniak-Emissionsminderung in der Landwirtschaft

Deutschland hat sich im Rahmen verschiedener internationaler Vereinbarungen (UN/ECE Multi-komponenten Protokoll, EU-NEC Richtlinie) zur Reduzierung der Ammoniak-Emissionen sowie zur Beschreibung und Veröffentlichung von Empfehlungen und Regelungen zur „Guten fachlichen Praxis der Ammoniak-Emissionsminderung“ in der Landwirtschaft verpflichtet.

Unter dem Begriff der „Guten fachlichen Praxis der Ammoniak-Emissionsminderung“ werden hierbei Maßnahmen verstanden,

- deren Wirkungsweise in der Wissenschaft als gesichert gilt,
- die aufgrund praktischer Erfahrungen als geeignet, angemessen und notwendig anerkannt sind,
- die von der amtlichen Beratung empfohlen werden und
- die dem sachkundigen Anwender bekannt sind.

Im UN/ECE Protokoll sind Empfehlungen zur guten fachlichen Praxis in der Landwirtschaft und die verbindliche Einführung folgender Mindestmaßnahmen zur Emissionsminderung festgelegt:

- Beschränkungen von Emissionen bei der Harnstoffdüngung,
- Verbot von Ammoniumcarbonatdünger,
- Verwendung emissionsarmer Technik bei der Ausbringung von flüssigen Wirtschaftsdüngern,
- unverzügliche Einarbeitung auch von Festmist (auf unbestellten Flächen),
- Verwendung emissionsarmer Technik bei der Güllelagerung und Tierhaltung in großen Schweine- und Geflügelbetrieben.

Als wesentliche Grundlage für die Gute fachliche Praxis der Emissionsminderung auf nationaler Ebene wird das UN/ECE Papier „Framework advisory code of good agricultural practice for reducing ammonia emissions“ herangezogen. Experten aus den Niederlanden, der Schweiz, England und Deutschland haben hier die möglichen Minderungsoptionen zur Ammoniakemissionsminderung in der Landwirtschaft und die Hemmnisse bei der Umsetzung dargestellt. Darüber hinaus werden die Ergebnisse des Workshops „Praktikabilität und Wirtschaftlichkeit von Minderungsmaßnahmen und Gute fachliche Praxis der Emissionsminderung in der Tierhaltung“, der während des Symposiums in Kloster Banz (s. Kap. 3.2.1) stattfand, berücksichtigt.

Für das nationale Papier zur Guten fachlichen Praxis der Emissionsminderung in der Landwirtschaft werden jeweils für Rinder, Schweine und Geflügel die praxisfähigen Minderungsmaßnahmen in der Stallhaltung inkl. Lüftungssteuerung, der Tierernährung, der Lagerung und der Ausbringung von Wirtschaftsdüngern sowie bei der Weidehaltung beschrieben. Dabei wird die Wirtschaftlichkeit der Maßnahmen qualitativ bewertet.

Hierbei wird auch berücksichtigt werden, dass Nutztiere artgerecht sowie unter Beachtung des Tierschutzgesetzes zu halten sind. Bei der Festlegung des Standes der Technik zur Emissionsminderung sind neben den technischen Möglichkeiten zur Emissionsminderung insbesondere die biologischen und verhaltensspezifischen sowie seuchenhygienischen Anforderungen der Tiere

an die Haltungsumwelt als wesentliche Kriterien zu beachten. Dies unterscheidet landwirtschaftliche Produktionsverfahren von anderen, rein technischen orientierten Produktionsverfahren.

Es sei darauf verwiesen, dass die GfP-Regeln zur Emissionminderung im engeren Sinne keinen gesetzlichen oder rechtlichen Charakter aufweisen (wie beispielsweise die Gute fachliche Praxis der Düngung im Sinne der Düng-Verordnung). Sie werden mit dem Ziel zusammengestellt, Grundsätze zu dokumentieren, wie derzeit sachgerechtes Handeln zur Ammoniak-Emissionsminderung aufgrund des gegenwärtigen Standes des Wissens erfolgen sollte. Sie bieten damit auch die Möglichkeit zur Unterscheidung von sachgerechtem und nicht sachgerechtem Handeln. Somit wird für Landwirte, Berater, Behörden, Verbraucher und Politiker Transparenz geschaffen, welche vorbeugenden bzw. welche Bau-, Technik- und Management-Maßnahmen angemessen einsetzbar sind.

3.2 Teil 2: Zusammenfassung der Workshops

Im Rahmen der Vortragsveranstaltung wurden einzelne Themenschwerpunkte in Workshops vertieft behandelt. Zunächst wurde in einem einführenden Statement eine Position formuliert und diese dann mit den Workshop - Teilnehmern diskutiert. Im Folgenden ist eine kurze Zusammenfassung der drei Themenschwerpunkte dargestellt.

3.2.1 Workshop Praktikabilität und Wirtschaftlichkeit von Minderungsmaßnahmen und Gute fachliche Praxis der Emissionsminderung in der Tierhaltung

Andreas Gronauer

Ziel des Workshops war, die verschiedenen Möglichkeiten (Technik und Management) zur Minderung von Ammoniakemissionen in den Verfahren der Tierhaltung zu diskutieren und hinsichtlich Praktikabilität und Wirtschaftlichkeit zu bewerten. Die Ergebnisse des Workshops sollen als Grundlage für zukünftige Diskussionen der „guten fachlichen Praxis“ dienen.

Nach einer Einführung in die Thematik wurden in folgenden Bereichen Expertenstatements als Diskussionsgrundlage vorgetragen:

Dr. Ratschow, Stalljohann: Fütterung Rinder, Schweine, Geflügel

Dr. Hesse, Prof. Dr. Büscher: Haltungsverfahren und Lüftungstechnik bei Schweinen

Dr. Reinhold: Wirtschaftsdüngerbehandlung (Schwerpunkt Biogastechnologie)

Dr. Beyersdorfer, Dr. Mußlick, Dr. Kowalewsky: Lagerung von Wirtschaftsdüngern

Dr. Kowalewsky: Ausbringtechnik für Wirtschaftsdünger

Auf Basis der Expertenstatements wurden für die verschiedenen Bereiche der Tierhaltung (Rinder-, Schweine- und Geflügelhaltung) die Verfahrensteilschritte (Fütterung, Haltung, Lüftung, Wirtschaftsdüngerbehandlung, -lagerung und –ausbringung) systematisch abgehandelt.

Dabei stellte sich heraus, dass vor dem Hintergrund verschiedener Fachbereiche und deren Interessen (Tiergesundheit, Arbeitsschutz, Immissionsschutz, Produktion) teilweise große Unterschiede in den Ansichten für eine Bewertung nach o.g. Kriterien (Praktikabilität und Wirtschaftlichkeit) vorliegen.

Aufgrund der kurzen Zeit konnte kein abschließendes Ergebnis erzielt werden. Nach den vorliegenden Statements und den weiteren vorliegenden Untersuchungen kann festgehalten werden, dass folgenden Maßnahmen Hauptminderungspotentiale für die Ammoniak-Emissionsminderung darstellen:

- proteinangepasste Fütterung
(insbesondere in der Schweinemast, der Sauenhaltung und der Geflügelmast, Aminosäurensupplementierung führt allerdings zu höheren Kosten)
- Temperaturabsenkung im Stall
(Lüftungssteuerung, Außenklimaställe für Schweine und Rinder)

- Reduzierung der emissionsaktiven Oberflächen im Stall
(u.a. in der Schweinehaltung die Haltung in Großgruppen)
- Erhöhung von Entmistungsintervallen
- Abdeckung von Lagerbehältern für Wirtschaftsdünger
(bei Schweinegülle Abdeckung mit Strohhacksel und Mineralschüttungen, bei Rindergülle bringt bei vorhandener Schwimmdecke eine zusätzliche Abdeckung keine wesentlichen Minderungseffekte)
- emissionsarme Ausbringtechnik
(bandförmigen Applikationstechniken (Schleppschlauch, Schleppschuh), unverzügliche Einarbeitung, Durchführung in der Praxis ggf. mit Schwierigkeiten verbunden)

In vielen Bereichen, vor allem im Bereich der Haltungstechnik und der Behandlung von Wirtschaftsdüngern sowie im Festmistbereich, sind die Auswirkungen verschiedener Verfahren noch nicht vollständig geklärt.

Da die Einzelbewertungen und ein daraus entwickeltes Fazit mehr Zeit in Anspruch nehmen, wird die Diskussion über den Workshop hinaus fortgeführt. Hierzu wird eine KTBL Arbeitsgruppe „Gute fachliche Praxis der Ammoniak-Emissionsminderung in der Landwirtschaft“ gegründet, in der die Maßnahmen diskutiert und Handlungsempfehlungen für die Praxis abgeleitet werden sollen (vgl. Kap.4).

3.2.2 Workshop Emissionsinventare

Ulrich Dämmgen

Deutschland ist im Rahmen verschiedener internationaler Abkommen, insbesondere im Zusammenhang mit den klimawirksamen Gasen - Stichwort Kyoto-Protokoll - und im Genfer Luftreinhalteabkommen sowie zukünftig auch in der EU, verpflichtet, über die Emissionen wichtiger luftverunreinigender Stoffe zu berichten. Die Berichte setzen voraus, dass ein jeder Vertragsstaat angemessene Inventare nach den dafür vorgesehenen Vorschriften erstellt: IPCC-Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Joint EMEP/CORINAIR Atmospheric Emission Inventory Guidebook. Letzteres ist umfassender und enthält ebenfalls alle Treibhausgase. Dabei sind die Vorschriften von IPCC-Guidelines vollständig in das europäische Guidebook übernommen worden.

Den landwirtschaftlichen Emissionen sind in beiden Werken eigene Kapitel gewidmet worden, wobei sich beide Vorschriftenwerke bei der Landwirtschaft auf diejenigen Stoffe beschränken, die bei den typisch landwirtschaftlichen Prozessen entstehen. Typische landwirtschaftliche Bereiche sind dabei die Bearbeitung von Böden der Nutzflächen und die Haltung von Nutztieren. Als nicht der Landwirtschaft zugehörig werden etwa die Emissionen aus Kraftfahrzeugen wie Schleppern oder aus landwirtschaftlichen Maschinen angesehen, auch nicht die Emissionen im Vorleistungsbereich - etwa die Düngemittelproduktion - oder auch die Verarbeitung landwirtschaftlicher Produkte - etwa von Milch in Molkereien oder von Rüben in Zuckerfabriken.

Die Inventare beschreiben die Emissionen aus den so genannten Aktivitäten und den jeweils zugeordneten (typischen) Emissionsfaktoren (vgl. Menzi et al. 2002, Beitrag in der KTBL

Schrift 406, Zusammenfassung vgl. Kap. 3.1.5.1). Dabei wird jeweils ein Einfachverfahren angeboten, bei denen sehr hoch aggregierte Aktivitäten, etwa der Mineraldünger-Einsatz oder die Anzahl der Rinder ohne Milchkühe mit einem für Europa einheitlichen Faktor versehen werden. Solche Verfahren dienen der Abschätzung der Größenordnung von Emissionen. Sie lassen naturgemäß keine nationalen Besonderheiten erkennen und erlauben als einzige Minderungsmöglichkeit die Verringerung der Aktivität. In den internationalen Vereinbarungen sind jedoch Emissionsobergrenzen bzw. Reduktionspflichten vereinbart, die es geboten erscheinen lassen, genauere Kenntnis des Emissionsgeschehens in jedem einzelnen Vertragsstaat zu erreichen. Qualitativ gute Inventare werden deshalb soweit wie möglich nationale Zahlen (Emissionsfaktoren, partielle Emissionsfaktoren) ermitteln und diese nach allgemein anerkannten und nachvollziehbaren Verfahren zu Emissionen verrechnen.

Für Deutschland wurden in diesem Jahr erstmals die Ammoniak-Emissionen aus der landwirtschaftlichen Tierhaltung für die Jahre 1994 und 1996 nach den internationalen Regeln berechnet. Die Verfahren sind dabei insbesondere für die Rinder- und Schweinehaltung sehr detailliert; für die anderen Emissionen ist der Stand der Ermittlung in Deutschland aber noch hoch aggregiert, zum Teil auch unvollständig.

Ziel des Workshops war es daher, Ideen zusammenzutragen, wie das Inventar der Emissionen von Gasen und Stäuben aus der deutschen Landwirtschaft vollständiger, detaillierter - wo notwendig - rationaler - d.h. den Prozess abbildend - gestaltet werden kann.

Die Einrichtung der nationalen Datenbank „Landwirtschaftliche Emissionen“ durch FAL und des UBA wurde erläutert.

Zusammenfassung der Diskussion

Datenlücken müssen noch geschlossen werden, insbesondere bei der Berechnung der Emissionen aus Mineraldüngern für die Neuen Bundesländer vor 1994 (Aktivitäten); die Datenqualität bei den Häufigkeitsverteilungen von einzelnen Haltungs-, Lagerungs- und Ausbringungsverfahren muss verbessert werden.

Die Emissionsfaktoren, die einen nationalen Konsens darstellen, müssen in regelmäßigen Abständen auf den Stand der Forschung gebracht werden.

Die nationalen Methoden für die Berechnung von Spurengas-Emissionen müssen entwickelt werden für

- Emissionen aus landwirtschaftlichen Böden und Pflanzen (alle Gase),
- N_2O - und CH_4 -Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management,
- Emissionen aus typischen Verfahren des organischen Landbaus.
- Emissionen von Stäuben generell.

Nichtlandwirtschaftliche Ammoniak-Emissionen müssen im Hinblick auf die der Landwirtschaft aufgebürdeten Minderungsziele ermittelt werden.

Der Aufwand für das Erstellen des Inventars für 1994 und 1996 war von den beteiligten Wissenschaftlern erheblich unterschätzt worden. Die Erstellung zukünftiger Inventare, die Pflege der Datenbanken, die Überarbeitung der bestehenden Rechenverfahren und die Erarbeitung neuer Rechenverfahren macht es notwendig, dass sich alle an solchen Inventaren Interessierten zusammensetzen und gemeinsam über eine arbeitsteilige Lösung der anstehenden Probleme

nachdenken. Insbesondere sollten die Bundesländer in diese Diskussion einbezogen werden. Eine entsprechende Bund-Länder-Arbeitsgemeinschaft mit dem UBA als koordinierender Stelle wird als notwendig erachtet.

Die Bundesländer sollen darauf hingewiesen werden, dass sie ihre eigenen Inventare ebenfalls nach den beim UBA vorhandenen Rechenverfahren mit den darin vorgesehenen Methoden erstellen.

Die Notwendigkeit der Kontrolle der Maßnahmen zur Emissionsminderung durch Messungen wurde hervorgehoben. Insbesondere bei den aus der Landwirtschaft stammenden Spurengasen und Stäuben ist das Monitoring völlig unzureichend. Hier sind jedoch neben finanziellen Fragen auch noch methodische Probleme offen.

3.2.3 Workshop „Beurteilung der Umweltwirkungen von Ammoniak in Genehmigungsverfahren landwirtschaftlicher Bauvorhaben“

Günter Steffens, Ewald Grimm

Problemstellung

Die Ermittlung und Beurteilung der Umweltwirkungen von Ammoniak im Rahmen von Genehmigungsverfahren zum Bau von Ställen bzw. Tierhaltungsanlagen umfasst die in Abbildung 1 dargestellten Glieder der Wirkungskette. Bislang gibt es außer der pauschalen „Waldabstandsregelung“ der TA Luft 1986, die auf Anlagen der Geflügelhaltung begrenzt ist, keine bundesweit einheitliche und verbindliche Regelung zu diesem Problemkreis. Im Einzelfall werden die Umweltwirkungen im Rahmen sog. Sonderfallprüfungen mit unterschiedlichen Methoden und Kriterien beurteilt, die mehr oder weniger abgesichert und sachgerecht sind. Auch mit der Neufassung der TA Luft 2002 wird sich an dieser Situation nichts grundlegend ändern (siehe Beitrag „Beurteilung der Umweltwirkungen von Ammoniak in Genehmigungsverfahren landwirtschaftlicher Bauvorhaben – rechtliche Grundlagen und Methoden“, Regulin und Grimm, 2002, KTBL Schrift 406, Zusammenfassung vgl. Kap. 3.1.8).

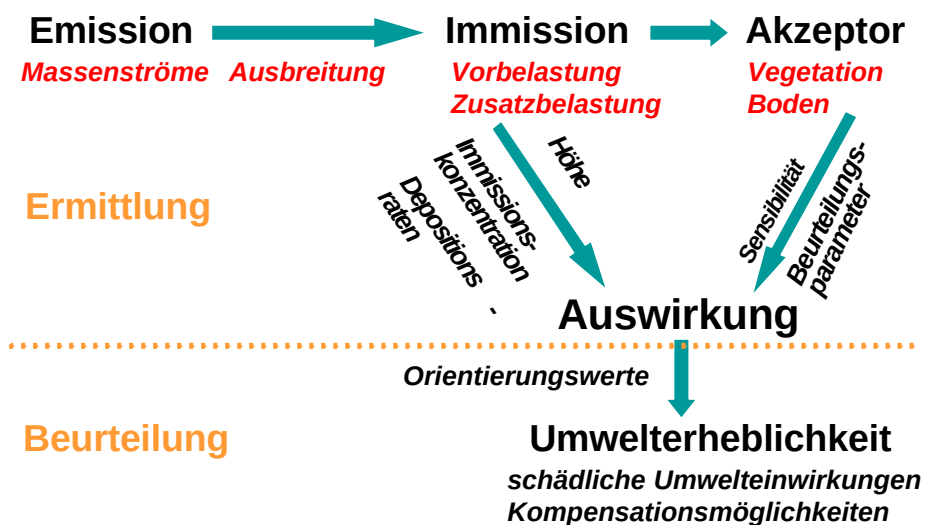


Abb. 1: Wirkungskette der Ammoniak-Emissionen

In der Praxis von Genehmigungsverfahren für Stallanlagen sind folgende Fragen zu klären:

- Wie hoch sind die Emissionsmassenströme in Abhängigkeit von der Tierart und Nutzungsrichtung sowie den Haltungsbedingungen?
- Wie breiten sich die Emissionen in Abhängigkeit von den Ableitbedingungen und den meteorologischen und orografischen Bedingungen aus? Wie aussagekräftig sind Abstandsregelungen und Ausbreitungsmodelle?
- Wie hoch ist die Vorbelastung der Ammoniakkonzentration und Stickstoff-Deposition im Umfeld der geplanten Anlage? Mit welchen Methoden können wir sie sachgerecht ermitteln?
- Worauf wirken die Ammoniak-Emissionen ein; wie hoch ist die Sensibilität dieser Akzeptoren insbesondere in Abhängigkeit von der Pflanzenart und dem Puffervermögen der Böden, welche Beurteilungsparameter ziehe ich hierfür heran?
- Welche Auswirkungen der Ammoniak-Emissionen in der Umwelt sind zu erwarten und wie erheblich sind diese Auswirkungen, d.h. nach welchen Orientierungswerten und unter welchen Bedingungen liegen schädliche Umwelteinwirkungen vor?
- Gibt es Kompensationsmöglichkeiten, wenn bereits alle Möglichkeiten zur Emissionsminderung ausgeschöpft sind?

Zielsetzung des Workshops

Ausgehend von der Wirkungskette der Ammoniak-Emissionen sollte der Stand des Wissens bzw. der Praxis zur Klärung der o.g. Fragen vorgestellt und diskutiert werden. Die Beurteilungsmethoden sollten bewertet, sachgerechte Möglichkeiten aufgezeigt und der Handlungsbedarf abgeleitet werden.

Kurzbeiträge

Wesentliche Aspekte, die bei der Beurteilung einzelner Teile der o.g. Wirkungskette eine Rolle spielen, wurden in fünf Kurzbeiträgen vertieft:

- Ergebnisse von Ammoniak-Immissionsmessungen im ländlichen Raum Mecklenburg-Vorpommerns unter Einsatz des Chemilumineszenzverfahrens (Helga Böhm, Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern)
- Nachweis von Stickstoffimmissionen mit Bioindikatoren (Karsten Mohr, LUFA Oldenburg)
- Modellierung der lokalen Ammoniak-Deposition (Willem A.H. Asman, Dänemark)
- Waldgutachten in Brandenburg – Anliegen und Inhalte (Björn Strohbach, Landesforstanstalt Eberswalde)
- Erfahrungen mit der Beurteilung der Umweltwirkungen von Ammoniak in Genehmigungsverfahren (Wilfried Eckhof, Ingenieurbüro Berlin)

In den Vorträgen von Frau Böhm, Herrn Asman und Herrn Mohr ging es um die Ermittlung von Vor- und Zusatzbelastungen durch Mess- und Modellierungsverfahren. Herr Strohbach hat die Wirkung von Ammoniak-Emissionen und Stickstoff-Depositionen auf Wälder und deren Beurteilung behandelt. Im Mittelpunkt des Vortrags von Herrn Eckhof standen die Erfahrungen mit den unterschiedlichen Beurteilungsmethoden, die derzeit angewendet werden.

Ergebnis

Emissionen

Für die Ermittlung der Emissionsmassenströme liegen derzeit noch wenige differenzierte und abgesicherte Referenzwerte vor. Außer den auf der Tagung präsentierten und weit gefassten Emissionsfaktoren sind weitere nach verschiedenen Tierarten, Nutzungsrichtungen bzw. Produktionsstufen und Haltungsverfahren differenzierte Emissionsfaktoren wünschenswert.

Vorbelastung

Probleme bereitet insbesondere die möglichst exakte Erfassung der Vor- und Zusatzbelastung. Zur Einschätzung der Vorbelastung sind z.Z. nur wenige Daten von Messstationen verfügbar. Auf Ausbreitungsmodellen beruhende Daten von Immissionskatastern haben in der Regel nur eine unzureichende geografische Auflösung und sind vielfach nicht hinreichend validiert. Ab 2002 soll es für Deutschland einen neuen Datensatz zur N-Depositionsbelastung geben (1 x 1 km). Inwieweit die Daten zur Beurteilung im Einzelfall geeignet sind, muss geprüft werden.

Messungen zur Erfassung der lokalen Ammoniak-Konzentration und der Stickstoff-Deposition liefern in dieser Hinsicht wesentlich bessere Werte. Da sie jedoch jeweils über einen längeren Zeitraum durchzuführen sind, sind sie in der Regel im Rahmen von Genehmigungsverfahren zu aufwändig. Zudem müssen die Messmethoden abgestimmt werden.

Zur Abschätzung der Vorbelastung sind auch Bioindikatoren geeignet und zudem günstiger anzuwenden (z.B. korrelieren bestimmte Flechtengemeinschaften gut mit verschiedenen Konzentrationsbereichen der Stickstoffbelastung sowie N-Gehalte in Moosen mit N-Depositionen). Allerdings ist das Methodenspektrum mit entsprechender Validierung zu erweitern.

Ein weiterer Ansatz wird in Dänemark verfolgt: Auf der Basis eines GIS-basierten Immissionskatasters werden die regionalen Ammoniak-Immissionen modelliert und anhand einzelner Messungen validiert. Damit steht eine Planungsinstrument zur Berechnung verschiedener Szenarien z.B. bei der Standortsuche und Auslegung neuer Tierhaltungsanlagen zur Verfügung.

Zusatzbelastung

Die von einem Bauvorhaben verursachte Zusatzbelastung kann nur mit einer Ausbreitungsberechnung prognostiziert werden. Hierzu sind verschiedene Ausbreitungsmodelle verfügbar, die in Bezug auf die Anwendung (Ammoniakausbreitung im landwirtschaftlichen Bereich) bestimmte Mindestanforderungen erfüllen sollten (z.B. Berücksichtigung der Quellenart (diffus oder definiert), Depositionsmechanismen; siehe Asman, 2002, KTBL Schrift 406, Zusammenfassung vgl. Kap. 3.1.10).

Allerdings gibt es in der Regel keine Messdaten, an denen die Ausbreitungsmodelle zur Prognose der Ammoniak-Konzentration und der Stickstoff-Deposition validiert werden können. Entsprechende Datensätze müssen experimentell ermittelt werden (Emissionsdaten, Daten zu den Ausbreitungsbedingungen und Immissionsmesswerte zur Ammoniak-Konzentration und Stickstoff-Deposition).

Bewertung der Umwelterheblichkeit

Problematisch ist auch die Bewertung bzw. die Feststellung der Umwelterheblichkeit der zusätzlichen Immissionsbelastung. Welche Wirk-Parameter sind hierfür heranzuziehen, welche Immissionshöhe führt zu einer schädlichen Umweltwirkung und ist letztlich als "erheblich" anzusehen? Zu diesen Punkten gibt es bisher keine einheitlich definierten Vorgehensweisen und Bewertungsmaßstäbe. In der Regel werden die „Critical Loads“ und der „Critical Level“ als Beurteilungswerte herangezogen. Allerdings markieren diese Werte nicht den Depositions- bzw. Konzentrationsbereich, ab dem mit Schäden zu rechnen ist, sondern bezeichnen einen Schwellenwert, bei dessen Unterschreitung schädliche Wirkungen nicht auftreten können (Untergrenze des Wirkungsbereichs). Sie konkretisieren damit das Vorsorge- und nicht das Schutzgebot des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (siehe Nds. OVG, Beschluss vom 27.07.2001 - 1 MB 2587/01).

Zur Ableitung standortbezogener Belastungsschwellen und zur Festlegung von Kompensationsmaßnahmen haben sich in der Praxis sog. Waldgutachten bewährt, wie sie z.B. in Brandenburg durchgeführt werden.

Hinsichtlich der verschiedenen Methoden und -kriterien zur Beurteilung der Umwelterheblichkeit von Ammoniakemissionen besteht ein erheblicher Abstimmungs- und Forschungsbedarf.

Fazit

Für die sachgerechte Ermittlung und Bewertung der Umweltwirkung von Ammoniak in Genehmigungsverfahren von Tierhaltungsanlagen werden dringend ausreichend abgesicherte und differenziertere Beurteilungsmethoden, -daten und -kriterien benötigt (z.B. eine nach den meteorologischen Bedingungen regionalisierte Ammoniak-Abstandsrichtlinie zur Vereinfachung des Vollzugs). Dabei ist zu beachten, dass der Aufwand für die Beurteilung von Stallanlagen zeitlich und finanziell verhältnismäßig bleibt.

Einige viel versprechende Untersuchungs- und Bewertungsmethoden werden heute schon im Rahmen von Umweltverträglichkeitsstudien und Sonderfallprüfungen erfolgreich angewendet (z.B. Bioindikatoren, Waldgutachten). Sie eröffnen in der Genehmigungspraxis einen wichtigen Beurteilungsspielraum zur Begrenzung von Belastungen durch Ammoniak-Immissionen.

Die vorhandenen Beurteilungsmethoden sollten systematisch beschrieben, abgestimmt und bewertet werden. In einem Methodenkatalog zusammengefasst sollten sie einer breiten Fachöffentlichkeit zur Verfügung gestellt werden. Zu diesem Zweck wird die Durchführung eines bundesweiten Workshops bzw. die Einrichtung eines Arbeitskreises empfohlen.

3.3 Teil 3: Beste Verfügbare Techniken (BVT) in der Intensivtierhaltung

Im 3. Teil des Symposiums wurden die Besten Verfügbaren Techniken in der Intensivhaltung für Schweine und Geflügel vorgestellt. Nach einer Einführung in die Thematik erfolgte die Beschreibung der BVT für die Bereiche Zuchtschweine- und Mastschweinehaltung, Legehennen- und Mastgeflügelhaltung sowie Lagerung und Behandlung/Ausbringung von Wirtschaftsdüngern.

3.3.1 Einführung in die Beste Verfügbare Techniken

Franziska Eichler, Ewald Grimm, Helmut Döhler

Zukünftig gelten europaweit neue Umweltstandards in der Tierhaltung. Die „Besten Verfügbaren Techniken“ sollen mehr Umweltschutz bieten, dabei tiergerecht und rentabel sein und sich in der Praxis bewährt haben.

Die Genehmigung von Anlagen zur Intensivhaltung von Schweinen und Geflügel muss in den Mitgliedsstaaten der EU nach den Vorgaben der IVU-Richtlinie erteilt werden (Richtlinie 96/61/EG des Rates vom 24. September 1996 über die integrierte Vermeidung und Verminderung der Umweltverschmutzung). Dabei müssen die Anlagen den „Besten Verfügbaren Techniken (BVT)“ entsprechen, die europaweit einheitlich in einem BVT-Merkblatt beschrieben werden. Dies gilt beispielsweise für Bestände ab 2.000 Mastschweineplätze, 750 Sauenplätze und 40.000 Plätzen für Geflügel. Der Geltungsbereich umfasst neben der Stallhaltung der Tiere auch die Lagerung, Behandlung und Ausbringung der Wirtschaftsdünger. Rinderhaltungen und kleinere Bestände - und damit in der Regel auch ökologisch wirtschaftende Betriebe - sind von der IVU-Richtlinie nicht betroffen. Sie werden deshalb bei der Beschreibung der BVT nicht berücksichtigt, obwohl sie in Deutschland ebenso strengen Anforderungen wie IVU-Anlagen unterliegen können, weil durch das Artikelgesetz vom 3. August 2001 die immissionsschutzrechtliche Genehmigungsbedürftigkeit u.a. auf Bestände ab 1.500 Mastschweineplätzen und 15.000 Legehennenplätzen sowie Betriebe > 50 GV und einem Besatz > 2 GV/ha LN ausgeweitet wurde.

Das BVT-Merkblatt „Intensivtierhaltung“ wird zur Zeit auf europäischer Ebene ausgearbeitet und soll alle drei Jahre fortgeschrieben werden. Die Mitgliedsstaaten der EU steuern dazu Informationen über den jeweiligen nationalen Stand der Technik bei. Mit den BVT werden die Anforderungen an Tierhaltungsanlagen erstmals europaweit vereinheitlicht. Die Beschreibung der BVT ermöglicht es dem Gesetzgeber, Vollzugsbehörden, Anlagenbetreibern, Verbänden und der Öffentlichkeit, sich ein Bild von den in der Intensivtierhaltung eingesetzten Verfahrensweisen, den damit verbundenen Umweltleistungen und Kosten sowie den Wechselwirkungen zu verschaffen. Mit dem Gutachten zu den BVT in der Intensivtierhaltung wird ein wichtiger Beitrag zur Transparenz der Tierhaltung geleistet.

Das KTBL hat im Auftrag und mit finanzieller Unterstützung des Umweltbundesamtes ein Gutachten zu den BVT in der Intensivtierhaltung erarbeitet, in dem die Verfahren, die aus deutscher Sicht als BVT in Frage kommen, zusammengestellt und bewertet werden.

Was bedeutet BVT?

„Beste“ Techniken verursachen möglichst geringe Emissionen in Luft, Wasser und Boden. Darüber hinaus ermöglichen sie den effizienten Einsatz von Energie und Rohstoffen. Weitere

Anforderungen an Tierhaltungsanlagen ergeben sich z.B. aus tierschutz- und tierseuchenrechtlichen Bestimmungen. Für Tierhaltungsanlagen heißt das, dass bei der Beurteilung von Haltungsverfahren und Techniken hinsichtlich der BVT neben den Werten für gasförmige Emissionen (insbesondere Ammoniak und Gerüche sowie klimawirksame Gase und Staub) auch der technische Energiebedarf und der Einsatz von Futtermitteln und Wasser relevant sind.

Eine Technik ist „*verfügbar*“, wenn sie unter technisch vertretbaren Verhältnissen wirtschaftlich einsetzbar ist. Damit spielt die ökonomische Verhältnismäßigkeit einer Maßnahme eine große Rolle. Beispielsweise zählen Biofilter und Biowäscher nicht zum Stand der Technik in der Tierhaltung. Die Investitions- und Betriebskosten sind so hoch, dass sie derzeit in der Regel nicht wirtschaftlich eingesetzt werden können. Zudem müssen zu den Verfahren, die als BVT qualifiziert werden, praktische Erfahrungen vorliegen und die umweltentlastende Wirkung muss im Praxisbetrieb nachgewiesen sein.

Neben der angewandten Technologie umfasst der Begriff „*Techniken*“ insbesondere auch die Art und Weise, wie eine Tierhaltungsanlage geplant, gebaut, gewartet und betrieben wird. Diese Anforderung kann man unter dem Stichwort „Gute fachliche Praxis“ beim Management einer Anlage zusammenfassen.

Der deutsche Vorschlag

Um den Stand der Technik in der Intensivtierhaltung zu ermitteln und fortschrittliche Verfahrensweisen zu identifizieren wurde eine Erhebung anlagenspezifischer Daten bei Genehmigungsbehörden in den Bundesländern durchgeführt. Zusammen mit 29 Experten aus den Bereichen Umwelt, Beratung, Veterinärwesen, Wissenschaft und Praxis wurden auf der Grundlage der Erhebung die in Deutschland eingesetzten Produktionsverfahren ausgewählt und nach einem einheitlichen, der jeweiligen Produktionsrichtung bzw. dem jeweiligen Verfahrensschritt der Tierhaltung angepassten Datenraster qualitativ und quantitativ beschrieben. Neben der Stallhaltung von Schweinen und Geflügel wurden die Lagerung und Behandlung der Wirtschaftsdünger und deren Ausbringung berücksichtigt. Anschließend wurden die Verfahren auf der Grundlage wissenschaftlicher Erkenntnisse und von Praxiserfahrungen nach den Kriterien der IVU-Richtlinie bewertet. Die Bewertungskriterien für Tierhaltungsverfahren sind:

- Emissionen
 - Ammoniak
 - Lachgas
 - Methan
 - Geruch
 - Staub
- Technischer Energiebedarf
- Wasserbedarf
- Beitrag zur Stallklimaqualität
- Reinigungs- und Desinfektionsmöglichkeit
- Leistungen
- Kosten (Arbeit, Investition, Betrieb)
- Verfahrensmehrkosten

- Funktionssicherheit
- Praktische Erfahrungen
- Verbreitung

Für die Verfahren zur Lagerung, Behandlung und Ausbringung von Wirtschaftsdüngern erfolgte dies nach Kriterien, die jeweils spezifisch für die einzelnen Bereiche festgelegt wurden, z.B. Gewässerschutzkriterien wie Dichtigkeit und Kontrollmöglichkeiten bei der Mistlagerung und die Eignung für Acker- bzw. Grünland sowie Düngungsaspekte für die Ausbringtechniken.

Die Bewertung der Verfahren erfolgte in Bezug auf ein Referenzverfahren, das auf europäischer Ebene festgelegt wurde. Es handelt sich dabei um Verfahren, die europaweit am meisten verbreitet sind und dem derzeitigen Stand der Technik entsprechen (z.B. Vollspaltenboden mit Flüssigentmischung für die Mastschweinehaltung, Käfighaltung mit Kotkeller bei Legehennen und Breitverteiler bei der Flüssigmistausbringung). Bei der Bewertung wurde geprüft, ob ein Verfahren „besser“ (+ bzw. ++), „schlechter“ (- bzw. --) oder „gleich gut“ (0) wie das jeweilige Referenzverfahren ist. Abschließend wurden die Verfahren von den Experten danach beurteilt, ob sie als BVT-Verfahren in Frage kommen oder nicht.

Die Höhe der Ammoniakemissionen wird bei der Bewertung der Verfahren als eine Art Leitkomponente behandelt. Leitkomponente heißt, dass nur die Verfahren als BVT eingestuft werden, die einen Beitrag zur Minderung der Ammoniakemissionen leisten. Entsprechende Anforderungen werden zukünftig an Tierhaltungsanlagen unabhängig vom Standort gestellt werden, d.h. zumindest nährstoffangepasste Fütterung und darüber hinaus emissionsarme Haltungs-, Lagerungs- und Ausbringungsverfahren. Damit werden die Ziele des *„Protokolls zur Bekämpfung von Versauerung, Eutrophierung und bodennahem Ozon“* im Rahmen des Genfer Luftreinhalteabkommens der UNECE und der *EU-Richtlinie für „Nationale Emissionshöchstgrenzen für bestimmte Luftschadstoffe“* (sog. NEC-Richtlinie) zur Minderung der Ammoniakemissionen unterstützt, die für Deutschland verpflichtend sind.

Die Bewertung der ammoniakmindernden Wirkung eines Verfahrens wurde in Fütterung und Haltung aufgeteilt, um neben dem Fütterungseffekt den Einfluss des Haltungssystems auf die Emissionen deutlich zu machen.

Um dem integrierten Ansatz der IVU-Richtlinie Rechnung zu tragen und weil der Tierschutz in Deutschland gesellschaftspolitisch einen hohen Stellenwert hat, sollten auch Aspekte der Tiergerechtigkeit bei der Beschreibung und Bewertung der Haltungsverfahren berücksichtigt werden. Insbesondere sollte die Bewertung der Umweltwirkungen nicht losgelöst von Tierschutzaspekten erfolgen und dem Tierschutz sollte so auf europäischer Ebene mehr Geltung verschafft werden. Auf die Bewertung der Tiergerechtigkeit wurde letztendlich verzichtet, weil es derzeit noch keine objektivierbaren Bewertungsmaßstäbe gibt. Maßstäbe, wie die Tiergerechtigkeit berücksichtigt werden kann, werden derzeit erarbeitet.

Umsetzung in Deutschland

In Deutschland werden die Anforderungen der IVU-Richtlinie zu den BVT durch das Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG) umgesetzt. Die Behörden orientieren sich in Genehmigungsverfahren für Stallbauten hinsichtlich der technischen Anforderungen zum Umweltschutz an den Vorgaben der TA Luft, die u.a. bauliche und betriebliche Anforderungen für Tierhaltungsanlagen zur Minderung der Ammoniakemissionen umfassen, wie z.B.

- größtmögliche Sauberkeit und Trockenheit im Stall,
- ausreichende Mengen an trockener und sauberer Einstreu,
- an den Nährstoffbedarf der Tiere angepasste Fütterung,
- kontinuierliche Gülleabfuhr aus dem Stall oder in kurzen Zeitabständen,
- Kotbandtrocknung oder –belüftung in der Käfighaltung und
- Abdeckung von Flüssigmistbehältern mit einem Emissionsminderungsgrad von 80%.

Es ist geplant, dass die Anforderungen der TA Luft auch dann weitergelten sollen, wenn neue oder überarbeitete BVT–Merkblätter von der EU veröffentlicht werden (voraussichtlich Anfang 2003). In Zukunft soll ein beratender Ausschuss beim BMU mit Vertretern der beteiligten Kreise eingerichtet werden, der prüft, inwieweit sich aus den BVT–Merkblättern weitergehende oder ergänzende Anforderungen ergeben und die TA Luft ergänzungsbedürftig ist. Erforderliche Änderungen werden vom BMU im Bundesanzeiger veröffentlicht und sind dann verbindlich.

Die Anforderungen der TA Luft gelten auch für vorhandene genehmigungsbedürftige Anlagen (sog. Altanlagen). Diese müssen spätestens bis zum Jahr 2007 auf den Stand der Anlagentechnik von Neuanlagen gebracht werden (sog. Altanlagenanierung).

Verfügbare Techniken und Bewertung hinsichtlich der BVT

In Übersicht 2 sind die aus deutscher Sicht verfügbaren BVT-Verfahren zur Stallhaltung von Schweinen und Geflügel sowie zur Lagerung, Behandlung und Ausbringung von Wirtschaftsdüngern zusammengefasst. Verfahren, die zwar beschrieben, aber nicht als BVT ausgewählt wurden, sind dabei nicht berücksichtigt.

Verfahren, die zwar vielversprechend sind, aber aufgrund unzureichender Praxiserfahrungen oder (noch) zu hohen Kosten kein BVT sein können, wurden als „aufkommende Verfahren“ berücksichtigt. Damit ist sichergestellt, dass neue Verfahren in Zukunft eine Chance haben.

Das BVT-Konzept muss jedoch weiterentwickelt werden mit dem Ziel, neben den einzelnen Gliedern der Verfahrenskette, die hinsichtlich der Minderung lokaler Umweltbelastung relevant sind, die gesamte Verfahrenskette zu bewerten. Zudem sollen weitere Anlagenarten einbezogen werden, die nach deutschem Recht immissionsschutzrechtlich genehmigungsbedürftig sind (z.B. Rinder, Verfahren der ökologischen Tierhaltung usw.) und bisher noch nicht berücksichtigt wurden. Schließlich sollen Aspekte der Tiergerechtigkeit auf wissenschaftlicher Grundlage berücksichtigt werden.

Alle Beschreibungen und Bewertungen in dem Gutachten erfolgten nach dem derzeitigen Stand des Wissens. Sie müssen fortlaufend überprüft und fortgeschrieben werden

Übersicht 2 : Verfügbare BVT-Verfahren und aufkommende Verfahren

BVT Geflügelhaltung Legehennen¹⁾ • Käfighaltung mit Kotband bzw. belüftetem Kotband • Volierenhaltung mit Kotband bzw. belüftetem Kotband • Bodenhaltung mit Kotband bzw. belüftetem Kotband Junghennen • Käfighaltung mit belüftetem Kotband • Volierenhaltung mit Kotband • Bodenhaltung mit Kotgrube Masthähnchen • Bodenhaltung mit Zwangslüftung oder freier Lüftung Puten • Bodenhaltung mit Zwangslüftung oder freier Lüftung Enten • Bodenhaltung mit Zwangslüftung oder freier Lüftung	Aufkommende Verfahren Geflügelhaltung Legehennen¹⁾ • Käfighaltung (ausgestaltete Käfige) mit Kotband bzw. belüftetem Kotband
BVT Schweinehaltung Mastschweine • Vollspaltenboden, Kleingruppe • Vollspaltenboden, Großgruppe • Kistenstall, perforierter Laufbereich, Außenklima Ferkelerzeugung • Wartestall – Kleingruppe, Selbstfangfressstände – Kleingruppe, ohne Fixierung – Großgruppe – Hüttenstall • Deckzentrum – Kastenstand • Abferkelstall – Einzelhaltung/Ferkelschutzkorb Ferkelaufzucht • Vollspaltenboden/Kleingruppe • Vollspaltenboden/Großgruppe • Teilspaltenboden/Kleingruppe • Teilspaltenboden/Großgruppe • Kistenstall, Außenklima	Aufkommende Verfahren Schweinehaltung Mastschweine • Teilspaltenboden, mittig planbefestigt • Schrägbodenstall mit Abdeckung, Außenklima Ferkelerzeugung • Wartestall – Kisten-/Bettenstall • Deckzentrum – Selbstfangbesamungsstände

¹⁾ Bei der Käfighaltung sind die gesetzlichen Auslaufristen zu beachten

BVT Lagerung von Fest- und Flüssigmist	
Festmist	• Befestigte Lagerstätte (Bodenplatte aus wasser undurchlässigem Beton) mit Jaucheauffanggrube (ggf. mit Kontrolldrain und Leckerkennung)
Flüssigmist	• Hochbehälter mit Abdeckung (mindestens Strohhäcksel) und ggf. Leckerkennung (nur in Wasserschutzgebieten) • Tiefbehälter mit Abdeckung (mindestens Strohhäcksel) und Leckerkennung
BVT Behandlung von Wirtschaftsdüngern (Flüssigmist)	
	• Biogasverfahren
BVT Ausbringung von Wirtschaftsdüngern	
Flüssigmist²⁾	• Breitverteiler auf unbewachsenem Ackerland mit sofortiger Einarbeitung • Schleppschlauchverteiler
Festmist³⁾	• Dungstreuer mit zwei oder vier stehenden Streuwalzen • Tellerbreitstreuer
Aufkommende Verfahren Ausbringung von Wirtschaftsdüngern	
Flüssigmist²⁾	• Schleppkufenverteiler • Schleppscheibenverteiler • Gülleinjektor

²⁾ Je nach Einsatzgebiet (Grünland, Ackerland bewachsen oder unbewachsen) und örtlichen Gegebenheiten, wie zum Beispiel unterschiedlich starken Hangneigungen der Wirtschaftsdünger-verwertungsflächen, besitzen die Techniken eine unterschiedliche Eignung für den einzelnen landwirtschaftlichen Betrieb.

³⁾ Dungstreuer und Tellerbreitstreuer führen nur in Kombination mit einer unmittelbaren Festmisteinarbeitung zu einer Minderung der Ammoniakemissionen. Der Einsatz des Tellerbreitstreuers führt darüber hinaus aufgrund der besseren Verteilgenauigkeit und des verminderten Ammoniakverlustes zu einer verbesserten Nährstoffausnutzung. Je nach Einsatzgebiet (Ausbringung von Hühnermist oder Schweinemist) und örtlichen Gegebenheiten besitzt das Verfahren Tellerbreitstreuer und Einarbeitung eine unterschiedliche Eignung für den einzelnen landwirtschaftlichen Betrieb.

3.3.2 Ferkelerzeugung und Ferkelaufzucht

Hans-Peter Schwarz

Nachfolgend werden vorgeschlagenen Haltungsverfahren der einzelnen Ferkelerzeugungsstufen vorgestellt.

Deckzentrum

Im Deckzentrum wird die klassische Form der Kastenstandhaltung als Einzelhaltung in Kategorie I (Vorschlag als BVT Verfahren) vorgeschlagen (Tab. 3). Als mögliches Verfahren der Zukunft (BVT Kategorie II) wird die Gruppenhaltung mit Einzelhaltung in der Duldungsphase bewertet. Wichtig hierbei war insbesondere darzustellen, dass die Kosten für Arbeit, Investition und Gesamtverfahren deutlich ansteigen. Umweltrelevante Unterschiede waren zwischen den Verfahren nicht zu belegen.

Haltung tragender Sauen (Wartestall)

Hier wurden sechs verschiedene Verfahren bewertet (Tab. 4). Ausgehend vom Referenzverfahren wurden drei Haltungssysteme mit und drei ohne wärmegeämmte Ställe bewertet. Insbesondere beim Kriterium Umweltschutz zeigten sich deutliche Unterschiede in den einzelnen Varianten. Am stärksten lassen sich Ammoniakemissionen durch eine angepasste

Fütterung reduzieren, dies gilt für alle Varianten. Bautechnisch sollte deshalb bei Um- und Neubauten bereits jetzt eine Futtervorlagetechnik installiert werden, die eine proteinangepasste Fütterung ermöglicht. Deutliche Unterschiede konnten beim Lachgas nachgewiesen werden, das im Tiefstreuverfahren in erhöhtem Maße emittiert wird. Ebenso ist in diesem eingestreuten Verfahren die Staubbelastung am höchsten. Durch die sich ebenfalls abstufig auswirkenden geringeren Reinigungs- und Desinfektionsmöglichkeiten wurde das Tiefstreuverfahren für tragende Sauen in die Kategorie O (kein BVT- Verfahren) eingeordnet. Zugleich treten zu hohe Temperaturen im Sommer auf. Dies ist durch Zersetzungsprozesse im Miststapel bedingt. Auch fallen in diesem Verfahren deutlich höhere Arbeits- und Verfahrenskosten durch das Stroh an. Möchte der zukunftsfähige Betrieb bei Neuinvestitionen einen frei gelüfteten, nicht wärmegeämmten Stall errichten, hat er die Wahl zwischen Hüttenstall (BVT I) und Kisten/Bettenstall (BVT II). Hinsichtlich der Geruchsemissionen sind nach derzeitiger Beurteilung Zwangs- und frei gelüftete Ställe ähnlich einzustufen. Aufgrund der größeren Vorverdünnung sind allerdings bei Außenklimaställen die Immissionen im Fernbereich der Ställe (> 50 m) günstiger als bei herkömmlich zwangsgelüfteten zu bewerten. Der technische Energiebedarf ist bei Außenklimaställen niedriger, da keine Energie (z.B. Strom) für die Lüftung erforderlich ist. Zudem ist mit Ausnahme des Tiefstreuverfahrens das Stallklima in Außenklimaställen besser als bei zwangsgelüfteten Systemen. Den Einsparpotentialen insbesondere bei den Investitionen und bei den Betriebskosten stehen erschwerte Reinigungs- und Desinfektionsmöglichkeiten gegenüber, was aus seuchenhygienischer Sicht nachteilig zu bewerten ist.

Für die Produktion in einem wärmegeämmten Stall stehen drei Verfahren zur Auswahl. Sie sind in Übereinstimmung mit der EU-Gesetzgebung handelt es sich hierbei ausschließlich um Verfahren mit Teilspaltenböden. Bezüglich des Drainageanteils der befestigten Flächen sind zwischen bundesdeutschen Vorschlägen, länderspezifischen Erlassen und der EU-Richtlinie 5% Differenz zu erkennen. Negative Auswirkungen auf Preise, Herstellung und Betreiben sind vorhersehbar. Zwei Varianten orientieren sich an Kleingruppen, ein Verfahren ist auf die Großgruppe ausgelegt. Es ist eine Großgruppenhaltung mit über 40 Tieren zu bevorzugen, da sich hier der geringere Platzanspruch (-10%) bei den Investitionen positiv auswirkt.

Abferkelstall

Hier konnte nur das Referenzverfahren berücksichtigt werden (Tab. 5). Alle anderen angesprochenen Abferkelbuchten sind entweder im Versuchsstadium oder haben nachweislich höhere Ferkelverluste oder andere negative Begleiterscheinungen hinsichtlich der Gesundheit der Tiere. Demzufolge ist die Einzelhaltung von Sauen mit Ferkelschutzkorb auf Teilspaltenboden in einem wärmegeämmten, zwangsgelüfteten Gebäude auch in Zukunft die Aufstallungsform der Wahl.

Ferkelaufzucht

Die Ferkelaufzucht von 21 Tage alten (bei segregated early weaning-Verfahren) oder 28 Tage alten Ferkeln bis 25 oder 30 kg Lebendmasse sollte in getrennten Betriebsgebäuden stattfinden. Eine noch deutlichere Separierung dieses Betriebszweiges von der Sauenherde ist zu empfehlen. Neben dem Standardverfahren wurden sechs weitere Haltungsverfahren beschrieben und bewertet (Tab. 6). Generell ist auch hier durch eine wachstumsangepasste Proteinversorgung ein Einsparpotential hinsichtlich der Ammoniakemissionen zu erkennen. Die darauf ausgelegte Futtervorlagetechnik bewirkt nicht nur ein besseres Stallklima, sondern verringert auch die Futterkosten in der Aufzucht in doppelter Weise durch die Einsparung von teurem Importeweiß.

Bis auf ein Verfahren - der Kistenstall - sind alle anderen Haltungsvarianten in wärmege­dämmt­er Bauweise ausgeführt. Demzufolge sind alle anderen Emissionen innerhalb der Verfahren gleich zu bewerten. Lediglich in der eingestreuten 2-Flächenbucht werden höhere Staubanteile nachgewiesen. Auch hier sind die Außenklimaställe hinsichtlich der Geruchsemissionen im Fernbereich und des geringeren Energiebedarfs günstiger als die zwangsgelüfteten Ställe zu bewerten. Weitere negativ zu wertende Aspekte sind der erhöhte Wasserverbrauch beim Reinigen und wie auch beim Kistenstall die erschwerten Reinigungs- und Desinfektionsmöglichkeiten, die auch zu höherer Arbeitsbelastung führen. Daraus resultiert, dass die eingestreute 2-Flächenbucht nicht als BVT Verfahren empfohlen wird, während der Kistenstall, auch wegen seiner geringen Betriebskosten noch in die BVT Kategorie I eingestuft wird. Die vier Varianten der Ferkelaufzucht in wärmege­dämmt­en, zwangsgelüfteten Ställen, welche ebenfalls alle in BVT- Kategorie I eingestuft sind, unterscheiden sich in erster Linie durch den Spaltenanteil (Teil- oder Vollspaltenvariante). Die zurzeit bestehenden Ländererlasse bewirken aber, dass eine Vollspaltenvariante, wie hier bewertet, in diesen Bundesländern derzeit nicht umgesetzt werden kann. Auch ist der bestehende Referentenentwurf zur deutschen Nutztierhaltungsverordnung „Schweine“ so zu interpretieren, dass ein Vollspaltenboden für deutsche Ausführungen nicht zur Verfügung stehen wird. Demzufolge stehen nur Teilspaltenvarianten, die unterschiedliche Prozentanteile der Schlitze innerhalb einer Bucht aufweisen, für die Anwender zur Verfügung.

Tab. 3:

Bewertung Haltungssysteme Ferkelerzeugung Deckzentrum				
Bewertung			Referenzverfahren	
			Teilspaltenboden	Teilspaltenboden
			wärmegedämmter Stall	wärmegedämmter Stall
			Zwangsentlüftung	Zwangsentlüftung
			D 0	D 1
			Kastenstand	Selbstfangbesamungsstände
				Gruppenhaltung mit Einzelhaltung während Duldungsphase
Kriterium			Einzelhaltung	
Umweltschutz	Emission (Luft)	Ammoniak Fütterung	0	0
		Haltungsverfahren	0	0
		Lachgas	0	0
		Methan	0	0
		Geruchsstoffe	0	0
		Staub	0	0
		technischer Energiebedarf	0	0
		Wasserbedarf	0	-
Beitrag zur Stallklimaqualität			0	0
Beitrag zur Tiergerechtigkeit			0	+
Reinigungs- und Desinfektionsmöglichkeit			0	0
Leistungen			0	0
Kosten	Arbeit		0	--
	Investition		0	--
	Betrieb		0	0
Verfahrensmehrkosten gegenüber Referenzverfahren			0	--
BVT Kategorie¹⁾			I	II
sonstige Informationen				
Funktionssicherheit			0	-
Praktische Erfahrungen			0	-
Verbreitung			0	--
1) BVT-Kategorie:				
0. kein BVT-Verfahren				
I. BVT-Verfahren				
II. zukünftig BVT-Verfahren möglich, noch nicht einschätzbar				
Bewertungsskala in bezug auf das angegebene Referenzverfahren, das mit „0“ (= Mittel) angesetzt wurde: „+“ = besser, „+ +“ = deutlich besser / „-“ = schlechter, „- -“ = deutlich schlechter				

Tab. 4:

Bewertung Haltungssysteme Ferkelerzeugung Wartestall									
Bewertung			Referenzverfahren						
			Teilspaltenboden	Teilspaltenboden					Einstreu
			einphasige Fütterung	bedarfsangepasste Fütterung					
			wärmegeämmter Stall Zwangslüftung	wärmegeämmter Stall Zwangslüftung			nicht wärmegeämmter Stall freie Lüftung		
			W 0	W 1 A	W 1 B	W 2	W 3	W 4	W 5
			Einzelhaltung Kastenstand	Kleingruppen- haltung Selbstfang- fressstände	Kleingruppen- haltung ohne Fixierung	Großgruppen- haltung	Hüttenstall Kleingruppe	Kisten- /Bettenstall Großgruppe	Tiefstreu Großgruppe
Umweltschutz	Emission (Luft)	Ammoniak Fütterung ¹⁾	0	+	+	+	+	+	+
		Haltungsverfahren	0	0	0	0	0	0	0
		Lachgas	0	0	0	0	0	0	--
		Methan	0	0	0	0	0	0	0
		Geruchsstoffe ²⁾	0	0	0	0	0/+	0/+	0/+
		Staub	0	0	0	0	0	0	-
		technischer Energiebedarf	0	0	0	0	+	+	+
		Wasserbedarf	0	-	0	0	-	-	-
		Beitrag zur Stallklimaqualität	0	0	0	0	+	+	-
		Beitrag zur Tiergerechtigkeit	0	+	+	++	+	++	+
		Reinigungs- und Desinfektionsmöglichkeit	0	0	0	0	--	--	--
		Leistungen	0	0	0	0	0	0	0
Kosten	Arbeit		0	-	-	-	-	-	--
	Investition		0	--	+	+	++	+	+
	Betrieb		0	0	0	0	+	+	-
		Verfahrensmehrkosten gegenüber Referenzverfahren	0	--	-	-	0	-	--
		BVT Kategorie³⁾	0	I	I	I	I	II	0
sonstige Informationen									
		Funktionssicherheit	0	0	0	0	-	-	-
		Praktische Erfahrungen	0	0	0	0	-	-	0
		Verbreitung	0	0	-	-	--	--	--
1) bedarfsangepasste Fütterung, die technischen Voraussetzungen müssen gegeben sein									
2) Geruchsstoffe: keine Differenzierung möglich, Außenklimaställe sind im Fernbereich günstiger zu bewerten									
Bewertung: Nahbereich / Fernbereich > 50 m									
3) BVT-Kategorie:									
0. kein BVT-Verfahren									
I. BVT-Verfahren									
II. zukünftig BVT-Verfahren möglich, noch nicht einschätzbar									
Bewertungsskala in bezug auf das angegebene Referenzverfahren, das mit „0“ (= Mittel) angesetzt wurde:									
„+“ = besser, „+ +“ = deutlich besser / „-“ = schlechter, „- -“ = deutlich schlechter									

Tab. 5:

Bewertung Haltungssysteme Ferkelerzeugung Abferkelstall			
Bewertung			Referenzverfahren
			Teilspaltenboden
			wärmegeämmter Stall Zwangsentlüftung
			A 0
			Einzelhaltung
Kriterium			Ferkelschutzkorb
Umweltschutz	Emission (Luft)	Ammoniak Fütterung	0
		Haltungsverfahren	0
		Lachgas	0
		Methan	0
		Geruchsstoffe	0
		Staub	0
		technischer Energiebedarf	0
		Wasserbedarf	0
Beitrag zur Stallklimaqualität			0
Beitrag zur Tiergerechtigkeit			0
Reinigung und Desinfektionsmöglichkeit			0
Leistungen			0
Kosten	Arbeit		0
	Investition		0
	Betrieb		0
Verfahrensmehrkosten gegenüber Referenzverfahren			0
BVT Kategorie¹⁾			I
sonstige Informationen			
Funktionssicherheit			0
Praktische Erfahrungen			0
Verbreitung			0
1) BVT-Kategorie:			
0. kein BVT-Verfahren			
I. BVT-Verfahren			
II. zukünftig BVT-Verfahren möglich, noch nicht einschätzbar			
Bewertungsskala in bezug auf das angegebene Referenzverfahren, das mit „0“ (= Mittel) angesetzt wurde:			
„+“ = besser, „+ +“ = deutlich besser / „-“ = schlechter, „- -“ = deutlich schlechter			

Tab. 6:

Bewertung Haltungssysteme Ferkelerzeugung Ferkelaufzucht									
Bewertung			Referenzverfahren						
			Spaltenboden	Spaltenboden					
			einphasige Fütterung	mehrphasige Fütterung				Einstreu	
			wärmegedämmter Stall	wärmegedämmter Stall			nicht wärmegedämmter Stall	wärmegedämmter Stall	
			Zwangslüftung	Zwangslüftung			freie Lüftung	freie Lüftung	
			FA 0	FA 1	FA 2	FA 3	FA 4	FA 5	FA 6
			Flatdeck	Kleingruppe	Großgruppe	Kleingruppe	Großgruppe	Großgruppe	Großgruppe
Kriterium			Vollspaltenboden	Vollspaltenboden	Vollspaltenboden	Teilspaltenboden	Teilspaltenboden	Kistenstall	2-Flächenbucht
Umweltschutz	Emission (Luft)	Ammoniak Fütterung	0	+	+	+	+	+	+
		Haltungsverfahren	0	0	0	0	0	0	0
		Lachgas	0	0	0	0	0	0	0
		Methan	0	0	0	0	0	0	0
		Geruchsstoffe ¹⁾	0	0	0	0	0	0/+	0/+
		Staub	0	0	0	0	0	0	-
		technischer Energiebedarf	0	0	0	0	0	+	+
		Wasserbedarf	0	0	0	0	0	-	-
Beitrag zur Stallklimaqualität			0	0	0	-	-	0	-
Beitrag zur Tiergerechtigkeit			0	0	++	0	++	++	++
Reinigungs- und Desinfektionsmöglichkeit			0	+	+	+	+	--	-
Leistungen			0	0	0	0	0	0	0
Kosten	Arbeit		0	0	+	0	+	-	--
	Investition		0	0	+	0	+	0	0
	Betrieb		0	0	0	0	0	+	-
Verfahrensmehrkosten gegenüber Referenzverfahren			0	0	+	0	+	0	-
BVT Kategorie ²⁾			0	I	I	I	I	I	0
sonstige Informationen									
Funktionssicherheit			0	0	0	-	-	-	-
Praktische Erfahrungen			0	0	0	0	0	0	-
Verbreitung			0	0	0	0	-	-	-
1) Geruchsstoffe: keine Differenzierung möglich, Außenklimaställe sind im Fernbereich günstiger zu bewerten									
Bewertung: Nahbereich / Fernbereich > 50 m									
2) BVT-Kategorie:									
0. kein BVT-Verfahren									
I. BVT-Verfahren									
II. zukünftig BVT-Verfahren möglich, noch nicht einschätzbar									
Bewertungsskala in bezug auf das angegebene Referenzverfahren, das mit „0“ (= Mittel) angesetzt wurde:									
„+“ = besser, „++“ = deutlich besser / „-“ = schlechter, „--“ = deutlich schlechter									

3.3.3 Mastschweine

Ewald Grimm

Zur Haltung von Mastschweinen wurden die Verfahren nach Tabelle 7 ausgewählt und hinsichtlich der BVT-Kriterien beurteilt. Bei den Verfahren mit Flüssigentmistung wurden die Haltung auf Vollspaltenboden in wärmegegedämmten Ställen mit Zwangslüftung in Kleingruppen bis maximal 15 Tieren bzw. in Großgruppen mit mindestens 24 Tieren sowie auf Teilspaltenboden mit herkömmlicher Anordnung der Liegfläche (einseitig planbefestigt) und Anordnung in Buchtenmitte (gewölbte Fläche mit Fußbodenheizung) berücksichtigt. Zudem wurde der Kistenstall in der Variante mit planbefestigtem Liege- und perforiertem Laufbereich und freier Lüftung behandelt. Als Festmistverfahren wurden nur Systeme mit freier Lüftung bewertet (Tiefstreustall und Schrägbodenstall mit Abdeckung im Liegebereich).

Als Referenzverfahren für die Bewertung der Mastschweinehaltungsverfahren wurde die konventionelle Haltung in Kleingruppen mit bis zu 15 Tieren auf Vollspaltenboden mit Flüssigentmistung und einphasiger Fütterung definiert, die EU-weit Standard ist. Bei der Bewertung wird unterstellt, dass die Tierleistungen unabhängig vom Haltungsverfahren sind und vor allem von der Fütterung und dem Management abhängen. Auch der Wasserbedarf wird als gleich angenommen. Zudem wird bei allen Verfahren, die grundsätzlich als BVT-Verfahren in Frage kommen und mit dem Referenzverfahren verglichen werden, eine nährstoffangepasste Fütterung vorausgesetzt (niedersächsischer RAM-Futterstandard, d.h. bis 60 kg LM 17 % RP, ab 60 kg LM 14 % RP statt einphasig 19 % RP). Diese Fütterung führt durch die verminderte NAusscheidung zu einer Minderung der Ammoniakemissionen in Höhe von mindestens 20%.

Im Vergleich zum Referenzverfahren können die Ammoniakemissionen bei der Großgruppenhaltung um mindestens 10% und dem Kistenstall (Außenklima) um mindestens 30% unabhängig von der Art der Fütterung vermindert werden (Döhler et al., 2002). Der Minderungseffekt wird bei der Großgruppenhaltung durch die im Verhältnis zur Kleingruppenhaltung verringerte emissionsrelevante Fläche pro Tier und die bessere Ausbildung von Funktionsbereichen erklärt (Fressen-Liegen-Koten). Beim Außenklimastall wirkt sich das im Vergleich zu wärmegegedämmten und zwangsgelüfteten Ställen niedrigere Temperaturniveau emissionsmindernd aus, obwohl die Luftwechselraten ein Vielfaches der Werte von zwangsgelüfteten Ställen annehmen können. Der herkömmliche Teilspaltenboden wurde bei den Ammoniakemissionen abgewertet, weil die Schweine dazu neigen insbesondere bei höheren Außentemperaturen im Sommer die Liegeflächen zu verschmutzen. Mit diesem Verhalten verschaffen sich die Schweine Abkühlung. Die Folge sind allerdings erhöhte Emissionen. Das Problem tritt bei der Variante mit gewölbter Liegefläche in Buchtenmitte kaum auf. Bei den eingestreuten Ställen ist das Emissionsniveau mit dem Referenzverfahren vergleichbar. Die durch die Lüftung erzielbare Emissionsminderung wird durch höhere Emissionen aus dem Mist kompensiert. Insgesamt betrachtet ist das Ammoniak-Emissionsniveau bei der Kombination von nährstoffangepasster Fütterung und der emissionsarmen Haltung in der Großgruppe oder dem Kistenstall am niedrigsten.

Hinsichtlich der Emissionen klimawirksamer Gase bestehen bei Methan keine relevanten Unterschiede zwischen den Verfahren. Dagegen verursacht das Tiefstreuverfahren durch Nitrifizierungs- und Denitrifizierungsvorgänge im Festmist deutlich höhere Lachgasemissionen.

Auch bei den Geruchsemissionen sind die Unterschiede zwischen den Verfahren gering. Außenklimaställe mit großflächigen Öffnungen an den Seiten sowie giebelseitigen Lüftungsmöglichkeiten und Öffnungen im First sind jedoch hinsichtlich der Geruchsimmissionen im Fernbereich (mindestens 50 m Abstand) günstiger als vergleichbare zwangsgelüftete Ställe zu bewerten. Hinsichtlich der Geruchswahrnehmung wirkt sich die größere Vorverdünnung der Emissionen günstig aus. Allerdings hängt die Reichweite der Immissionen wie bei über First gelüfteten Ställen von der Anströmrichtung ab, d.h. bei Längsanströmung reicht die Abluffahne weiter als bei Queranströmung. Voraussetzung für eine optimale Lüftung der Ställe ist, dass sie möglichst quer zur Hauptwindrichtung ausgerichtet und frei anströmbar sind (Abstand zu Strömungshindernissen wie Nachbargebäuden mindestens 2 bis 3-fache Hindernishöhe).

Bei den Staubemissionen wurden die eingestreuten Stallsysteme schlechter als die Flüssigmist-systeme bewertet. Die trockene Einstreu stellt eine zusätzliche Staubquelle im Stall dar, die zusätzlich die Belastung der Stallluft mit Mikroorganismen erhöht. Tiefstreu-systeme dürften in diesem Punkt nur dann günstiger sein, wenn die Einstreu feucht ist und der Staub darin gebunden wird. In diesem Fall werden aber nicht die nach guter fachlicher Praxis erforderlichen Einstreumengen verwendet und höhere gasförmige Emissionen sind die Folge. Im Vergleich zu anderen Verfahren ist die Staubbelastung in der Großgruppenhaltung vermindert.

Der Energiebedarf frei gelüfteter Ställe ist im Vergleich zu zwangsgelüfteten Ställen deutlich geringer (über 80%), weil keine Ventilatoren zu betreiben sind, um den Luftwechsel sicherzustellen und die Ställe nicht beheizt werden.

Unter dem Kriterium „Beitrag zum Stallklima“ wird der Einfluss des Haltungsverfahrens auf die Stallklimaqualität bewertet. Der herkömmliche Teilspaltenboden schneidet hierbei aufgrund der o.g. Verschmutzungsproblematik schlechter als die anderen Verfahren ab. Dies gilt auch für das Tiefstreuverfahren. Hier erfolgte die Abwertung aufgrund der erhöhten Staub- und Keimbelastung sowie der hohen Temperaturen in den Buchten, die durch die biologischen Umsetzungsvorgänge im Festmist hervorgerufen werden. Beim Kistenstall muss sichergestellt sein, dass das Innere der Kisten ausreichend belüftet wird. Zwar ist das Stallklima in der überwiegenden Zeit aufgrund der in der Regel hohen Luftwechselraten gut, das gilt aber nur eingeschränkt unter Sommerbedingungen. Zur Beurteilung des Hygienestatus eines Verfahrens sind die Reinigungs- und Desinfektionsmöglichkeiten mit entscheidend. Kisten- und Tiefstreuställe sind hier im Vergleich zu den anderen Verfahren ungünstiger zu bewerten: In den Kistenställen sind die Kisten nur schwer zu reinigen und in Tiefstreuställen ist das Infektionsrisiko mit pathogenen Keimen erhöht.

Um die Verfügbarkeit eines Verfahrens im Sinne der IVU-Richtlinie bewerten zu können, muss dessen Wirtschaftlichkeit betrachtet werden. Neben den Einzelposten Arbeits-, Investitions- und Betriebskosten sind dabei die Verfahrensmehrkosten in Bezug auf das Referenzverfahren ausschlaggebend. Dabei wird angenommen, dass zwischen den Verfahren keine Leistungsunterschiede bestehen und gleiche Kosten für Futtermittel und Tiere entstehen. Im Vergleich zum Referenzverfahren sind die Arbeitskosten bei den Verfahren konventioneller Teilspaltenboden und Kistenstall größer, weil der erhöhte Aufwand für die Reinigung der verschmutzten Liegeflächen im Sommer bzw. der Kisten negativ zu Buche schlägt. Beim Kistenstall kommt hinzu, dass die Tierkontrolle aufwändiger ist.

Einstreuen und Entmisten führen bei den Festmistverfahren zu höheren Arbeitskosten und zwar umso stärker, je mehr eingestreut wird. Dies gilt insbesondere für den Tiefstreustall, bei dem der Einstreubedarf etwa dreimal so groß wie beim Schrägmiststall ist. Dieser Unterschied wirkt sich auch bei den Betriebskosten aus (Kosten für Strohbergung und –lagerung). Die hohen Arbeits- und Betriebskosten führen daher beim Tiefstreustall zu den höchsten Verfahrenskosten aller untersuchten Aufstellungsarten, obwohl der Investitionsbedarf von allen Verfahren am niedrigsten ist.

Neben dem Tiefstreustall schneidet die Großgruppenhaltung hinsichtlich der Investitionskosten günstiger als die anderen Verfahren ab, weil der Investitionsaufwand pro Mastplatz geringer ist. Dagegen ist der Investitionsaufwand bei den Teilspaltenbodenvarianten größer. Der Kistenstall weist von allen Verfahren die niedrigsten Betriebskosten auf, weil kaum Energie zur Lüftung und Heizung aufgewendet werden muss. Dieser Kostenvorteil wird bei den beiden eingestreuten Außenklimaställen durch die Einstreukosten kompensiert.

Insgesamt betrachtet weisen die Großgruppenhaltung und der Kistenstall im Vergleich zu den anderen Verfahren einschließlich des Referenzverfahrens die geringsten Verfahrenskosten auf. Dagegen sind die Verfahrenskosten bei den Teilspaltenbodenställen und den eingestreuten Ställen höher. Die Mast im Tiefstreustall ist mit den höchsten Verfahrenskosten belastet.

Hinsichtlich der Funktionssicherheit schneidet der konventionelle Teilspaltenboden aufgrund der Verschmutzungsprobleme im Sommer als einziges Verfahren schlechter als das Referenzverfahren ab. Für den Kisten- und den Schrägmiststall liegen im Vergleich zu den anderen Verfahren weniger Erfahrungen vor, auch sind sie bei weitem noch nicht so stark verbreitet wie die anderen Stallsysteme.

In Tabelle 7 ist die Einstufung der Verfahren in die verschiedenen BVT-Kategorien dargestellt.

Tab. 7:

Bewertung				Referenzverfahren							
				einphasige	mehphasige Fütterung						
				Spaltenboden	planbefestigt mit Einstreu						
				MS 0 Vollspaltenboden Kleingruppe 10 - 15 Tiere	MS 1 Vollspaltenboden Kleingruppe 10-15 Tiere	MS 2 Vollspaltenboden Großgruppe > 24 Tiere	MS 3 Teilspaltenboden einseitig planbefestigt	MS 4 Teilspaltenboden mittig planbefestigt gewölbt und beheizt	MS 5 Kistenstall Außenklima perforierter Laufbereich	MS 6 Tiefstreu Außenklima	MS 7 Schrägboden stall mit Abdeckung Außenklima
Kriterium											
Umweltschutz	Emissionen (Luft)	Ammoniak	Fütterung 1)	0	++	++	++	++	++	++	++
			Haltungssystem 2)	0	0	+	-	0	+	0	0
		Lachgas		0	0	0	0	0	0	-	0
		Methan		0	0	0	0	0	0	0	0
		Geruchsstoffe 3)		0	0	0	0	0	0/+	0/+	0/+
		Staub 4)		0	0	+	0	0	0	--	-
		technischer Energiebedarf		0	0	0	0	0	++	++	++
		Wasserbedarf 5)		0	0	0	0	0	0	0	0
		Beitrag zur Stallklimaqualität 6)		0	0	0	-	0	0	-	0
		Beitrag zur Tiergerechtigkeit		0	0	+	0	0	0	+	+
Reinigungs- und Desinfektionsmöglichkeit			0	0	0	0	0	-	-	0	
Leistungen 7)			0	0	0	0	0	0	0	0	
Kosten	Arbeit			0	0	0	-	0	-	--	-
	Investition			0	0	+	-	-	0	++	0
	Betrieb 8)			0	0	0	0	0	+	-	0
Verfahrensmehrkosten gegenüber Referenzverfahren 9)			0	0	+	-	-	+	+	--	-
BVT Kategorie 10)			0	I	I	0	II	I	I	0	II
Sonstige Informationen											
Funktionsicherheit				0	0	0	-	0	0	0	0
Praktische Erfahrungen				0	0	0	0	0	-	0	-
Verbreitung				0	0	0	0	-	--	-	--
1) Emissionsminderung Fütterung: Mehrphasenfütterung gegenüber einphasig 20% und mehr											
2) Emissionsminderung Haltungssystem: Großgruppe gegenüber Kleingruppe tendenziell geringer											
3) Geruchsstoffe: keine Differenzierung möglich, Außenklimaställe sind im Fernbereich günstiger zu bewerten											
Bewertung: Nahbereich / Fernbereich > 50 m											
4) Flüssigfütterung weniger Staub als Mahlfütterung am offenen Trög											
5) Unterschiede im wesentlichen fütterungsbedingt											
6) Stallklima Kistenställe: ausreichende Lüftungsöffnungen bzw. Zugangsmöglichkeiten in den Kisten											
7) Leistungsunterschiede im wesentlichen durch Fütterung und Management bedingt											
8) Betriebskosten: Tiere, Futtermittel, Energie, Stroh, Wasser, Tierarzt und Versicherung											
9) Verfahrensmehrkosten berücksichtigt Energie, Arbeit, Investition und Einstreumaterial											
10) BVT-Kategorie:											
0. kein BVT-Verfahren											
I. BVT-Verfahren											
II. zukünftig BVT-Verfahren möglich, noch nicht einschätzbar											
Bewertungsskala in Bezug auf das angegebene Referenzverfahren, das mit „0“ (= Mittel) angesetzt wurde:											
„+“ = besser, „++“ = deutlich besser / „-“ = schlechter, „--“ = deutlich schlechter											

3.3.4 Legehennen

Werner Achilles

In den letzten Jahren ist es im Bereich der Legehennenhaltung zu wesentlichen Änderungen der tierschutzrechtlichen Rahmenbedingungen gekommen. Nach dem Urteil des Bundesverfassungsgerichts aus 1999 und der nationalen Umsetzung der EU-Richtlinie 1999/74/EG der Mindestanforderungen zum Schutz von Legehennen werden langfristig nur noch eingestreute Verfahren wie die Boden- und Volierenhaltung zulässig sein.

Aus ethologischer Sicht ist Einstreu unerlässlich, sie ermöglicht wichtige Verhaltensweisen wie das Picken und Scharren sowie das Staubbaden. Es ermöglicht diese Verhaltensweisen jedoch nicht nur, sondern es regt auch zur Ausübung an, z. B. das Scharren, und gibt anderen Verhaltensweisen z. B. dem Staubbaden erst einen Sinn.

Aus Sicht des Umweltschutzes ist der Einsatz von Einstreu kritischer zu bewerten:

- mit dem Substrat gelangt eine weitere Staubquelle in den Stall
- der in der Einstreu abgesetzte Kot entzieht sich bis auf weiteres der Mistverfäulnis und der damit verbundenen Entfernung und Behandlung, was zu höheren Ammoniakemissionen führen kann

Die Gehalte an Staub oder Ammoniak hängen von der Feuchte des Substrates ab, die allein über das Management beeinflusst wird. Zur Einschätzung von Verfahren ist also der Stand der Technik genauso von Bedeutung wie die gute fachliche Praxis. Die BVT will dies mit berücksichtigen.

Die Käfigbatteriehaltung ist mit gut 85% die zur Zeit am verbreitetste Haltungsform für Legehennen. In den letzten 35 Jahren wurde sie vor allem unter ökologischen und ökonomischen Gesichtspunkten optimiert. Dabei wurde die ethologische Einschränkung der Legehennen in Abwägung mit den anderen entscheidenden Parametern bewusst in Kauf genommen.

In den Käfigbatterien stehen den Legehennen mindestens 450 cm² Fläche zur Verfügung. Die Ver- und Entsorgung ist weitgehend automatisiert. Charakteristisch sind die kontrollierbaren Bedingungen, die sich besonders vorteilhaft auf Kotmanagement und Leistungsniveau auswirken

Aufgrund der EU-Richtlinie 1999/74/EG wird die Fläche ab 01.01.03 auf 550 cm² erhöht und ab 31.12.2006 in Deutschland verboten sein. Das Verbot auf EU-Ebene erfolgt 5 Jahre später.

Eine Weiterentwicklung der herkömmlichen Käfigbatterien sind die ausgestalteten Käfige. Bei ihnen wird versucht, die Vorteile der herkömmlichen Käfige mit einer tierartgerechteren Haltung zu kombinieren. Das bedeutet vor allem durch mehr Platz je Henne (750 cm²/Henne, davon mind. 600cm² nutzbare Fläche) sowie Möglichkeiten zur Ausübung art eigener Verhaltensweisen, z. B.: Eiablage, Ruhen, Staubbaden (Nest, Einstreu, 15 cm Sitzstange, 12 cm Trog). Bereits genehmigte oder gebaute Anlagen mit ausgestalteten Käfigen sind noch bis zum 31.12.2011 erlaubt - darüber hinaus sind sie in Deutschland nicht mehr genehmigungsfähig. Neue Genehmigungen zum Bau derartiger Stallanlagen werden nicht mehr erteilt.

In Deutschland stehen die alternativen Haltungsverfahren im Mittelpunkt. Dazu zählen die Volieren- und die Bodenhaltung.

Die Volierenhaltung ist zurzeit in Deutschland vor allem in Kleinbeständen unter 3.000 und in umgebauten Altgebäuden verbreitet. In größeren Beständen ist sie noch zumeist in Kombination mit Freiland zu finden. Die neuen Vermarktungsnormen für Eier unterscheiden jedoch nicht mehr zwischen Boden- und Volierenhaltung, daher wird die Bedeutung der Volierenhaltung in den nächsten Jahren zunehmen. Der Vorteil der Volierenhaltung liegt in der vergleichsweise hohen möglichen Besatzdichte von 18 Hennen je qm Stallgrundfläche. Diese hohe Besatzdichte wird durch die Ausnutzung des gesamten Stallraumes ermöglicht - rechtlich sind mehretagige Volierenblöcke mit bis zu vier Ebenen möglich. Nachteile des Systems liegen in der anzubietenden Einstreu. Sie ist Emittent für Stäube und Schadgase, kann die Übertragung von Keimen und Krankheitserregern fördern und birgt potenziell die Gefahr, dass Eier nicht ins Nest gelegt werden.

Die Bodenhaltung ist die klassische Haltungsform und hat einen Vermarktungsanteil von ca. 6 % zuzüglich der Bodenhaltungen, die mit Auslauf gekoppelt sind. Im Vergleich zur Volierenhaltung wird die Stallhöhe nicht genutzt, die nutzbare Fläche ist damit immer kleiner als die Stallgrundfläche - nach den alten EU-Vermarktungsnormen bisher 7 Hennen je m², die neue Hennenhaltungsverordnung schreibt max. 9 Hennen vor. Charakteristisch für die Bodenhaltung ist die große Einstreulfläche. Sie muss mindestens ein Drittel des Stallbodens bedecken. Ein Vorteil der Bodenhaltung liegt in der hohen Verbraucherakzeptanz. Darüber hinaus ist dieses Verfahren sehr übersichtlich.

Die Freilandhaltung hat einen Vermarktungsanteil von ca. 6 % und kann in der konventionellen Haltung in Kombination mit einer Volierenaufstallung oder Bodenhaltung betrieben werden. In der ökologischen Haltung sind 4 qm Auslauf je Henne Pflicht. Früher wurde bei den Auslaufhaltungen noch in Freilandhaltung (mind. 10 m²) und intensive Auslaufhaltung (mind. 2,5 m²) unterschieden. Die aktuellen Vermarktungsnormen kennen nur noch die Freilandhaltung mit 4 m² Auslauf je Henne. Die Freilandhaltung ist besonders tiergerecht, da sie den Tieren die gesamte Reizpalette in naturnaher Haltung bietet. Aus Sicht des Umweltschutzes ist sie jedoch nicht unproblematisch, da es zu unkontrollierten Nährstoffeinträgen in den Boden kommen kann.

Von den oben vorgestellten fünf Verfahren wurden die Käfighaltung, der ausgestaltete Käfig sowie die Volieren- und Bodenhaltung für die BVT ausgewählt. Die Auslaufhaltung wurde aufgrund ihrer geringen Bedeutung in Beständen über 40.000 Tieren nicht berücksichtigt.

Bei den Verfahren wurden die aktuellen rechtlichen Rahmenbedingungen unterstellt, während die Daten noch auch aus Betrieben stammen, die nach den alten Vorgaben produziert haben (Voliere/Boden früher 25 zu 7 heute 18 zu 9 Tiere je m²).

Die verbleibenden vier Verfahren wurden darüber hinaus unter der Einbeziehung umweltschutzrelevanter Aspekte in elf Varianten gegliedert. Dabei wurde bei dem Referenzverfahren, der Käfighaltung mit Kotgrube von einer nicht nährstoffangepassten Fütterung ausgegangen. Ferner wurde durch die Berücksichtigung der Entmistungsverfahren eine Differenzierung in drei Technisierungsstufen vorgenommen:

Kotgraben = gering	(ganze Haltungsperiode im Stall gelagert)
Kotband = mittel	(Lagerung ca. 1 Woche, im Winter öfter)
belüftetes Kotband = hoch	(Lagerung ca. 1 Woche, im Winter öfter)

Anhand von drei Beispielen (Käfighaltung, Volierenhaltung, Bodenhaltung jeweils als Variante mit Kotband und nährstoffangepasster Fütterung) wird die Bewertung nach BVT vorgestellt.

Im Umweltbereich und beim Stallklima wird die Vorzüglichkeit der Batteriekäfighaltung deutlich. Bei den anderen Verfahren wirkt sich der Einstreubereich negativ auf die Bewertung aus, wobei insgesamt eine nur geringe Datensicherheit besteht - viele Werte mussten von anderen Varianten abgeleitet oder pauschal geschätzt werden.

Bei der Reinigungs- und Desinfektionsmöglichkeit hat die Bodenhaltung klare Vorzüge. Die Stallbereiche sind gut zugänglich und die Bauteile (Gitterroste, Tränken etc.) lassen sich weiter ausbauen bzw. hochziehen.

Bei den Leistungen lässt sich die Käfighaltung mit 290 Eiern je Henne und Jahr als gut bezeichnen. Hennen in Volieren kommen im Schnitt auf 285 Eier, Hennen aus Bodenhaltung nur auf 275 Eier. Darüber hinaus sinkt der Anteil der Vermarktungsfähigen Eier von 90% bei der Käfighaltung über 85% bei der Volierenhaltung auf 80 % bei der Bodenhaltung. Die Ursachen liegen u. a. in den stärker verschmutzten und teilweise stärker beschädigten Eiern. Darüber hinaus führen die geringeren Verfahrenskosten in der Käfighaltung zu einer günstigeren wirtschaftlichen Ausgangssituation.

Mängel bei Volierenhaltung bestehen in der Funktionssicherheit. Die Junghennen stammen zumeist nicht aus einer angepassten Aufzucht sondern aus Bodenhaltung oder Bodenhaltung mit erhöhten Sitzstangen. Dies hat zur Folge, dass die Junghennen ungenügend trainiert sind und sich in der komplexen Volieren nicht so schnell zurechtfinden.

Ein Blick auf die Gesamtbewertung zeigt (Tabelle 8), dass alle drei besprochenen Verfahren als BVT-Verfahren anerkannt werden, wobei der Käfig besonders bei den Kriterien Umweltschutz und Wirtschaftlichkeit überzeugt.

In den BVT werden elf Varianten der Legehennenhaltung betrachtet. Davon wurden sechs Verfahren als BVT-Verfahren ausgewählt. Systeme mit Kotgrube zählen aufgrund der negativen Umweltwirkungen nicht dazu. Ausgestaltete Käfige würden theoretisch in Zukunft dem BVT-Standard entsprechen können. Vier BVT-Verfahren erfüllen die Anforderungen der neuen deutschen Hennenhaltungsverordnung.

Tab. 8:

Gesamtbewertung Haltungssysteme Legehennen															
Bewertungsskala in bezug auf das angegebene Referenzverfahren, das mit „0“ (= Mittel) angesetzt wurde: „+“ = besser, „+ +“ = deutlich besser / „-“ = schlechter, „- -“ = deutlich schlechter															
Bewertung				Referenzverfahren											
				nährstoffangepasste Fütterung											
				Käfighaltung			ausgestalteter Käfig ⁶⁾		Volierenhaltung			Bodenhaltung			
Kriterium				Kotgraben	Kotband	belüftetes Kotband	Kotband	belüftetes Kotband	Kotgrube	Kotband	belüftetes Kotband	Kotgrube	Kotband	belüftetes Kotband	
Umweltschutz	Emissionen (Luft)	Ammoniak ¹⁾	Fütterung	0	+	+			+	+	+	+	+	+	
			Haltungssystem	0	+	++			-	0	+	-- ⁷⁾	-	0	
		Lachgas		0	0	0			0	0	0	0	0	0	
			Methan	0	0	0			0	0	0	0	0	0	
		Geruchsstoffe		0	+	++			-	0	+	-	0	+	
			Staub	0	0	0			--	-- ⁸⁾	-- ⁸⁾	-	-	-	
		technischer Energiebedarf			0	0	0			0	0	0	-	-	-
		Wasserbedarf			0	0	0			0	0	0	0	0	0
Beitrag zur Stallklimaqualität				0	+	++			--	-	-	--	-	-	
Beitrag zur Tiergerechtigkeit				0	0	0			++	++	++	+	+	+	
Reinigungs- und Desinfektionsmöglichkeit				0	0	0			-	-	-	+	+	+	
Leistungen ²⁾				0	+	+			-	-	-	--	--	--	
Kosten	Arbeit			0	0	0			-	-	-	-	-	-	
			Investition	0	0	0			-	-	--	--	--	--	
			Betrieb ³⁾	0	0	0			0	0	0	-	-	-	
Mehrkosten gegenüber Referenzverfahren ⁴⁾				0	0	0			-	-	--	--	--	--	
BVT Kategorie ⁵⁾				0	I	I	II	II	0	I	I	0	I	I	
Sonstige Informationen															
Funktionssicherheit				0	0	0			-	-	-	0	0	0	
Praktische Erfahrungen				0	0	0			0	0	0	0	0	0	
Verbreitung				0	+	+			--	--	--	-	-	-	
1) Minderung der N-Ausscheidung bei RAM-Fütterung 3,85% gegenüber einphasiger Fütterung führt zur Minderung der Ammoniakemissionen; bei Volierenhaltung nur auf den Stall bezogen (ohne Auslauf) 2) Leistungsunterschiede im wesentlichen haltungsbedingt 3) Tiere, Futtermittel, Energie, Einstreu, Wasser, Tierarzt, Versicherung 4) Verfahrensmehrkosten berücksichtigt Energie, Arbeit, Investition, Einstreu 5) BVT-Kategorie: 0 kein BVT-Verfahren I BVT-Verfahren II möglicherweise BVT-Verfahren in der Zukunft, derzeit noch nicht einschätzbar 6) Bewertung derzeit noch nicht möglich 7) Lagerung des gesamten Kotes im Stall 8) Voll-/teilperforierte Ställe mit Kaltscharraum ohne belüftetes Kotband günstiger zu bewerten: -															

3.3.5 Mastgeflügel

Ewald Grimm

Die Beschreibung der BVT bei der Mastgeflügelhaltung umfasst die Haltung von Masthähnchen, Puten und Enten (Pekingenten). Im Gegensatz zu Pekingenten, die ganzjährig vermarktet werden, werden Flugenten und Gänse nur saisonal gemästet. Deshalb wurden diese Geflügelarten nicht berücksichtigt.

Mastgeflügel wird nahezu vollständig in Bodenhaltung, d.h. auf eingestreuten und befestigten Böden (i.d.R. Betonboden) gehalten. Die Ställe sind entweder wärmegeklämmt und zwangsgelüftet oder es handelt sich um Außenklimaställe mit freier Lüftung (siehe Tab. 9). Zwangslüftungsanlagen werden in der Regel im Unterdruck betrieben. Zu- und Abluft werden über Seiten- und Giebelwände oder den First geleitet. Bei Außenklimaställen gelangt die Zuluft vor allem über die Seitenwände in den Stall; als Regeleinrichtungen werden Zuluftklappen oder Jalousien eingesetzt. Zur Verbesserung der Lüftung sollten die Ställe Firstöffnungen sowie giebelseitige Lüftungsmöglichkeiten aufweisen.

Im Inneren der Ställe befinden sich keine Einbauten. Die Versorgungseinrichtungen (Tränke- und Futterlinien) können mit Seilzügen nach oben gezogen werden. Zum Einstreuen und Entmisten können Fahrzeuge eingesetzt werden. Als Einstreu werden in der Regel gehäckseltes Stroh oder Sägespäne verwendet. Im Vergleich zu den anderen Mastgeflügelarten ist der Einstreubedarf in der Entenhaltung mit etwa 33 kg pro Tierplatz und Jahr am größten (Masthähnchen 1 - 1,4 und Puten 14 – 22 kg pro Tierplatz und Jahr je Organisation der Mast). In der Regel muss bei Enten täglich nachgestreut werden. Nach jedem Durchgang wird der Stall entmistet, gereinigt und desinfiziert.

Als Referenzverfahren wurde jeweils der zwangsgelüftete Stall festgelegt. Bei allen Verfahren wird eine mehrphasige nährstoffangepasste Fütterung nach dem niedersächsischen RAM-Futter-Standard vorausgesetzt (Rohproteingehalt Masthähnchen 21%, Puten 20%, Enten 17,5%). Damit ist es möglich, die Stickstoffausscheidung im Schnitt um etwa 10 % im Vergleich zu einer nicht angepassten Fütterung zu vermindern.

Die Vor- und Nachteile der Bodenhaltung mit Zwangslüftung und freier Lüftung sind unabhängig von der Art des darin gehaltenen Mastgeflügels. Deshalb spielt bei der vergleichenden Bewertung der Haltungsverfahren die Art des Mastgeflügels keine Rolle.

Hinsichtlich der Emissionen treten zwischen den beiden Varianten der Bodenhaltung nur beim Ammoniak und den Geruchsstoffen Unterschiede auf. Im Vergleich zum zwangsgelüfteten und wärmegeklämmtten Stall ist im Jahresdurchschnitt das Temperaturniveau im Außenklimastall niedriger. Dieser Effekt führt verglichen zum wärmegeklämmtten Stall zu um 10 bis 20% niedrigeren Emissionen, obwohl der Luftdurchsatz Vielfache des Wertes vom wärmegeklämmtten Stall annehmen kann. Dagegen wird der ammoniakmindernde Effekt der nährstoffangepassten Fütterung im Rahmen der Bewertung nicht deutlich, da diese Art der Fütterung bei Mastgeflügel als genereller Standard vorausgesetzt werden kann.

Bei den Gerüchen hat die Bodenhaltung im Außenklimastall im Vergleich zum zwangsgelüfteten Stall den Vorteil, dass aufgrund der größeren Vorverdünnung die Immissionen im

Fernbereich (> 50 m) niedriger sind. Voraussetzung für eine optimale Lüftung der Ställe ist jedoch, dass sie möglichst quer zur Hauptwindrichtung ausgerichtet und frei anströmbar sind. Der Abstand zu Strömungshindernissen wie Nachbargebäuden sollte mindestens das 2- bis 3-fache der Hindernishöhe betragen. Zudem sollten die Ställe neben regulierbaren großflächigen Öffnungen in den Seitenwänden auch Öffnungen im First und an den Giebelseiten aufweisen.

Generelle Voraussetzung für die emissionsarme Mastgeflügelhaltung ist das optimale Management der Einstreu, d.h. es muss immer ausreichend eingestreut bzw. nachgestreut werden und die Einstreu muss trocken und sauber sein. Dies setzt voraus, dass die Einstreu trocken gelagert wird. Zudem muss der Stall vor dem Einstreuen und Einstellen der Tiere vorgeheizt werden und der Boden sollte wärmegeklämt sein, damit sich auf dem Boden kein Kondenswasser bildet. Zur Trockenhaltung der Einstreu tragen auch ein optimales Stallklima und eine verlustarme Tränketchnik bei (z.B. Nippeltränken mit Auffangschale).

Außer bei den Emissionen ist der Außenklimastall auch beim technischen Energiebedarf vorteilhaft. Im Vergleich zum zwangsgelüfteten Stall ist der Energiebedarf um 2/3 niedriger. Die freie Lüftung ist hinsichtlich des Beitrags zum Stallklima günstiger als die Zwangslüftung einzustufen. Dies gilt allerdings nur unter der Voraussetzung, dass im Sommer Maßnahmen ergriffen werden, die den Tieren eine zusätzliche Abkühlung verschaffen (z.B. Zusatzventilatoren, die für eine ausreichende Luftbewegung im Tierbereich sorgen, Wassernebel-Verdunstungskühlung am Lufteinlass oder Dachbefeuchtung).

Die Reinigung und Desinfektion der Ställe ist unabhängig von der Art der Lüftung nach jedem Durchgang einfach und sicher möglich, weil keine Einbauten vorhanden sind und die Versorgungseinrichtungen an Seilzügen hochgezogen werden können.

Gegenüber dem wärmegeklämtten Stall mit Zwangslüftung verursacht der Außenklimastall geringere Verfahrenskosten. Zwar ist die Arbeit in beiden Systemen gleich zu bewerten, aber die Investitions- und Betriebskosten sind beim Außenklimastall niedriger. Hinsichtlich der Tierleistung konnten in der Praxis keine Unterschiede zwischen beiden Varianten nachgewiesen werden.

Auch hinsichtlich der Kriterien Funktionssicherheit, praktische Erfahrungen und Verbreitung gibt es keine Unterschiede zwischen den Varianten. Allerdings ist der Außenklimastall nur als Neubau zu realisieren. Die optimale Be- und Entlüftung des Stalles setzt eine möglichst freie Lage und einen ausreichenden Abstand zur Wohnbebauung voraus, damit das Stallklima gut und die Emissionen und Geruchsimmissionen niedrig sind. Dagegen kann die zwangsgelüftete Variante auch bei der Umrüstung vorhandener Stallanlagen und an Standorten eingesetzt werden, die hinsichtlich der Immissionen im Nahbereich kritisch sind.

Beide Varianten wurden daher als BVT eingestuft (vgl. Tab.9).

Tab. 9:

Gesamtbewertung Haltungssysteme Masthähnchen, Puten und Enten									
Bewertungsskala in bezug auf das angegebene Referenzverfahren, das mit „0“ (= Mittel) angesetzt wurde: „+“ = besser, „+ +“ = deutlich besser / „-“ = schlechter, „- -“ = deutlich schlechter									
Bewertung				Masthähnchen (Bodenhaltung) mehrphasige Fütterung Referenzverfahren		Puten (Bodenhaltung) mehrphasige Fütterung Referenzverfahren		Pekingenten (Bodenhaltung) mehrphasige Fütterung Referenzverfahren	
Kriterium				Zwangslüftung	freie Lüftung	Zwangslüftung	freie Lüftung	Zwangslüftung	freie Lüftung
Umweltschutz	Emissionen (Luft)	Ammoniak ¹⁾	Fütterung	0	0	0	0	0	0
			Haltungssystem	0	+	0	+	0	+
		Lachgas		0	0	0	0	0	0
		Methan		0	0	0	0	0	0
		Geruchsstoffe ²⁾		0	0 / +	0	0 / +	0	0 / +
		Staub		0	0	0	0	0	0
		technischer Energiebedarf		0	+	0	+	0	+
	Wasserbedarf		0	0	0	0	0	0	
Beitrag zur Stallklimaqualität				0	+ ⁶⁾	0	+ ⁶⁾	0	+ ⁶⁾
Beitrag zur Tiergerechtigkeit				0	+	0	+	0	+
Reinigungs- und Desinfektionsmöglichkeit				0	0	0	0	0	0
Leistungen				0	0	0	0	0	0
Kosten	Arbeit			0	0	0	0	0	0
	Investition			0	+	0	+	0	+
	Betrieb ³⁾			0	+	0	+	0	+
Mehrkosten gegenüber Referenzverfahren ⁴⁾				0	+	0	+	0	+
BVT Kategorie ⁵⁾				I	I	I	I	I	I
Sonstige Informationen									
Funktionssicherheit				0	0	0	0	0	0
Praktische Erfahrungen				0	0	0	0	0	0
Verbreitung				0	0	0	0	0	0
1) Minderung der N-Ausscheidung bei RAM-Fütterung 10,3 % bei Masthähnchen und 8,5 % bei Puten gegenüber einphasiger Fütterung führt zur Minderung der Ammoniakemissionen 2) keine Differenzierung möglich, Außenklimaställe sind immissionsseitig im Fernbereich günstiger zu bewerten; Bewertung Nahbereich / Fernbereich > 50 m 3) Tiere, Futtermittel, Energie, Einstreu, Wasser, Tierarzt, Versicherung 4) Verfahrensmehrkosten berücksichtigt Energie, Arbeit, Investition, Einstreu 5) BVT-Kategorie: 0 kein BVT-Verfahren I BVT-Verfahren II möglicherweise BVT-Verfahren in der Zukunft, derzeit noch nicht einschätzbar 6) mit Zusatzkosten verbunden									

3.3.6 Lagerung von Fest- und Flüssigmist

Ernst Witzel

Lagerungsverfahren:

Bei Flüssigmist sind **Hochbehälter** die vorherrschende Lagerart. Legt man die Definition der DIN 11622 "Gärfuttersilos und Güllebehälter" zugrunde, so wird ein Hochbehälter ganz über dem Erdreich errichtet, d.h., dass der Anschlusspunkt Boden - Wand frei liegt. Nach dieser Definition sind die meisten Güllelager Tiefbehälter. Der teilweise Einbau in die Erde hat Vorteile bei der Gründung (Frostschutz) und für den Landschaftsschutz. Der vollständige Einbau ist dagegen relativ teuer und nur in Ausnahmefällen bei kleineren Behältern sinnvoll.

Folienausgekleidete Erdbecken haben eine gewisse Bedeutung, sind aber nicht genormt und werden in den Landesgesetzgebungen unterschiedlich bewertet. Insbesondere wegen des erhöhten Beschädigungsrisikos wurden sie nicht in die BVT-Bewertung einbezogen.

In vielen Fällen wird der Flüssigmist auch direkt unter dem Stall gelagert. Beim **Gülle Keller** handelt es sich im Prinzip um einen Tiefbehälter mit Abdeckung. Er wurde daher ebenfalls nicht separat bewertet.

Festmist wird in der Regel auf einer **Festmistplatte** mit Jauchegrube gelagert. Einzige Alternative ist die Lagerung im Stall, wie etwa bei den Tiefstreuverfahren. Diese Lagerungsart wird nicht separat aufgeführt, da diese bereits bei den Tierhaltungsverfahren berücksichtigt wurde.

Ausgewählt BVT-Verfahren sind daher Hochbehälter, Tiefbehälter und die Festmistplatte.

Kriterien und Maßnahmen bei der Flüssigmistlagerung

Als Kriterien wurden insbesondere der Immissionsschutz und der Gewässerschutz herangezogen. Beim Immissionsschutz ist die Abdeckung des Lagers die einzige sinnvolle Maßnahme, sie wurde in verschiedenen Ausführungen berücksichtigt.

Beim Gewässerschutz kommt es insbesondere auf die Dichtheit der Behälter an. Da mit der DIN11622 "Gärfuttersilos und Güllebehälter" ein guter Standard gegeben ist, wurde dieser übernommen, ohne zusätzliche Anforderungen an die Dichtheit zu stellen. Um die Dichtheit (oder Undichtheit) allerdings auch nachweisen zu können, wurden 2 Ausführungen von Kontrolleinrichtungen als zusätzliche Maßnahme bewertet.

Maßnahmen Immissionsschutz:

Folgende Behälterabdeckungen werden zur Abdeckung vorgeschlagen:

- Strohhäcksel (erfordert praktisch keine Investitionen, zusätzlicher Aufwand für zweimal jährlich Aufbringen und Ausbringen)
- Schwimmfolie (ist die günstigste der baulichen Lösungen)
- Zeltdach (Lasten werden über eine Mittelstütze auf die Bodenplatte übertragen. Deshalb kommt diese Abdeckung für bestehende Behälter nicht in Frage.)

- Betonabdeckungen (haben nur in Ausnahmefällen für kleinere Tiefbehälter Bedeutung.)

Maßnahmen Gewässerschutz:

Dichtheitskontrolle ist am einfachsten gegeben, wenn der Fußpunkt einsehbar ist. Dies ist per Definition nur bei Hochbehältern möglich.

Bei Tiefbehältern ist die Kontrolle des Fußpunktes durch eine Leckerkennung möglich.

Eine größere Sicherheit bietet eine Leckerkennung unter der gesamten Bodenplatte (kein Flächendrain erforderlich).

Im BVT-Bewertungsbogen sind die Ergebnisse zusammengestellt (Tab. 10):

Für die Emissionen wird der Behälter ohne Abdeckung als Referenzverfahren herangezogen. Es wurden die vier genannten Abdeckungen beurteilt. Bei Ammoniak und Geruch konnten alle 4 Abdeckungen mit „+“ bewertet werden. Für Methan und Lachgas liegen dagegen noch keine hinreichend sicheren Angaben vor.

Beim Gewässerschutz ist der Hochbehälter ohne Leckerkennung die Referenz. Der Tiefbehälter bietet mit Fußpunktkontrolle die gleiche Sicherheit. Die Leckerkennung unter dem Boden ist deutlich besser und soll der Standard in Wasserschutzgebieten sein. Der unkontrollierbare Tiefbehälter ist mit „-“ bewertet.

Alle Maßnahmen sind deutlich teurer als das Referenzverfahren. Lediglich die Abdeckung mit Strohhäcksel stellt eine kostengünstige Abdeckung dar.

Bewertung Flüssigmistlager

Anwendbarkeit: Zeltdach nicht für Nachrüstungen geeignet

Betonplatte bis ca. 12m Durchmesser möglich

Verbreitung: Hoch- und Tiefbehälter üblich, meist ca. 1m im Boden

Festmistlagerung:

Die Festmistplatte besteht aus wasserundurchlässigem Beton. Durch Gefälle, Rinnen, Aufkantungungen oder Stützwände wird sichergestellt, dass Jauche und Sickerwasser in die Jauchegrube geleitet werden und kein Niederschlagswasser von Nachbarflächen auf die Festmistplatte gelangt. Die Jauchegrube (ggf. unter der Platte angeordnet) ist wie ein Güllebehälter auszuführen. Da es zu dieser Lagerart praktisch keine Alternativen gibt, ist sie BVT-Standard.

Flüssigmistbehälter sind BVT-Verfahren, wenn

- sie eine Abdeckung besitzen,
- bei Tiefbehältern der Fußpunkt mit Leckerkennung ausgestattet ist und
- in Wasserschutzgebieten die Leckerkennung unter der Bodenplatte durchgezogen wird.

Festmistplatten sind in der dargestellten Ausführung BVT-Standard.

Tab. 10:

Gesamtbewertung Lagerung Flüssigmist / Jauche

Bewertungsskala in bezug auf einen offenen Hochbehälter ohne Kontrolleinrichtungen, das mit „0“ (= Mittel) angesetzt wurde:
 „+“ = besser, „+ +“ = deutlich besser / „-“ = schlechter, „- -“ = deutlich schlechter

Bewertung		Hochbehälter				Tiefbehälter			
Kriterium		Referenz- verfahren ohne Abdeckung	mit Stroh- häcksel	mit Schwimm- folie	mit Zeltdach	mit Stroh- häcksel	mit Schwimm- folie	mit Zeltdach	mit Beton- platte
Emissionen (Luft)	Ammoniak	0	+	+	+	+	+	+	+
	Lachgas	0	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
	Methan	0	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
	Geruchsstoffe	0	+	+	+	+	+	+	+
Gewässerschutz	ohne Leckerkennung	0	0			nicht zulässig			
	mit Leckerkennung*)		+			+			
Kosten	ohne Leckerkennung	0	0	-	-	entfällt			
	mit Leckerkennung*)		-	--	--	-	--	--	--
BVT-Kategorie		0	I	I	I	I	I	I	I

*) in VSG erforderlich

Sonstige Informationen

Anwendbarkeit	Zeltdach mit Mittelstütze nicht für Nachrüstungen geeignet	Abdeckung mit Betonplatte nur bei Behältern bis ca. 12 m Durchmesser realisierbar Zeltdach mit Mittelstütze nicht für Nachrüstungen geeignet
Verbreitung	neben Tiefbehältern übliches Verfahren	teilweiser Einbau in das Erdreich (ca. 1 m tief) ist neben Hochbehältern übliches Verfahren vollständiger Einbau mit überfahrbarer Betondecke hat in Ausnahmefällen (z. B. in beengter Hoflage) Bedeutung.

3.3.7 Behandlung und Ausbringung von Fest- und Flüssigmist

Markus Schwab

Behandlung von Wirtschaftsdüngern

Flüssigmist

Bei der Flüssigmistbehandlung stehen verschiedene Techniken zur Verfügung, jedoch haben derzeit nur zwei praxisrelevante Techniken eine gewisse Bedeutung. Diese Techniken zeichnen sich durch unterschiedliche relative Vorzüge in den ausgewählten Bewertungskategorien aus. Je nach Zielsetzung oder auch örtlichen Gegebenheiten besitzen die Techniken eine unterschiedliche Eignung für den landwirtschaftlichen Betrieb.

Festmist

Bei der Festmistlagerung handelt es sich um einen produktionstechnisch bedingten ersten Behandlungsschritt, der in jedem viehhaltenden Betrieb an unterschiedlichen Stellen durchgeführt wird. Bei dieser Behandlung erfolgen umfangreiche Umsetzungsprozesse im Festmistlager, auf die hier nicht näher eingegangen werden soll. Weitergehende Festmistbehandlungsverfahren spielen zur Zeit nur eine untergeordnete Rolle und können nicht in eine BVT-Kategorie eingeordnet werden.

Die Separierung kann in die BVT-Kategorie 0 und das Biogasverfahren in die Kategorie I eingestuft werden.

Ausbringung von Wirtschaftsdüngern

Flüssigmist

Zur Flüssigmistausbringung stehen derzeit vier verschiedene Techniken zur Verfügung. Diese Techniken zeichnen sich durch unterschiedliche relative Vorzüge in den ausgewählten Bewertungskategorien aus. Je nach Einsatzgebiet (Grünland, Ackerland bewachsen oder unbewachsen) oder auch örtlichen Gegebenheiten wie zum Beispiel unterschiedlich starken Hangneigungen der Verwertungsflächen für Wirtschaftsdünger besitzen die Techniken eine unterschiedliche Eignung für den landwirtschaftlichen Betrieb.

Unter Berücksichtigung aller vorliegenden Erkenntnisse ergibt sich die in Tabelle 11 wiedergegebene Einstufung. Der Schleppschlauchverteiler kann demnach in die Kategorie I, Schleppkufen-, Schleppscheibenverteiler und Gülleinjektor können demnach in die BVT-Kategorie II eingestuft werden.

Tab. 11: Beurteilung der Techniken zur Reduktion von Ammoniak-Verlusten bei/nach der Gülleausbringung

	Referenz (Breitverteiler)	Schlepp- Schlauch	Schlepp- kufe	Schlepp- scheibe	Gülle- injektor
Eignung					
Ackerland bewachsen	0	++	0	n. e.	n. e.
Ackerland unbewachsen	0	+	+	+	++
Grünland	0	0	++	++	n. e.
Umwelt- und Düngungsaspekte					
Ammoniakemission	100 %	70–90 %	30–50 %	20–40 %	10–20 %
Lachgasemissionen	0	0	0	0	--
Nitratauswaschung	0	0	0	0	0
Geruchsemission	0	+	+	++	++
Oberflächenabfluss	0	0	+	+	++
Düngungs- / Ertragseffekt	0	+	+	+	+
Aerosole	0	+	+	+	++
	0	+	+	+	+
Technische Aspekte					
Funktionssicherheit	0	0	-	-	-
Verteilungsgenauigkeit	0	++	++	++	++
Windanfälligkeit	0	++	++	++	++
Arbeitsbreite	0	+	-	-	--
Zugkraftbedarf	0	0	-	-	--
Hangeignung	0	-	-	--	--
Eignung verdichtete / schwer zu bearbeitende Böden	0	0	-	--	--
	0	+	0	0	-
Verbrauch					
Energie	0	0	-	-	--
Spezielle Grünland Aspekte					
Weide	0	-	+	+	n. e.
Grasverschmutzung,	0	-	+	++	n. e.
Silagequalität					
Narbenschäden	0	-	+	+	n. e.
	0	-	+	+	n. e.
Kosten					
Investition	0	-	--	--	--
Kosten pro m ³	0	0	-	-	-
Praktische Erfahrungen (Erkenntnisstand aus der Praxis)	0	0	-	-	-
BVT Kategorie	0 (I)¹⁾	I	II	II	II

Legende: 1) auf unbewachsenem Ackerland mit sofortiger Einarbeitung Kategorie I

++	= deutlich besser	-	= etwas schlechter
+	= etwas besser	--	= deutlich schlechter
0	= Referenz	n. e.	= nicht einsetzbar

Festmist

Zur Festmistausbringung wird in der Praxis verstärkt die beschriebene Technik verwendet. Sie zeichnet sich durch unterschiedliche relative Vor- und Nachteile gegenüber dem Referenzverfahren aus. Systembedingt führt der alleinige Einsatz des Tellerbreitstreuers zu keiner Reduktion der NH₃-Emissionen. In Kombination mit einer unmittelbaren Festmisteinarbeitung führt der Einsatz des Tellerbreitstreuers aufgrund der besseren Verteilgenauigkeit und der verminderten NH₃-Emissionen zu einer verbesserten Nährstoffausnutzung. Auf die Erstellung eines Datenblattes zur Einarbeitung wurde an dieser Stelle verzichtet, da die damit

erzielbaren Effekte bei der Wirtschaftsdüngerausbringung in der Literatur ausführlich beschrieben werden. Deshalb wurden erzielbare Effekte nur in Tabelle 12 aufgeführt.

Je nach Einsatzgebiet (Ausbringung von Hühnermist oder Schweinemist) oder auch örtlichen Gegebenheiten besitzt das Verfahren Tellerbreitstreuer und Einarbeitung eine unterschiedliche Eignung für den landwirtschaftlichen Betrieb.

Dungstreuer mit zwei oder vier stehenden Streuwalzen sind in die BVT-Kategorie I und Tellerbreitstreuer in die BVT-Kategorie I einzustufen.

Tab. 12: Beurteilung der Techniken zur Festmistausbringung

	Referenz (Dungstreuer mit 2 oder 4 stehenden Streuwalzen)	Tellerbreitstreuer
Eignung		
Geflügelkot / Geflügelmist	0	+
Schweinemist	0	0
Umwelt- und Düngungsaspekte		
Ammoniakemission	0	0
Lachgasemissionen	0	0
Nitratauswaschung	0	0
Geruchsemission	0	0
Düngungs- / Ertragseffekt	0	0
Staubentwicklung	0	-
	0	0
Technische Aspekte		
Funktionssicherheit	0	0
Verteilungsgenauigkeit	0	+
Windanfälligkeit	0	-
Arbeitsbreite	0	+
Zugkraftbedarf	0	0
	0	0
Spezielle Grünland Aspekte		
Grasverschmutzung	0	+
Narbenschäden	0	+
	0	+
Verbrauch		
Energie	0	0
Kosten		
Investition	0	-
Kosten pro m ³	0	0
Praktische Erfahrungen (Erkenntnisstand aus der Praxis)	0	0
BVT Kategorie	I	I

Legende:

++	= deutlich besser	-	= etwas schlechter
+	= etwas besser	--	= deutlich schlechter
0	= Referenz	n. e.	= nicht einsetzbar

4 Regelwerk zur Guten fachlichen Praxis der Ammoniak-Emissionsminderung in der Landwirtschaft und Projekt begleitende Arbeitsgruppe

Innerhalb eines Jahres nach Inkrafttreten des UN/ECE Multikomponenten-Protokolls (voraussichtlich im Jahre 2003) soll ein Regelwerk zur „Guten fachlichen Praxis der Emissionsminderung“ erstellt, publiziert und in Landwirtschaftskreisen verbreitet werden. Um die Inhalte der GfP Broschüre auf ein breites Expertenwissen zu stützen, wurde eine KTBL/UBA-Arbeitsgruppe mit zahlreichen Experten aus der Landwirtschaft, der Wissenschaft und Beratung gegründet.

Unter dem Begriff der „Guten fachlichen Praxis der Ammoniak-Emissionsminderung“ werden hierbei Maßnahmen verstanden,

- deren Wirkungsweise in der Wissenschaft als gesichert gilt,
- die aufgrund praktischer Erfahrungen als geeignet, angemessen und notwendig anerkannt sind,
- die von der amtlichen Beratung empfohlen werden und
- die dem sachkundigen Anwender bekannt sind.

Als wesentliche Grundlage für die Gute fachliche Praxis der Emissionsminderung wird das UN/ECE Papier „Framework advisory code of good agricultural practice for reducing ammonia emissions“ herangezogen. Experten aus den Niederlanden, der Schweiz, England und Deutschland haben hier die möglichen Minderungsoptionen zur Ammoniakemissionsminderung in der Landwirtschaft und die Hemmnisse bei der Umsetzung dargestellt. Darüber hinaus werden die Ergebnisse des Workshops „Praktikabilität und Wirtschaftlichkeit von Minderungsmaßnahmen und Gute fachliche Praxis der Emissionsminderung in der Tierhaltung“, der während des Symposiums im Bildungszentrum Kloster-Banz (s. Kap. 3.2.1) stattfand, berücksichtigt.

Für das nationale Papier zur Guten fachlichen Praxis der Emissionsminderung in der Landwirtschaft werden jeweils für Rinder, Schweine und Geflügel in den Themenbereichen Stall inkl. Lüftungssteuerung, Tierernährung, Lagerung und Ausbringung von Wirtschaftsdüngern sowie Weidehaltung die praxisfähigen Minderungsmaßnahmen beschrieben. Darüber hinaus werden die Themen Ökonomie (qualitative Bewertung), ökologische Tierhaltungsverfahren und Tierschutz in die Schrift einbezogen. Neben den „zumutbaren“ und praxisfähigen Techniken zur Emissionsminderung soll auch die Art und Weise, wie eine Tierhaltungsanlage in der Rinder- und Schweinehaltung emissionsmindernd betrieben werden kann, dargestellt werden. Die Empfehlungen zur Guten fachlichen Praxis der Emissionsminderung sollen für alle Betriebsgrößen gelten. Der Schwerpunkt der Beschreibung von Emissionsminderungsmaßnahmen wird im Bereich Ammoniak liegen, wobei die Auswirkungen auf die Methan- und Lachgas-Emissionen zu berücksichtigen sind.

Die Ausarbeitung wird als aid/KTBL/UBA Broschüre erscheinen und soll Landwirte, Berater, Genehmigungsbehörden aber auch die interessierte Öffentlichkeit ansprechen. Ziel der Schrift ist es, ein Problembewusstsein zum Thema Emissionen sowohl bei Landwirten als auch bei der Öffentlichkeit zu wecken und nachvollziehbare Optionen und Empfehlungen zur Erreichung der

Ammoniakminderung zu liefern. Beschrieben werden soll, was substanziellen Fortschritt bringt aber auch die Akzeptanz zur Umsetzung der Maßnahmen steigert.

Der derzeitige Entwurf der Schrift befindet sich im Anhang.

Die Arbeitsgruppe besteht aus folgenden Mitgliedern:

Herr Dr. M. Anger	Universität Bonn
Herr Dr. W. Berg	ATB Potsdam
Frau C. Berns	BMVEL, Berlin
Herr Dr. V. Bräutigam	aid, Bonn
Herr Dr. J. Clemens	Universität Bonn
Herr H. Döhler	KTBL Darmstadt
Frau F. Eichler	UBA, Berlin
Frau Dr. B. Eurich-Menden (GF)	KTBL, Darmstadt
Herr Dr. J. Hahne	FAL, Braunschweig
Herr Dr. E. Hartung (Vors.)	Universität Hohenheim
Herr Dr. K. Kempkens	LK Rheinland, Bonn
Herr Dr. H.-H. Kowalewsky	LK Weser-Ems, Oldenburg
Herr K. Kuhn	LK Westfalen-Lippe, Münster
Herrn Dr. Naser	Agrartechnik Weihenstephan
Herr Dr. L. Schrader	FAL, Braunschweig
Herr Dr. H. Spiekers	LK Rheinland, Bonn
Herr Prof. H. Van den Weghe	Universität Göttingen
Beratend:	
Herr Dr. R. Gutser	TU München

5 Ausblick

Aus den Vorträgen und den Diskussionen im Rahmen des Symposiums im Bildungszentrum Kloster-Banz und den Diskussionen innerhalb der KTBL-UBA-Arbeitsgruppe lässt sich folgender Handlungsbedarf für die Wissenschaft, die Agrartechnik-Industrie, die Beratung, die Genehmigungsbehörden und die Politik ableiten:

Wissenschaft:

Ammoniak

Im Bereich der Ammoniak-Emissionen aus der Schweine- und Geflügelhaltung konnte in den letzten Jahren ein erheblicher Wissensfortschritt erzielt werden. Insbesondere bei den konventionellen Haltungsverfahren in der Schweinehaltung ist die Datensicherheit in Bezug auf die Emissionsfaktoren für Ammoniak recht hoch. Auch im Bereich der Lagerung und Ausbringung können die Emissionsfaktoren und die potentiellen Minderungsmaßnahmen als wissenschaftlich gesichert angesehen werden. Für die Emissionsfaktoren und die Minderungsmaßnahmen besteht folgender Forschungsbedarf:

- Flüssigmistsysteme in der Rinderhaltung (Emissionsminderungsmaßnahmen im Laufstall)
- artgerechte Tierhaltungsverfahren in der Rinder-, Schweine- und Geflügelhaltung, insbesondere Festmistsysteme,
- Wirtschaftsdüngerbehandlung (Lagerung und Ausbringung) bei Festmistsystemen, insbesondere in Verbindung mit ökologischen Tierhaltungsverfahren auf Stroh.

Lachgas- und Methan

Hinsichtlich der Lachgas- und Methan-Emissionen besteht im Bereich der Tierhaltung erheblicher Forschungsbedarf

- bei der Entstehung der Wirtschaftsdünger im Stall,
- bei deren Lagerung, insbesondere auch für Festmistsysteme,
- bei der artgerechte Haltung von Rindern, Schweinen und Legehennen. Hier müssen weitere emissionsmindernde Haltungsverfahren erforscht und die technische Entwicklung zur Minderung der Emissionen vorangetrieben werden.
- Darüber hinaus sind die Wechselwirkungen von Emissionsminderungsmaßnahmen auf die Emission anderer klimawirksamer Gase noch genauer zu untersuchen.

Emissionsinventare

Für die Emissionsinventare lässt sich folgender Handlungsbedarf ableiten:

- Datenlücken schließen und die Datenqualität bei den Häufigkeitsverteilungen von einzelnen Haltungs-, Lagerungs- und Ausbringungsverfahren verbessern.
- Emissionsfaktoren in regelmäßigen Abständen überprüfen und mit dem neuesten Forschungsstand abgleichen.

- Entwicklung nationaler Methoden für die Berechnung von Spurengas-Emissionen:
 - Emissionen aus landwirtschaftlichen Böden und Pflanzen (alle Gase),
 - N₂O- und CH₄-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management,
 - Emissionen aus typischen Verfahren des organischen Landbaus,
 - Emissionen von Stäuben generell.
- Ermittlung Nichtlandwirtschaftliche Ammoniak-Emissionen
- Koordination aller an Emissions-Inventaren interessierten Personenkreise; mit dem Ziel einer gemeinsamen Diskussion und Abstimmung der anstehende Probleme
- Verbesserung der Einbindung der Bundesländer in die o.g. Diskussion
- Einrichtung einer Bund-Länder-Arbeitsgemeinschaft mit dem UBA als Koordinationsstelle
- Information der Bundesländer, über die Möglichkeit und sich daraus ergebende Vorteile die Inventare nach den beim UBA vorhandenen Rechenverfahren mit den darin vorgesehenen Methoden zu erstellen.
- Aufbau eines Monitoringprogramms für aus der Landwirtschaft stammende Spurengase und Stäube. Hier sind neben den finanziellen Fragen auch noch methodische Probleme zu klären.

Agrartechnik-Industrie

Im Bereich der Haltungsverfahren sind technische Entwicklungen notwendig, die zum einen die Ammoniak-Emissionen mindern und gleichzeitig auch die Anforderungen an eine artgerechte Haltung berücksichtigen.

Für die Behandlung und Ausbringung (insbesondere die Ausbringung in wachsenden Beständen) von Rinder-Flüssigmist besteht noch Entwicklungsbedarf.

Beratung

Die Emissionsminderungsmaßnahmen, die als gesichert angesehen werden können, sollten gezielt in die Praxis umgesetzt werden. Als gesicherte Maßnahmen gelten:

- die proteinangepasste Fütterung,
- die Abdeckung der Güllelager,
- die Ausbringung von Rinder- und Schweinegülle mit emissionsmindernden Techniken.

Genehmigungsbehörden

Beurteilung der Umweltwirkungen von Ammoniak in Genehmigungsverfahren landwirtschaftlicher Bauvorhaben

In folgenden Punkten besteht zu diesem Themengebiet weiterhin Handlungsbedarf:

- Festlegung repräsentativer und ausreichend differenzierter Emissionsdaten
- Entwicklung von Verfahren zur einfachen und orientierenden Voreinschätzung schädlicher Umwelteinwirkungen (Ermittlung von Anhaltspunkten) z.B. im Rahmen

der allgemeinen bzw. standortbezogen UVP-Vorprüfung und naturschutzrechtlichen Verträglichkeitsprüfung

- Festlegung eines methodischen Rahmens zur Sonderbeurteilung von Stickstoff-Depositionen
- Validierung der Modelle zur Ausbreitungsrechnung und der gesamten Beurteilungsmethode
- Ermittlung und Kartierung ausreichend regionalisierter Vorbelastungsdaten
- Festlegung von Beurteilungswerten für die Schädlichkeit der Umwelteinwirkungen, die ausreichend nach Biotoparten sowie den Schutz- und Vorsorgeanforderungen des BImSchG differenziert sind.

Politik

Emissionsminderung

- Schaffung der Voraussetzungen für die Umsetzung von Emissionsminderungsmaßnahmen.
- Implementierung von Fördermaßnahmen, insbesondere für neue Technologien und Verfahren. Dadurch könnten z.T. auch Mehrbelastungen abgemildert werden.
- Einführung von rechtlich verbindlichen Standards zur Guten fachlichen Praxis (GfP) der Emissionsminderung. Hierbei sollte jedoch berücksichtigt werden, dass diese Standards zwischen allen beteiligten Kreisen abzustimmen sind. Auch sollte eine Einführung der GfP langfristig angekündigt werden, um eine ausreichende Anpassungsphase zu gewährleisten.
- Weiterentwicklung von Standards zur Guten fachlichen Praxis.
- Einführung von rechtlich verbindlichen Auflagen, wie z. B. die Abdeckung von Güllelager, ist besonders in der Schweinehaltung als Maßnahmen zur Reduzierung der Ammoniak-Emissionen geeignet.

6 Zusammenfassung

Ziel des durchgeführten Symposiums, an dem rund 260 Experten der Agrar-, Ingenieur- und Umweltwissenschaften, Beratungs- und Genehmigungsbehörden, der Bundes- und Länderministerien aus dem In- und Ausland teilnahmen, war die Dokumentation des aktuellen Kenntnisstandes zu den Themengebieten Ammoniak-, Lachgas- und Methan-Emissionen aus der Tierhaltung sowie die Vorstellung der Besten Verfügbaren Techniken in der Intensivhaltung für Schweine und Geflügel (für nach der IVU-Richtlinie genehmigungsbedürftige Anlagen). Das Symposium hat verdeutlicht, dass hinsichtlich der Ammoniak-Emissionen von Schweine- und Geflügelställen sowie Lagerung und der Ausbringung von Gülle ein erheblicher Wissensfortschritt in den letzten 10 Jahren erzielt werden konnte. Dagegen sind deutliche Wissenslücken für Festmistsysteme, hier insbesondere bei der Entstehung der Emissionen im Stall und bei der Lagerung offensichtlich geworden. Zum Emissionsverhalten von Ammoniak in Rinderställen sind die Kenntnisse ebenfalls bei weitem nicht ausreichend. Dies gilt genauso für die Verfahren der Ökologischen Tierhaltung und der damit verbundenen Wirtschaftsdüngerbehandlungs- und -verwertungsverfahren. Zur Minderung der nationalen Ammoniak-Emissionen liegen die größten und kosteneffizientesten Minderungspotentiale in der proteinangepassten Fütterung in der Schweinehaltung, bei der Abdeckung der Lagerbehälter für Gülle und bei der Anwendung emissionsmindernder Ausbringtechniken für die flüssigen Wirtschaftsdünger.

Hinsichtlich der Lachgas- und Methan-Emissionen aus der Tierhaltung besteht bei der Entstehung der Wirtschaftsdünger im Stall und bei deren Lagerung noch weiterer Forschungsbedarf, insbesondere für Festmistsysteme. Auch die Wechselwirkungen von Emissionsminderungsmaßnahmen auf die Emission anderer klimawirksamer Gase bedürfen noch intensiver Forschungsarbeiten.

Bei der Vorstellung des Gutachtens zur Ermittlung der Besten Verfügbaren Techniken in der Intensivtierhaltung für Schweine und Geflügel wurde insbesondere die Dringlichkeit der Einbeziehung der Tiergerechtigkeit in den Bewertungsansatz diskutiert. Außerdem wurde der Bedarf für die Beschreibung der BVT für die nicht genehmigungsbedürftigen Tierhaltungsanlagen, also sowohl der Verfahren für die Schweine- und Geflügelhaltung, wegen des hohen Anteils an den Gesamtemissionen Deutschlands aber auch besonders für die Rinderhaltung herausgestellt.

In mehreren Workshops wurden die vorgestellten Erkenntnisse mit den Symposiums Teilnehmern diskutiert: Im Workshop „Minderungsmaßnahmen“ wurden aus den vorgestellten Minderungskonzepten Vorschläge für die Gute Fachliche Praxis der Ammoniak-Emissionsminderung in der Tierhaltung abgeleitet. Darauf aufbauend wird die Erstellung eines Entwurfs zur Guten fachlichen Praxis in Zusammenarbeit mit einer KTBL-UBA-Arbeitsgruppe erfolgen.

Für die Erhöhung der Genauigkeit des erstmals vorgestellten Emissionsinventars für die deutsche Landwirtschaft wurden im Workshop „Emissionsinventare“ zusätzliche Informationen zur Struktur der Tierhaltung in Deutschland und eine verbesserte statistische Datenbasis diskutiert.

Der Workshop „Genehmigungspraxis“ befasste sich mit der Beurteilung der umwelterheblichen Wirkung von Ammoniakimmissionen, die durch Tierhaltungen hervorgerufen werden.

Festgestellt wurde ein massiver Harmonisierungsbedarf für die Beurteilungsmethodik sowie ein erheblicher Forschungsbedarf zur Ermittlung der Transmissions- und Depositionsprozesse und deren Wirkung auf die betroffenen Ökosysteme.

7 Summary

The objective set for this symposium, with some 260 domestic and foreign experts from the agricultural, construction engineering and environmental sciences, from consulting and permit authorities, and from federal and state-level agencies and ministries, in attendance, was to arrive at a solid documentation of the current state of knowledge about the subjects of ammonia, nitrous oxide (laughing gas) and methane emissions from animal farming, and to present BAT's (Best Available Technologies) for intensive pig and poultry production (for units requiring official permit under the IVU guideline).

The symposium made it clear that, in as much as factual knowledge about ammonia emissions from pig and poultry houses as well as from liquid manure storage and field distribution are concerned, substantial progress has been made over the past ten years. That is contrasted, however, by the finding that distinct knowledge gaps obviously still exist in terms of emissions from solid manure regimes, specifically as relate to emissions generated inside such houses and by such manure when in storage.

Moreover, it also became clear that knowledge about ammonia's emission behavior in cattle housing is still far from sufficient. And this knowledge deficit statement equally holds true to methods and processes employed in ecological animal farming, including farm-own manure treatment and utilization methods associated with such farming systems. The greatest and most cost-efficient potentials of reducing the national ammonia emission load are seen to exist in protein-adapted pig feeding, in physically covering liquid manure storage facilities, and in employing emission-reducing techniques when liquid manure is distributed to the fields.

As regards nitrous oxide/laughing gas and methane emissions from animal farms, more research is needed into how such emissions are generated in context with farm manure produced in animal houses and from farm-own manure storage—and particularly so as regards solid manure systems. A need for more intensive research was also established with respect to how emission-reducing measures may interact with emissions of other climate-impacting gases.

Presenting the expert opinion on determining the Best Available Technologies for intensive pig and poultry farming brought on a discussion about an urgently needed integration of systems' animal compatibility/animal welfare and protection criteria into the underlying evaluation approaches. Finally, the symposium also addressed the need to describe BAT's for animal farm units not subject to official permit, pointing out that such BAT outlines are required for both, pig and poultry units, as well as cattle farms—particularly so in view of these units' high share in Germany's overall emission load.

Findings presented were discussed with and among the symposium's participants in several workshops. The one on Emission-Reducing Measures produced suggestions, derived from reduction concepts presented, for good agricultural practices in reducing animal farms' an-

monia emissions. Continuing on that base, a draft paper on good agricultural practice for reducing ammonia emissions will be prepared in cooperation with a KTBL/UBA work group.

To enhance the accuracy in estimating German agricultural emission inventory, in itself presented for the first time ever, the workshop on Emission Inventories went on to discuss the need for additional information input on the structure of German agriculture, and for an improved statistical data base.

The Permit Practice workshop addressed the subject of evaluating environmentally relevant effects of ammonia emissions caused by animal farm units. Here, a massive harmonization backlog in the area of evaluation methods employed was shown to exist, while a substantial need for more research was underscored with a view to allow transmission and deposition processes, and their effects on ecosystems under such influence, to be determined with greater precision.

8 Literatur

- AARNINK, A.J.A.; VAN DEN BERG, A.J.; KEEN, A.; HEEKSMA, P.; VERSTEGEN, M.W.A. (1996): Effect of Slatted Floor Area on Ammonia Emission and on the Excretory and Lying Behaviour of Growing Pigs. *J. agric. Engng. Res.* 64: 299-310
- ANGER, M., (2001): Kalkulation der umweltbelastenden Stickstoffverluste auf Dauergrünland und Bewertung des nachhaltigen Stickstoffeinsatzes im Grünlandbetrieb. Habilitationsschrift, Bonn, 290 S.
- ASMAN, W. (2002): Die Modellierung lokaler Ammoniak-Depositionen im Umfeld von Stallgebäuden. In KTBL (Hrsg.): Emissionen der Tierhaltung - Grundlagen, Wirkungen und Minderungsmaßnahmen. KTBL Schrift 406, Darmstadt, im Druck
- BLEEKER, A.; DRAAIJERS, G.P.J.; KLAP, J.M.; VAN JAARSVELD, J.A. (2000): Deposition of acidifying components and base cations in Germany in the period 1987-1995. Abschlussbericht des Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven, für das Umweltbundesamt, RIVM, Bilthoven, 124 S.
- BROK, DEN G.M.; VERDOES, N. (1997): Slurry cooling to reduce ammonia emission from pig houses. In: Ammonia and Odour Control from Animal Production Facilities, October 6-10, Vinkeloord. Voermans, J.A.M.; Monteny, G. (Eds.), Rosmalen, 441-457
- DÖHLER, H.; DÄMMGEN, U.; EURICH-MENDEN, B.; OSTERBURG, B.; LÜTTICH, M.; BERG, W.; BERGSCHMIDT, A.; BRUNSCH, R. (2002): Anpassung der deutschen Methodik zur rechnerischen Emissionsermittlung an internationale Richtlinien sowie Erfassung und Prognose der Ammoniak-Emissionen der deutschen Landwirtschaft und Szenarien zu deren Minderung bis zum Jahre 2010. Abschlussbericht im Auftrag von BMVEL und UBA. UBA-Texte 05/02, 192 S.
- EBERTSEDER, T.; GUTSER, R.; HEGE, U. (2001): So viel N darf verloren gehen. DLG-Mitteilungen 3/2001: 15-17
- ERISMAN, J.W.; BLEEKER, A.; VAN JAARSVELD, J.A. (1998a): Evaluation of ammonia emission abatement on the basis of measurements and model calculations. *Environ. Pollut.* 102, 269-274
- ERISMAN, J.W.; DRAAIJERS, G.P.J. (1995): Atmospheric deposition in relation to acidification and eutrophication. *Studies in Environmental Research* 63, Elsevier, Dordrecht, 405 S.
- ERISMAN, J.W.; VAN LEEUWEN, E.P.; SPRANGER, T. (1999): Erfassung der trockenen Deposition. In: Nagel, H.-D.; Gregor, H.-D. (Hrsg.): Ökologische Belastungsgrenzen- Critical

- Loads & Levels. Ein internationales Konzept für die Luftreinhaltepolitik. Springer, Berlin, 194-215
- EURICH-MENDEN, B.; DÖHLER, H.; FRITZSCHE, S.; SCHWAB, M. (2002): Kosten ausgewählter Ammoniak-Emissionminderungsmaßnahmen. In: KTBL (Hrsg.) Emissionen der Tierhaltung - Grundlagen, Wirkungen und Minderungsmaßnahmen. KTBL Schrift 406, Darmstadt, im Druck
- FREIBAUER, A (2001): Greenhouse gases and agriculture in Europe - Today and in the future. Conclusions of the Conference "„Food Chain 2001", 14-16 March, Uppsala, Sweden
- GAUGER, T.; KÖBLE, R.; SMIA TEK, G. (1999): Erfassung der nassen Deposition. In: Nagel, H.-D.; Gregor, H.-D. (Hrsg.): Ökologische Belastungsgrenzen- Critical Loads & Levels. Ein internationales Konzept für die Luftreinhaltepolitik. Springer, Berlin, 171-194
- GUTSER, R.; MATTHES, U. (2001): Neuer Rahmen für den Ackerbau: Wunsch und Wirklichkeit. DLG-Mitteilungen 3/2001: 12-14
- ISERMANN, K.; ISERMANN, R. (1995): Tolerierbare Emissionen des Stickstoffs einer nachhaltigen Landwirtschaft, ausgerichtet an den kritischen Eintragsraten der naturnahen Ökosysteme. Mitteilgn. Dtsch. Bodenkundl. Gesellschaft 76: 547-550
- ISERMANN, K.; ISERMANN, R. (1996c): Tolerierbare Nährstoffsalden der Landwirtschaft ausgerichtet an den kritischen Eintragsraten und -konzentrationen der naturnahen Ökosysteme. Fachtagung "Umweltverträgliche Pflanzenproduktion - Indikatoren, Bilanzierungsansätze und ihre Einbindung in Ökobilanzen " der Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU) am 11./12. Juli 1996 in Wittenberg. Tagungsband: Initiativen zum Umweltschutz 5 (1997) Hrsg.: Deutsche Bundesstiftung Umwelt, Osnabrück: 127-159
- JACOBSEN, H.A.; JONSON, J.E.; BERGE, E. (1996): Transport and deposition calculations of sulphur and nitrogen compounds in Europe for 1992 in the 50 km grid by use of the Eulerian model. EMEP/MSC-W Note 2/96. Report no. 34. Meteorological Synthesizing Centre West. Det Norske Meteorologiske Institutt, Blindern. 70 S.
- KÖBLER, R.; GAUGER, T.; SMIA TEK, G. (1999): FLÄCHENHAFTE GESAMTDEPOSITION. IN: NAGEL, H.-D.; GREGOR, H.-D. (Hrsg.): Ökologische Belastungsgrenzen- Critical Loads & Levels. Ein internationales Konzept für die Luftreinhaltepolitik. Springer, Berlin, 216-223
- KTBL e.V. (Hrsg.) (1998): Bau- und umweltrechtliche Rahmenbedingungen der Veredelungsproduktion. KTBL-Arbeitspapier 265, Darmstadt
- MENZI, H.; DÄMMGEN, U.; DÖHLER, H. (2002): Emissionsinventare für Ammoniak, Methan und Lachgas. In KTBL (Hrsg.): Emissionen der Tierhaltung - Grundlagen, Wirkungen und Minderungsmaßnahmen. KTBL Schrift 406, Darmstadt, im Druck
- MENZI, H.; FRICK, R.; KAUFMANN, R. (1997): Ammoniak-Emissionen in der Schweiz: Ausmaß und technische Beurteilung des Reduktionspotentials. Schriftenreihe 26 der Eidgenössischen Forschungsanstalt für Agrarökologie und Landbau (FAL): 107 S
- NI, J. (1998): Emission of Carbon Dioxide and Ammonia from Mechanically Ventilated Pig House. PhD-Thesis Nr. 338, Katholieke Universiteit Leuven, Belgien
- NI, J. (1999): Mechanistic Models of Ammonia Release from Liquid Manure: a Review. J. agric. Engng. Res. ,72:, 1-17
- REGULIN, K.; GRIMM, E. (2002): Beurteilung der Umweltwirkungen von Ammoniak in Genehmigungsverfahren landwirtschaftlicher Bauvorhaben – rechtliche Grundlagen und Methoden. In KTBL (Hrsg.): Emissionen der Tierhaltung - Grundlagen, Wirkungen und Minderungsmaßnahmen. KTBL Schrift 406, Darmstadt, im Druck

- SCHMID, M.; NEFTEL, A.; FUHRER, J. (2000): Lachgasemissionen aus der Schweizer Landwirtschaft. Schriftenreihe 33 der Eidgenössischen Forschungsanstalt für Agrarökologie und Landbau (FAL): 131 S.
- SCHOLEFIELD, D.; LOCKYER, D.R.; WHITEHEAD, D.C.; TYSON, K.C. (1991): A model to predict transformations and losses of nitrogen in UK pastures grazed by beef cattle. *Plant and Soil* 132, 165-177
- SCHUMACHER, I. (1999): Vorläufiger Versuchsbericht zur Lagerung von Gülle und Kofermentationssubstrate im Rahmen des DBU Vorhabens Untersuchung der Emission direkt und indirekt klimawirksamer Spurengase (NH_3 , N_2O und CH_4) nach Ausbringung von Kofermentationsrückständen sowie Entwicklung von Verminderungsstrategien, Zwischenbericht, 15.
- SINGLES, R.; SUTTON, M.A.; WESTON, K.J. (1998): A multi-layer model to describe the atmospheric transport and deposition of ammonia in Great Britain. *Atmos. Environ.* 32, 393-399
- SOMMER, S.-G.; MÖLLER H.-B.; PETERSEN S.-O. (2001): Reduktion af drivhusgasemission fra gylle og organisk affald ved biogasbehandling; DJF rapport Nr. 31 (Danmarks JordbrugsForskning)
- SUTTON, M.A.; ASMAN, W.A.H.; ELLERMAN, T.; VAN JAARSVELD, J.A.; ACKER, K.; ANEJY, V.; DUYZER, J.; HORVATH, L.; PARAMOV, S.; MITOSINKOVA, M.; TANG, Y S.; ACHERMANN, B.; GAUGER, T.; BARTNIKI, J.; NEFTEL, A.; ERISMAN, J.W. (2002): Establishing the link between ammonia emission control and measurements of reduced nitrogen
- UBA (1995): Nachhaltiges Deutschland: 355 S.
- UN/ECE (1999): Control options/techniques for preventing and abating emissions of reduced nitrogen compounds. UN/ECE executive body for the convention on long-range transboundary air pollution, Working Group on Strategies, EB.AIR/WH.5/1999/8, Genf. 30 S.
- VAN DEN WEGHE, H.F.A.; KAISER, S. (1998): Effect of Low Crude Protein Level in Different Phase Feeding Strategies on Indoor Air Quality and Ammonia Emission Rates of Finishing Pig Facilities. In: Book of Abstracts of the 49th Annual Meeting of the European Association for Animal Production, 24-27 August 1998, Warsaw, Poland: 135
- VAN LEEUWEN, E.P.; DRAAIJERS, G.P.J.; DE JONG, P.G.H.; ERISMAN, J.W. (1996): Mapping dry deposition of acidifying components and base cations on a small scale in Germany. RIVM Report No. 722 108 012. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven.
- WULF, S.; BERGMANN, S.; MAETING, M.; CLEMENS, J. (2001): Simultaneous measurement of NH_3 , N_2O and CH_4 to assess efficiency of trace gas emission abatement after slurry application. *Phyton*, 41, 131-142.

9 Anhang

Gute fachliche Praxis der Ammoniak-Emissionminderung in der Landwirtschaft

Gliederung der Broschüre

Vorwort

Politischer Hintergrund:

- Göteborg-Protokoll im Rahmen des Genfer Luftreinhalteabkommens (eigentlicher Anlass der Veröffentlichung von Richtlinie der guten fachlichen Praxis EU-NEC-Richtlinie)
- EU-IVU-Richtlinie „beste verfügbare Techniken“, EPER
- Novellierung TA-Luft
- Novellierung BImSchG (Artikelgesetz)
- Querverweis auf EU-Nitrat-RL und DüngeVO

1.1 Ökologische Effekte von Emissionen

- naturnahe Ökosysteme, Versauerung, Eutrophierung
-

1 Einleitung

- mit Vertiefung des Göteborg-Protokolls und der Verpflichtung Richtlinien der guten fachlichen Praxis auf nationaler Ebene zu publizieren
 - Adressaten (Landwirte, Berater, Behörden, Öffentlichkeit)
-

2 Allgemeine Darstellung des N-Kreislaufs mit Wechselwirkungen

- Stickstoffkreislauf allgemein, Beschreibung der Wechselwirkungen mit Klimagasen
-

3 Grundsätze zur Steigerung der N-Effizienz im landwirtschaftlichen Betrieb

- Stickstoffkreislauf im Betrieb, Verlustquellen, Bedeutung der Pfade für Ammoniakverluste in Tier- und Pflanzenproduktion
 - Grundsätze der ausgewogenen N-Düngung auf Acker und Grünland
 - Allgemeine Empfehlungen zur Optimierung des N-Managements (z B. zeit- und bedarfsgerechte Düngung, bedarfsgerechte Fütterung)
-

4 Futter und Fütterung

4.1 Futterbau und Futterkonservierung

- Flächennutzung
 - Beeinflussung der Futterinhaltsstoffe über:
 - Sortenauswahl/Nutzungssystem
 - Düngung
 - Futterkonservierung und –lagerung
-

4.2 Nährstoffausscheidung und Leistung

4.3 Nährstoff angepasste Fütterung

- Füttern nach Bedarf
- Füttern mit System

4.4 Rinder (Wiederkäuer)

- Milcherzeugung:
 - a) mikrobielle N-Ausnutzung optimieren
 - b) Einsatz behandelter Proteine
 - Fleischerzeugung:
 - Rohproteinüberschüsse vermeiden
-

4.5 Schweine

- a) Phasenfütterung
 - b) Optimierung der Aminosäureversorgung
 - c) Verschiebung der N-Ausscheidung Kot/Harn
-

4.6 Geflügel (Eiererzeugung, Hähnchenmast, Putenmast, getrennt behandelt)

- a) Phasenfütterung
 - b) Optimierung der Aminosäureversorgung
-

4.7 Möglichkeiten der Umsetzung und Kontrolle (oder Überprüfung)

Tabelle: Minderungsmaßnahmen und deren Bewertung

Kosten: hoch, mittel, gering
mögliche Effekte in 5 % Schritten

5 Haltungungsverfahren

5.1 Grundsätze:

- Trennung der Funktionsbereiche (auch Laufhöfe bei alternativen Haltungsformen);
 - sauberer Stall: verschmutzte Flächen vermeiden, Wirtschaftsdünger möglichst schnell und gründlich aus dem Stall abführen;
 - Stallklima optimieren, insbesondere Beschreibung der Stalllüftung Abstand der Gülle zur Oberfläche
-
- Fest- und Flüssigmistverfahren beschreiben, ebenso alternative Haltungsverfahren
 - kurze knappe Beschreibung der Verfahren, Minderungsmöglichkeiten beschreiben
-

5.2 Rinder (Milchvieh und Fleischerzeugung getrennt beschreiben)

- Anbindehaltung – (Boxen)-Laufstall
 - eingestreute – nicht eingestreute Verfahren
 - Option Weide
-

5.3 Mastschweine, inkl. Ferkelaufzucht

- Großgruppe – Kleingruppe
 - Teilspaltenböden – Vollspaltenböden
 - Außenklimaställe – vollklimatisierte Ställe
 - kurzer Absatz über neue Entwicklungen in anderen europäischen Staaten sollte eingefügt werden, kein gfP (Italien, England, Niederlande)
-

5.4 Zuchtsauen

- Eingestreute – nicht eingestreute Verfahren
 - Einzelhaltung – Gruppenhaltung
 - kurzer Absatz über neue Entwicklungen in anderen europäischen Staaten sollte eingefügt werden, kein gfP (z. B: Pfannensystem, NL)
-

5.5 Legehennen

- Emissionen Käfighaltung – Tierschutzkonflikt, Gesetzeslage muss beachtet werden (Übergangsfristen)
 - Boden und Volierensystem höhere Emissionen, besser hinsichtlich artgerechter Haltung
-

5.6 Mastgeflügel (Hähnchen, Enten, Puten)

- trockene Mistmatratzen und regelmäßige Einstreu, andere Maßnahmen wie Trampolin-Böden haben sich nicht durchgesetzt, da andere Verluste und Staubkonzentrationen steigen
-

6 Wirtschaftsdüngermanagement

6.1 Allgemeine Grundsätze zum Wirtschaftsdüngermanagement

- ausreichend Lagerkapazität als Grundmaßnahme
 - Nährstoffanalyse
 - Homogenisierung
 - Biogasgülle
-

6.2 Wirtschaftsdüngerlagerung

6.2.1 Gülle

- Abdeckung mit natürlicher und künstliche Schwimmdecke (Stroh, LECA usw.), Folien, Zeltdach, Betondecke
- Befüllen des Behälters
- Querverweis zu Methan und Lachgas-Emissionen
- sehr kurzer Hinweis zu Additiven: kein GfP

6.2.2 Festmist

- wenig Ansätze
- Größe und Form der Festmiststapel
- C/N-Verhältnis

6.2.3 Geflügelkot

- Trocknung, Management vorgetrockneten Materials, Tunnelnach Trocknung, (nachgeschaltete Abluftreinigung)
-

6.3 Ausbringung Wirtschaftsdünger

6.3.1 Allgemeine Grundsätze bei der Ausbringung

- optimale Termine bei der Ausbringung: niedrige Temperaturen, bewölkter Himmel, Regen
- unmittelbar an Ausbringung erfolgende Einarbeitung, begrenzende Faktoren
- Tabelle mit Vor- und Nachteilen

6.3.2 Technik Gülle und Jauche

- Schleppschlauch, Schleppschuh, Schlitzgeräte, Güllegrubber
- Tabelle mit Vor- und Nachteilen differenziert nach Acker- und Grünland
- Querverweis zu Methan und Lachgas-Emissionen

6.3.3 Technik Festmist, Trockenkot

7 Mineralische N-Dünger

- KAS, NP Dünger mit geringem Potential, wenn nicht auf Böden mit hohem pH-Wert ausgebracht
 - Harnstoff mit hohem Ausgasungspotential
 - Minderung durch Einarbeitung, Ausbringung bei kühler Witterung, insgesamt nur begrenzte Möglichkeiten
 - AHL-Lösung keine Infos
-

8 Beispiele für NH₃-Management

- gesamter Lebensweg Stall, Lager, Ausbringung
 - je ein Beispiel für Rinderhaltung und Schweinehaltung, womit gezeigt werden kann, dass Minderung in großen Schweinemastbetrieben auf lange Sicht sehr effektiv sein kann, während im Rinderbereich eher nur bei Ausbringung gute Möglichkeiten bestehen
-

9 Zusammenfassendes Maßnahmenkapitel

- alle Maßnahmen kurz und prägnant auflisten
-

Anhang

- zitierte Literatur (kurz)
 - Vorschläge für weitergehende Lektüre
 - Adressen für weitere Informationen (Verbände, Institutionen)
 - „Internet-Glossar“
-