

# Emissionen aus der Tierhaltung - Stand und zukünftige Entwicklung

N. MITTERBÖCK

In diesem Beitrag soll auf luftgetragene Emissionen aus der landwirtschaftlichen Tierhaltung eingegangen werden, denen in letzter Zeit immer mehr Bedeutung zukommt. Diese Emissionen entstehen während des gesamten Prozesses beginnend von der Futterproduktion, über die eigentliche Tierhaltung bis hin zur Verwertung von Gülle bzw. Festmist als Wirtschaftsdünger. Das Ausmaß der Emissionen ist u.a. abhängig von den Tieren selbst und den Haltungssystemen, d.h. einerseits von der Manipulation von Kot und Harn im Stall und andererseits von der Lagerung des Mistes. Es handelt sich sowohl um klimarelevante Emissionen als auch um Emissionen mit ökologischen Auswirkungen im kontinentalen Maßstab, aber auch im unmittelbaren Nahbereich.

Die Landwirtschaft ist Hauptbetroffener des globalen Klimawandels, allerdings auch direkt bei Methan und Lachgas sowie indirekt bei Ammoniak über den Stickstoffkreislauf Mitverursacher des Klimawandels. Die Emissionen aus der Landwirtschaft machen gemäß Kyoto-Fortschrittsbericht 2004 7.863 Gg CO<sub>2</sub>-Äquivalente aus, das sind etwa neun Prozent der gesamten Treibhausgasemissionen [1]. Die sektoralen Emissionen sind seit 2003 weiter um rund zwei Prozent gesunken, seit 1990 haben sie um rund 14 Prozent abgenommen.

Methan entsteht bei organischen Gär- und Zersetzungsprozessen. Das im Sektor Landwirtschaft emittierte Methan

wird im Wesentlichen im Verdauungsstrakt von Wiederkäuern (Rindern) produziert sowie bei der Lagerung von organischem Dünger freigesetzt.

Die Methanemissionen aus dem Verdauungsstrakt von Rindern machen 3,4 Prozent aller Treibhausgasemissionen in Österreich aus. Sie sind seit 1990 um 13,7 Prozent gesunken. Hauptverantwortlich für diesen Trend ist der Rückgang der Rinderzahlen um 21 Prozent.

Lachgasemissionen entstehen durch Denitrifikation unter anoxischen Bedingungen. Die Lagerung von organischem Dünger und die Düngung landwirtschaftlicher Böden sind die beiden Hauptquellen. Die Lachgasemissionen aus der Düngung machen 3,1 Prozent der gesamten Treibhausgasemissionen aus.

Sie haben seit 1990 um 14,5 Prozent abgenommen, allein im Vergleich zum Vorjahr war ein Rückgang um 4,2 Prozent zu verzeichnen. Die Hälfte der gesamten Lachgasemissionen Österreichs stammt aus landwirtschaftlich genutzten Böden, deren Stickstoffgehalt durch die Aufbringung von Stickstoffdüngern (Mineraldünger, Gülle) erhöht ist.

Die sinkenden Lachgasemissionen resultieren vorwiegend aus dem verringerten Einsatz von Mineraldünger (Abnahme um 29 Prozent seit 1990), aber auch vom reduzierten Gülleeinsatz (Abnahme um neun Prozent).

Im Folgenden wird speziell auf die Problematik der Ammoniakemissionen eingegangen:

Historisch gesehen beschäftigt sich Österreich im Rahmen der United Nations Economic Commission for Europe (UN ECE) schon sehr lange mit der Problematik der weiträumigen Luftverunreinigungen. Auf der Grundlage der Genfer „Konvention über weiträumige grenzüberschreitende Luftverunreinigung“ (CLRTAP) [2] sind in mehreren Protokollen internationale Verpflichtungen zur Reduzierung der Emissionen von Luftschadstoffen vereinbart worden. Im Übereinkommen wurde festgelegt, dass die Staaten geeignete politische Maßnahmen und Strategien erarbeiten und umsetzen, insbesondere Luftreinhaltemaßnahmen. Als weiträumige grenzüberschreitende Luftverunreinigung wurde die Freisetzung von Stoffen oder Energie durch den Menschen in die Atmosphäre definiert, wobei diese Luftverunreinigungen schädliche Auswirkungen auf die Gesundheit, die Umwelt oder Sachwerte in einem anderen Land nach sich ziehen und es nicht möglich ist, die Beiträge einzelner oder kollektiver Schadstoffemissionsquellen gegeneinander abzugrenzen. In der Konvention verpflichten sich die Vertragsparteien (d. h. die Staaten bzw. die Europäische Gemeinschaft, welche das Übereinkommen ratifiziert haben), ihre Luftschadstoffemissionen nach und nach zu begrenzen bzw. zu verringern und vorbeugende Maßnahmen gegen diese Emissionen zu ergreifen. Die Vertragsparteien müssen regelmäßig (mindestens einmal

Sektor Landwirtschaft	Anteil an den gesamten Treibhausgasen			Veränderung zum Vorjahr		Veränderung seit 1990		Anteil an den gesamten Emissionen 2004
	8,6 %			-1,8 %		-13,8 %		
Die Hauptverursacher des Landwirtschaftssektors (1000 Tonnen Kohlendioxid-Äquivalente)				Veränderung 2003-2004		Veränderung 1990-2004		
Hauptverursacher	1990	2003	2004	Absolut	Relativ	Absolut	Relativ	
Verdauung der Wiederkäuer (Methan)	3.561	3.061	3.072	11	0,4 %	-489	-13,7 %	3,4 %
Düngung landwirtschaftlicher Böden (Lachgas)	3.287	2.934	2.812	-122	-4,2 %	-475	-14,5 %	3,1 %
Güllemanagement (Methan)	1.060	907	880	-27	-3,0 %	-181	-17,0 %	1,0 %
Güllemanagement (Lachgas)	1.005	889	886	-3	-0,4 %	-119	-11,8 %	1,0 %

**Autor:** Dipl.-Ing. Nora MITTERBÖCK, Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Abteilung Immissionsschutz, Stubenbastei 5, A-1010 WIEN

jährlich) zur Evaluierung der erreichten Fortschritte und zur Abstimmung zu Themenbereichen zusammenkommen.

Die CLRTAP trat 1983 als erstes international rechtsverbindliches Instrument zur Verringerung der Emission von Luftschadstoffen in Kraft.

Die Konvention wird durch acht Protokolle zu folgenden Bereichen ergänzt:

- Genfer-Protokoll über die langfristige Finanzierung des Programms über die Zusammenarbeit bei der Messung und Bewertung der weiträumigen Übertragung von luftverunreinigenden Stoffen in Europa (EMEP) - Unterzeichnung des Protokolls im Jahr 1984, in Kraft getreten im Jahr 1988.
- Helsinki-Protokoll über die Verringerung der Schwefelemissionen um mindestens dreißig Prozent - Unterzeichnung des Protokolls im Jahr 1985, in Kraft getreten im Jahr 1987.
- Sofia-Protokoll zur Kontrolle der Stickoxidemissionen oder deren grenzüberschreitender Stoffströme - Unterzeichnung des Protokolls im Jahr 1988, in Kraft getreten im Jahr 1991.
- Genfer-Protokoll über flüchtige organische Verbindungen (VOC) - Unterzeichnung des Protokolls im Jahr 1991, in Kraft getreten im Jahr 1997.
- Oslo-Protokoll zur weiteren Verringerung der Schwefelemissionen. Unterzeichnung des Protokolls im Jahr 1994, in Kraft getreten im Jahr 1998.
- Aarhus-Protokoll über persistente organische Schadstoffe (POPs) - Unterzeichnung des Protokolls im Jahr 1998, in Kraft getreten im Jahr 2003.
- Aarhus-Protokoll über die Schwermetalle - Unterzeichnung des Protokolls im Jahr 1998, in Kraft getreten im Jahr 2003.
- Göteborg-Protokoll zur Vermeidung von Versauerung und Eutrophierung sowie des Entstehens von bodennahem Ozon - Unterzeichnung des Protokolls im Jahr 1999, in Kraft getreten im Jahr 2005. Das Protokoll legt Grenzen für die jährlichen Emissionshöchstmengen für die Schadstoffe SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, VOC und NH<sub>3</sub> für das Jahr 2010 fest.

Auch die Europäische Union hat, teilweise als Folge internationaler Ab-

kommen, eine Vielzahl an Richtlinien und Tochterrichtlinien zur Luftreinhaltung erlassen, die von den Mitgliedsstaaten innerhalb einer definierten Frist in nationales Recht umgesetzt werden müssen. Wichtige Beispiele sind die Richtlinie über die Beurteilung und die Kontrolle der Luftqualität (Rahmenrichtlinie Luft) [3] und die Richtlinie über nationale Emissionshöchstmengen für bestimmte Luftschadstoffe (nach der englischen Bezeichnung „national emission ceilings“ auch als „NEC-Richtlinie“ bekannt) [4].

Die Rahmenrichtlinie Luft legt die Grundsätze einer gemeinsamen Strategie zur Erreichung der folgenden Ziele fest:

- Beschreibung von Zielen für die Luftqualität, um schädliche Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit und die Umwelt zu vermeiden oder zu vermindern
- Bewertung der Luftqualität in den Mitgliedstaaten
- Aufklärung der Öffentlichkeit, u.a. durch Festlegung von Alarmschwellen sowie
- Verbesserung der Luftqualität, wenn diese nicht zufrieden stellend ist.

Mit der NEC-Richtlinie regelt die Europäische Union nationale Emissionshöchstgrenzen für versauernde und eutrophierende Schadstoffe sowie für Ozonvorläufer, um den Schutz der Umwelt und der menschlichen Gesundheit gegen die mit diesen Schadstoffen einhergehenden Gefahren zu verbessern. Die Deposition säurebildender Schadstoffe (SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> und NH<sub>3</sub>) auf Vegetation, Oberflächengewässer, Böden, Gebäude und Baudenkmäler verringert das Säurebindungsvermögen in Seen und Flüssen und hat ernsthafte Auswirkungen auf Tier- und Pflanzenpopulationen. Ferner macht die Versauerung zahlreiche Wälder anfällig für Trockenheit,

Krankheiten und Insektenbefall. Die Versorgung der Böden mit Stickstoff spielt bei der Ernährung von Pflanzen eine wesentliche Rolle. Allerdings ist der Stickstoffbedarf der einzelnen Pflanzenarten unterschiedlich hoch. Die Deposition von Stickstoffverbindungen aus der Atmosphäre führt zu Veränderungen terrestrischer und aquatischer Ökosysteme und somit zu Veränderungen der Zusammensetzung der Pflanzengesellschaften und der biologischen Vielfalt. In der NEC-Richtlinie sind für die einzelnen Mitgliedstaaten verbindliche nationale Emissionshöchstgrenzen für Schwefeldioxid, Stickoxide, flüchtige organische Verbindungen ohne Methan und Ammoniak ab dem Jahr 2010 festgelegt.

Die Mitgliedstaaten sind gemäß NEC-Richtlinie verpflichtet, nationale Emissionsinventuren und Emissionsprognosen zu erarbeiten und zu aktualisieren. Diese müssen jährlich bis spätestens 31. Dezember der Kommission und der Europäischen Umweltagentur vorgelegt werden. Zudem mussten die Mitgliedstaaten bis zum 1. Oktober 2002 Programme für die fortlaufende Minderung ihrer nationalen jährlichen Emissionen aufstellen. Diese Programme müssen nun im Jahr 2006 aktualisiert und überarbeitet werden.

Die NEC-Richtlinie wurde in Österreich mit dem Emissionshöchstmengengesetz-Luft (EG-L) [5] in nationales Recht umgesetzt, das am 12. Juni 2003 in Kraft trat.

Für Österreich gelten folgende Emissionshöchstgrenzen:

SO <sub>2</sub>	39 Gg/a
NO <sub>x</sub>	103 Gg/a
VOC	159 Gg/a
NH <sub>3</sub>	66 Gg/a

In Österreich ist die Umweltbundesamt GmbH laut Umweltkontrollgesetz [6] für das Erstellen der Emissionsinventuren verantwortlich. Um nationale und inter-

#### Emissionstrends von SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, NMVOC und NH<sub>3</sub> 1990-2004

Nationale Gesamtemissionen gemäß UN-Übereinkommen über weiträumige grenzüberschreitende Luftverunreinigung [Gg]

	1990	1995	2000	2001	2002	2003	2004
SO <sub>2</sub>	74,23	46,82	31,50	32,86	32,83	33,38	28,89
NO <sub>x</sub>	211,59	192,58	203,90	213,18	219,73	230,01	226,91
NMVOC	284,37	220,66	179,15	182,04	176,09	175,38	172,20
NH <sub>3</sub>	68,65	70,43	65,58	65,34	64,17	64,80	63,84

## Österreichs NEC-Gas-Emissionen 1990-2004 und Ziele 2010 gemäß NEC-Richtlinie 2001/81/EC

	Emissionen in Tausend Tonnen [Gg]						Emissionshöchstmenge in Tausend Tonnen [Gg]	
	1990	1995	2000	2001	2002	2003	2004	2010
SO <sub>2</sub>	74,78	46,65	31,05	32,29	32,15	32,62	28,22	39
NO <sub>x</sub>	221,26	190,18	171,93	171,69	168,47	168,91	164,19	103
NMVOG	284,62	221,02	178,03	180,03	172,87	171,38	168,14	159
NH <sub>3</sub>	68,65	70,48	65,62	65,29	63,96	64,51	63,54	66

nationale Verpflichtungen zu erfüllen, wird jährlich die Österreichische Luftschadstoff-Inventur (OLI) erstellt. Die CLRTAP definiert Standards für das Berichten der Emissionen. Das gemeinsame Handbuch von EMEP/CORINAIR [7] legt entsprechende Methoden fest, wobei auch das Abschätzen von Unsicherheiten verpflichtend geregelt ist. Dies liefert einen wertvollen Hinweis, in welchen Bereichen Emissionsinventuren verbessert werden sollten.

Die folgende *Tabelle* aus dem UBA-Bericht „Austria's National Air Emission Inventory 1990-2004“ [8] zeigt den Trend der österreichischen Gesamtemissionen ab dem Jahr 1990 bis 2004 in Tausend Tonnen Gesamtmasse.

Diese nationalen Gesamtemissionen wurden auf Basis der in Österreich verkauften Treibstoffe errechnet. Dabei ist zu beachten, dass in Österreich in den letzten Jahren ein beachtlicher Teil der verkauften Treibstoffmenge im Inland getankt, jedoch im Ausland verfahren wurde (so genannter Tanktourismus ins Inland). Gemäß Artikel 2 (1) der NEC-Richtlinie gilt die Richtlinie für Emissionen von Schadstoffen im Gebiet der Mitgliedstaaten. Die folgende *Tabelle* zeigt daher die österreichischen Gesamtemissionen ohne Tanktourismus für einen Vergleich mit den Nationalen Emissionshöchstmengen der NEC-Richtlinie. Diese Emissionen sind Österreichs offizielle Inventurdaten gemäß Artikel 8 (1) der NEC-Richtlinie. Es folgt daher eine zusätzliche Tabelle mit den Emissionen ohne Tanktourismus, um einen Vergleich mit den Nationalen Emissionshöchstmengen zu ermöglichen.

Der ökologisch relevante Schadstoff aus der Landwirtschaft in der NEC-Richtlinie ist Ammoniak. Die Schadwirkungen sind vielfältig. Primär ist Ammoniak wie oben erwähnt für die Bildung versauernder und eutrophierender Schadstoffe verantwortlich, darüber hinaus aber auch für die Bildung sekundärer Partikel. Die

Ammoniakemissionen Österreichs haben rückläufige Tendenz. Sie nahmen im Zeitraum 1990 bis 2004 (ohne Tanktourismusanteile) um insgesamt 7 % auf etwa 63,84 Gg ab. Hauptverantwortlich für diese Entwicklung sind der rückläufige Viehbestand und der damit einhergehende geringere Anfall von organischem Dünger. 60,50 Gg, das sind rund 95 % der Ammoniakemissionen Österreichs stammten 2004 aus der Landwirtschaft, der Großteil davon kommt aus der Nutztierhaltung und dem Gülle-Management. Die NH<sub>3</sub>-Emissionen Österreichs liegen derzeit somit unter den Zielen gemäß Göteborg-Protokoll und Emissionshöchstmengengesetz-Luft.

Grundlage für die Berechnung der Ammoniakemissionen aus der Landwirtschaft sind die statistischen Tierbestandsdaten, der Düngemittelverbrauch bzw. die Düngemittelproduktion sowie entsprechende NH<sub>3</sub>-Emissionsfaktoren pro Tier bzw. Tiergruppe. Je nach Berechnungsverfahren und Differenzierungsgrad der Emissionsfaktoren finden Halteformen und Bestandsgröße der Tiere sowie die Lagerung und Ausbringung des Wirtschaftsdüngers Berücksichtigung. Es spielt daher die Kenntnis der Tierhaltung und des Wirtschaftsdünger-Managements eine große Rolle. Sie ist Voraussetzung für das realitätsnahe Abschätzen von Emissionen. In der österreichischen Inventur werden die NH<sub>3</sub>-Emissionen von Rindern und Schweinen mit einer sehr genauen Methode abgeschätzt. Für die übrigen Tierkategorien, die in Österreich eine untergeordnete Rolle spielen, wird eine einfache Methode verwendet. Zur Berechnung der NH<sub>3</sub>-Emissionen werden auch Informationen zum NH<sub>4</sub>-N-Gehalt der Wirtschaftsdünger und zum Haltungssystem benötigt. Vor allem der Anteil an Laufstall- und Anbindehaltung bei Milchkühen wirkt sich auf den Umfang der NH<sub>3</sub>-Emissionen aus. 1992 wurden in Österreich 98 % der Kühe in Anbindeställen gehalten.

Veränderungen nach 1992 können auf Grund mangelnder Datengrundlage jedoch nicht abgebildet werden. Auch für NH<sub>3</sub>-Emissionen während der Weidehaltung, während der Wirtschaftsdüngerlagerung und nach der Ausbringung liegen keine für Österreich spezifischen Werte vor. Hier wird im Wesentlichen auf Schweizer Werte zurückgegriffen. Derzeit wird mit einem Forschungsprojekt im Auftrag des Lebensministeriums versucht auch für diese Bereiche Österreich spezifischen Werte zu erheben. Wie sehr Änderungen der Datenlage die Ergebnisse der Inventur beeinflussen zeigt die Luftschadstoffinventur 2005 [7]. Es wurde die Zeitreihe für Ammoniak aufgrund der Neufestlegung der Stickstoffausscheidungsrate für die Viehwirtschaft neu berechnet und liegt insgesamt deutlich höher als in den letzten Jahren. Die Änderung der Emissionszahlen liegt um knapp ein Fünftel höher als bisher (z. B für das Jahr 2003 bisher 54,5 Gg, jetzt 64,8 Gg).

## Literatur

- [1] Kyoto-Fortschrittsbericht ÖSTERREICH 1990-2004, Rep-0011 (Umweltbundesamt, 2006)
- [2] Convention on Long-Range Transboundary Air Pollution (UN ECE, 1979)
- [3] Richtlinie 96/62/EG des Rates, vom 27. September 1996, über die Beurteilung und die Kontrolle der Luftqualität
- [4] Richtlinie 2001/81/EG des Europäischen Parlaments und des Rates, vom 23. Oktober 2001, über nationale Emissionshöchstmengen für bestimmte Luftschadstoffe
- [5] Emissionshöchstmengengesetz-Luft (BGBl. I Nr. 34/2003)
- [6] Umweltkontrollgesetz (BGBl. I Nr. 152/1998)
- [7] EMEP/CORINAIR Emission Inventory Guidebook. Third edition. Prepared by the EMEP Task Force on Emission Inventories. October 2002 update. Internet site: <http://reports.eea.eu.int>
- [8] Austria's National Air Emission Inventory 1990-2004, Submission under Directive 2001/81/EC, Rep-0005 (Umweltbundesamt, 2006)

