



Luftreinhaltung 2010

**Nationales Programm zur Einhaltung
von Emissionshöchstmengen für
bestimmte Luftschadstoffe nach der
Richtlinie 2001/81/EG (NEC-RL)**

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 II 6.1
Bernd Schärer

Berlin, Dezember 2002

Vorwort

Deutschland legt ein nationales Programm zur Begrenzung der Gesamtmengen für wichtige Luftschadstoffe bis 2010 vor.

Die Bundesregierung hat ein Programm mit konkreten Maßnahmen zur weiteren Verminderung wichtiger Luftschadstoffe vorgelegt. Mit diesem Programm soll die Einhaltung der in der EG-Richtlinie 2001/81/EG (NEC-Richtlinie) festgelegten Begrenzungen der nationalen Emissionshöchstmengen (national emission ceilings – NECs) bis 2010 erreicht werden. Die NEC-Richtlinie begrenzt die nationalen Gesamtfrachten der Emissionen auf 520 kt Schwefeldioxid (SO₂), 1051 kt Stickstoffdioxid (NO_x), 550 kt Ammoniak (NH₃) und 995 kt flüchtige organische Verbindungen (NMVOC) fest. Das bedeutet Emissionsminderungen um etwa drei Viertel der Schadstoffmenge gegenüber dem Basisjahr 1990 und von heute an gerechnet für Stickstoffdioxide und NMVOC eine Reduzierung um ca. 30%, für Schwefeldioxid um ca. 20% und für Ammoniak um ca. 10%.

Das Maßnahmenprogramm ist ein wichtigster Schritt auf dem Weg der Einhaltung der kritischen Belastungswerte für Versauerung, Eutrophierung und bodennahes Ozon in Europa näher zu kommen. Es wird erwartet, dass mit der Einhaltung der nationalen Emissionshöchstmengen die durch Versauerung belasteten Ökosystemflächen halbiert und die Ozonbelastung der Gesundheit um zwei Drittel bzw. die der Pflanzen um ein Drittel zurück gehen werden. Deutschland wird von diesen ökologischen Verbesserungen aufgrund seiner empfindlichen Ökosysteme und seiner zentralen Lage in Europa sehr stark profitieren.

Das „Nationale Programm zur Einhaltung der NEC-Richtlinie“ einschließlich der Dokumentation der Emissionsberechnungen und relevanten Rechtsvorschriften steht auch im Internet unter der Adresse <http://www.umweltbundesamt.de>.

Nationales Programm der Bundesrepublik Deutschland
nach Art. 6 der
Richtlinie 2001/81/EG vom 23. Oktober 2001
über nationale Emissionshöchstmengen für bestimmte Luftschadstoffe

1	Zusammenfassung	3
2	Emissionen im Jahre 2010	5
2.1	Grundlagen der Prognose	5
2.2	Ergebnisse der Prognose	6
3	Weitergehende Maßnahmen zur Einhaltung der Emissionshöchstmengen	10
3.1	Übersicht	10
3.2	Erläuterungen zu den weitergehenden Maßnahmen	14
4	Anhänge	22
Anhang 1: Emissionen 2000 und Referenzprognose 2010 (außer Landwirtschaft)		
Anhang 2: Rechnerische Abschätzung der Wirkungen möglicher politischer Maßnahmen auf die Ammoniakemissionen aus der Landwirtschaft in Deutschland im Jahr 2010		
Anhang 3: Deutsche Vorschriften und Programme mit Auswirkungen auf die Emissionsminderung		

1 Zusammenfassung

Die Richtlinie 2001/81/EG vom 23.10.2001 (NEC-Richtlinie) legt nationale Emissionshöchstmengen für die Luftschadstoffe Schwefeldioxid (SO₂), Stickstoffoxide (NO_x), Ammoniak (NH₃) und flüchtige organische Verbindungen (ohne Methan, NMVOC) fest, die nach dem Jahre 2010 nicht mehr überschritten werden dürfen. Nach Artikel 6 und 8 der Richtlinie muss jeder Mitgliedsstaat ein nationales Programm zur Verminderung der o.g. Schadstoffemissionen erarbeiten und die Öffentlichkeit sowie bis Ende 2002 die Europäische Kommission darüber unterrichten. Ziel des Programms ist es, bis Ende 2010 mindestens die nationalen Emissionshöchstmengen einzuhalten. Die dem nationalen Programm zu Grunde liegenden Daten haben gemäß Artikel 6 grundsätzlich den Stand Oktober 2002.

Das Programm informiert über die in Deutschland und der EG bereits bestehenden und über die geplanten Maßnahmen zur Minderung der Emissionen oben genannter Schadstoffe. Darüber hinaus enthält es quantifizierte Abschätzungen über die Auswirkungen dieser Maßnahmen auf die Höhe der Schadstoffemissionen im Jahre 2010.

In Kapitel 2 wird die sogenannte Referenzprognose beschrieben. Mit dieser Prognose wird die Entwicklung der Emissionen in Deutschland bis zum Jahre 2010 berechnet. Die Randbedingungen für diese Prognose sind die gegenwärtig bereits vorhandenen Regelungen und die danach durchzuführenden Maßnahmen zur Begrenzung der Emissionen sowie die erwartete wirtschaftliche Entwicklung. Kapitel 3 zählt die Maßnahmen auf, die nach den Ergebnissen der Referenzprognose noch zusätzlich zu den Maßnahmen des Kapitels 2 ergriffen werden müssen, um die Emissionshöchstmengen zeitgerecht einhalten zu können. Die Anhänge dokumentieren die Emissionsberechnungen und geben eine Übersicht über die deutschen Vorschriften und Programme zur Senkung der Emissionen.

Tabelle 1 vergleicht die Emissionshöchstmengen der NEC-Richtlinie für Deutschland mit den auf der Basis der Referenzprognose vorhergesagten Emissionen im Jahre 2010.

Tabelle 1	SO₂(kt)	NO_x(kt)	NH₃(kt)	NMVOC(kt)
Emissionshöchstmengen der NEC-Richtlinie 2010	520	1051	550	995
Emissionen im Jahre 2010 nach Referenzprognose (ohne Maßnahmen nach Kapitel 3) pro Jahr	513	1126	585	1192
Unterschied zwischen Referenzprognose und Höchstmenge	-7	+75	+35	+197

Nach der Referenzprognose wird die Emissionshöchstmenge für SO₂ im Jahre 2010 eingehalten. Die prognostizierten Emissionen für die übrigen Stoffe sind noch zu hoch (75 kt NO_x, 35 kt NH₃ und 197 kt NMVOC). Zur Einhaltung der Höchstmengen für diese drei Stoffe dienen die im Kapitel 3 aufgezählten zusätzlichen Maßnahmen, wie:

- Weitere NO_x-Minderung bei schweren Nutzfahrzeugen, PKW mit Dieselmotor sowie leichten Nutzfahrzeugen durch Anpassung der entsprechenden EG-Richtlinien.
- Weitere Emissionsminderung bei Verbrennungsmotoren in mobilen Maschinen und Geräten durch Anpassung der entsprechenden EG-Richtlinie.
- Begrenzung des Lösemittelgehaltes in Produkten (z.B. Farben und Lacken) und Einführung einer entsprechenden Kennzeichnung durch EG-Richtlinien.
- Verschärfung der Emissionsbegrenzungen bei Industrie- und Großfeuerungsanlagen infolge der Fortentwicklung des Standes der Technik.
- Umsetzung eines integrierten Programms zur Senkung der Ammoniakemissionen durch Ausbau einer nachhaltigen Landwirtschaft.

Zur Realisierung dieser Maßnahmen bedarf es auch Entscheidungen auf EG-Ebene. Entsprechende Richtlinien stehen auf der Tagesordnung der Kommission. Deutschland wird sich in den Ratsverhandlungen dafür einsetzen, dass mit derartigen Vorschriften die zur Einhaltung der deutschen Emissionshöchstmengen notwendigen Instrumente zur Verfügung gestellt werden. Dazu sind insbesondere Richtlinien zur Verminderung des Lösemittelgehaltes in Produkten, zur weiteren Begrenzung der NO_x-Emissionen bei Kraftfahrzeugen und mobilen Geräten/Maschinen sowie die Berücksichtigung der Umweltwirkungen bei Regelungen zur Tierhaltung notwendig.

2 Emissionen im Jahre 2010

2.1 Grundlagen der Prognose

Der Emissionsprognose lagen die gegenwärtig in Deutschland geltenden Rechtsvorschriften einschließlich darauf basierender zukünftiger Maßnahmen, die bis zum Jahre 2010 wirksam werden, zugrunde. Die Berechnungen erfolgten nach den internationalen Berichtsvorschriften für Emissionen des Intergovernmental Panel on Climate Change der Vereinten Nationen (IPCC) sowie der Coordination of Information on Air der Europäischen Umweltagentur (CORINAIR)¹.

Die Emissionen wurden durch Verknüpfung von Aktivitätsraten mit Emissionsfaktoren berechnet. Als Aktivitätsrate wurden Bezugsgrößen gewählt, die repräsentativ für die Emissionsmenge sind. Typisch sind z.B. für die Energiewirtschaft die Brennstoffeinsätze, für den Produktbereich die Produktionsmenge. Als Emissionsfaktor wurde ein für die Emissionsursache repräsentativer Ausstoß pro Mengeneinheit ermittelt. Die Berechnung der Ammoniakemissionen aus der Landwirtschaft beruhte auf Tierbestandsdaten nach Arten und Haltungssystemen, der Art der Wirtschaftsdüngerlagerung, der Wirtschaftsdüngerausbringungsverfahren und dem Einsatz mineralischer Düngemittel. Alle Aktivitätsraten und Emissionsfaktoren sind auf dem wissenschaftlichen Kenntnisstand des Jahres 2000.

In Deutschland ist der Energieverbrauch für die SO₂- und NO_x-Emissionen von entscheidender Bedeutung. Der Energieeinsatz verursachte im Jahre 2000 90% der SO₂- und 98% der NO_x-Emissionen. NMVOC werden zu 62% beim Einsatz von Lösemitteln freigesetzt. Die NH₃-Emissionen lassen sich zu 95% auf landwirtschaftliche Aktivitäten zurückführen.

Für die Prognose 2010 wurden alle Daten entsprechend den bis Oktober 2002 vorliegenden Erkenntnissen fortgeschrieben. Bei Anlagen und Produkten waren dabei die Regelungen der TA Luft 2002, die stärkere Verminderung der NMVOC-Verluste beim Kraftstoff-Transport und beim Betanken von Kfz durch Novellierung der entsprechenden Rechtsverordnungen sowie die Umsetzung der EG-Lösemittelrichtlinie mit nationalen Verschärfungen maßgeb-

¹ The IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Reporting Instructions, IPCC-Guidelines <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gl/invs1.htm> und CORINAIR Atmospheric Inventory Guidebook, CORINAIR-Handbook <http://reports.eea.eu.int/EMEPCORINAIR3/en/>

lich. Zur Berechnung der Kfz-Emissionen mit dem TREMOD-Modell (Version 2.1)² wurden alle EG-Richtlinien einschließlich beschlossener Verbesserungen bis 2010 berücksichtigt. Die Verkehrsleistungen wurden den vom Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen in „Verkehr in Zahlen 2001/2002“ veröffentlichten Zeitreihen entnommen. Ihrer Prognose lagen das Trend-Szenario der „Verkehrsprognose 2015“ für die Bundesverkehrswegeplanung und Abschätzungen vom Deutschen Institut für Wirtschaftsforschung (DIW) für 2020³ zugrunde. Maßgeblich für die zugrunde gelegte Entwicklung des Brennstoffverbrauchs war die Energieprognose prognos99⁴. Die darin getroffenen Annahmen berücksichtigen bereits die ökologische Steuerreform von 1999 und die durch den Atom-Ausstieg zu erwartenden Umstrukturierungen. Sie wurden um relevante Entwicklungen durch das Erneuerbare-Energien-Gesetz und das Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz ergänzt (im folgenden prognos99plus). Die landwirtschaftlichen NH₃-Emissionen entstehen in Deutschland im wesentlichen bei natürlichen Prozessen der Tierhaltung, auf die nur bedingt Einfluss genommen werden kann. Die Hauptquelle sind tierhaltende Betriebe, die keinem Genehmigungsverfahren gemäß IVU-Richtlinie unterliegen. Zur Prognose der NH₃-Emissionen dienten insbesondere Schätzungen über die Entwicklung des Nutztierbestandes und des Einsatzes emissionsarmer Technologien⁵. Die Entwicklung der Tierbestände wurde auf der Grundlage der amtlichen Viehzählung von 1999⁶ geschätzt.

2.2 Ergebnisse der Prognose

Tabelle 2 zeigt die Ergebnisse der Emissionsrechnungen für 2000 und der Prognosen für 2010 in der Sektor-Gliederung nach IPCC und CORINAIR. Die Details der Emissionsrechnungen sind in den Anhängen 1 und 2 dokumentiert.

² ifeu Heidelberg: Aktualisierung des „Daten- und Rechenmodells: Schadstoffemissionen aus dem motorisierten Verkehr in Deutschland 1980-2020, im Auftrag des Umweltbundesamtes UFOPLAN Nr. 201 45 112, Heidelberg 2000. Hierzu liegt seit Oktober 2002 eine neue Version 3.0 vor.

³ DIW: Instrumente und Maßnahmen zur Realisierung einer nachhaltigen Energieversorgung im Bereich „Mobilität“, im Auftrag des Forschungszentrums Karlsruhe, Büro für Technikfolgenabschätzung, in Bearbeitung

⁴ Energiewirtschaftlichen Institut an der Universität Köln (EWI) und der PROGNOSE AG: Die längerfristige Entwicklung der Energiemärkte im Zeichen von Wettbewerb und Umwelt, Untersuchung im Auftrage des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie (BMWiT), Berlin, 1999

⁵ Döhler, H., Eurich-Menden, B., Dämmgen, U., Osterburg, B., Lüttich, M., Bergschmidt, A., Berg, W. und Brunsch, R. 2002: BMVEL/UBA-Ammoniak-Emissionsinventar der deutschen Landwirtschaft und Mindestszenarien bis zum Jahre 2010. UBA-Texte 05/02.

⁶ Statistisches Jahrbuch der Landwirtschaft 2001

Als "Referenzprognose" wird die Emissionsprognose bezeichnet, in der die gegenwärtig in Deutschland geltenden Rechtsvorschriften einschließlich ihrer Auswirkungen auf die Emissionen bis zum Jahr 2010 Berücksichtigung finden. Danach ergeben sich für das Jahr 2010 folgende Emissionen für die vier Schadstoffe: SO₂ 513 kt; NO_x 1126 kt; NH₃ 585 kt und NMVOC 1192 kt. Ein Vergleich der Referenzprognose mit den Werten der NEC-Richtlinie (Tabelle 1) ergibt, dass zur Einhaltung der Emissionshöchstmengen bis 2010 noch 75 kt NO_x, 35 kt NH₃ und 197 kt NMVOC zu vermindern sind. Bei SO₂ wird die Emissionshöchstmenge entsprechend der Referenzprognose eingehalten. Zur Einhaltung der Emissionshöchstmengen dienen die im Kapitel 3 enthaltenen weiteren Maßnahmen, die nicht Bestandteil der Referenzprognose sind.

Aufgrund der bereits von der Bundesregierung in Kraft gesetzten Maßnahmen, werden die Emissionen in Deutschland im Zeitraum von 2000 bis 2010 erheblich zurück gehen. Bei den stationären Quellen resultiert der Rückgang von SO₂ und NO_x wesentlich aus Maßnahmen zum Klimaschutz, der einen geringeren und emissionsärmeren Energieverbrauch zur Folge hat, sowie aus einer Verschärfung der emissionsbegrenzenden Anforderungen durch die TA Luft 2002. Auch die Emissionen des Verkehrs nehmen deutlich ab. Ursachen hierfür sind die Verschärfungen der Abgasgrenzwerte für Kraftfahrzeuge und Verbesserungen der Kraftstoffqualität. Bei NO_x werden die errechneten Reduktionen teilweise durch die Zunahme des LKW-Verkehrs und den steigenden Anteil von Dieselmotoren bei neu zugelassenen PKW kompensiert.⁷

Durch die erfolgte Umsetzung der EG-Lösemittel-Richtlinie werden erhebliche Minderungen der NMVOC - Emissionen erwartet. Dabei werden zusätzliche nationale Anforderungen etwa 50 kt bringen.

⁷ Ein von Deutschland, den Niederlanden, Österreich und der Schweiz gemeinsam durchgeführtes Messprogramm hat im Februar 2003 zu dem Ergebnis geführt, dass Euro-II-Lkw Motoren eine ca. 30% höhere NO_x-Emissionen aufweisen als bisher angenommen. Der Unterschied zwischen der Referenzprognose und der Emissionshöchstmenge für NO_x im Jahre 2010 wird dadurch nach neuen Berechnungen nicht 75 kt sondern 150 kt betragen. Dieses Ergebnis wurde erst kürzlich und nach Abfassung des nationalen Programms bekannt und ist daher noch unter Prüf- und Abstimmungsvorbehalt. Erst im nächsten Bericht an die Europäische Kommission zur Aktualisierung des Nationalen Programms der Bundesrepublik Deutschland kann daher auf diesen Sachverhalt näher eingegangen werden.

Im Sektor Landwirtschaft resultiert die Verminderung der Ammoniakemissionen im Referenzszenario aus dem erwarteten weiteren Rückgang der Rinderbestände und der zunehmenden Anwendung technischer Minderungsmaßnahmen, z. B. durch Abdeckung der Güllelager nach TA-Luft oder der Verwendung von Schleppschläuchen bei der Gülleausbringung. Auf der Basis der für 2010 geschätzten Entwicklung der Tierbestände und unter der Annahme, dass die Verbreitung moderner Technologien in der Landwirtschaft fortgeschrieben wird, werden im Jahr 2010 ca. 455 kt NH_3 aus der Tierhaltung emittiert. Die NH_3 -Emissionen aus den Mineraldüngemitteln werden mit 103 kt als konstant angenommen.

Tabelle 2

Emissionsschätzung 2000 und Referenzprognose 2010 in IPCC und CORINAIR-Systematik

IPCC Code	CORINAIR SNAP Code	Emittentengruppe	Emissionen Deutschland in kt							
			SO ₂		NO _x		NMVOC		NH ₃	
			2000	2010	2000	2010	2000	2010	2000	2010
1		Energieeinsatz	510	401	1.441	1.037	466	257	16	12
1A		Verbrennung von Brennstoff	510	401	1.441	1.037	424	236	16	12
1A1	01	Energieversorgung	310	254	261	233	23	16	3	3
1A1a	0101+0102	Öffentliche Strom- und Wärmeproduktion	238	181	220	192	20	13	2	2
	0101	Öffentliche Stromerzeugung	233	175	216	187	20	12	2	2
	0102	Fernheizwerke	5	6	4	5	0	0	0	0
1A1b	0103	Raffinerien	56	59	25	28	2	2	1	1
1A1c	0104+0105	anderer Umwandlungsbereich	16	14	16	14	2	2	0	0
1A2	03	Industrie, übr. Bergbau, und verarb. Gewerbe	84	78	71	79	5	5	1	1
1A3	07 + 08	Verkehr	25	5	1.000	621	334	157	9	5
1A3b	07	Straßenverkehr	20	1	788	419	283	113	9	5
1A3a,c,d,e	08	anderer Verkehr	5	4	212	202	51	44	0	0
1A4	02	Haushalte und Kleinverbrauch	90	64	109	104	63	58	3	3
1A4a	0201	Gewerbe, Handel, Dienstleistungen	27	18	32	29	8	7	1	1
1A4b	0202	Haushalte	63	46	77	75	55	51	2	2
1B		Kraftstoffemissionen					41	21		
1B2a5	0505	Verteilung von Ottokraftstoff					41	21		
2	04	Industrieprozesse	127	112	114	89	139	135	15	15
3	06	Gebrauch von Lösemitteln					1.000	800		
3A	0601	Anwendung von Farben und Lacken					372	208		
3B-3D	0602-0604	andere Lösemittelanwendungen					628	592		
4	10	Landwirtschaft							568	558
4B	1005	Tierhaltung							464	455
4D	1001	Düngemittelverwendung							103	103
Summe			636	513	1.555	1.126	1.605	1.192	599	585

Hinweis: Bahnstrom wurde in der Tabelle unter „Öffentliche Stromerzeugung“ berücksichtigt

3 Weitergehende Maßnahmen zur Einhaltung der Emissionshöchstmengen

3.1 Übersicht

Wie Tabelle 1 zeigt, sind zur Einhaltung der Emissionshöchstmengen im Jahre 2010 für NO_x, NH₃ und NMVOC noch Maßnahmen erforderlich, die über die im Referenzszenario (vgl. Kapitel 2) berücksichtigten Aktivitäten hinausgehen. Dazu sind Anstrengungen auf nationaler und auf EU-Ebene notwendig. Die Bundesregierung zieht insbesondere die in Tabelle 3 genannten weitergehenden Maßnahmen in Betracht, um die Vorgaben der NEC-Richtlinie termingerecht einhalten zu können. Bereits mit den Maßnahmen der Tabelle 3, deren Schadstoffminderung schon heute quantifizierbar ist, lassen sich die noch notwendigen Reduzierungen erreichen.

Bei Kfz, mobilen Maschinen/Geräten, Lösemitteln in Produkten sowie für integrierte Maßnahmen in der Landwirtschaft bedarf es eines gemeinsamen Vorgehens in der EU. Ohne neue bzw. novellierte Richtlinien ist die Einhaltung der Emissionshöchstmengen für NO_x und NMVOC für Deutschland nicht möglich. Auf nationaler Ebene werden für Industrieanlagen Maßnahmen nach der novellierten TA Luft, insbesondere der weiteren Emissionsbegrenzungen infolge des fortschreitenden Standes der Technik, zur Emissionsminderung beitragen. Ebenso werden von der Novelle der Großfeuerungsanlagenverordnung weitere Absenkungen der Schadstoffe erwartet. Gleiches gilt für die Düngeverordnung. Deutschland betrachtet die Senkung von Ammoniakemissionen als integralen Bestandteil seiner Agrarpolitik. Da die nationalen Spielräume in diesem Bereich jedoch gering sind, plädiert Deutschland für Maßnahmen zur Senkung der Ammoniakemissionen auf EU-Ebene im Rahmen des Ratsbeschlusses zur Integration von Umweltbelangen in die Agrarpolitik⁸. Insbesondere die Entkopplung der Tierprämien von der Produktion verbunden mit einer stärkeren Grünlandförderung könnte zu signifikant geringeren Ammoniakemissionen aus der Rinderhaltung beitragen.

⁸ Europäischer Rat – Schlussfolgerungen des Vorsitzes (Cardiff 1998) sowie Beschluss der 2218. Tagung des Rates Landwirtschaft vom 15. November 1999 über die Strategie zur Integration der Belange der Umwelt und der nachhaltigen Entwicklung in die Gemeinsame Agrarpolitik

Nach den Bundestagswahlen im September 2002 haben sich die beiden regierenden Parteien am 16. Oktober 2002 im Koalitionsvertrag auf eine Reihe von Maßnahmen geeinigt⁹, die ergänzend für die Einhaltung der Emissionshöchstmengen Bedeutung haben dürften. Angaben über die Beiträge der einzelnen Maßnahmen zur Emissionsminderung können zur Zeit noch nicht gemacht werden.

Mit dem Ziel bester Verkehrsbedienung wird die Bundesregierung darauf hinwirken, dass die Wettbewerbsbedingungen der Verkehrsträger angeglichen werden, und dass durch einen lauterer Wettbewerb der Verkehrsträger eine volkswirtschaftlich sinnvolle Aufgabenteilung ermöglicht wird. Dazu gehört auch eine zukünftige Einbeziehung der Verkehrsträger Luftverkehr, Schiene und Binnenschifffahrt in das nationale Emissionsminderungsprogramm.

⁹ Vgl.: <http://www.bundesregierung.de> (>Regierung > Koalitionsvertrag)

Tabelle 3

Weitergehende Maßnahmen zur Einhaltung der Emissionshöchstmengen

Maßnahme	Geschätzte Schadstoffminderung in Kilotonnen			
	SO₂	NO_x	NH₃	NMVOC
Mobile Quellen und Kleinmotoren				
Anpassung der Grenzwertstufe EURO V für Nutzfahrzeugmotoren und Anreize zu deren Marktverbreitung und der streckenbezogenen Autobahngelbst	geringe Auswirkungen (g.A.)	36	g.A.	g.A.
Abgasgrenzwerte und Abgasuntersuchung für Motorräder	g.A.	1	g.A.	2,5
NO _x -Minderung von mit Dieselmotoren betriebenen PKW und leichte Nutzfahrzeuge (EURO 5, Katalysator oder gleichwertige Technik)	keine Auswirkungen (k.A.)	9	k.A.	k.A.
Emissionsminderung bei Verbrennungsmotoren in mobilen Geräten und Maschinen, Initiative für die Kennzeichnung	k.A.	34	k.A.	15
Stationäre Quellen und Produkte				
Konkretisierung der Emissionsanforderungen nach der TA Luft entsprechend der Entwicklung des Standes der Technik	g.A.	25	g.A.	g.A.
Novellierung 13. BImSchV (Entwurf vom 05.12.02) Verschärfung der Emissionsbegrenzungen für Großfeuerungsanlagen und Gasturbinen	z.Z. nicht quantifizierbar	6	g.A.	g.A.
Novellierung 17. BImSchV (Entwurf vom 13.9.02) Verstärkte Mitverbrennung von Abfällen in Feuerungsanlagen mit schärferen Emissionsbegrenzungen	z. Z. nicht quantifizierbar			
Begrenzung und Kennzeichnung von Lösemitteln in Produkten aufgrund von neuen EG-Richtlinien	k.A.	k.A.	k.A.	Potenzial ca. 200

Landwirtschaft	Geschätzte Schadstoffminderung in Kilotonnen
	NH ₃
<p><u>Maßnahmen</u> zur „Senkung der Ammoniakemissionen aus der Landwirtschaft“ mit folgenden Bereichen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Gemeinsame Agrarpolitik (GAP) <ul style="list-style-type: none"> - Senkung des Besatzdichtefaktors bei der Sonderprämie für männliche Rinder und der Mutterkuhprämie - Entkopplung der Tierprämie von der Produktion und eine verstärkte Grünlandförderung - Förderung des Ökologischen Landbaus • Empfehlungen der guten fachlichen Praxis • Erarbeitung von BVT auch für kleinere Betriebe • Fördermaßnahmen zur Verringerung der Viehdichten und der Ammoniak-Emissionen <ul style="list-style-type: none"> - Agrarumweltmaßnahmen - Fördermaßnahmen, die eine betriebliche Viehobergrenze vorsehen - Fördermaßnahmen zur Einführung emissionsmindernder Techniken • Anpassung des Baurechts zur Beschränkung der flächenunabhängigen Tierhaltung • Anpassung der Düngeverordnung • Anpassung des Immissionsschutzrechts <ul style="list-style-type: none"> - Ausdehnung der Genehmigungspflicht - Berücksichtigung des Stickstoffeintrags bei der Prüfung der Vorbelastung im Rahmen der TA Luft - Anpassung des Standes der Technik im Rahmen der TA Luft 	<p>Summe aller Maßnahmen geschätzt 40-60</p>

3.2 Erläuterungen zu den weitergehenden Maßnahmen

Anpassung der Grenzwertstufe EURO V für Nutzfahrzeugmotoren und Anreize zur schnelleren Marktverbreitung

In Deutschland gibt es 1,3 Mio. schwere Nutzfahrzeuge (Lkw und Busse mit einem zulässigen Gesamtgewicht von über 3,5 Tonnen). Nach den Prognosen ist von einer weiteren Steigerung der Fahrleistung im Straßengüterverkehr auszugehen. Die Emissionen gehen jedoch durch die Erneuerung des Fuhrparks mit Fahrzeugen, die immer schärferen Grenzwertstufen (EURO-Stufen III, IV und V in den Jahren 2000, 2005 und 2008) entsprechen, zurück. Die Richtlinie 1999/96 EG über Maßnahmen gegen die Emissionen von Nutzfahrzeugmotoren sieht bereits eine Grenzwertstufe EURO V mit u. a. einem NO_x -Grenzwert von 2,0 g/kWh sowohl für den stationären als auch für den dynamischen europäischen Testzyklus vor, der ab 2008 für die Erteilung der Betriebserlaubnis für neue Motortypen und ab 2009 für das Inverkehrbringen von allen neuen Nutzfahrzeugmotoren gilt. Artikel 7 der Richtlinie enthält den Auftrag an die Kommission, bis zum 31. Dezember 2002 die verfügbare Technologie zur Einhaltung der NO_x -Norm für 2008 zu prüfen und in einem Bericht an das Europäische Parlament und an den Rat ggf. neue Vorschläge vorzulegen. Dieser Bericht soll auch Überlegungen zur weiteren Absenkung des NO_x -Grenzwertes ab 2008/2009 oder einem späteren Zeitpunkt beinhalten. Wenn man davon ausgeht, dass ein NO_x -Grenzwert von 1,0 g/kWh ab 2008/2009 technisch machbar ist und im Zuge einer Anpassung der Stufe EURO 5 eingeführt wird, und dass dem entsprechende Nutzfahrzeugmotoren so frühzeitig in den Markt kommen, dass ihr Anteil bei den Neuzulassungen im Jahr 2008 bereits 100 % beträgt, so errechnet sich eine NO_x -Minderung von 36 kt für das Jahr 2010. Zur schnelleren Markteinführung und Verbreitung der entsprechenden Fahrzeuge prüft die Bundesregierung Anreize durch Spreizung der Autobahn-Maut und gemeinsam mit den Ländern eine Weiterentwicklung der emissionsbezogenen Kfz-Steuer für Nutzfahrzeuge.

Abgasgrenzwerte, emissionsabhängige Kfz-Steuer und Abgasuntersuchung für Motorräder

In Deutschland gibt es 5,1 Mio. motorisierte Zweiräder, die hauptsächlich im Sommer an Sonn- und Feiertagen gefahren werden. Die Schadstoffemissionen neuer Motorräder liegen heute auf dem Niveau 10 Jahre alter Pkw. Die Abgasemissionen von motorisierten Zweirädern haben aufgrund der bei Pkw und Nutzfahrzeugen erzielten Erfolge mittlerweile einen

signifikanten Anteil an den Schadstoffemissionen des Straßenverkehrs (NMVOC: 2002 15 %, 2010 17,6 %; NO_x: 2002 0,5 %, 2010 1,2 %). Die Abgasrichtlinie für motorisierte Zwei- und Dreiräder (2002/51/EG) vom 19. Juli 2002 sieht in zwei Stufen (1.4.03 und 1.1.06) die Absenkung der Abgasgrenzwerte für Motorräder auf das Niveau eines modernen EURO III Pkw vor, d.h. im Vergleich zum heutigen Ist-Zustand um 50 – 90 %. Zur schnelleren Markteinführung und -verbreitung prüft die Bundesregierung gemeinsam mit den Ländern die Einführung einer emissionsbezogenen Kfz-Steuer für zulassungspflichtige Motorräder. Darüber hinaus soll mit periodischen Abgasuntersuchungen zur Sicherstellung einer regelmäßigen Wartung der mit fortschreitender Betriebsdauer verbundenen Verschlechterung des Abgasverhaltens entgegen gewirkt werden. Durch die Einführung der Grenzwertstufe EURO II ab 2003 und EURO III ab 2006 können im Vergleich zum bisherigen TREMOD-Szenario (nur EURO II) etwa 2,5 kt NMVOC und 0,9 kt NO_x reduziert werden.

Grenzwertstufe EURO V für Diesel-Pkw und leichte Nutzfahrzeuge

Dieselmotoren der Stufe EURO IV sind noch nicht so NO_x-arm wie entsprechende Benzinmotoren. Weiterhin steigt der Zulassungsanteil von Diesel-Pkw und leichten Diesel-Nutzfahrzeugen, so dass für 2002 von einem Anteil an den NO_x-Emissionen des Straßenverkehrs von 13 % und für 2010 von 21 % ausgegangen wird. Die in der EU begonnene Initiative zur Fortschreibung der EU-Abgasgrenzwerte (EURO V) für Diesel-Pkw und leichte Diesel-Nutzfahrzeuge zur Minderung der NO_x-Emissionen, analog zu der für schwere Nutzfahrzeuge bereits beschlossenen, muss fortgesetzt werden. Sollte frühzeitig der NO_x-Grenzwert für eine Stufe EURO V ab 2008 feststehen, so kann gemeinsam mit den Ländern eine kraftfahrzeugsteuerliche Förderung zur schnelleren Einführung solcher emissionsärmeren Fahrzeuge geprüft werden. Da dies noch offen ist, kann eine belastbare Quantifizierung nicht vorgenommen werden. Durch eine Stufe EURO V und deren steuerliche Förderung ist eine zusätzliche Minderung von 9 kt NO_x für 2010 zu erwarten.

Mobile Maschinen und Geräte

Für den Bereich der Verbrennungsmotoren in mobilen Maschinen und Geräten lagen nach grober Schätzung für das Jahr 1995 die Gesamtemissionsmengen bei 180 kt NO_x und 68 kt NMVOC. Eine genauere Analyse wurde eingeleitet. Ergebnisse liegen noch nicht vor. Im Rahmen der europäischen Gesetzgebung (EU-RL 97/68/EG) werden zunächst die Emissionen großer Dieselmotoren im Leistungsbereich von 18 kW bis 560 kW in zwei Stufen (1999 bzw. 2001-2004) begrenzt. Ein Vorschlag für eine dritte und vierte Grenzwertstufe für Moto-

ren in diesem Leistungsbereich wurde von der EU-Kommission im Dezember 2002 vorgelegt. Im Bereich der kleinen Benzinmotoren wird eine Limitierung je nach Kategorie ab dem Jahr 2004 bis 2005 erfolgen. Das Minderungspotential der genannten Maßnahmen wird grob auf 34 kt NO_x und 15 kt NMVOC geschätzt. Auch hierzu wurden genauere Analysen eingeleitet.

Konkretisierung der Emissionsanforderungen nach der TA Luft entsprechend der Entwicklung des Standes der Technik

Die für stationäre Quellen geltenden Mindestanforderungen der TA Luft 2002 können für bestimmte Schadstoffe und für bestimmte Anlagenarten entsprechend der Fortentwicklung des Standes der Technik verschärft werden. So müssen die in den europäischen BVT-Merkblättern veröffentlichten Informationen zu Besten Verfügbaren Techniken bei der Festlegung des Standes der Technik berücksichtigt werden. Zudem sind für bestimmte Schadstoffe und Anlagenarten über die Mindestanforderungen hinaus Zielwerte vorgegeben, die mittelfristig erreicht werden sollen. Für Fälle, in denen die technische Entwicklung stark im Fluss ist, wurde festgelegt, dass über den Emissionswert hinaus der Stand der Technik auszuschöpfen ist (Dynamisierungsklauseln).

Dynamisierte Anforderungen (einschließlich Zielwerte) zur Minderung der NO_x-Emissionen sind in der TA Luft enthalten für Verbrennungsmotoranlagen, Zementanlagen, Anlagen zum Brennen von Kalk und Dolomit, Glasherstellung, Mineralfaserherstellung, Oberflächenbehandlung von Metallen, Mineralölraffinerien, Anlagen zur Herstellung von Ruß und Kaffeeröstereien.

Dynamisierungsklauseln zur Minderung der SO₂-Emissionen sind in der TA Luft enthalten für Verbrennungsmotoranlagen, Mineralölraffinerien und Motor-Prüfstände.

Dynamisierungsklauseln zur Minderung der NMVOC-Emissionen sind in der TA Luft für Verbrennungsmotoranlagen, Asphaltmischanlagen, Walzanlagen, Teeranlagen, Anlagen zur Verarbeitung von Polyesterharzen, Anlagen zur Herstellung von Papier-, Karton- oder Pappe, Anlagen zur Herstellung von Spanplatten, Anlagen zur Herstellung von Hefe, Anlagen zur Herstellung von Zucker, Anlagen zur Innenreinigung von Eisenbahnkesselwagen, Fässern etc. und Anlagen zur Textilveredlung enthalten.

Aufgrund des sich entwickelnden Standes der Technik kann naturgemäß das Minderungspotenzial bis 2010 für NO_x, SO₂ oder für NMVOC nicht genau quantifiziert werden. Bezogen

auf NO_x gibt es jedoch für alle Branchen zusammengefasst ein über die Referenzprognose 2010 hinausgehendes Minderungspotential von mindestens 25 kt NO_x durch die Dynamisierungsklauseln der TA Luft.

Novellierung der 13. BImSchV

Mit der Novellierung der 13. BImSchV soll die EG-Richtlinie 2001/80/EG ("Großfeuerungsanlagen-Richtlinie") in nationales Recht umgesetzt werden. Der erste Referentenentwurf sieht zum Teil über die Richtlinie hinausgehende Anforderungen zur Begrenzung der SO₂- und NO_x-Emissionen entsprechend dem Stand der Technik der Emissionsminderung vor. Gasturbinen ab 50 MW Feuerungswärmeleistung werden künftig in der 13. BImSchV geregelt (bisher TA Luft). Neu vorgesehen sind die Prüfung und Durchführung von Maßnahmen zur Kraft-Wärme-Kopplung bei Erweiterung oder Neuerrichtung von Feuerungsanlagen. Die Einhaltung der Anforderungen an Neuanlagen auch durch bestehende Anlagen würde die jährlichen NO_x-Emissionen um mindestens 6 kt absenken. Der Referentenentwurf erschließt weitere zusätzliche Minderungen, die jedoch überwiegend erst nach 2010 wirksam werden. Auch werden Minderungen bei den SO₂-Emissionen erwartet.

Nach Abschluss der Beratungen mit den Verbänden und den Ländern wird der Referentenentwurf nach Überarbeitung im Ressortkreis abschließend beraten. Danach ist die Zustimmung des Bundesrates erforderlich. Die mit der Novelle im Ergebnis verbundenen Emissionsminderungen können zur Zeit nicht abgeschätzt werden.

Novellierung der 17. BImSchV

Die Verordnung über Verbrennungsanlagen für Abfälle und ähnliche brennbare Stoffe legt für genehmigungsbedürftige Abfallverbrennungsanlagen Emissionsgrenzwerte für SO₂, NMVOC und NO_x fest. Ebenfalls erfasst wird die Mitverbrennung von Abfällen (Ersatzbrennstoffen) in Feuerungsanlagen (Anlagen deren Grenzwerte bei SO₂ und NO_x höher liegen als in der 17.BImSchV). Durch die Novelle wird es zu einer weiteren Reduzierung der Emissionen kommen. Das Minderungspotenzial kann allerdings zurzeit noch nicht bestimmt werden, da insbesondere die in die Mitverbrennungsanlagen gelangende Abfallmenge nicht bekannt ist (geschätzt ca. 8 Mt Ersatzbrennstoffe pro Jahr).

Begrenzung und Kennzeichnung von Lösemitteln in Produkten

Maßnahmen zur Begrenzung und Kennzeichnung des Lösemittelgehalts von Produkten, die nicht von der geltenden EU-Lösemittelrichtlinie erfasst werden, können nur von der EU ausgehen, da sie einen Eingriff in den freien Warenverkehr in Europa darstellen. Deutschland und andere Mitgliedstaaten haben daher mehrfach bei der EU-Kommission Initiativen für produktbezogene Maßnahmen mit dem Ziel der Begrenzung des Lösemittelgehalts ergriffen. Dabei handelt es sich um die Verminderung des Lösemittelgehaltes der eingesetzten Produkte und um den Einsatz lösemittelfreier oder lösemittelarmer (z. B. wässriger) Systeme bei Industrie- und Haushaltsprodukten. Das Minderungspotenzial dieser Maßnahmen in Deutschland wird auf etwa 200 kt NMVOC geschätzt.

Die EU-Kommission hat jetzt einen den Vorschlag für eine Richtlinie zur Begrenzung des VOC-Gehalts in den Bereichen Bautenanstrieche und Autoreparaturlacke beschlossen. Im Bericht "The Costs and Benefits of the Reduction of Volatile Organic Compounds from Paints" legt die Kommission dar, dass die vorgesehenen Maßnahmen insgesamt zu einer jährlichen Emissionsminderung von 279 kt in Europa führen werden. Der auf Deutschland entfallende Anteil wird mit 62 kt angegeben. Die Bundesregierung hat diesen Vorschlag grundsätzlich begrüßt. Um die erforderliche Emissionsminderung von 197 kt NMVOC in Deutschland zu erbringen (Tabelle 1), sind jedoch weitere Maßnahmen erforderlich. Neben verschiedenen anderen Vorschlägen hat die Bundesregierung die Kommission gebeten zu prüfen, ob Produkte für weitere Verwendungsbereiche (wie z.B. Beschichtungsmaterialien für Holzoberflächen, Holzimprägnierung, Oberflächenreiniger, Klebstoffe, Haushaltsprodukte) in die Regelungen zur Begrenzung des Lösemittelgehalts einbezogen werden können.

Maßnahmen zur Senkung der Ammoniakemissionen aus der Landwirtschaft

Die Mehrheit der Emissionen in der Landwirtschaft entsteht bei natürlichen Prozessen der Tierhaltung, auf die nur bedingt Einfluss genommen werden kann. Emissionsminderungen sind z.T. nur durch Änderung von Produktionsprozessen oder Einschränkung der Produktion zu erreichen. Bei Maßnahmen im Bereich der Tierhaltung sind Belange des Tierschutzes und der tiergerechten Haltung zu berücksichtigen. Aus diesen Gründen sind integrierte politische Maßnahmen erforderlich.

Reform der Gemeinsamen Agrarpolitik (GAP)

- Im Rahmen der weiteren Reform der Gemeinsamen Agrarpolitik (GAP) sollten die Auswirkungen auf die Art und Intensität der Bewirtschaftung landwirtschaftlicher Betriebe und deren Ammoniakemissionen stärker berücksichtigt werden.
- Die Interventionspreissenkungen bei Rindfleisch und die Prämienregelung für männliche Mastrinder und Mutterkühe haben bereits einen Beitrag zu einer extensiven und damit emissionsärmeren Produktion geleistet. Dies wird sich auch positiv auf die notwendige Minderung der betriebsbedingten Emissionen an Ammoniak auswirken. Der produktionsbegrenzende Besatzdichtefaktor im Rahmen der Sonderprämie für männliche Rinder und der Mutterkuhprämie wird weiter gesenkt.
- Eine Entkopplung der Tierprämie von der Produktion und eine verstärkte Grünlandförderung würde die Rinderbestände innerhalb der EG weiter abbauen und wirkungsvoll die Emissionen mindern.

Förderung des Ökologischen Landbaus

- Der ökologische Landbau kann einen Beitrag zur Verringerung der Ammoniakemissionen leisten, weil auf die Anwendung chemisch-synthetischer Düngemittel vollständig verzichtet wird.

Empfehlungen der guten fachlichen Praxis

- Effektive und kostengünstige Maßnahmen zur Verminderung der Ammoniakemissionen sind im betrieblichen Management zu finden. Die Veröffentlichung von Empfehlungen zur guten fachlichen Praxis der Emissionsminderung in der Landwirtschaft sollen der Beratung, der Ausbildung und der Praxis wertvolle Hinweise auf emissionsmindernde Maßnahmen bei den Betriebsabläufen geben.

Erarbeitung von BVT für kleinere Betriebe

- Durch die Definition des Stands der Technik auf EU-Ebene und ggf. national durch Veröffentlichung entsprechender Merkblätter zur besten verfügbaren Technik (BVT-Merkblätter) können ebenfalls Verbesserungen bei der Emissionsminderung erzielt werden. Die Arbeiten des European Integrated Pollution Prevention and Control Bureau (EIPPCB) hierzu sind bereits abgeschlossen. Diese müssen zukünftig auch emissionsarme Produktionsverfahren für kleinere Betriebe und die Rinderhaltung umfassen. Anforderungen des Tierschutzes sind zu berücksichtigen, tiergerechtere Haltungsverfahren sind zu bevorzugen.

Fördermaßnahmen zur Verringerung der Viehdichten und der NH₃-Emissionen

Agrarumweltmaßnahmen

- Förderung der extensiven Grünlandnutzung einschließlich der Umwandlung von Ackerflächen in extensiv zu nutzendes Grünland, und einer mehrjährigen Stilllegung, die der Bereitstellung von ausgewählten agrar-ökologischen Ausgleichsflächen und der Verbesserung der landwirtschaftlichen Produktionsstrukturen dient
- Höhere Beihilfen zur Förderung des ökologischen Landbaus, Förderung von Blühflächen oder –streifen, auf denen – ebenso wie bei der mehrjährigen Stilllegung – u.a. der vollständige Verzicht auf die Anwendung von chemisch-synthetischen Dünge- oder Pflanzenschutzmitteln vorgeschrieben ist.

Fördermaßnahmen, die eine betriebliche Viehobergrenze vorsehen

- Bei der einzelbetrieblichen Investitionsförderung darf der Viehbesatz bei Investitionen im Bereich der Tierhaltung 2 GV/ha landwirtschaftlich genutzte Fläche (LF) nicht überschreiten bzw. bei Überschreitung ist eine ausgeglichene Nährstoffbilanz nachzuweisen.
- Förderung extensiver Grünlandnutzung, welche maximal 1,4 GV/ha LF hinsichtlich des Dunganfalls vorsieht.
- Im Rahmen der Förderung ökologischer Anbauverfahren darf die verwendete Düngemenge 170 kg Stickstoff je Jahr und Hektar LF nicht überschreiten

- Förderung der Verringerung des Tierbesatzes in Regionen mit hoher Viehdichte mit dem Ziel, den Viehbesatz um mindestens 0,5 GV auf höchstens 2 GV/ha LF abzubauen.
- Förderung umwelt- und tiergerechter Haltungsverfahren, Viehbesatz zwischen 0,3 und 2 GV/ha LF.
- Ab dem Jahr 2004 soll für die Gewährung der Ausgleichszulage in benachteiligten Gebieten eine Obergrenze von 2 GV/ha LF eingeführt werden.

Fördermaßnahmen zur Einführung emissionsmindernder Techniken

- Im Rahmen des Agrarinvestitionsförderungsprogramms werden emissionsmindernde Investitionen gefördert, z.B. Investitionszuschüsse für die Abdeckung von Güllelagern und für die Anschaffung von Maschinen zur bodennahen Flüssigausbringung (Schleppschlauch-Verteiler oder Gülleinjektionsgeräte).
- Ab 2003 wird im Rahmen der Agrarumweltmaßnahmen die Ausbringung von flüssigem Wirtschaftsdünger auf Acker- und Grünland mit besonders umweltfreundlichen Ausbringungsverfahren gefördert.

Anpassung des Baurechts zur Beschränkung der flächenunabhängigen Tierhaltung

- Nach geltendem Recht sind Betriebe der Tierhaltung ohne ausreichende eigene Flächen zur Futtererzeugung genehmigungsfähig. Unter anderem diese Regelung hat in einigen Regionen Deutschlands zu sehr hohen Viehdichten geführt. Eine Anpassung des Baurechts soll die damit verbundenen Umweltwirkungen begrenzen.

Anpassung der Düngeverordnung

- Formulierung von Vorschriften zur guten fachlichen Praxis bei der Ausbringung leicht flüchtiger Harnstoffdünger zur Begrenzung der Emissionen beim Ausbringen von festem Harnstoffdünger.
- Die Anforderungen an den Stand der Technik bei der Gülleausbringung werden weiter konkretisiert.
- Bei der Ausbringung von flüssigem Wirtschaftsdünger auf bestelltem Ackerland wird voraussichtlich die Verwendung emissionsarmer Verfahren (z.B. Schleppschläuche), verbindlich vorgesehen.
- Geräte zum Ausbringen von Düngemitteln müssen den allgemein anerkannten Regeln der Technik entsprechen.
- Zusätzlich zu bisherigen gesetzlichen Regelungen - auf unbestelltem Ackerland ist die Gülle unverzüglich einzuarbeiten - muss in Zukunft auch Stallmist unverzüglich in den Boden eingearbeitet werden.
- Die Überwachung dieser Regelungen erfolgt durch die Bundesländer im Rahmen ihrer Zuständigkeiten. Die Bestimmungen gehören zur guten fachlichen Praxis, an deren Einhaltung im Rahmen der EAGFL-Verordnung die Zahlung von Beihilfen geknüpft werden kann.

Anpassung des Immissionsschutzrechts

Ausdehnung der Genehmigungspflicht

- Im Vergleich zur IVU-Richtlinie wurden mit dem Ziel der Verringerung der Ammoniakemissionen Regelungen zur Flächenbindung der Tierhaltung und zur Rinderhaltung zusätzlich aufgenommen sowie bei Geflügel und Schweinen die Werte der IVU-Richtlinie deutlich abgesenkt. So sind seit dem 03.08.2001 folgende Anlagen genehmigungspflichtig:

Anlagen zum Halten oder zur Aufzucht von Geflügel oder Pelztieren oder zum Halten oder zur getrennten Aufzucht von Rindern oder Schweinen mit

- 15 000 Hennenplätzen,
- 30 000 Junghennenplätzen,
- 30 000 Mastgeflügelplätzen,
- 15 000 Truthühnermastplätzen,

- 250 Rinderplätzen,
 - 300 Kälberplätzen,
 - 1 500 Mastschweineplätzen (Schweine von 30 Kilogramm oder mehr Lebendgewicht),
 - 560 Sauenplätzen einschließlich dazugehöriger Ferkelaufzuchtplätze (Ferkel bis weniger als 30 Kilogramm Lebendgewicht),
 - 500 Ferkelplätzen für die getrennte Aufzucht (Ferkel von 10 bis weniger als 30 Kilogramm Lebendgewicht),
 - 750 Pelztierplätzen, oder mehr;
- bei gemischten Beständen werden die Von-Hundert-Anteile, bis zu denen die vorgenannten Platzzahlen jeweils ausgeschöpft werden, addiert; erreicht die Summe der Von-Hundert-Anteile einen Wert von 100, ist ein Genehmigungsverfahren durchzuführen; oder

Anlagen zum Halten oder zur Aufzucht von Nutztieren mit Plätzen für 50 Großvieheinheiten oder mehr und mehr als 2 Großvieheinheiten je Hektar der vom Inhaber der Anlage regelmäßig landwirtschaftlich genutzten Fläche oder ohne landwirtschaftlich genutzte Fläche. Eine Großvieheinheit entspricht einem Lebendgewicht von 500 Kilogramm je Haltungsperiode.

Berücksichtigung des Stickstoffeintrags bei der Prüfung der Vorbelastung im Rahmen der Technischen Anleitung (TA) Luft

- Liegen Anhaltspunkte dafür vor, dass der Schutz vor erheblichen Nachteilen durch Schädigung empfindlicher Pflanzen und Ökosysteme (z.B. Heide, Moor, Wald) durch Stickstoffdeposition nicht gewährleistet ist, soll dies im Rahmen des Genehmigungsverfahrens nach dem BImSchG ergänzend geprüft werden. Dabei ist unter Berücksichtigung der Belastungsstruktur abzuschätzen, ob die Anlage maßgeblich zur Stickstoffdeposition beiträgt. Als ein Anhaltspunkt gilt die Überschreitung einer Viehdichte von 2 Großvieheinheiten je Hektar Kreisfläche. Bei dieser Prüfung sind insbesondere die Art des Bodens, die Art der vorhandenen Vegetation und der Grad der Versorgung mit Stickstoff zu berücksichtigen.

Anpassung des Standes der Technik im Rahmen der TA Luft

U.A. folgende bauliche und betriebliche Maßnahmen zur Minderung von Ammoniakemissionen sind in der Regel anzuwenden und werden von der Genehmigungsbehörde überwacht:

- Größtmögliche Sauberkeit und Trockenheit im Stall.
- Eine an den Nährstoffbedarf der Tiere angepasste Fütterung ist sicherzustellen.
- Beim Festmistverfahren ist eine ausreichende Einstreumenge einzusetzen. Die Einstreu muss trocken und sauber sein.
- Dungstätten für Festmist sind zur Verringerung der windinduzierten Emissionen mit einer dreiseitigen Umwandung des Lagerplatzes sowie eine möglichst kleiner Oberfläche auszuführen. Die Lagerkapazität ist so zu bemessen, dass der Festmist zu einem pflanzenbaulich sinnvollen Ausbringetermin ausgebracht werden kann.
- Zur Verringerung der Emissionen aus dem Stall sind anfallende Kot- und Harnmengen bei Flüssigmistssystemen kontinuierlich oder in kurzen Zeitabständen zum Güllelager zu überführen. Zwischen Stallraum und außen liegenden Flüssigmistkanälen und Flüssigmistbehältern ist ein Geruchsverschluss einzubauen.
- Flüssigmistbehälter sind mit einer Abdeckung zu versehen, die einen Emissionsminderungsgrad bezogen auf den offenen Behälter ohne Abdeckung von mindestens 80 vom Hundert der Emissionen an geruchsinintensiven Stoffen und an Ammoniak erreicht. Bei Zerstören einer als Schwimmschicht ausgeführten Abdeckung durch Aufrühren oder Ausbringungsarbeiten ist diese nach Abschluss der Arbeiten unverzüglich wieder aufzublasen.
- Die Lagerkapazität für flüssigen Wirtschaftsdünger zur Verwendung als Düngemittel im eigenen Betrieb ist so zu bemessen, dass sie für mindestens 6 Monate ausreicht.
- In der Käfighaltung von Geflügel ist eine Kotbandtrocknung oder Kotbandbelüftung vorzusehen (Trocknungsgrad mindestens 60 vom Hundert). Getrockneter Geflügelkot ist so zu lagern, dass eine Wiederbefeuchtung (z.B. durch Regenwasser) im Anlagenbereich ausgeschlossen ist.

4 Anhänge

Anhang 1

Emissionen 2000 und Referenzprognose 2010 (außer Landwirtschaft)

Anhang 2

Rechnerische Abschätzung der Wirkungen möglicher politischer Maßnahmen auf die Ammoniakemissionen aus der Landwirtschaft in Deutschland im Jahr 2010

Anhang 3

Deutsche Vorschriften und Programme mit Auswirkungen auf die Emissionsminderung

Die Anhänge 1 und 2 sind wissenschaftliche Studien, die als Grundlage für Erarbeitung des Nationalen Programms verwendet wurden.

Anhang 1 zum Nationalen Programm

**Bericht der Bundesrepublik Deutschland nach Art. 6 der
Richtlinie 2001/81/EG (NEC-Richtlinie)
über die Emissionen von SO₂, NO_x, NH₃ und NMVOC
sowie die Maßnahmen zur Einhaltung der NECs**

Emissionen 2000 und Referenzprognose 2010 (außer Landwirtschaft)

Wolfram Jörß, Volker Handke

Institut für Zukunftsstudien und Technologiebewertung (IZT), Berlin

Studie im Auftrag des Umweltbundesamtes

Berlin, im Januar 2003

Die vorliegende Studie basiert wesentlich auf den Arbeiten und der aktiven Unterstützung von folgenden Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern des Umweltbundesamtes:

Abteilung II 6:

Bernd Schärer
Ulrike Döring
Jürgen von Leitner
Horst Nöcker
Michael Strogies

Abteilung I 1:

Rita Boje-Haderer
Franziska Eichler

Abteilung I 2:

Bernhard Dreher
Volker Kathöfer
Peter Rosolski
Jörg Schäl
Rainer Sternkopf

Abteilung I 3:

Gunnar Gohlisch
Lars Mönch
Matthias Tappe

Abteilung III 1:

Folke Dettling

Abteilung III 2:

Robert Batz
Rolf Beckers
Maja Bernicke
Wolf Drechsler
Norbert Haug
Markus Kollar
Bernd Krause
Birgit Mahrwald
Franz Puder
Rainer Remus
Steffi Richter
Elisabeth Schmid
Volker Weiss

Abteilung III 3:

Bernt Johnke

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	4
2	Emissionsübersicht	5
3	Feuerungsbedingte Emissionen	9
3.1	Grundlagen der Emissionsberechnung für Feuerungsbedingte Emissionen	9
3.1.1	Rechtliche Regelungen	9
3.1.2	Annahmen zu den Aktivitäten	10
3.1.3	Annahmen zu den Emissionsfaktoren	17
3.2	Ergebnisse der Emissionsberechnung für Feuerungsbedingte Emissionen	18
3.2.1	Emissionsrelevante Brennstoffeinsätze 2000 und im Referenzszenario 2010	18
3.2.2	Feuerungsbedingte Emissionen	19
4	Industrieprozesse	22
4.1	Grundlagen der Emissionsberechnung für Industrieprozesse	22
4.1.1	Abgrenzung des Sektors und Annahmen zu den Aktivitäten	22
4.1.2	Rechtliche Regelungen und Annahmen zu den Emissionsfaktoren	23
4.2	Ergebnisse der Emissionsberechnung für Industrieprozesse	23
5	Lösemittelverwendung	25
5.1	Grundlagen der Emissionsberechnung der Lösemittelverwendung	25
5.1.1	Rechtliche Regelungen für Lösemittel	25
5.1.2	Annahmen zu den Aktivitäten und den Emissionsfaktoren	26
5.2	Ergebnisse der Emissionsberechnung der Lösemittelverwendung	27
6	Verkehr	29
6.1	Rechtliche Regelungen und Grundlagen der Emissionsberechnung für den Verkehr ..	29
6.1.1	Stickoxide	31
6.1.2	Flüchtige Kohlenwasserstoffe (ohne Methan)	35
6.1.3	Schwefeldioxid	36
6.1.4	Ammoniak	38
6.2	Ergebnisse der Emissionsberechnung für den Verkehr	39
	Literatur	40
	Tabellenanhang	

1 Einleitung

Der vorliegende Anhang basiert auf einer Studie, die im Auftrag des Umweltbundesamtes vom Institut für Zukunftsstudien und Technologiebewertung (IZT), Berlin, durchgeführt wurde¹. Er dient zur transparenten Dokumentation der Eingangsdaten und Methodik, die zur Berechnung der im Nationalen Programm der Bundesregierung zur Einhaltung der NECs aufgeführten Emissionsschätzung für 2000 und Referenzprognose 2010. „Referenzprognose“ bedeutet, dass lediglich die bereits eingetretenen und die noch zu erwartenden Auswirkungen **bereits beschlossener Maßnahmen** in die Prognose der Emissionen eingearbeitet wurden, während die Auswirkungen von noch zu beschließenden Maßnahmen getrennt in einem Maßnahmenzenario bilanziert werden.

Der grundlegende Ansatz der Emissionsberechnung besteht darin, die emissionsverursachenden Aktivitäten und Emissionsfaktoren, die die jeweiligen technischen Verhältnisse der Emissionsentstehung und -minderung abbilden, zu erfassen bzw. zu prognostizieren. Die Emissionen errechnen sich dabei als Produkt der Aktivitäten mit den auf die Aktivitätseinheiten normierten Emissionsfaktoren. Dementsprechend werden im Folgenden nach der Emissionsübersicht in Kapitel 2 die Emissionen an SO₂, NO_x, NMVOC und NH₃ in Deutschland bilanziert, sortiert nach den Aktivitätssektoren Feuerungsbedingte Emissionen, Industrieprozesse, Lösemittelverwendung und Verkehr². Alle sektorspezifischen Kapitel sind so gegliedert, dass zunächst die Grundlagen der Emissionsberechnung dargelegt werden, was relevante rechtliche Regelungen und Annahmen zu Aktivitäten und Emissionsfaktoren beinhaltet. Daran anschließend werden die jeweiligen Ergebnisse der Emissionsschätzungen zusammengefasst.

¹ UFOPLAN 200 43 254: Vollzugsunterstützung und Erfolgskontrolle bei internationalen Abkommen zur Luftreinhaltung - Teilvorhaben „Maßnahmenprogramm zur Einhaltung von nationalen Emissionshöchstmengen“

² Die Emissionen aus der Landwirtschaft sind nicht Inhalt dieses Anhangs sondern werden in Anhang 2 zum Nationalen Programm erläutert.

2 Emissionsübersicht

Ein **quantitativer Überblick über die Emissionen 2000 und 2010** ist im Folgenden zunächst in der traditionellen UBA-Aufteilung der Quellsektoren sowohl in tabellarischer als auch in grafischer Form gegeben (Tabelle 1 und Abbildung 1 bis Abbildung 4). Für internationale Vergleichszwecke sind die Emissionen anschließend in Tabelle 2 in der IPCC- und CORINAIR-Systematik geordnet.

Emittentengruppe	Emissionen Deutschland in Gg				Jahr
	SO ₂	NO _x	NMVOC	NH ₃	
Feuerung Kraft+Fernheizwerke	276	252	22	2	2000
Feuerung Industrie	118	80	5	1	2000
Feuerung Kleinverbraucher + Militär	27	32	8	1	2000
Feuerung Haushalte	63	77	55	2	2000
Industrieprozesse	127	114	139	15	2000
Gew.+ Vert. v. Brennstoffen			41		2000
Lösemittelverwendung			1000		2000
Verkehr	25	1000	334	9	2000
Landwirtschaft ³				568	2000
Summe	636	1555	1605	599	2000
Feuerung Kraft+Fernheizwerke	211	224	15	2	2010
Feuerung Industrie	118	86	6	1	2010
Feuerung Kleinverbraucher + Militär	18	29	7	1	2010
Feuerung Haushalte	46	75	51	2	2010
Industrieprozesse	112	89	135	15	2010
Gew.+ Vert. v. Brennstoffen			21		2010
Lösemittelverwendung			800		2010
Verkehr	5	621	157	5	2010
Landwirtschaft ³				558	2010
Summe	509	1124	1192	585	2010
Emissionshöchstmenge NEC-RL	520	1051	995	550	2010

Tabelle 1: Übersicht Emissionsschätzung 2000 und Referenzprognose 2010

³ Zu den Details der Emissionsschätzung für die Landwirtschaft vgl. Anhang 2.

Abbildung 1 macht deutlich, dass die SO_2 -Emissionen aus Deutschland zwischen 2000 und 2010 deutlich zurückgehen und fast ausschließlich aus stationären Quellen stammen, der Beitrag des Verkehrs ist hier nahezu vernachlässigbar.

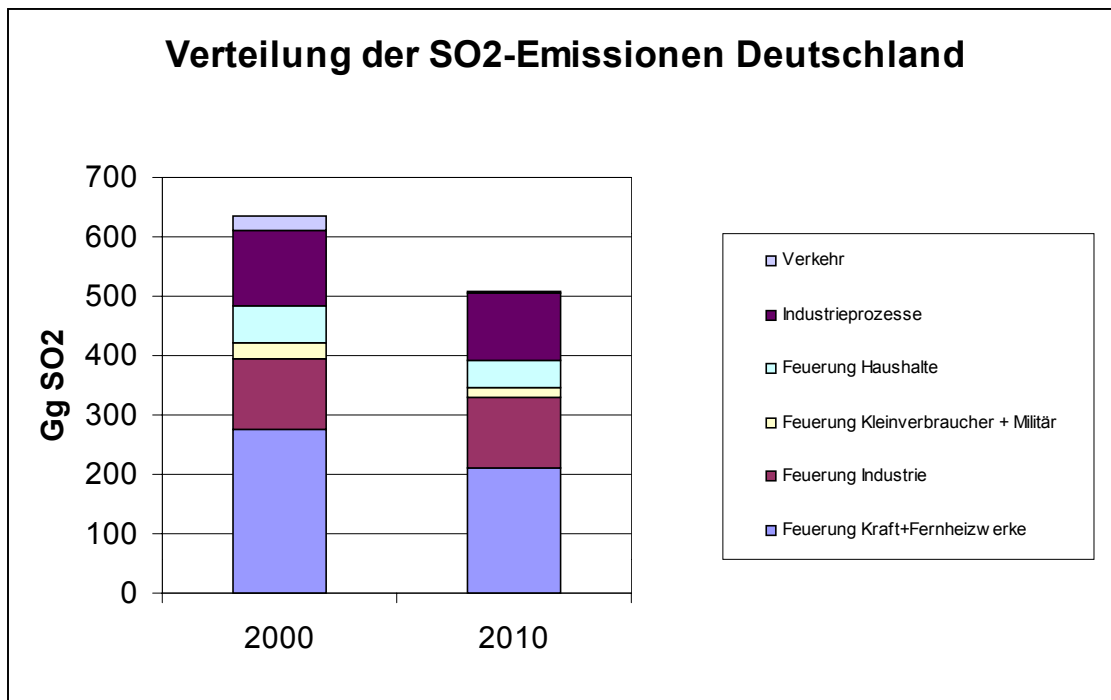


Abbildung 1: Verteilung der SO_2 -Emissionen Deutschland

Die Reduzierung der NO_x -Emissionen zwischen 2000 und 2010 ist hingegen vor allem auf Reduktionen im Verkehrsbereich zurückzuführen (vgl. Abbildung 2).

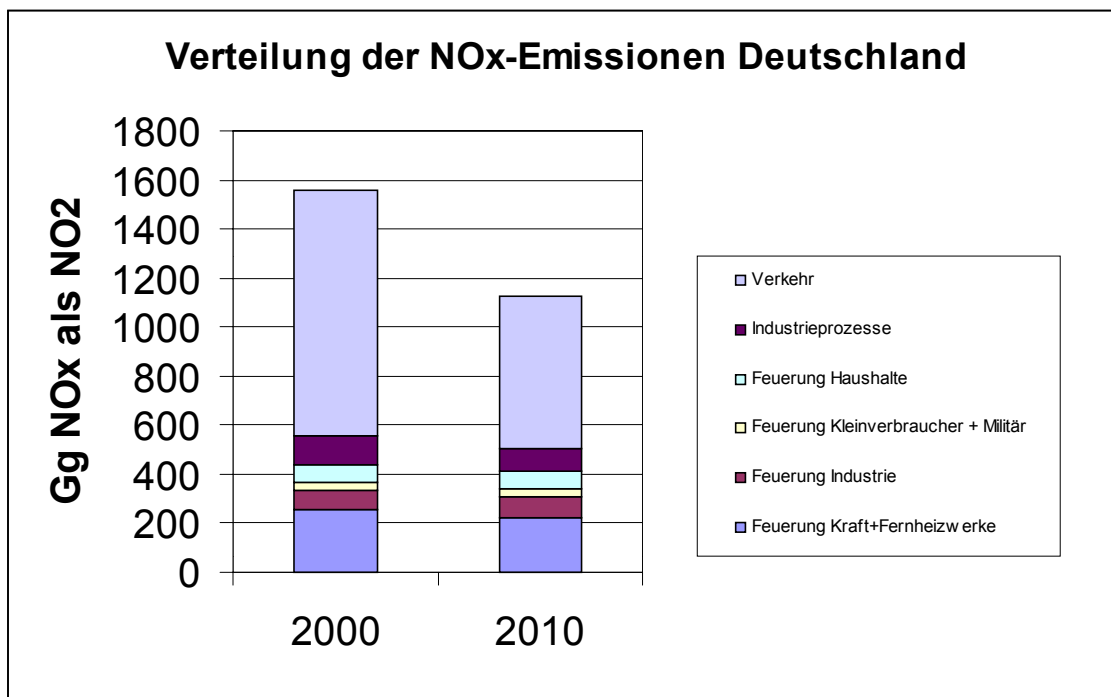


Abbildung 2: Verteilung der NO_x -Emissionen Deutschland

In Abbildung 3 wird verdeutlicht, dass die NMVOC -Emissionen zu großen Anteilen aus der Anwendung von Farben und Lacken und weiteren Lösemittelanwendungen stammen. Weitere

bedeutende Quellsektoren sind Verkehr und Industrieprozesse sowie in geringerem Umfange Haushaltsfeuerungen. Der Emissionsrückgang zwischen 2000 und 2010 ist vor allem auf Fortschritte bei Lösemittelanwendungen (hier v.a. Farben und Lacke) und im Verkehr zurückzuführen.

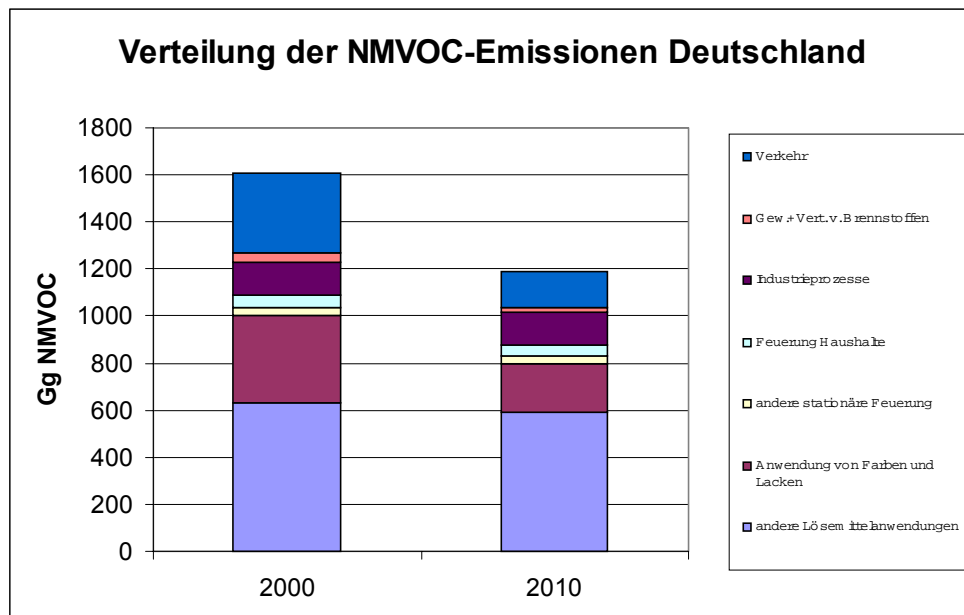


Abbildung 3: Verteilung der NMVOC-Emissionen Deutschland

Die NH_3 -Emissionen aus Deutschland stammen mit Tierhaltung und Düngemittelverwendung fast vollständig aus der Landwirtschaft⁴, dagegen sind NH_3 -Emissionen aus Industrieprozessen, Verkehr und stationärer Feuerung fast vernachlässigbar (vgl. Abbildung 4).

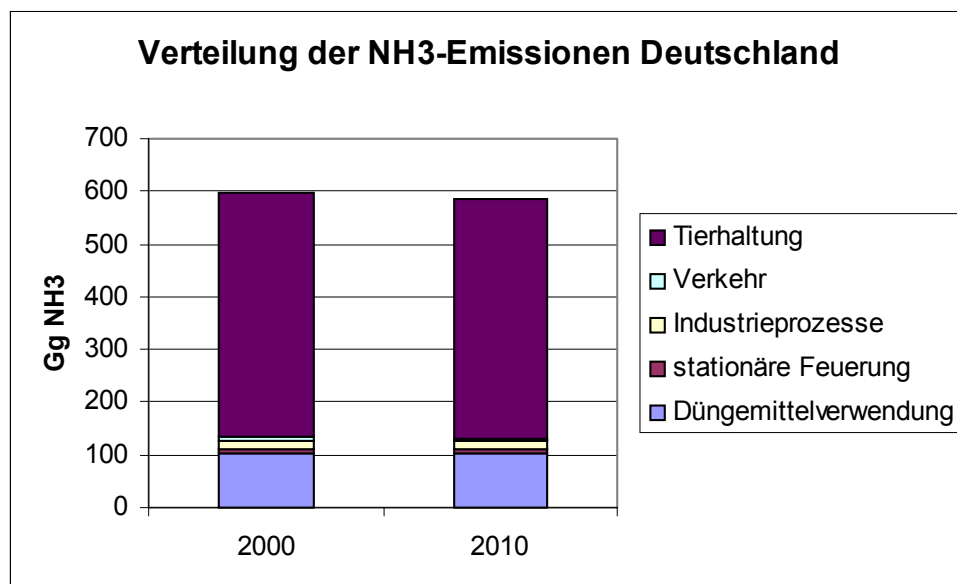


Abbildung 4: Verteilung der NH_3 -Emissionen Deutschland⁴

⁴ Zu den Details der NH_3 -Emissionsschätzung für die Landwirtschaft vgl. Anhang 2.

IPCC Code	CORINAIR SNAP Code	Emittentengruppe	Emissionen Deutschland in Gg							
			SO ₂		NO _x		NMVOC		NH ₃	
			2000	2010	2000	2010	2000	2010	2000	2010
1		Energieeinsatz	510	398	1.441	1.034	466	257	16	12
1A		Verbrennung von Brennstoffen	510	398	1.441	1.034	424	236	16	12
1A1	01	Energieindustrie	310	251	261	231	23	16	3	3
1A1a	0101+0102	Öffentliche Strom- und Wärmeproduktion	238	178	220	189	20	13	2	2
	0101	Öffentliche Stromerzeugung	233	171	216	185	20	12	2	2
	0102	Fernheizwerke	5	6	4	5	0	0	0	0
1A1b	0103	Raffinerien	56	59	25	28	2	2	1	1
1A1c	0104+0105	anderer Umwandlungsbereich	16	14	16	14	2	2	0	0
1A2	03	Übrige Industrie, Bergbau, und verarb. Gewerbe	84	78	71	79	5	5	1	1
1A3	07 + 08	Verkehr	25	5	1.000	621	334	157	9	5
1A3b	07	Straßenverkehr	20	1	788	419	283	113	9	5
1A3a,c,d,e	08	anderer Verkehr	5	4	212	202	51	44	0	0
1A4	02	Haushalte und Kleinverbrauch	90	64	109	104	63	58	3	3
1A4a	0201	Gewerbe, Handel, Dienstleistungen	27	18	32	29	8	7	1	1
1A4b	0202	Haushalte	63	46	77	75	55	51	2	2
1A4c	0203	Landwirtschaft und Gärtnereien	0	0	0	0	0	0	0	0
1A5		andere (Militär)	0	0	0	0	0	0	0	0
1B		Flüchtige Brennstoffemissionen					41	21		
1B2a5	0505	Verteilung von Ottokraftstoff					41	21		
2	04	Industrieprozesse	127	112	114	89	139	135	15	15
3	06	Gebrauch von Lösemitteln					1.000	800		
3A	0601	Anwendung von Farben und Lacken					372	208		
3B-3D	0602-0604	andere Lösemittelanwendungen					628	592		
4	10	Landwirtschaft							568	558
4B	1005	Tierhaltung							464	455
4D	1001	Düngemittelverwendung							103	103
Summe			636	509	1.555	1.124	1.605	1.192	599	585

Tabelle 2: Übersicht Emissionsschätzung 2000 und Referenzprognose 2010 in IPCC und CORINAIR-Systematik

3 Feuerungsbedingte Emissionen

3.1 Grundlagen der Emissionsberechnung für Feuerungsbedingte Emissionen

Unter „feuerungsbedingten Emissionen“ wurden sämtliche Emissionen verbucht, die durch den Einsatz von Brennstoffen in stationären Feuerungsanlagen verursacht werden. (Zur Abgrenzung zu prozessbedingten Emissionen aus Industrieanlagen vgl. „Industrieprozesse“.)

In der neu entwickelten Emittentenstruktur des Umweltbundesamtes („IMA-Struktur“⁵) sind die Feuerungsanlagen gemäß verschiedener Ordnungskriterien fein differenziert, so dass die Aktivitäten und Emissionen in diversen Berichtsformaten angegeben werden können.

Grundlegende Quelldifferenzierungen sind z.B.

- Anwendungsbereiche im Format der traditionellen UBA-Emissionsberichterstattung „Daten zur Umwelt“ (Kraft- und Fernheizwerke, Industriefeuerungen, Kleinverbraucher und Militär, Haushalte),
- Geltungsbereiche der immissionsschutzrechtlichen Bestimmungen (13. BImSchV, 17. BImSchV, 1. BImSchV, TA Luft),
- weitere technologische Differenzierungen sowie
- die Systematik der Energiebilanzzeilen.

3.1.1 Rechtliche Regelungen

Die Verteilung und Menge der Brennstoffeinsätze in Feuerungsanlagen, die ja eine grundlegende Emissionsursache darstellen, unterliegen prinzipiell den Energiemärkten, werden aber durch die Energiepolitik der Bundesrepublik Deutschland beeinflusst. Wichtige Maßnahmen in diesem Zusammenhang sind die verschiedene Besteuerung von Energieträgern (Mineralölsteuer, Ökosteuer, Stromsteuer), die Energieeinsparverordnung (EnEV), das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG), das KWK-Gesetz, die Schutzbestimmungen und Subventionierungen für die Kohlewirtschaft, der „Konsens über den Atomausstieg“ und dessen gesetzliche Begleitung sowie die Selbstverpflichtung der deutschen Wirtschaft zur CO₂-Einsparung.

Auf der emissionstechnischen Seite ist der Einsatz von Brennstoffen in Feuerungsanlagen flächendeckend im untergesetzlichen Regelwerk des Bundesimmissionsschutzgesetzes (BImSchG) geregelt: 13. BImSchV (Großfeuerungsanlagen), 17. BImSchV (Müllverbrennungsanlagen), TA Luft in Verbindung mit 4. BImSchV (sonstige genehmigungsbedürftige Feuerungsanlagen), 1. BImSchV (Kleinfeuerungsanlagen) und 3. BImSchV (Schwefelgehalt von leichtem Heizöl).

Die Regelungen der neuen TA Luft wurden in die Referenzprognose für 2010 bereits mit eingerechnet, da sie am 1.10.2002 in Kraft getreten ist. Auswirkungen der anstehenden Novellen der 13. BImSchV und der 17. BImSchV hingegen sind nicht in der Referenzprognose enthal-

⁵ IMA steht für Interministerielle Arbeitsgruppe zur CO₂-Minderung

ten sondern werden im Nationalen Bericht getrennt als potenzielle zusätzliche Maßnahmen ausgewiesen.

3.1.2 Annahmen zu den Aktivitäten

Die Aktivitätsdaten für 2000 beruhen im wesentlichen auf vorläufigen, aggregierten Daten zur Energiebilanz 2000. Deren hochaggregierte Daten zu sektoralen Brennstoffeinsätzen wurden unter Zuhilfenahme des Verteilungsmusters der sektoralen Feinverteilung der Brennstoffströme von 1998⁶ disaggregiert, um somit eine disaggregierte Schätzung der Brennstoffeinsätzen in 2000 zu erhalten. Diese Schätzung der Feinverteilung ist notwendig, da die zugehörigen Emissionsfaktoren ebenfalls in technologisch hoch differenzierter Form vorliegen. In einzelnen Fällen mussten Daten von 1998 bzw. 1999 fortgeschrieben werden.

Die Aktivitätsdaten für 2010 beruhen auf der Energieprognose prognos99⁷. Deren hochaggregierte Daten wurden (vergleichbar zum Vorgehen für die Aktivitätsschätzung für 2000) unter Zuhilfenahme des Verteilungsmusters der 1998er sektoralen Feinverteilung der Brennstoffströme disaggregiert. Damit konnte auch für 2010 ein disaggregierter Datensatz zu voraussichtlichen Brennstoffeinsätzen erstellt werden, der mit der Struktur der genutzten Emissionsfaktoren kompatibel ist.

Bei prognos99 handelt es sich im wesentlichen um eine Status-quo-Prognose mit der grundlegenden Annahme, dass es innerhalb des Prognosehorizonts bis zum Jahr 2020 zu keinen wesentlichen Veränderungen im wirtschaftlichen System Deutschlands und Europas kommen wird.

Einige zentrale Annahmen von prognos99 sind:

- Die Einwohnerzahl Deutschlands geht leicht zurück, die Altersstruktur ändert sich allerdings stark, die deutsche Wirtschaft wächst um 2% p.a.
- Der technologische Fortschritt für rationelle Energienutzung und den Einsatz regenerativer Energieträger ist kontinuierlich und ohne Sprünge.
- Die Preisbildung erfolgt durch den Markt.⁸ Für Strom und Gas wird von einer harmonisierten europäischen Preisbildung ausgegangen.
- Der energiepolitische Rahmen wird durch die Liberalisierung des Strom- und Gassektors und durch die Besteuerung des Verbrauchs nicht erneuerbarer Energien geprägt. Hinzu kommen weitere Maßnahmen wie z.B. die Energieeinsparverordnung, das Stromeinspei-

⁶ Es wurde das Jahr 1998 gewählt, da für dieses Jahr eine vollständige und vom Umweltbundesamt zum Zweck der Emissionsschätzung disaggregierte Energiebilanz vorlag.

⁷Prognos AG: Michael Schlesinger u.a., EWI: Martin Kreuzberg u.a.: Energiereport III - Die längerfristige Entwicklung der Energiemärkte im Zeichen von Wettbewerb und Umwelt; Studie für das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie, Berlin; Schäffer Poeschel Verlag Stuttgart, 1999

⁸ Für Steinkohle wird davon ausgegangen, dass dank der deutschen Steinkohleesubventionen der inländische Nachfragepreis an den Weltmarktpreis angekoppelt ist. Bei Braunkohle wird der Nachfragepreis mangels Markt über die langfristigen Lieferverträge zwischen den Gruben und den anliegenden Braunkohlekraftwerken bestimmt, die sich an den Förderkosten orientieren.

sungsgesetz oder eine gleichwertige Regelung, freiwillige Selbstverpflichtungen der Industrie.

Da in **prognos99** aktuelle klimapolitische Maßnahmen der Bundesregierung wie das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) und das Kraft-Wärme-Kopplungs-Gesetz (KWKG) noch nicht berücksichtigt werden konnte, mussten die sich aus prognos99 ergebenden Brennstoffeinsätze um die Auswirkungen dieser bereits beschlossenen Maßnahmen angepasst werden. Diese erweiterte Prognose, deren Erarbeitung in den folgenden Kapiteln 3.1.2.1 und 3.1.2.2 beschrieben ist, wird im Folgenden mit „**prognos99plus**“ bezeichnet.

Die Ergebnisse der Berechnung der emissionsrelevanten Brennstoffeinsätze für 2000 und (auf der Basis von prognos99plus) für 2010 sind in der Übersicht in Kapitel 3.2.1 und im Detail im Tabellenanhang wiedergegeben.

3.1.2.1 Erweiterung von prognos99 um die Auswirkungen des KWKG-Gesetzes

Mit dem KWKG-Gesetz⁹ werden Erhalt, Modernisierung und Zubau von Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen durch ein Zuschlagssystem finanziell gefördert.

Die Ziele des Gesetzes (§ 1 KWKG) sind:

- Kohlendioxid-Minderung bis zum Jahre 2005 etwa 10 Tg
- Kohlendioxid-Minderung bis zum Jahre 2010 etwa 23 Tg, mindestens aber 20 Tg (Basisjahr 1998).

In dem Gesetz sind als förderfähige Maßnahmen aufgeführt:

- Förderung von Bestandsanlagen zum Erhalt der KWKG-Standorte
- Modernisierung von Heizkraftwerken im Zeitraum 2002 bis 2005
- Zubau von Blockheizkraftwerken (BHKW) bis zu einer elektrischen Leistung von 2 MW
- Markteinführung der Brennstoffzellentechnik.

Zulageberechtigt ist nur der Strom, der in das Netz der allgemeinen Versorgung eingespeist wird. Mit Ausnahme kleiner KWKG-Anlagen ($< 2 \text{ MW}_{\text{el}}$ und Brennstoffzellen) wurde von einer weitergehenden Begünstigung neu errichteter Anlagen abgesehen, weil sich die Wirtschaft in einer Vereinbarung mit der Bundesregierung verpflichtet hat, den Neubau von KWKG-Anlagen aus eigener Kraft und ohne die Flankierung durch staatliche Instrumente voranzutreiben.

Für den zeitlichen Rahmen zur Förderung von Blockheizkraftwerken (Fördersumme knapp 360 Mio. €) sieht das Gesetz — im Gegensatz zur Befristung bei der Modernisierung — keinen festen Termin vor. Die Förderung endet in dem Jahr, in dem die geförderten Anlagen eine Stromerzeugung von 14 TWh über den Förderzeitraum erreichen. Hierbei treffen wir die An-

⁹ Gesetz für die Erhaltung, die Modernisierung und den Ausbau der Kraft-Wärme-Kopplung (Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz [KWKG-Gesetz]; BGBl 2002 Teil 1 Nr. 19 vom 22.03.2002)

nahme, dass diese Maßnahme besonders schnell umgesetzt wird, z. B. durch Ersatz von Heizzentralen für größere Gebäudekomplexe, so dass das Ziel von 14 TWh bereits im Jahr 2005 erreicht werden kann.

Das KWK-Gesetz sieht vor, die in KWK erzeugte Strommenge zu fördern. KWK-Strom ist das rechnerische Produkt aus der Nutzwärmebereitstellung und der Stromkennzahl (§ 3 Abs. 4). Für die Modernisierung legt das Gesetz fest, dass der erzeugte Strom nur dann förderungsfähig ist, wenn er nicht auf einer Erhöhung des Wärmeanschlusswertes gegenüber der Altanlage beruht (§ 5 Abs. 1 Nr. 3). Damit bietet das Gesetz einen Anreiz, Steinkohlenheizkraftwerke mit niedriger Stromkennzahl durch GuD-Kraftwerke mit weitaus höherer Stromkennzahl zu ersetzen. Die GuD-Kraftwerke substituieren damit nicht nur die Strom- und Wärmeerzeugung der stillgelegten Steinkohlenheizkraftwerke, sondern verdrängen darüber hinaus auch Strom aus Mittellastkraftwerken (Steinkohlenstrom).

Für den Erhalt und die Modernisierung von KWK-Anlagen ist eine Fördersumme von 4,1 Mrd. € vorgesehen. Gefördert wird die zertifizierte Stromerzeugung mit zeitlich degressiv verlaufenden Zuschlagssätzen und unterschiedlichen Zeiträumen in denen dieser Zuschlag gewährt wird (§ 7 KWK-Gesetz). Modernisierte Anlagen und Anlagen, die durch eine neue Anlage ersetzt wurden, werden nur dann bis zum Jahr 2010 gefördert, wenn sie seit dem Inkrafttreten des Gesetzes bis zum 31.12.2005 wieder den Dauerbetrieb aufgenommen haben (§ 5 Abs. 1 Nr. 3). Die Förderung endet für alte Bestandsanlagen¹⁰ mit dem Jahr 2006 und für neue Bestandsanlagen¹¹ im Jahr 2009. Unter diesen Randbedingungen schätzt das Umweltbundesamt, dass eine zertifizierte elektrische Anlagenleistung zwischen 1.900 und 2.700 MW modernisiert werden kann. Die Daten kennzeichnen zwei Extremfälle: Im ersten Fall wurde davon ausgegangen, dass alle Anlagen bereits im 1. Förderjahr (2002) – im zweiten Fall erst im Jahr 2005 – wieder in Betrieb genommen wurden. Diesen beiden Fällen entspricht eine CO₂-Minderung von 8.900 kt bzw. 12.500 kt bis zum Jahr 2005 (Ziel nach § 1 KWKG: 10.000 kt bis 2005).

Zur Berücksichtigung von Planungs-, Bau- und Probetriebszeiten nehmen wir das folgende Szenario an:

- 20 % der Anlagen werden im Jahr 2003,
- 30 % der Anlagen im Jahr 2004,
- 50 % der Anlagen im Jahr 2005

wieder in Betrieb genommen.

Randbedingung ist, dass alle Fördermittel vollständig und fristgerecht abgerufen werden. Für die Modernisierung stehen dann knapp 1,8 Mrd. € zur Verfügung. Für die Modernisierung wird angenommen, dass sie durch Stilllegung von Steinkohlenkraftwerken und Neubau von erdgasbetriebenen GuD-Anlagen erfolgt. Im betrachteten Szenario wird dann eine elektrische

¹⁰ Anlagen nach § 5 Abs. 1 Nr. 1 die bis zum 31.12.1989 in Dauerbetrieb gegangen sind.

¹¹ Anlagen nach § 5 Abs. 1 Nr. 2., die ab 01.01.1990 bis zum Inkrafttreten des Gesetzes den Dauerbetrieb aufgenommen haben.

Anlagenleistung von etwa 2.400 MW stillgelegt und durch Neuanlagen mit einer elektrischen Anlagenleistung von knapp 7.400 MW ersetzt. Mit der Neubauleistung wird die Strom- und Wärmeerzeugung der Altanlagen ersetzt und darüber hinaus Strom im Mittellastbereich (Steinkohlenstrom) verdrängt.

Für das Erreichen der unteren Grenze des Kohlendioxid-Minderungsziels von 20 Tg CO₂ durch das KWK-Gesetz im Jahr 2010 nehmen wir an, dass im Rahmen der Selbstverpflichtung der Wirtschaft weitere Steinkohlenkraftwerke auch ohne Förderung im Zeitraum 2006 bis 2010 in gleicher Weise modernisiert werden.

In § 5 des KWK-Gesetzes sind **Brennstoffzellen-Anlagen** als zuschlagsberechtigte Anlagen definiert, sofern sie nach Inkrafttreten des Gesetzes in Dauerbetrieb genommen werden. Nach § 7 KWKG haben Betreiber von Brennstoffzellen-Anlagen für den KWK-Strom einen Anspruch auf Zahlung eines Zuschlags in Höhe von 5,11 €ct pro Kilowattstunde über einen Zeitraum von zehn Jahren ab Aufnahme des Dauerbetriebs der Anlage. Somit werden Brennstoffzellen-Anlagen auch über die gegenwärtig festgeschriebene Geltungsdauer des Gesetzes (31.12.2010) gefördert. Eine Fördersumme für diese Anlagen ist nicht festgelegt worden.

Die Unschärfe des KWK-Gesetzes in der Zielformulierung zur CO₂-Minderung im Jahr 2010 beruht nach unserer Auffassung auf der nicht sicher absehbaren Markteinführung der Brennstoffzellentechnik. Die Größe des potenziellen Marktsegments für Brennstoffzellen in der KWK hängt wesentlich von den Vorteilen der Brennstoffzellentechnik im Vergleich zu den Konkurrenztechnologien ab, wobei auch bei konventionellen Systemen in Zukunft weitere technische Verbesserungen und Kostensenkungen zu erwarten sind.

Die Markteinführung von Brennstoffzellen im stationären Bereich wird zunächst in dezentralen Anwendungen im elektrischen Leistungsbereich von etwa 0,2 bis 10 MW erwartet. Dieser Leistungsbereich wird derzeit von allen Entwicklern verfolgt. Das Umweltbundesamt hat eine Reihe von Prognoseinformationen zusammengetragen und auf ihre Plausibilität geprüft. Nach Auswertung dieser Unterlagen ergibt sich für das Ende des Jahrzehnts eine prognostizierte Spannbreite von wenigen Dutzend MW bis über 1.250 MW installierter elektrischer Brennstoffzellenleistung. Unter Berücksichtigung der gegenwärtig vorliegenden Informationen zu geplanten Demonstrationsanlagen und dem Einsatz von Vorserienmodellen wird für das Jahr 2005 von einer verfügbaren elektrischen Brennstoffzellenleistung zwischen 2.000 kW und 5.000 kW ausgegangen. Unter der Voraussetzung, dass die gegenwärtig laufenden Pilotprojekte und Demonstrationsanlagen keine gravierenden technischen Probleme hervorbringen, wird davon ausgegangen, dass bis zum Jahr 2010 eine Anlagenkapazität in einer Größenordnung von rund 700 MW elektrischer Brennstoffzellenleistung zur Verfügung steht.

Wirtschaftlich ist ein Betrieb von Brennstoffzellen gegenwärtig nur im Grundlastbetrieb (gleichzeitiger Strom- und Wärmebedarf: 7.000 h/a). Die Mehrheit der Hersteller gibt Brennstoffausnutzungsgrade von deutlich über 80 % an. Eine Auswertung von gegenwärtig laufenden Projekten ergibt eine durchschnittliche Stromkennzahl von 0,84 bei einer Bandbreite von 0,37 bis 2,4. Die Tendenz der Stromkennzahlen bei Brennstoffzellen dürfte in den kommenden Jahren klar in Richtung größerer Stromausbeuten gehen (deutlich über 1).

Damit ergeben sich für das Szenario folgende Schritte und zeitliche Abläufe zur Aufstellung von Energie- und Emissionsbilanzen:

1. Zubau von BHKW (2002 bis 2005)
 - a) Energieeinsatz und Emissionen aus BHKW
 - b) Energie- und Emissionseinsparungen durch Verdrängung von Steinkohlenstrom aus dem Netz
 - c) Energie- und Emissionseinsparungen durch Ersatz von Erdgas- und Ölheizungsanlagen.
2. Modernisierung von Steinkohlenheizkraftwerken (2002 bis 2005)
 - a) Energieeinsatz und Emissionen aus GuD-Kraftwerken
 - b) Energie- und Emissionseinsparungen durch Stilllegung von Steinkohlenheizkraftwerken
 - c) Energie- und Emissionseinsparungen durch Verdrängung von Strom aus anderen Steinkohlenkraftwerken.
3. Modernisierung von Steinkohlenheizkraftwerken im Rahmen der Selbstverpflichtung (2006 bis 2010)
 - a) Energieeinsatz und Emissionen aus GuD-Kraftwerken
 - b) Energie- und Emissionseinsparungen durch Stilllegung von Steinkohlenheizkraftwerken
 - c) Energie- und Emissionseinsparungen durch Verdrängung von Strom aus Steinkohlenkraftwerken.
4. Zubau von Brennstoffzellen-HKW (2002 bis 2010)
 - a) Energieeinsatz und Emissionen aus Brennstoffzellen-HKW
 - b) Energie- und Emissionseinsparungen durch Verdrängung von Braunkohlenstrom aus dem Netz
 - c) Energie- und Emissionseinsparungen durch Ersatz von Erdgas- und Ölheizungsanlagen.

Tabelle 3 fasst die Emissions- und Brennstoffbilanz aus diesem Szenario zusammen:

Zusammenfassung der Ergebnisse aus Zubau, Modernisierung und Selbstverpflichtung	Einheit	2005	2010
Änderung des Einsatzes von Erdgas	PJ	+ 185	+ 273
Änderung des Einsatzes von Steinkohle	PJ	- 264	- 344
Änderung des Einsatzes von Rohbraunkohle	PJ	- 0	-43
Änderung des Einsatzes von Heizöl EL	PJ	- 22	- 36
Änderung der Brennstoffeinsätze Insgesamt	PJ	- 101	- 151
CO ₂ -Emissionen	Tg	-16	-24
SO ₂ -Emissionen	Gg	-19	-29
NO _x -Emissionen	Gg	-4	-13

Tabelle 3: Auswirkungen des KWK-Gesetzes

3.1.2.2 Erweiterung von prognos99 um die Auswirkungen des EEG und anderer Maßnahmen zur Markteinführung erneuerbarer Energien

Mit dem Erneuerbaren-Energien-Gesetz inklusive der Biomasseverordnung, dem Markteinführungsprogramm für erneuerbare Energien, dem 100.000-Dächer-Photovoltaikprogramm sowie der Solarkampagne 2000 und der Verbesserung von Information und Beratung hat die Bundesregierung für die Förderung erneuerbarer Energien klare Rahmenbedingungen gesetzt. Durch diese Fördermaßnahmen sinken auch die Emissionen der in der NEC-Richtlinie erfassten Luftschadstoffe beträchtlich. In der laufenden Legislaturperiode werden das EEG und die Marktanreizprogramme mit dem Ziel weiterentwickelt, den Anteil der erneuerbaren Energien an der Stromerzeugung und am Primärenergieverbrauch bis spätestens zum Jahr 2010 (gegenüber dem Basisjahr 2000) zu verdoppeln. Im Offshore-Bereich sollen bis 2006 Windenergieanlagen mit mindestens 500 Megawatt Leistung und bis 2010 mit 3000 Megawatt installiert werden. Die Fläche an Sonnenkollektoren soll in den nächsten Jahren verdoppelt werden. Die zeitliche Befristung der Förderung im EEG wird an diese Ziele angepasst.

Das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) ist eine Vorrangregelung für Strom aus erneuerbaren Energiequellen. Entsprechend den Zielen der Europäischen Union und der Bundesrepublik Deutschland rechnen wir mit einer Verdoppelung der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energiequellen bis zum Jahr 2010 (bezogen auf den Ist-Zustand). Tabelle 4 zeigt in der rechten Spalte (2010 insgesamt) wie sich nach Vorstellungen von BMU/UBA die Verdoppelung der Stromerzeugung nach Energiequellen entwickeln kann.

	Einheit	2010 (prognos99)	2010 (zusätzlich)	2010 (insgesamt) (prognos99plus)
Wasserkraft	TWh	21,6	3,4	25
Windenergie	TWh	17,0	14,0	31
Photovoltaik	TWh	0,2	0,8	1
Biogene Festbrennstoffe	TWh	2,0	3,0	5
Biogene gasförmige Brennstoffe	TWh	1,4	1,6	3
Geothermie	TWh	0	0,002	0,002
Stromerzeugung insgesamt	TWh	42,2	22,8	65

Tabelle 4: Stromerzeugung aus regenerativen Energiequellen¹²

Der nach dem EEG eingespeiste Strom verdrängt im gleichen Umfang vorwiegend Strom im Mittellastbereich (Steinkohlenstrom) und in geringem Umfang Strom aus der Grundlast (Braunkohlenstrom). Der Brennstoffeinsatz und die Emissionen aus diesen Energieträgern

¹² In prognos99 ist ein Teil dieser Entwicklung bis zum Jahr 2010 bereits enthalten (Spalte „2010 (prognos99)“. Hierbei konnte prognos99 nur das alte Stromeinspeisegesetz berücksichtigen. Um Doppelzählungen bei der Integration des Szenarios in prognos99 zu vermeiden, wurde derjenige Teil der Stromerzeugung herausgerechnet, der sich aus der Differenz zwischen Zielvorstellung des EEG und prognos99 ergibt (Spalte „2010 (zusätzlich)“).

werden eingespart. Auf der anderen Seite sind der Brennstoffeinsatz und die Emissionen zu berücksichtigen, die aus der Nutzung biogener Brennstoffe entstehen. Tabelle 5 fasst die Gesamtbilanz der Anpassung zusammen.

Bilanz der Anpassung von prognos99 an das EEG	Einheit	2010 (zusätzlich)
Biogene Festbrennstoffe	PJ	+ 27
Biogene gasförmige Brennstoffe	PJ	+ 15
Steinkohle	PJ	- 171
Rohbraunkohle	PJ	- 30
Brennstoffeinsätze insgesamt	PJ	- 158
CO ₂ -Emissionen	Tg	-19
SO ₂ -Emissionen	Gg	-14
NO _x -Emissionen	Gg	-11

Tabelle 5: Anpassung von prognos99 an das EEG

3.1.3 Annahmen zu den Emissionsfaktoren

Einerseits bilden die Grenzwerte der o.g. immissionsschutzrechtlichen Bestimmungen den Rahmen des Anlagenbetriebs. Andererseits liegen die tatsächlichen Emissionen der Anlagen aber teilweise deutlich unterhalb dieser Grenzwerte, bedingt durch „autonomen“ Fortschritt des Standes der Technik und des Standards neuer Anlagen sowie durch im Vergleich zur bundeseinheitlichen Regelung „schärfere“ Betriebsgenehmigungen. Die Emissionsfaktoren für 2000 bilden deshalb den technischen Betriebsstand der betrachteten Anlagen ab.

Insbesondere für Feuerungsanlagen der TA Luft sind die der Berechnung zugrunde gelegten Emissionsfaktoren jedoch als vorläufig anzusehen, da deren genaue Bestimmung Gegenstand eines noch nicht abgeschlossenen Forschungsvorhabens des Umweltbundesamtes sind.

Die Emissionsfaktoren für 2010 bilden den voraussichtlichen technischen Betriebsstand der betrachteten Anlagen ab, wie er sich nach Einschätzung des Umweltbundesamtes ohne neu von der Bundesregierung einzuleitende Maßnahmen ergeben wird.

Änderungen in den Emissionsfaktoren zwischen 2000 und 2010 sind somit begründet durch

- a) die Umsetzung der für Mitte 2002 erwarteten TA Luft (ab 2007)
- b) einen „autonomen“ technischen Fortschritt durch den Ersatz von Alt- durch Neuanlagen (bei Kleinfeuerungsanlagen auch induziert durch die EnEV) und
- c) Änderungen in den Brennstoffqualitäten.

Weitere Fortschritte in den Emissionsfaktoren für 2010, die zusätzlicher, noch nicht beschlossener Maßnahmen bedürfen, wurden in einem getrennten Maßnahmenzenario bilanziert: Hier sind zu vor allem zu nennen

- a) die anstehende Novellierung der 13. BImSchV und der 17. BImSchV und
- b) die Normung eines fast schwefelfreien leichten Heizöls (v.a. zum Einsatz in ölbefeuerten Brennwertkesseln).

Die benutzten Emissionsfaktoren lassen sich im einzelnen aus der detaillierten Dokumentation im Tabellenanhang ablesen (Quotient aus Emissionen und Brennstoffeinsätzen).

3.2 Ergebnisse der Emissionsberechnung für Feuerungsbedingte Emissionen

3.2.1 Emissionsrelevante Brennstoffeinsätze 2000 und im Referenzszenario 2010

Die folgenden Abbildungen veranschaulichen die emissionsrelevanten Brennstoffeinsätze in stationären Quellen für 2000 und im Referenzszenario 2010 (prognos99plus). Eine tabellarische Übersicht wird weiter unten in Tabelle 6 gegeben. Detailliertere Dokumentationen der Energieströme sind im Tabellenanhang wiedergegeben.

In Abbildung 5 wird deutlich, dass der Steinkohleeinsatz deutlich zurückgeht, dies ist im wesentlichen eine Folge der durch das EEG und das KWK-Gesetz induzierten Verdrängung von Steinkohle-Mittellaststrom. Das KWK-Gesetz trägt ebenfalls zum Anstieg des Erdgaseinsatzes mit bei.

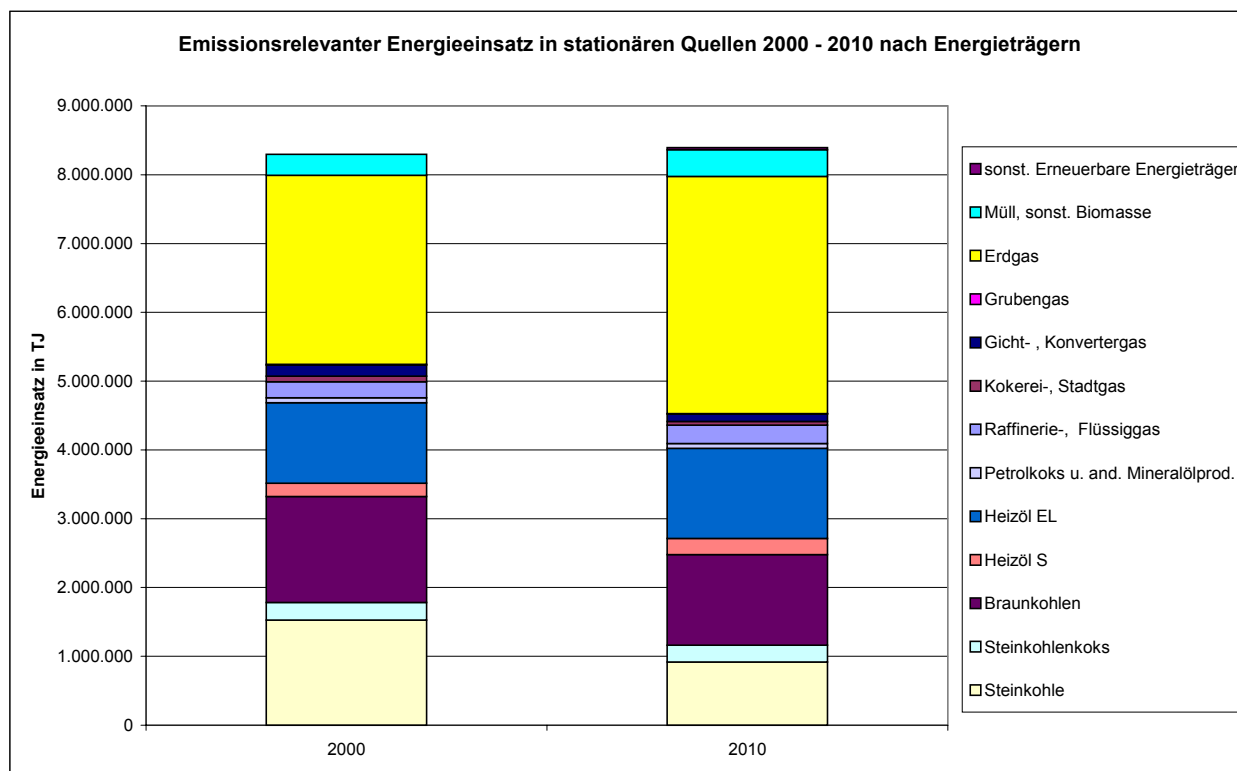


Abbildung 5: Emissionsrelevanter Energieeinsatz in stationären Quellen nach Energieträgern

3.2.2 Feuerungsbedingte Emissionen

Tabelle 6 bietet einen Überblick über die feuerungsbedingten Emissionen¹³ aus stationären Quellen, in den sich anschließenden Abbildungen wird die Verteilung der SO₂-, NO_x- und NMVOC-Emissionen auf die eingesetzten Brennstoffe bildlich verdeutlicht.

Emissionsrelevante Energieeinsätze und feuerungsbedingte Emissionen											
	Prozeß, Brennstoff	Brennstoffeinsatz		Emissionen SO ₂		Emissionen NO ₂		Emissionen NMVOC		Emissionen NH ₃	
		in TJ		in Mg		in Mg		in Mg		in Mg	
		2000	2010	2000	2010	2000	2010	2000	2010	2000	2010
	Summe insgesamt	8.296.134	8.392.984	484.645	392.678	440.933	413.055	90.401	79.125	6.628	6.863
sortiert nach Immissionsschutzrechtlichen Vorschriften											
	Summe 13. BImSchV	3.784.314	3.053.584	328.745	269.060	262.604	211.934	24.827	16.960	2.833	2.404
	Summe 17. BImSchV	74.249	136.172	215	395	6.519	11.956	74	136	252	463
	Summe TA Luft Feuerungsanlagen	408.155	522.651	65.343	60.021	28.760	31.339	1.906	1.589	367	479
	Summe Gasturbinen (TA Luft)	169.547	438.841	211	298	14.970	29.021	54	101	23	53
	Summe Gasmaschinen (TA Luft)	46.411	128.801	229	192	3.682	7.075	124	523	13	22
	Summe Dieselmotoren (TA Luft)	1.342	1.575	19	1	1.063	1.247	4	5	4	5
	Summe Prozessfeuerungen (TA Luft)	641.935	609.218	1.689	789	581	270	107	51	11	5
	Summe 1. BImSchV	3.170.180	3.502.143	88.194	61.923	122.755	120.212	63.305	59.760	3.124	3.432
	Summe	8.296.134	8.392.984	484.645	392.678	440.933	413.055	90.401	79.125	6.628	6.863
sortiert nach Sektoren (Daten zur Umwelt)											
	Summe Kraft- und Fernheizwerke	3.594.113	3.353.676	276.460	211.496	252.317	223.752	22.430	14.875	2.384	2.157
	Summe Industriefeuerungen	1.961.501	2.085.498	117.705	117.526	79.585	85.697	5.405	6.296	1.226	1.411
	Summe Kleinverbrauch + Militär	820.520	799.220	27.150	17.640	31.649	29.039	7.758	6.540	866	898
	Summe Haushalte	1.920.000	2.154.590	63.329	46.016	77.381	74.567	54.808	51.415	2.153	2.398
	Summe	8.296.134	8.392.984	484.645	392.678	440.933	413.055	90.401	79.125	6.628	6.863
sortiert nach Brennstoffen											
	Summe Steinkohle	1.525.201	916.226	150.972	105.669	100.900	62.259	20.313	12.356	870	514
	Summe Steinkohlenkoks	257.826	247.798	6.033	4.109	721	493	134	75	10	7
	Summe Braunkohlen	1.539.052	1.314.718	170.292	143.151	121.451	103.432	7.686	5.028	1.043	886
	Summe Heizöl S	192.549	235.100	42.212	45.688	13.641	16.085	2.628	3.219	328	405
	Summe Heizöl EL	1.171.248	1.308.918	76.469	55.122	53.632	54.640	2.008	2.241	2.918	3.262
	Summe Benzine	17	2.300	1	196	1	161	0	7	0	6
	Summe Petrolkoks u.ä.	71.626	68.600	29.220	30.945	5.021	5.356	227	236	134	136
	Summe Raffinerie-, Flüssiggas	234.867	267.300	669	757	16.826	17.873	1.092	1.434	562	639
	Summe Kokerei-, Stadtgas	80.663	54.300	1.942	1.019	2.645	1.592	110	66	50	31
	Summe Gicht-, Konvertergas	158.028	108.400	2.689	1.485	4.273	2.422	207	89	84	48
	Summe Grubengas	14.030	4.700	7	2	831	254	3	3	2	1
	Summe Erdgas	2.746.703	3.446.451	1.308	1.645	100.708	121.460	3.036	3.776	291	366
	Summe Müll, sonst. Biomasse	304.325	386.666	2.830	2.629	20.281	25.816	52.960	46.203	336	555
	Summe sonst. Erneuerbare Energieträger	0	31.507	0	261	0	1.212	0	4.394	0	8
	Summe	8.296.134	8.392.984	484.645	392.678	440.933	413.055	90.401	79.125	6.628	6.863

Tabelle 6: Emissionsrelevante Energieeinsätze und feuerungsbedingte Emissionen aus stationären Quellen

¹³ Zur genauen Abgrenzung von „feuerungsbedingten“ und „prozessbedingten“ Emissionen in industriellen Prozessfeuerungen im Rahmen dieses Berichts vgl. Kapitel 4.1.

Für die feuerungsbedingten SO_2 -Emissionen aus stationären Quellen (vgl. Abbildung 6) spielen sowohl 2000 als auch 2010 nur die Brennstoffe Steinkohle, Braunkohle, Heizöl S, Heizöl EL und Petrolkoks/andere Mineralölprodukte eine Rolle.

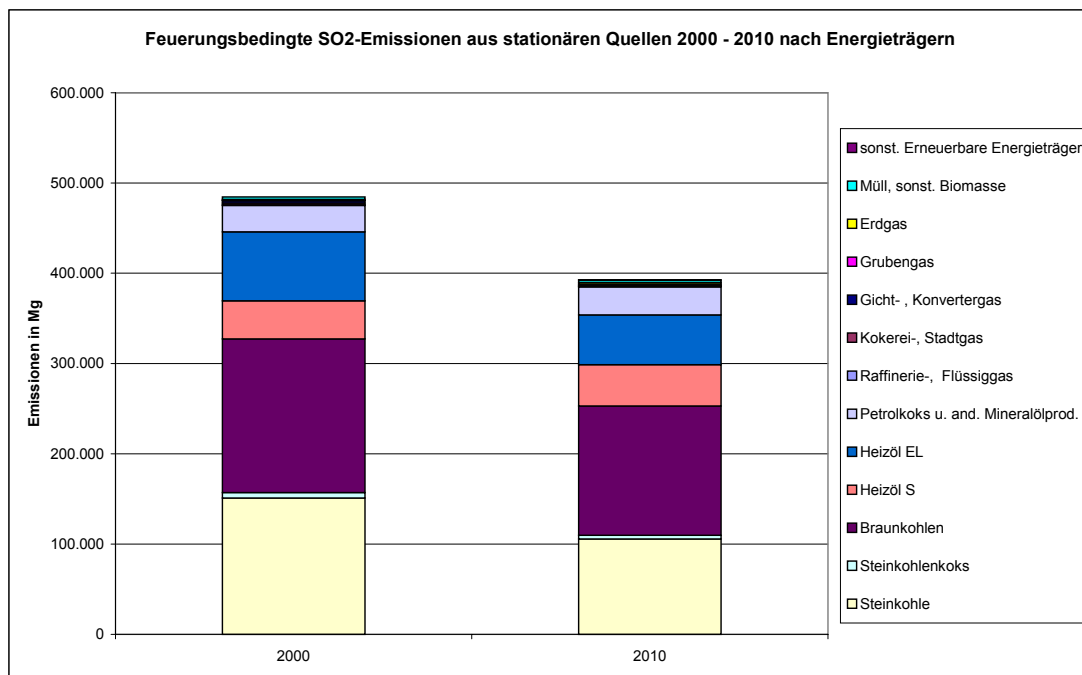


Abbildung 6: Feuerungsbedingte SO_2 -Emissionen aus stationären Quellen

Im Gegensatz zu SO_2 spielen für die feuerungsbedingten NO_x -Emissionen aus stationären Quellen (Abbildung 7) Heizöl S und Petrolkoks nur eine geringe Rolle, während Gas- und Biomassefeuerungen aufgrund ihrer bedeutenden Anteile im Brennstoffeinsatz (Abbildung 5) relevante Beiträge liefern.

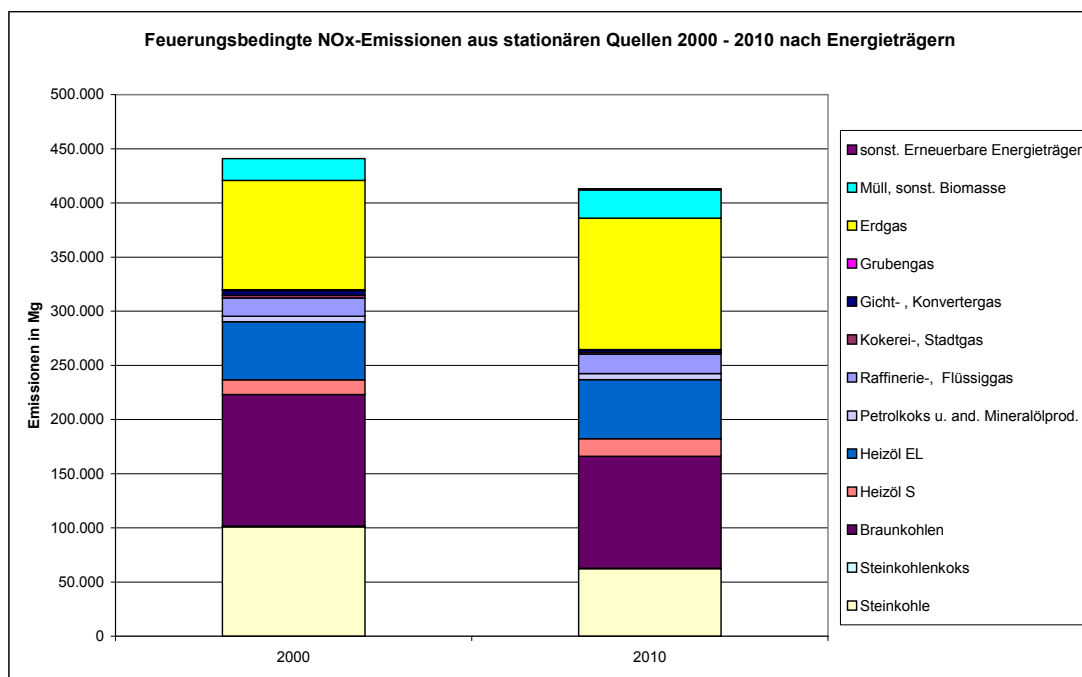


Abbildung 7: Feuerungsbedingte NO_x -Emissionen aus stationären Quellen

Bei den feuerungsbedingten **NMVOC**-Emissionen aus stationären Quellen (Abbildung 8) wird deutlich, dass diese zum größten Teil aus Müll-/Biomassefeuerungen stammen; hierbei handelt es sich überwiegend um den Einsatz von Brennholz in Kleinfeuerungsanlagen. Allerdings ist der Anteil der feuerungsbedingten NMVOC-Emissionen aus stationären Quellen an den gesamten NMVOC-Emissionen relativ gering (vgl. Abbildung 3).

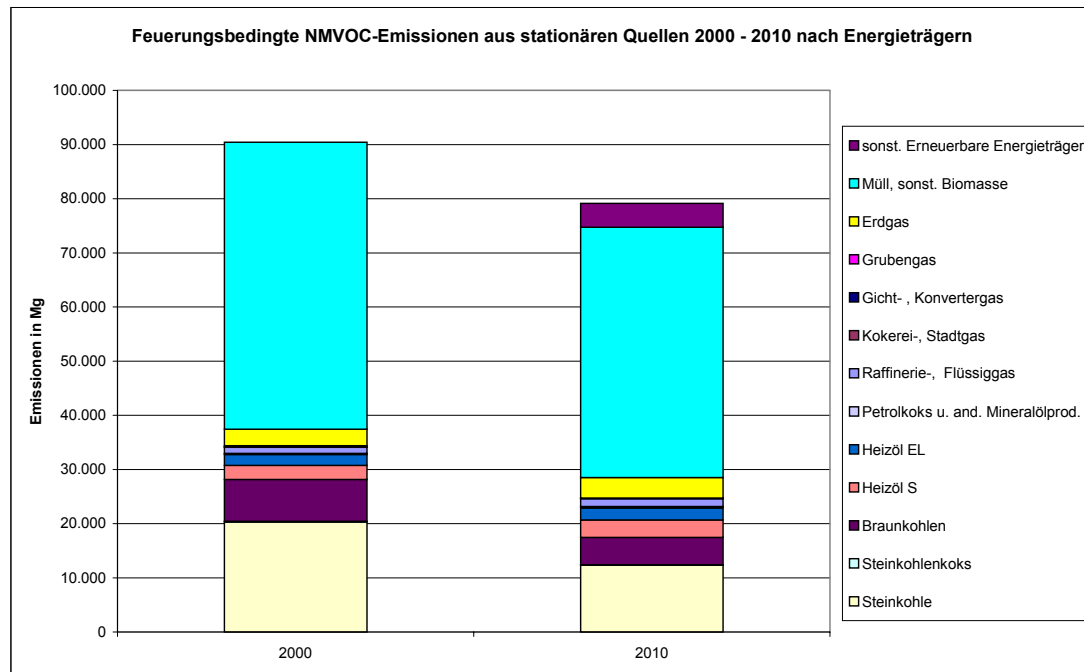


Abbildung 8: Feuerungsbedingte NMVOC-Emissionen aus stationären Quellen

4 Industrieprozesse

4.1 Grundlagen der Emissionsberechnung für Industrieprozesse

4.1.1 Abgrenzung des Sektors und Annahmen zu den Aktivitäten

Unter „Industrieprozesse“ werden im Rahmen dieses Berichtes diejenigen Emissionen aus Industrieanlagen bilanziert, die nicht dem Brennstoffeinsatz zugeordnet wurden (vgl. Kapitel „Feuerungsbedingte Emissionen“), und die nicht dem Lösemittleinsatz (vgl. Kapitel „Lösemittelverwendung“) zuzurechnen sind, wie rohstofflich bedingte NO_x-Emissionen aus der Salpetersäureproduktion, NMVOC-Emissionen aus der chemischen Industrie oder aus der Lagerung und dem Transport von Benzin oder NH₃-Emissionen aus der Ammoniaksynthese.

Traditionell werden in der Emissionsberichterstattung für industrielle Prozessfeuerungen (z.B. Zementöfen, Glasschmelzen, Sinteranlagen etc.) die Emissionen, die dem Brennstoffeinsatz zugeordnet werden von den übrigen (den prozessbedingten Emissionen) „künstlich“ unterschieden. Dies geschieht, da Emissionsberichterstattung meist auf der Basis von aggregierten statistischen Daten geschieht und eine Doppelzählung von mit Brennstoffeinsätzen verbundenen Emissionen vermieden werden soll. Für den vorliegenden Bericht lagen jedoch für eine Reihe solcher Industriebranchen verlässliche, auf Messergebnissen basierende Schätzungen der gesamten Emissionen vor. Deshalb konnte für diejenigen Industriebranchen, deren Brennstoffeinsätze aus der detaillierten Aufschlüsselung der Energiebilanz (IMA-Struktur) bekannt sind, auf oben beschriebene Aufteilung verzichtet werden. Die Emissionen aus den in Tabelle 7 genannten Branchen wurden deshalb im Folgenden vollständig unter „Industrieprozesse“ bilanziert, folglich sind für diese Branchen die feuerungsbedingten Emissionsfaktoren (bei der Berechnung der feuerungsbedingten Emissionen) gleich Null (vgl. auch die detaillierte Dokumentation der feuerungsbedingten Emissionen im Tabellenanhang).

IMA-Nr.	Prozessfeuerung
54	Herstellung von Roheisen
55	Herstellung von Sinter
57	Herstellung von Walzstahl
58	Herstellung von Eisen-, Stahl- und Temperguss
59	Herstellung von Nichteisen-Schwermetallen
60	Herstellung von Kalk
61	Herstellung von Zement
62	Herstellung von Glas
63	Herstellung von Zucker
64	Herstellung von Grobkeramik

Tabelle 7: Industriebranchen mit identifiziertem Brennstoffeinsatz in Prozessfeuerungen

Die **Abschätzung der Produktionsentwicklung bis 2010** wurde in der Mehrzahl der emissionsrelevanten Branchen auf Basis der Branchenkenntnis des Umweltbundesamtes vorgenommen. Wo keine explizierte Expertenschätzung verfügbar war, wurden bis 2010 konstante Produktionsmengen angenommen. In Tabelle 8 sind die für 2000 vorliegenden und für 2010 geschätzten Aktivitätsdaten wiedergegeben.

4.1.2 Rechtliche Regelungen und Annahmen zu den Emissionsfaktoren

Die prozessbedingten Emissionsfaktoren für **2000** stellen den technischen Betriebsstand der Anlagen dar, der wesentlich durch den immissionsschutzrechtlichen Regelungsstand bestimmt ist. Die bedeutendsten rechtlichen Regelungen, die diesem Zustand (2000) zu Grunde liegen, sind:

- TA Luft (von 1986)
- 20. BImSchV - Verordnung zur Begrenzung der Emissionen flüchtiger organischer Verbindungen beim Umfüllen und Lagern von Ottokraftstoffen
- 21. BImSchV - Verordnung zur Begrenzung der Kohlenwasserstoffemissionen bei der Betankung von Kraftfahrzeugen
- 25. BImSchV - Verordnung zur Begrenzung von Emissionen aus der Titandioxid-Industrie

Für **2010** wurden für die Emissionsfaktoren emissionstechnische Fortschritte aus der Umsetzung der neuen TA Luft¹⁴ und der laufenden Umsetzung der 20./21. BImSchV einberechnet.

Die Qualität Emissionsfaktoren für Industrieanlagen variiert je nach Verfügbarkeit von Ausgangsdaten sehr stark. So liegen z.B. den NMVOC-Emissionen der Chemischen Industrie, die Default-Emissionsfaktoren aus dem CORINAIR-Handbuch zu Grunde während die Emissionsfaktoren für Teile der Metallindustrie auf umfangreichen Messberichten basieren. Für eine große Anzahl an Branchen konnten jedoch die Emissionsfaktoren zur Erstellung des vorliegenden Berichts neu validiert werden (vgl. Tabelle 8).

Die benutzten Emissionsfaktoren lassen sich als Quotient der Emissionen und der Aktivitäten aus Tabelle 8 ablesen.

4.2 Ergebnisse der Emissionsberechnung für Industrieprozesse

Eine quantitative Übersicht über die prozessbedingten Emissionen ist in Tabelle 8 wiedergegeben.

¹⁴ Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft – TA Luft) vom 24. Juli 2002

Anhang 1: Emissionen 2000 und Referenzprognose 2010 (außer Landwirtschaft)

Prozessbedingte Emissionen										Emissionen inklusive der Emissionen der Prozess- feuerung	Schätzung Aktivität 2010 validiert 2002	Schätzung Emissionsfak- toren 2000 validiert 2002	Schätzung Emissionsfak- toren 2010 validiert 2002
	Aktivität in Mg		Emissionen SO2		Emissionen NO2		Emissionen NMVOC		Emissionen NH3				
Aktivität	2000	2010	in Mg 2000	2010	in Mg 2000	2010	in Mg 2000	2010	in Mg 2000	2010			
Entschwefelung in Raffinerien: Schwefelproduktion	497.000	400.000	9.940	4.000	0	0	0	0	0	0			
Entschwefelung von Erdgas: Schwefelproduktion	1.100.000	661.000	9.900	5.949	0	0	0	0	0	0			
Abfackelung von Erdgas: abgefackelte Menge (Aktivität: [1000 m3])	36.000	36.000	5	5	0	0	0	0	0	0			
Raffineriebetrieb: Einsatz von Rohöl und Produkten	117.971.000	117.971.000	0	0	0	0	25.482	25.482	0	0			
Sinteranlagen: Sinterproduktion	27.959.000	29.000.000	30.196	28.988	15.937	12.461	6.990	5.350	9	9	X	X	X
Hochöfen: Roheisenproduktion	30.845.000	30.900.000	1.939	1.927	1.168	1.132	232	231	5	5	X	X	X
Stahlerzeugung: Elektro-Stahl-Produktion	13.324.000	12.900.000	866	839	1.599	1.484	640	323	0	0		X	X
Stahlerzeugung: Aufblas-Stahl-Produktion	33.051.000	34.000.000	0	0	165	136	0	0	0	0		X	X
Stahlerzeugung: Walz-Stahl-Produktion	36.600.000	37.000.000	2.165	1.417	15.006	11.100	95	70	25	18	X	X	X
Gießereien: Eisen-, Stahl- und Tempergussproduktion	3.758.000	3.900.000	1.052	975	940	936	6.013	3.900	128	98	X	X	X
Kokereien: Steinkohlenkoksproduktion	9.141.000	8.981.000	457	359	0	0	1.371	1.347	0	0			
Aluminiumproduktion: Hüttenaluminium	644.000	700.000	3.864	4.200	0	0	0	0	0	0	(X)	X	X
Kupferproduktion: Elektolytkupfer, feuerraff. Kupfer	709.000	709.000	2.825	2.825	903	903	0	0	0	0	X		X
Bleiproduktion: raff. Blei	387.000	387.000	527	527	155	155	0	0	0	0	X		X
Zinkproduktion: Hütten- und Umschmelzzink	357.000	357.000	536	536	0	0	0	0	0	0	X		X
Zementwerke: Zementklinkerproduktion	27.679.000	27.679.000	9.500	9.500	38.000	31.700	1.140	1.140	0	0	X		X
Grobkeramik: Mauerziegel, Dachziegel, geformte feuerfeste Erzeugnisse	22.126.000	22.126.000	4.427	4.427	3.924	3.924	906	906	0	0	X		X
Kalkbrennen: Kalkstein, Kalkspat, gebr., Dolomitgestein, Glaserstellung: Hohl-, Flach-, Floatglas	7.261.000	7.261.000	2.190	2.190	7.600	7.600	0	0	0	0	X		X
Bitumen-Mischgut (Asphalt)-Produktion	65.000.000	62.500.000	325	313	406	313	644	563	0	0		X	X
Schwefelsäureproduktion, Chem. Industrie	3.579.000	3.579.000	14.316	14.316	0	0	0	0	0	0			
Schwefelsäureproduktion, Metall-Verhüttung	1.322.000	1.322.000	5.288	5.288	0	0	0	0	0	0			
Salpetersäureproduktion	2.436.224	2.436.224	0	0	3.654	1.827	0	0	0	0			
Titandioxidproduktion (nur SO2-Emissionen bekannt)	615	615	615	615	0	0	0	0	0	0			
Rußproduktion	346.000	346.000	4.498	3.460	0	0	0	0	0	0			
Stickstoffhaltige Düngemittel (Einnährstoffdünger) ber. auf N	1.647.000	1.647.000	0	0	0	0	0	0	8.235	8.235			
Organische Produkte: NMVOC-Emissionen	85.316	85.316	0	0	0	0	85.316	85.316	0	0			
Ammoniakproduktion: Synthese-NH3 ber. auf N	2.670.000	2.670.000	0	0	1.081	801	0	0	2.136	2.136			
Sodaproduktion ber. auf NA2CO3	1.421.793	1.421.793	0	0	274	274	0	0	82	82			X
Zuckerproduktion	4.359.112	4.359.112	6.669	6.669	4.882	4.882	2.223	2.223	2.790	2.790	X		X
Zellstoffaufbereitung: Papierzellstoff (inkl. Edel- und Kunstfaserzellstoff)	873.000	873.000	0	0	0	0	1.318	1.318	0	13			
Spanplattenproduktion	6.310.000	6.310.000	0	0	0	0	5.679	5.679	0	0			
NH3- u. Harnstoffeinsatz in SCR/SNCR-Anlagen (Aktivität: [MW])	38.500	38.500	0	0	0	0	0	0	1.733	1.733			
Holzstoffherstellung	1.342.000	1.342.000	0	0	0	0	958	958	0	0			X
Herstellung gestrichenes Papier	1.400.000	1.400.000	0	0	0	0	486	486	0	0			X
Summe Prozessemissionen			126.746	111.546	113.782	89.494	139.491	135.291	15.143	15.118			
Verteilung von Ottokraftstoff: 20. BImSchV	30.250.000	23.000.000	0	0	0	0	16.335	4.600	0	0		X	X
Verteilung von Ottokraftstoff: 21. BImSchV	30.250.000	23.000.000	0	0	0	0	24.805	16.100	0	0		X	X
Verteilung von Ottokraftstoff: Verbrauch insgesamt	30.250.000	23.000.000	0	0	0	0	41.140	20.700	0	0			

Tabelle 8: Aktivitäten / Branchen, deren Prozessemissionen erfasst werden

5 Lösemittelverwendung

In Industrie, Gewerbe und Haushalten

5.1 Grundlagen der Emissionsberechnung der Lösemittelverwendung

5.1.1 Rechtliche Regelungen für Lösemittel

Die NMVOC-Emissionen aus dem Bereich der Lösemittelverwendung im Jahr 2000 waren anlagenseitig im wesentlichen durch die TA Luft und die 2. BImSchV (Verordnung zur Emissionsbegrenzung von leichtflüchtigen halogenierten organischen Verbindungen) begrenzt. Durch das Umweltzeichen „Blauer Engel“ wurden im Produktbereich lösemittelarme (10-15 Gew.-%) bzw. lösemittelfreie Lacke und Farben stark in deutschen Markt verbreitet.

Mit der 2001 erlassenen 31. BImSchV¹⁵, die die EG-Lösemittelrichtlinie in deutsches Recht umgesetzt hat, wurde eine weitere, über die bisher geltenden Regelungen hinausgehende, wichtige Maßnahme bereits verwirklicht. Die 31. BImSchV schreibt über die EG-Vorschriften hinausgehende Anforderungen fest: Eine Vielzahl von kleinen, nicht genehmigungsbedürftigen Betrieben (jetzt: anzeigebedürftige Anlagen) fällt in den Geltungsbereich dieser neuen Verordnung. Insbesondere für diese Unternehmen enthält die Verordnung mit dem „vereinfachten Reduzierungsplan“ ein neues Instrument im deutschen Luftreinhalte-recht. Die Umsetzung der 31. BImSchV wird zur weiteren Reduktion der anlagenbezogenen Lösemittlemissionen im Jahr 2010 beitragen.

Zur Unterstützung von Betrieben, die mit Hilfe eines Reduzierungsplans den Anforderungen der Lösemittelverordnung nachkommen wollen, und der von der Lösemittelverordnung noch nicht erfassten Anwendungen hat das Umweltbundesamt im Rahmen eines Forschungsprojekts das Internetportal „Lösemittelarme Produkte“ (<http://www.umweltbundesamt.de/voc/>, zukünftig auch <http://www.loesemittelarm.de>) geschaffen. Über das Internetportal sind Wissensspeicher über lösemittelarme Produkte und Alternativen für die Verlegung von Bodenbelägen, für Farben und Lacke, industrielle Oberflächenreiniger sowie Druckfarben und Druckhilfsstoffe zugänglich. Die Wissensspeicher sind praxisgerecht aufgebaut, insbesondere auf die Bedürfnisse kleinerer und mittlerer Handwerks- und Gewerbebetriebe zugeschnitten und wurden für den betrieblichen Alltag mit Zusatzfunktionen ausgestattet wie der Möglichkeit, Technische Merkblätter und Sicherheitsdatenblätter von Produkten herunterzuladen oder einschlägige TRGS (Technische Regeln für Gefahrstoffe) und Verordnungen einzusehen.

¹⁵ 31. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung zur Begrenzung der Emissionen flüchtiger organischer Verbindungen bei der Verwendung organischer Lösemittel in bestimmten Anlagen)

5.1.2 Annahmen zu den Aktivitäten und den Emissionsfaktoren

Bei der Verwendung von Lösemitteln werden über 62% der anthropogenen NMVOC-Emissionen freigesetzt (Basis: 2000; vorläufige Angaben). Lösemittel finden sich in vielen Produkten, die in Industrie, Gewerbe und Haushalten Verwendung finden, wie in Farben und Lacken, Klebstoffen, Abbeizern, Reinigungsmitteln usw. Im industriellen Bereich werden Lösemittel in vielen verschiedenen Branchen eingesetzt. Von Bedeutung für die Entstehung von NMVOC-Emissionen sind insbesondere Lackier-, Druck- und Kaschieranlagen sowie industrielle Reinigungsprozesse.

Generell ist festzustellen, dass insbesondere die Erhebung der Eingangsdaten als Datengrundlage für das Emissionsinventar mit großen Schwierigkeiten behaftet ist. Die Anwendung von flüchtigen organischen Stoffen bzw. lösemittelhaltigen Erzeugnissen stellt einen Quellsektor dar, der hinsichtlich seiner stofflichen als auch seiner prozess- und anwendungsbezogenen Vielfalt nicht mit anderen anthropogenen Quellgruppen vergleichbar ist. Die Anwendungsbereiche der lösemittelhaltigen Produkte erstrecken sich auf sehr viele verschiedene Branchen der Industrie und des Gewerbes sowie auch auf den Bereich der privaten Haushalte. Ferner sind je nach Anwendungsbereich auch sehr verschiedene Anwendungstechniken zu betrachten, wie z. B. die Applikation von Lacken durch Tauchen, verschiedene Spritzverfahren, Rollen, Streichen, Gießen etc., wobei die diesen Verfahren zuzuordnenden unterschiedlichen Auftragswirkungsgrade Einfluss auf den spezifischen Lackverbrauch für eine Lackieraufgabe nehmen. Schließlich ist im Hinblick auf die aus der Lösemittel-Anwendung resultierenden Emissionen an NMVOC die sehr heterogene Bestandsstruktur an Anlagen und Einrichtungen zur Abluftreinigung zu berücksichtigen.

Neben der Heterogenität des Quellsektors „Anwendung von Lösemitteln“ ist die Ermittlung der Mengen von als Lösemittel u. ä. eingesetzten organischen Substanzen durch den Umstand geprägt, dass keine allgemein zugänglichen Verbrauchsangaben zur Verfügung stehen, wie dies z. B. für Energieträger in Form von Energiebilanzen auf Bundes- oder Länderebene der Fall ist. Für verschiedene flüchtige organische Substanzen lässt sich der Verbrauch in Deutschland zwar aus der Produktions- und Außenhandelsstatistik abschätzen. Insbesondere aus Gründen des Datenschutzes werden in der Produktionsstatistik jedoch bei weitem nicht alle potentiellen Lösemittel ausgewiesen. Und selbst wenn dies der Fall wäre, ließe sich allein auf der Grundlage von Gesamtverbrauchsmengen an flüchtigen organischen Komponenten kaum eine belastbare Schätzung der Emissionen in die Atmosphäre vornehmen. Erforderlich ist die Aufbereitung und Auswertung von Wirtschaftsstatistiken und Emissionserklärungen für immissionsschutzrechtlich genehmigungsbedürftige Anlagen sowie die Beschaffung ergänzender Informationen durch Erhebungen bei Industrie- und Fachverbänden sowie verschiedensten sonstigen Institutionen.

Derartige detaillierte Untersuchungen sind nur in größeren Zeitabständen durchführbar. Aus diesem Grund wurden Methoden entwickelt, die zumindest kurz- bis mittelfristig eine vereinfachte Fortschreibung der Datenbasis ermöglichen. Diese Fortschreibung kann vom Umweltbundesamt eigenständig und mit vertretbarem Aufwand durchgeführt werden. Hierzu werden Beziehungen hergestellt zwischen ursprünglich komplex erfassten Sachverhalten und leicht

zugänglichen, möglichst regelmäßig aktualisierten Daten wie z. B. Bevölkerungs- und Wirtschaftsstatistiken. Dennoch ist festzuhalten, dass eine Fortschreibung mit zunehmendem zeitlichen Abstand zur Erhebung der Eingangsdaten mit Defiziten behaftet ist. Daher hat das Umweltbundesamt eine wissenschaftliche Studie zur Erhebung eines Emissionsinventars für NMVOC-Emissionen¹⁶ aus der Lösemittelverwendung in Auftrag gegeben, deren Endergebnisse jedoch noch nicht vorliegen.

5.2 Ergebnisse der Emissionsberechnung der Lösemittelverwendung

Die NMVOC-Emissionen aus der Lösemittelverwendung sind in Tabelle 9 und in Tabelle 10 in verschiedenen Aggregationsmustern dokumentiert:

	NMVOC-Emissionen aus der Lösemittelanwendung [Gg/a]				
	1990	1996	2000	2007/2010	
				1:1 Umsetzung EG-RL	Schärfere Umsetzung EG-RL
VOC-Emissionen aus der Lösemittelanwendung (Summe aus I + II)	1160	1010	1000	850	800
I Davon offene Anwendung: z.B. Bautenlacke, Straßenmarkierung		528		528	528
II Davon aus Anlagen: (Summe aus [a] und [b])		482		322	272
a) Anlagen im Geltungsbereich der EG-Richtlinie		306		146 ^(A)	146
b) nicht im Geltungsbereich der EG-Richtlinie		176		176	126 ^(B)
^(A) Annahme, dass die VOC Emissionen im Geltungsbereich der EG-Lösemittelrichtlinie um (bestenfalls) 50 % gegenüber 1996 gesenkt werden können. ^(B) zusätzliche Senkung durch schärfere Umsetzung der EG-Lösemittelrichtlinie in der Größenordnung von 50 Gg gegenüber 1996 durch Senkung der Schwellenwerte bei Holzbeschichtung und Oberflächenreinigung, Senkung der diffusen Emissionen bei automatisierter Beschichtung / Illustrationstiefdruck u.ä.. Es handelt sich um eine Grobschätzung, da eine genaue Abgrenzung der Minderungspotentiale zwischen Anlagen im bzw. Anlagen außerhalb des Geltungsbereiches der EG-Lösemittelrichtlinie nicht möglich ist.					

Tabelle 9: Vorläufige Schätzung der NMVOC-Emissionen aus der Lösemittelverwendung (nach Anwendungsbereichen)

¹⁶ UFOPLAN F+E-Vorhaben 201 43 306: „Erstellung eines Inventars für die VOC-Emissionen aus der Lösemittelverwendung in Deutschland“

SNAP94	NMVOC-Emissionen aus der Lösemittelverwendung	Fortschreibung		Schätzung
	Emittentengruppe	für 2000		Jahr 2010
		[Mg]		[Mg]
060100	Anwendung von Farben und Lacken			
	0601 Summe:	372.000	37%	208.000
060200	Entfettung, Chemische Reinigung und Elektronik			
060300	Herstellung und Verarbeitung von chemischen Produkten			
060400	Andere Anwendungen von Lösemitteln und ähnlichen Aktivitäten			
	0602 - 0604 Summe:	628.000	63%	592.000
	davon:			
060403	Druckindustrie	61.000	10%	37.000
060405	Anwendung von Klebstoffen und Haftmaterialien	18.000	3%	14.000
060000	Summe	1.000.000		800.000

Tabelle 10: Vorläufige Schätzung der NMVOC-Emissionen aus der Lösemittelverwendung (nach SNAP94)

Die Emissionsdaten beider Tabellen wurden durch Fortschreibung aus den Ergebnissen der detaillierten Emissionsermittlungen für 1994 bis 1996 errechnet und stellen daher vorläufige Angaben dar. Die endgültigen Zahlen für das Jahr 2000 und der Schätzung für das Jahr 2010 als Ergebnis des oben erwähnten Forschungsprojekts "Erstellung eines Inventars für die VOC-Emissionen aus der Lösemittelverwendung in Deutschland" liegen noch nicht vor. Entgegen den bisherigen Prognosen ist bei einer Reihe von Sektoren mit einem Anstieg der Emissionen zu rechnen, beispielsweise verursacht durch den Anstieg beim Gesamtverbrauch an Verdünnern im Verlauf der letzten fünf Jahre, wodurch die Minderungserfolge weitgehend kompensiert werden und das gesamte Emissionsniveau derzeit eher ansteigen dürfte. Mit den endgültigen detaillierten Emissionsdaten ist – nach Vorlage der Ergebnisse des Forschungsprojekts und der Diskussion mit den betroffenen Industrie- und Fachverbänden - bis Mitte 2003 zu rechnen. In die Schätzung für das Jahr 2010 ist eine zusätzliche Emissionsminderung von etwa 50 Gg durch die verschärfte nationale Umsetzung der EG-Lösemittelrichtlinie in Deutschland (31. BImSchV) einbezogen.

6 Verkehr

6.1 Rechtliche Regelungen und Grundlagen der Emissionsberechnung für den Verkehr

Die Berechnung der nachfolgend dargestellten Emissionen aus dem motorisierten Verkehr in Deutschland erfolgt mit Hilfe des im Auftrag des Umweltbundesamtes entwickelten Modells „TREMODO“ (Transport Emission Estimation Model) Version 2.1¹⁷.

Das Modell verknüpft die Aktivitätsraten „Verkehrs- bzw. Fahrleistung“ mit entsprechenden spezifischen Emissionsfaktoren. Derzeit werden in TREMOD folgende Verkehrsträger berücksichtigt:

- Straßenverkehr: Verkehr auf öffentlichen Straßen im Inland ohne Landwirtschaft und Militär
- Schienenverkehr: Öffentlicher Verkehr auf Schienen im Inland, ohne Industrie- und andere nichtöffentliche Bahnen
- Schiffsverkehr: Güterverkehr mit Binnenschiffen auf inländischen Gewässern
- Luftverkehr: Flugverkehr im Inland

Alle Emittenten, die bisher mit dem Modell TREMOD nicht erfasst werden, jedoch dem Verkehrsbereich zuzuordnen sind, werden zur Zeit im Rahmen eines Forschungsvorhabens bilanziert¹⁸ und wurden zunächst grob geschätzt.

Als Datengrundlage für die Verkehrsleistungen werden bis zum Jahr 2000 die vom Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen in „Verkehr in Zahlen 2001/2002“ veröffentlichten Zeitreihen herangezogen. Die Fahrleistungen des Straßenverkehrs werden, ausgehend von der Fahrleistungserhebung von 1993¹⁹ anhand der Angaben in „Verkehr in Zahlen 2001/2002“ bis 2000 fortgeschrieben. Der Prognose der Fahr- und Verkehrsleistungen liegen

¹⁷ Seit Oktober 2002 liegt eine neue Version TREMOD 3.0 vor. In nachträglichen Vergleichsrechnungen mit führte diese für das Jahr 2010 zu etwa 15 Gg niedrigeren NO_x-Emissionen als die Rechnung mit TREMOD 2.1. Quelle:

ifeu Heidelberg: Aktualisierung des „Daten- und Rechenmodells: Schadstoffemissionen aus dem motorisierten Verkehr in Deutschland 1980-2020, im Auftrag des Umweltbundesamtes UFOPLAN Nr. 201 45 112, Heidelberg, 2001 (für TREMOD 2.1) bzw. 2002 (für TREMOD 3.0)

¹⁸ UFO-Plan-F+E-Vorhaben 299 45 113 „Entwicklung eines Modells zur Berechnung der Luftschadstoffemissionen und des Kraftstoffverbrauchs von Verbrennungsmotoren in mobilen Geräten und Maschinen“

¹⁹ Heusch-Boesefeldt: Ermittlung der Pkw- und Nfz-Jahresfahrleistungen 1993 auf allen Straßen in der Bundesrepublik Deutschland, im Auftrag des BMV, Aachen, 1996

das Trend-Szenarios der „Verkehrsprognose 2015“ für die Bundesverkehrswegeplanung²⁰ und eine Abschätzungen vom DIW für 2020²¹ zugrunde.

Die Entwicklung und Prognose der Fahr- und Verkehrsleistungen ist in Tabelle 11 und in Tabelle 12 dargestellt:

	1990	1995	2000	2010	2020
Personenverkehr	540,2	543,4	549,1	627,2	697,5
Güterverkehr	51,9	75,2	93,7	103,1	111,6

Tabelle 11: Fahrleistungen im Straßenverkehr 1990-2020 (in Mrd. km)

	1990	1995	2000	2010	2020
PV-Straße	785,3	827,6	838,9	955,1	1054,1
GV-Straße	182,9	280,0	362,7	459,5	539,5
PV-Schiene	77,2	87,3	88,2	94,4	100,9
GV-Schiene	103,9	68,8	76,0	87,2	94,6
GV-Binnenschiff	56,7	64,0	66,5	81,0	96,0
PV-Luft	6,0	7,3	9,1	11,3	13,2
GV-Luft	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1

(PV=Personenverkehr; GV=Güterverkehr)

Tabelle 12: Verkehrsleistungen 1990-2020 (in Mrd. Pkm bzw. tkm)

Die in TREMOD verwendeten Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs entstammen aus den Messprogrammen des TÜV Rheinland und RWTÜV aus den Jahren 1989/90. Auf der Basis der Ergebnisse aus der sogenannten Feldüberwachung wurden die Pkw-Emissionsfaktoren bis 1994 fortgeschrieben. Die Emissionsfaktoren neuerer und zukünftiger Fahrzeugschichten (Euro II-V) wurden von Experten aus der Automobilindustrie und dem Umweltbundesamt gemeinsam abgeleitet. Die Emissionsfaktoren für die übrigen Verkehrsträger wurden durch Literaturrecherchen ermittelt.

²⁰ BVU/ifo/ITP/PLANCO : „Verkehrsprognose 2015 für die Bundesverkehrswegeplanung“, im Auftrag des BMVBW FE-Nr. 96.578/1999, München/Freiburg/Essen, 2001

²¹ /DIW/: Instrumente und Maßnahmen zur Realisierung einer nachhaltigen Energieversorgung im Bereich „Mobilität“, im Auftrag des Forschungszentrums Karlsruhe, Büro für Technikfolgenabschätzung, in Bearbeitung

6.1.1 Stickoxide

Von **1990 bis 2000** wurden die NO_x-Emissionen aus dem Verkehr in Deutschland um 541 Mg bzw. 35 % erreicht vermindert. Der Großteil der Minderung mit 488 Mg wurde im Straßenverkehr erreicht. (vgl. Tabelle 13)

	1990 [Gg]	1995 [Gg]	2000 [Gg]
Pkw	804	489	271
Lkw	414	479	476
Busse	55	45	38
Mot. Zweiräder	2	3	3
Übriger Verkehr	265	219	212 (*)
Verkehr ges.	1.541	1.234	1.000

Quelle: Umweltbundesamt, Daten- und Rechenmodell TREMOD

(*) 1999

Tabelle 13: Entwicklung der NO_x-Verkehrsemissionen 1990-2000

Ursache für die Emissionsminderungen sind die in den nachfolgenden Richtlinien festgelegten Verschärfungen der zulässigen Abgasgrenzwerte für Kraftfahrzeuge und Verbesserungen der Kraftstoffqualität:

- Richtlinie 91/441/EWG: Richtlinie des Rates vom 26. Juni 1991 zur Änderung der Richtlinie 70/220/EWG zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedsstaaten über Maßnahmen gegen die Verunreinigung der Luft durch Emissionen von Kraftfahrzeugen (EURO I für Pkw ab 1992/93)
- Richtlinie 91/542/EWG des Rates vom 1. Oktober 1991 zur Änderung der Richtlinie 88/77/EWG zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedsstaaten über Maßnahmen gegen die Emission gasförmiger Schadstoffe aus Dieselmotoren zum Antrieb von Fahrzeugen (EURO I ab 1992/1993 und EURO II ab 1995/1996 für Motoren für schwere Lastkraftwagen und Busse)
- Richtlinie 94/12/EWG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. März 1994 über Maßnahmen gegen die Verunreinigung der Luft durch Emissionen von Kraftfahrzeugen und zur Änderung der Richtlinie 70/220/EWG des Rates (EURO II für Pkw ab 1996/97)
- Richtlinie 96/69/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 8. Oktober 1996 zur Änderung der Richtlinie 70/220/EWG zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten über Maßnahmen zur Verunreinigung der Luft durch Emissionen aus Kraftfahrzeugen (EURO II ab 1997/1998 für leichte Nutzfahrzeuge)
- Richtlinie 97/24/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 17. Juni 1997 über bestimmte Bauteile und Merkmale von zweirädrigen oder dreirädrigen Kraftfahrzeugen (EURO I ab 1999)
- Richtlinie 93/12/EWG des Rates vom 23. März 1993 über den Schwefelgehalt bestimmter flüssiger Brennstoffe

- Richtlinie 98/70/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 13. Oktober 1998 über die Qualität von Otto- und Dieselmotoren und zur Änderung der Richtlinie 93/12/EWG des Rates (ab 2000 bzw. 2005)

Die Umsetzung dieser Richtlinien führten zu technischen Weiterentwicklungen bei allen Fahrzeugkategorien und zu einem verbesserten Emissionsverhalten. Unterstützt wurde die schnelle Einführung von Pkw mit geringeren Luftschadstoffemissionen in Deutschland durch eine emissionsabhängig ausgestaltete Kfz-Steuer:

- Gesetz zur stärkeren Berücksichtigung der Schadstoffemissionen bei der Besteuerung von Personenkraftwagen vom 18.4.1997 (Kraftfahrzeugsteueränderungsgesetz). Bundesgesetzblatt Nr. 25 vom 24. April 1997

Die technischen Minderungsmaßnahmen beim Lkw wurden allerdings durch höhere Transportleistungen mehr als kompensiert, da das Wachstum von Gütertransporten in überwiegendem Maße über die Straße abgewickelt wurde. Die Minderungen im Bereich „übriger Verkehr“ sind im wesentlichen auf die deutlich geringeren Transportleistungen der Bahn im Güterverkehr und den Ersatz von Dieselmotoren durch elektrischen Strom als Antriebsenergie im Schienenverkehr zurückzuführen.

Bis zum Jahr **2010** werden die Stickoxidemissionen aus dem Verkehr gegenüber dem Jahr 2000 voraussichtlich nochmals um 379 Gg zurückgehen. Ursache hierfür ist die weitere Senkung der zulässigen Schadstoffgrenzwerte und die zu erwartende Nutzung von „schwefelfreien“ Kraftstoffen.

Einer höheren Minderung steht vor allem der enorm wachsenden Güterverkehr auf der Straße entgegen. Laut Bundesverkehrswegeplanung wird der Straßengüterverkehr in Deutschland im Zeitraum 1997-2015 um ca. 60 % wachsen. Des weiteren bremst der rasch wachsende Anteil von Diesel-Pkw das mögliche Tempo der Emissionsminderung, da diese höhere spezifische NO_x-Emissionen aufweisen als Pkw mit Otto-Motoren. Die Verkehrsemissionen außerhalb des Straßenverkehrs bleiben relativ konstant. Die Emissionsminderungen im Bahn- und Schiffsverkehr werden durch zunehmende Emissionen aus der Luftfahrt in etwa kompensiert (vgl. Tabelle 14):

	2005 [Gg]	2010 [Gg]	2015 [Gg]	2020 [Gg]
Pkw	186	139	132	135
Lkw	375	257	171	146
Busse	27	18	12	9
Mot. Zweiräder	4	5	6	7
Übriger Verkehr ²²	201	202	201	203
Verkehr ges.	793	621	522	500

Quelle: Umweltbundesamt, Daten- und Rechenmodell TREMOD

Tabelle 14: Prognose der NO_x-Verkehrsemissionen 2005-2020

Im Einzelnen handelt es sich um folgende Richtlinien, die zu der genannten Emissionsminderung führen:

- Richtlinie 98/69/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 13. Oktober 1998 über Maßnahmen gegen die Verunreinigung der Luft durch Emissionen von Kraftfahrzeugen und zur Änderung der Richtlinie 70/220/EWG des Rates (EURO III ab 2000/2001 und EURO IV für Pkw und Leichte Nutzfahrzeuge ab 2005/2006)
- Richtlinie 1999/96/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 13. Dezember 1999 zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten über Maßnahmen gegen die Emission gasförmiger Schadstoffe und luftverunreinigender Partikel aus Selbstzündungsmotoren zum Antrieb von Fahrzeugen und die Emission gasförmiger Schadstoffe aus mit Erdgas oder Flüssiggas betriebenen Fremdzündungsmotoren zum Antrieb von Fahrzeugen und zur Änderung der Richtlinie 88/77/EWG des Rates (EURO III bis V ab 2000/2001, 2005/2006 und 2008 für Motoren für schwere Lastkraftwagen und Busse)
- Richtlinie 97/24/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 17. Juni 1997 über bestimmte Bauteile und Merkmale von zweirädrigen oder dreirädrigen Kraftfahrzeugen (EURO I ab 1999, EURO II ab 2002 nur für Kleinkrafträder)
- Richtlinie 98/70/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 13. Oktober 1998 über die Qualität von Otto- und Dieselmotoren und zur Änderung der Richtlinie 93/12/EWG des Rates (ab 2000 bzw. 2005)

Diese EU-weit geltenden Richtlinien werden ergänzt durch nationale Maßnahmen und bzw. europäische Aktivitäten der Bundesregierung, die im so genannten Sofortprogramm zur Verminderung der Ozonbelastung zusammengefasst sind²³. Dieses Programm zielt auf die Minderung der Ozonvorläufersubstanzen NO_x und VOC. Es enthält im Verkehrsbereich folgende Maßnahmen:

²² Die Emissionen des Schienen-, Schiffs- und Flugverkehrs wurde mit Hilfe des Modells TREMOD prognostiziert. Für die restlichen Emittenten (Baumaschinen, forst- und landwirtschaftliche Maschinen etc.) werden die Berechnungsgrundlagen zur Zeit im Rahmen des F+E-Vorhabens 299 45 113 „Entwicklung eines Modells zur Berechnung der Luftschadstoffemissionen und des Kraftstoffverbrauchs von Verbrennungsmotoren in mobilen Geräten und Maschinen“ erarbeitet. Es wurde daher vereinfachend von gegenüber 2000 unveränderten Emissionsmengen ausgegangen.

²³ Bundestagsdrucksache 14/3609 vom 26.5.2000

- Weitere Spreizung der Kraftfahrzeugsteuer mit dem Ziel der Nachrüstung hochemittierender Pkw bzw. der schnelleren Erneuerung des Fahrzeugbestandes.
- Einführung einer emissionsbezogenen Kraftfahrzeugsteuer für leichte Nutzfahrzeuge (Kombination aus gewichts- und emissionsbezogener Besteuerung)
- Einführung einer emissionsbezogenen Kraftfahrzeugsteuer und einer Abgasuntersuchung für motorisierte Zweiräder
- Einführung einer streckenbezogenen Autobahngebühr für Nutzfahrzeuge mit emissionsabhängiger Komponente
- Initiative zur EU-weiten Besteuerung des Flugbenzins
- Initiative zur EU-weiten Einführung des Katalysators zur Entstickung oder einer vergleichbaren Technik für mit Dieselmotoren betriebene Pkw und leichte Nutzfahrzeuge.
- Initiative zur Einführung emissionsbezogener Landegebühren in Abstimmung mit den Nachbarländern
- Förderung des ÖPNV (u.a. durch moderne Informations- und Kommunikationstechnologien, verbessertes Verkehrsmanagement, Modernisierung der Fahrzeugflotte, transparente und vereinfachte Preissysteme)
- Förderung des Gütertransports mit Schiff und Bahn (u.a. durch integrierte Bundesverkehrswegeplanung, Förderung von Terminals für den kombinierten Verkehr, fahrleistungsabhängige Autobahnnutzungsgebühr für Lkw ab 12 t
- Initiative für anspruchsvolle Grenzwerte innerhalb der EU zur Minderung der Emissionen von mobilen Maschinen und Geräten sowie von Kleinmotoren (z.B. in Motorsägen, Rasenmähern) sowie für die Kennzeichnung schadstoffarmer Geräte

Die Wirkung dieser Maßnahmen musste aber in der Prognose weitgehend unberücksichtigt bleiben, da für eine Reihe von Maßnahmen weder der Zeitpunkt der Umsetzung noch die genaue Ausprägung bisher feststehen bzw. da einige Maßnahmen aufgrund der Vielzahl von Einflussfaktoren sich grundsätzlich einer Quantifizierbarkeit entziehen.

Die Entwicklung der aggregierten NO_x-Emissionsfaktoren ist in der Tabelle 15 zusammengefasst:

	1990	2000	2010
Pkw	1,55	0,51	0,23
Lkw	7,98	5,08	2,50
Busse	13,20	10,16	4,96
Zweiräder	0,12	0,21	0,26

Quelle: Umweltbundesamt, Daten- und Rechenmodell TREMOD

Tabelle 15: Entwicklung der Emissionsfaktoren für NO_x (g/km)

6.1.2 Flüchtige Kohlenwasserstoffe (ohne Methan)

Die NMVOC-Emissionen aus dem Verkehr sind im Zeitraum **1990 bis 2000** auf fast ein Fünftel gefallen. (vgl. Tabelle 16)

	1990 [Gg]	1995 [Gg]	2000 [Gg]
Pkw	1286	498	179
Lkw	98	81	65
Busse	9	6	5
Mot. Zweiräder	61	30	34
Übriger Verkehr	75	54	51(*)
Verkehr ges. (davon Verdunstung)	1530 (227)	669 (123)	334 (41)

Quelle: Umweltbundesamt, Daten- und Rechenmodell TREMOD

(*) 1999

Tabelle 16: Entwicklung der NMVOC-Verkehrsemissionen 1990-2000

Der Minderungseffekt ist weitgehend auf die bereits erwähnte Verschärfung der Abgas-Grenzwerte für Straßenfahrzeuge zurückzuführen. Weitere Ursachen sind:

- Verbesserte Kraftstoffqualitäten
- Die drastische Abnahme des Bestandes an Pkw und motorisierten Zweirädern mit Zweitaktmotor
- Die Zunahme des Anteils von Pkw mit Diesel-Motor, die gegenüber Otto-Pkw geringere spezifische NMVOC-Emissionen aufweisen.

Bis zum Jahr **2010** sinken die NMVOC-Emissionen aus dem Verkehrssektor auf 157 Gg. Die Minderung ist vorrangig eine Folge der o.g. EU-Richtlinien, die auch eine stufenweise, weitere Senkung der Grenzwerte der Kohlenwasserstoffemissionen aller Fahrzeugarten vorschreiben. Ferner setzen sich die bereits bis zum Jahr 2000 zu beobachtenden Trends

- Abnahme des Bestands an Zweirädern mit Zweitaktmotor und
- Zunahme des Anteils von Diesel-Pkw

fort und tragen zur Emissionsminderung bei.

Des weiteren zielen die Maßnahmen des o.g. Ozon-Programms auch auf die Senkung der NMVOC-Emissionen. Eine genaue Quantifizierung ist aber auch bei den NMVOC aus den genannten Gründen nicht möglich.

	2005 [Gg]	2010 [Gg]	2015 [Gg]	2020 [Gg]
Pkw	81	51	45	46
Lkw	48	40	36	37
Busse	3	3	2	2
Mot. Zweiräder	29	20	16	12
Übriger Verkehr ²⁴	40	40	40	40
Verkehr ges. (davon Verdunstung)	206 (14)	157 (7)	144 (6)	141 (6)

Quelle: Umweltbundesamt, Daten- und Rechenmodell TREMOD

Tabelle 17: Prognose der NMVOC-Verkehrsemissionen 2005-2020

Die Entwicklung der aggregierten NMVOC-Emissionsfaktoren ist in Tabelle 18 zusammengefasst:

	1990	2000	2010
Pkw	2,47	0,34	0,08
Lkw	1,89	0,70	0,38
Busse	2,11	1,24	0,71
Zweiräder	3,89	2,14	1,01

Quelle: Umweltbundesamt, Daten- und Rechenmodell TREMOD

Tabelle 18: Entwicklung der Emissionsfaktoren für NMVOC (g/km)

6.1.3 Schwefeldioxid

In Tabelle 5 ist die Entwicklung der Emissionen von 1990 bis zum Jahr **2000** dargestellt. Da der SO₂-Ausstoß direkt vom Schwefelgehalt des eingesetzten Kraftstoffs abhängt und der Verkehrsbereich weniger als 5 % zum gesamten SO₂-Ausstoß in Deutschland beiträgt, kann im Straßenverkehr auf eine Differenzierung nach Fahrzeugarten verzichtet werden.

Im Ergebnis der deutlichen Senkung des Schwefelgehalts der Kraftstoffe (vgl. Tabelle 20 und Tabelle 21) sind die SO₂-Emissionen von 1990 bis 2000 um 78 % gesenkt worden.

Dieser Trend wird sich weiter fortsetzen, da EU-weit eine weitere Absenkung des zulässigen Schwefelgehalts in Kraftstoffen bereits beschlossen ist und darüber hinaus in Deutschland ab

²⁴ Die Emissionen des Schienen-, Schiffs- und Flugverkehrs wurde mit Hilfe des Modells TREMOD prognostiziert. Für die restlichen Emittenten (Baumaschinen, forst- und landwirtschaftliche Maschinen etc.) werden die Berechnungsgrundlagen zur Zeit im Rahmen des F+E-Vorhabens 299 45 113 „Entwicklung eines Modells zur Berechnung der Luftschadstoffemissionen und des Kraftstoffverbrauchs von Verbrennungsmotoren in mobilen Geräten und Maschinen“ erarbeitet. Es wurde daher vereinfachend von gegenüber 2000 unveränderten Emissionsmengen ausgegangen.

dem 1.11.2001 „schwefelarme“ (S-Gehalt maximal 50 ppm) und ab 1.1.2003 „schwefelfreie“ (S-Gehalt maximal 10 ppm) Kraftstoffe steuerlich gefördert werden.

	1990 [Gg]	1995 [Gg]	2000 [Gg]
Straße-Diesel	70	58	16
Straße-Benzin	16	11	4
Übriger Verkehr	27	11	5(*)
Verkehr ges.	113	80	25

Quelle: Umweltbundesamt, Daten- und Rechenmodell TREMOD

(*) 1999

Tabelle 19: Entwicklung der SO₂-Verkehrsemissionen 1990-2000

	1990 (ppm)	1996 (ppm)	2000 (ppm)
Dieselmotorkraftstoff	2000	500	350
Ottomotorkraftstoff	1000	500	150

Quelle: Umweltbundesamt, Daten- und Rechenmodell TREMOD

(*) 1999

Tabelle 20: Entwicklung des zulässigen Schwefelgehalts von im Straßenverkehr eingesetzten Kraftstoffen 1990-2000

	1990 (ppm)	1995 (ppm)	2000 (ppm)
Dieselmotorkraftstoff	1700	1300	300
Ottomotorkraftstoff	220	180	70

Quelle: Umweltbundesamt, Daten- und Rechenmodell TREMOD

(*) 1999

Tabelle 21: Entwicklung des mittleren Schwefelgehalts von im Straßenverkehr eingesetzten Kraftstoffen 1990-2000²⁵

Die Bundesregierung fördert seit dem 1.1.2001 schwefelarmen Kraftstoff mit einem Schwefelanteil von maximal 50 ppm durch einen Steuervorteil von 3 Pfennig pro Liter. Ab 2003 erhalten diese Steuervorteil nur noch Kraftstoffe mit einem Schwefelanteil von höchstens 10 ppm („schwefelfrei“). Hintergrund dieser Maßnahme ist, dass die Einführung verbrauchs- und schadstoffarmer Fahrzeugtechnik (EURO IV/V-Norm) durch entsprechende Kraftstoffqualitäten unterstützt werden muss.

Durch den geringeren Schwefelgehalt der Kraftstoffe werden die SO₂-Emissionen des Verkehrs bis **2005** auf noch lediglich ca. 5000 Mg sinken. Hiervon stammen ca. 1000 Mg aus dem Straßenverkehr und 4000 Mg aus dem „Übrigen Verkehr“.

Da ab 2005 von einem nahezu konstanten Verbrauch an Kraftstoffen im Verkehrssektor auszugehen ist und eine weitere Absenkung des Schwefelgehalts der Kraftstoffe nicht zu erwarten ist, wird die Emissionsmenge auch in den folgenden Jahren bei ca. 5000 Mg liegen.

²⁵ In Lokomotiven und Schiffen werden zum Teil Kraftstoffe mit höherem Schwefelgehalt verwendet.

Die Entwicklung der aggregierten SO₂-Emissionsfaktoren ist Tabelle 22 zusammengefasst:

	1990	2000	2010
Pkw	0,06	0,02	0,005
Lkw	0,92	0,12	0,016
Busse	1,55	0,17	0,022
Zweiräder	0,02	0,01	0,003

Quelle: Umweltbundesamt, Daten- und Rechenmodell TREMOD

Tabelle 22: Entwicklung der Emissionsfaktoren für SO₂ (g/km)

6.1.4 Ammoniak

Der Verkehrsbereich spielt hinsichtlich Ammoniak als Emissionsquelle nur eine untergeordnete Rolle. NH₃ gehört deshalb auch im Gegensatz zu den o.g. Komponenten nicht zu den gesetzlich limitierten Schadstoffen. Zwar hat sich die Emissionsmenge aufgrund der zunehmenden Zahl von Pkw mit Katalysator von ca. 5000 Mg (1990) auf über 9000 Mg (2000) fast verdoppelt. Der Anteil an den Gesamtemissionen in Deutschland liegt damit aber immer noch unter 2 %.

Aufgrund der Weiterentwicklung der Katalysatoren und der Motorsteuerung von Pkw mit geregelter Katalysator wird sich die Emissionsmenge von ca. 9000 Mg (2000) bis zum Jahr 2010 auf ca. 5000 Mg verringern. Nach 2010 werden sich die Verringerung der spezifischen Emissionen durch motortechnische Maßnahmen und die Erhöhung der Fahrleistungen in etwa kompensieren, so dass die Emissionsmenge konstant bei 5000 Mg bleibt. Der Anteil der Verkehrsemissionen an den Gesamtemissionen in Deutschland bleibt damit gering.

Die Entwicklung der aggregierten NH₃-Emissionsfaktoren ist in Tabelle 23 zusammengefasst:

	1990	2000	2010
Pkw	0,009	0,016	0,008
Lkw	0,005	0,005	0,004
Busse	0,006	0,005	0,005
Zweiräder	0,002	0,002	0,002

Quelle: Umweltbundesamt, Daten- und Rechenmodell TREMOD

Tabelle 23: Entwicklung der Emissionsfaktoren für NH₃ (g/km)

6.2 Ergebnisse der Emissionsberechnung für den Verkehr

Im Folgenden werden die Emissionsschätzungen für den Verkehr für die Jahre 2000 und 2010 zusammengefasst:

	NO _x [Gg]		NMVOC [Gg]	
	2000	2010	2000	2010
Pkw	271	139	179	51
Lkw	476	257	65	40
Busse	38	18	5	3
Mot. Zweiräder	3	5	34	20
Übriger Verkehr	212 (*)	202 ²⁶	51(*)	40
Verkehr gesamt (davon Verdunstung)	1.000	621	334 (41)	157 (7)

Quelle: Umweltbundesamt, Daten- und Rechenmodell TREMOD

(*) 1999

Tabelle 24: Übersicht Verkehrsemissionen NO_x und NMVOC: 2000 und 2010

	2000 [Gg]	2010 [Gg]
Straße-Diesel	16	1
Straße-Benzin	4	
Übriger Verkehr	5(*)	4
Verkehr gesamt	25	5

Quelle: Umweltbundesamt, Daten- und Rechenmodell TREMOD

(*) 1999

Tabelle 25: Übersicht Verkehrsemissionen SO₂: 2000 und 2010

	2000 [Gg]	2010 [Gg]
Pkw mit Katalysator	9	5
Verkehr ges.	9	5

Quelle: Umweltbundesamt, Daten- und Rechenmodell TREMOD

Tabelle 26: Übersicht Verkehrsemissionen NH₃: 2000 und 2010

²⁶ Die Emissionen des Schienen-, Schiffs- und Flugverkehrs wurde mit Hilfe des Modells TREMOD prognostiziert. Für die restlichen Emittenten (Baumaschinen, forst- und landwirtschaftliche Maschinen etc.) werden die Berechnungsgrundlagen zur Zeit im Rahmen des F+E-Vorhabens 299 45 113 „Entwicklung eines Modells zur Berechnung der Luftschadstoffemissionen und des Kraftstoffverbrauchs von Verbrennungsmotoren in mobilen Geräten und Maschinen“ erarbeitet. Es wurde daher vereinfachend von gegenüber 2000 unveränderten Emissionsmengen ausgegangen.

Literatur

- Bundestagsdrucksache 14/3609 vom 26.5.2000: „Sofortprogramm der Bundesregierung zur Verminderung der Ozonbelastung“
- BVU/ifo/ITP/PLANCO : „Verkehrsprognose 2015 für die Bundesverkehrswegeplanung“, im Auftrag des BMVBW FE-Nr. 96.578/1999, München/Freiburg/Essen, 2001
- DIW: Instrumente und Maßnahmen zur Realisierung einer nachhaltigen Energieversorgung im Bereich „Mobilität“, im Auftrag des Forschungszentrums Karlsruhe, Büro für Technikfolgenabschätzung, in Bearbeitung
- Gesetz für die Erhaltung, die Modernisierung und den Ausbau der Kraft-Wärme-Kopplung (Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz [KWKG-Gesetz]; BGBl 2002 Teil 1 Nr. 19 vom 22.03.2002)
- Heusch-Boesefeldt: Ermittlung der Pkw- und Nfz-Jahresfahrleistungen 1993 auf allen Straßen in der Bundesrepublik Deutschland, im Auftrag des BMV, Aachen, 1996
- ifeu Heidelberg: Aktualisierung des „Daten- und Rechenmodells: Schadstoffemissionen aus dem motorisierten Verkehr in Deutschland 1980-2020, im Auftrag des Umweltbundesamtes UFOPLAN Nr. 201 45 112, Heidelberg, 2001/2002
- Prognos AG: Michael Schlesinger u.a., EWI: Martin Kreuzberg u.a.: Energiereport III - Die längerfristige Entwicklung der Energiemärkte im Zeichen von Wettbewerb und Umwelt; Studie für das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie, Berlin; Schäffer Poeschel Verlag Stuttgart, 1999
- UFOPLAN F+E-Vorhaben 200 43 254: Vollzugsunterstützung und Erfolgskontrolle bei internationalen Abkommen zur Luftreinhaltung - Teilvorhaben „Maßnahmenprogramm zur Einhaltung von nationalen Emissionshöchstmengen“; W.Jörß, V.Handke, Institut für Zukunftsstudien und Technologiebewertung (IZT), Berlin, 2002
- UFOPLAN-F+E-Vorhaben 299 45 113 „Entwicklung eines Modells zur Berechnung der Luftschadstoffemissionen und des Kraftstoffverbrauchs von Verbrennungsmotoren in mobilen Geräten und Maschinen“

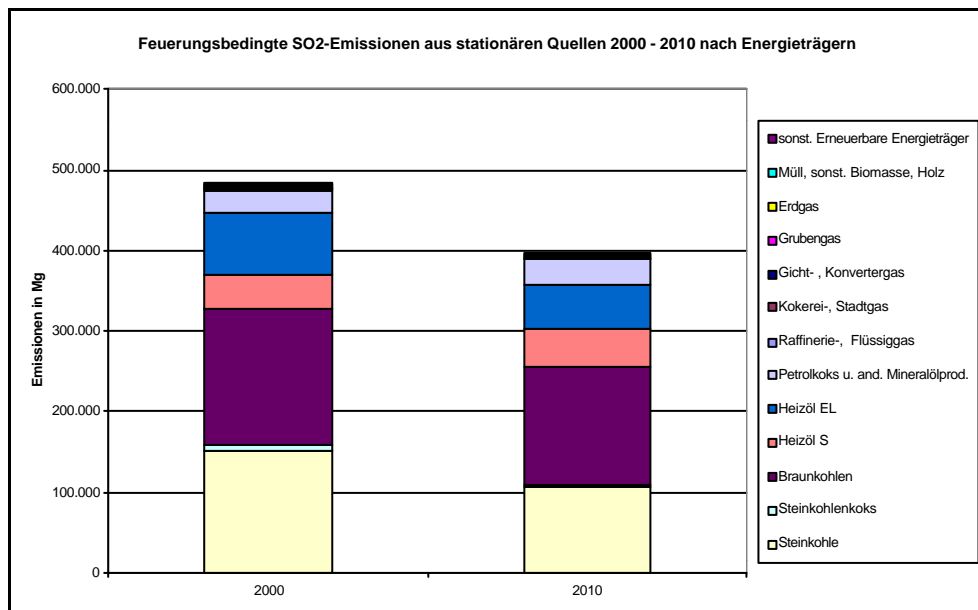
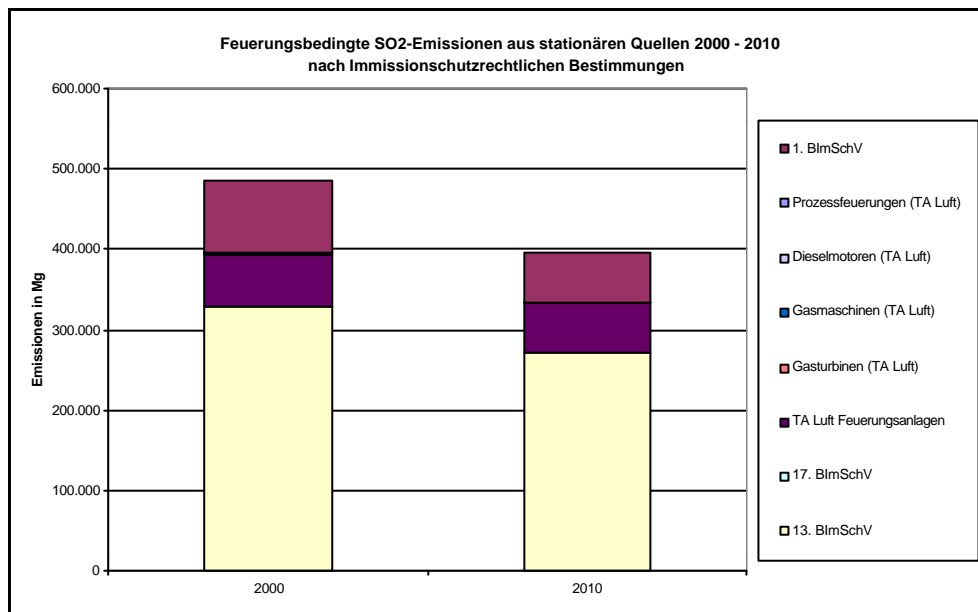
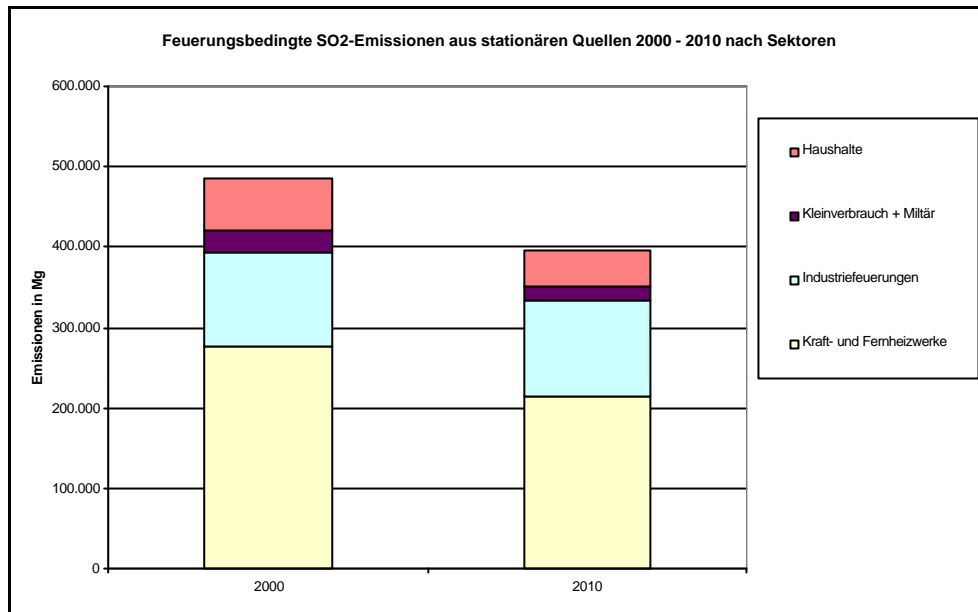
**Bericht der Bundesrepublik Deutschland nach Art. 6 der
Richtlinie 2001/81/EG (NEC-Richtlinie)
über die Emissionen von SO₂, NO_x, NH₃ und NMVOC
sowie die Maßnahmen zur Einhaltung der NECs**

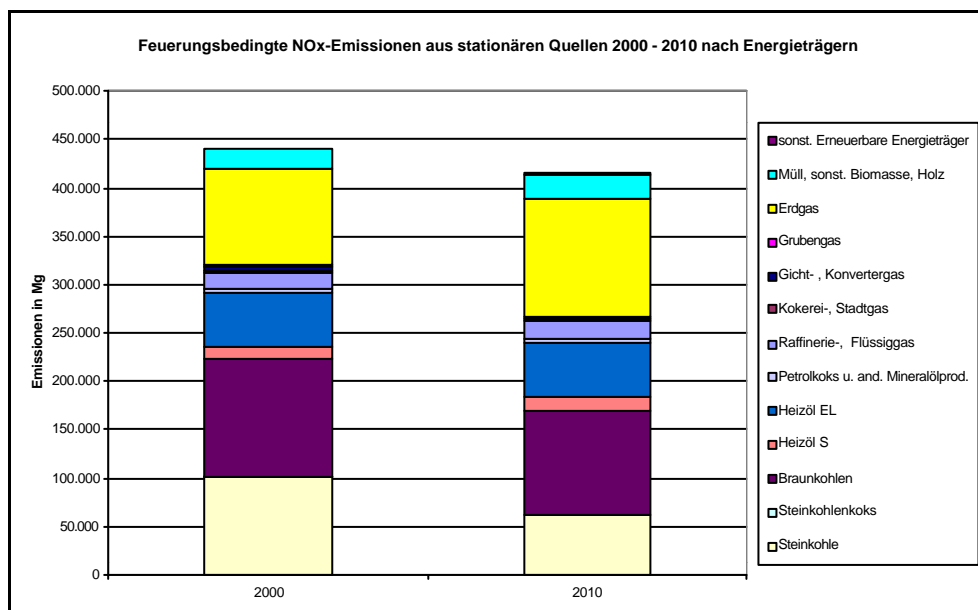
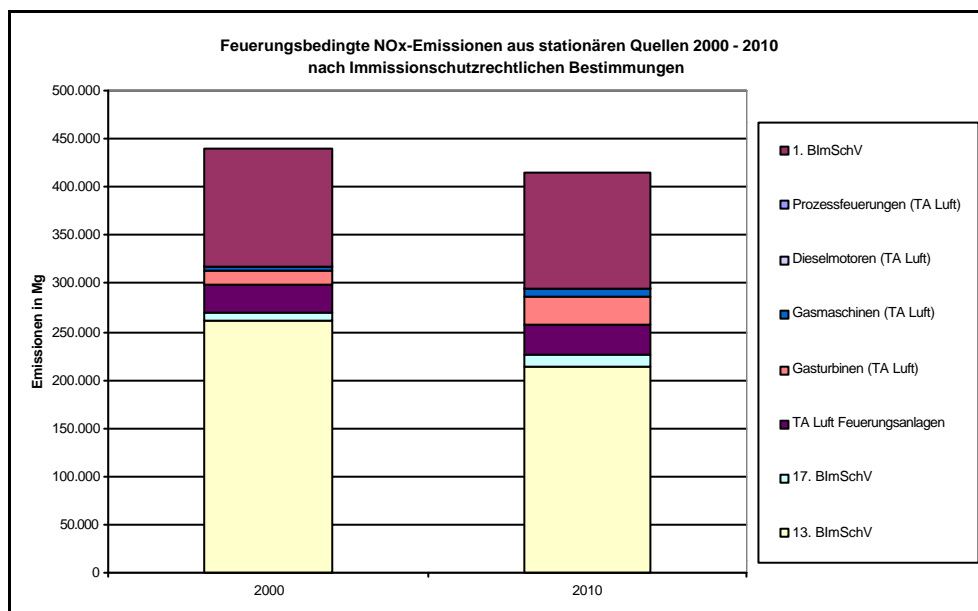
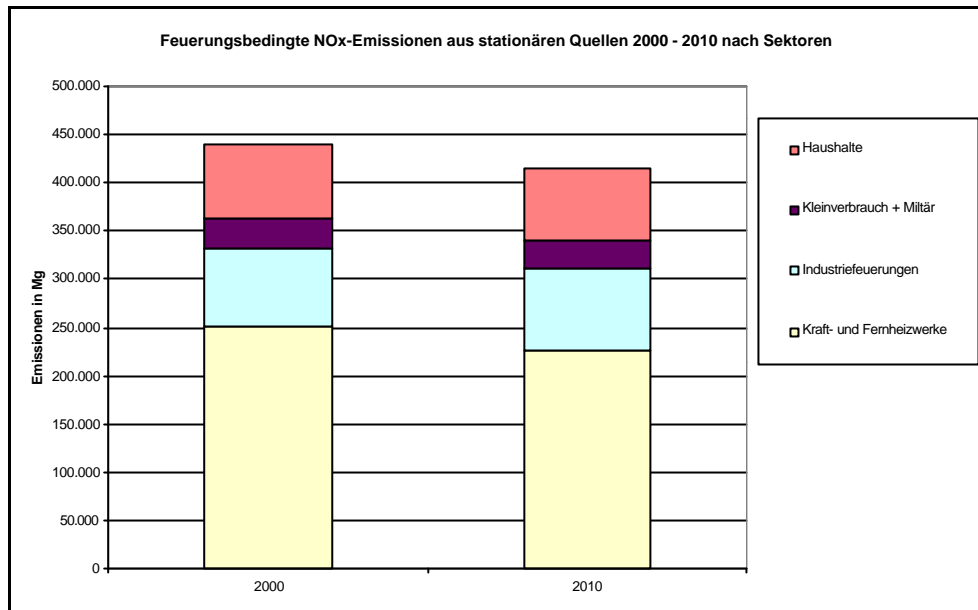
Tabellenanhang

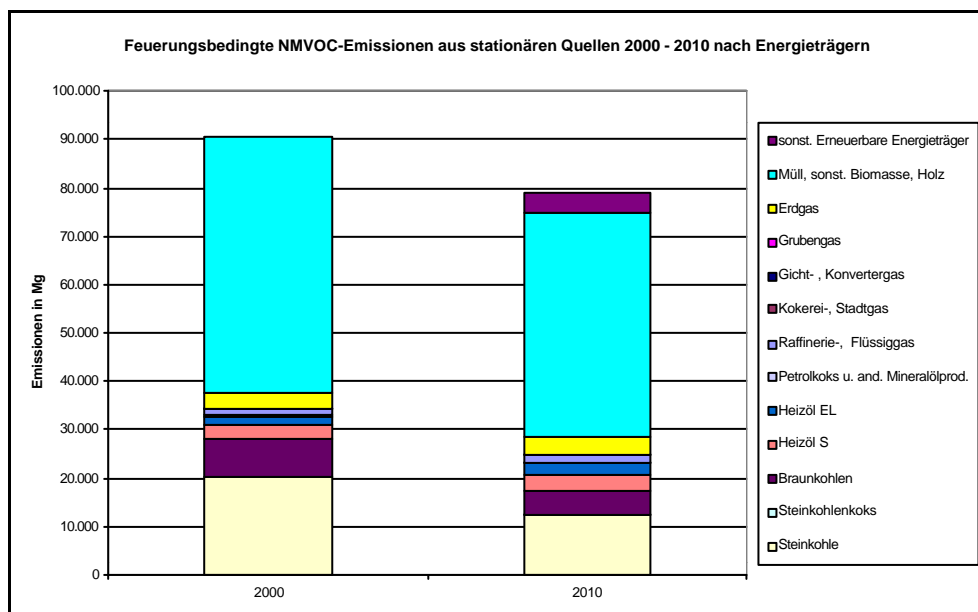
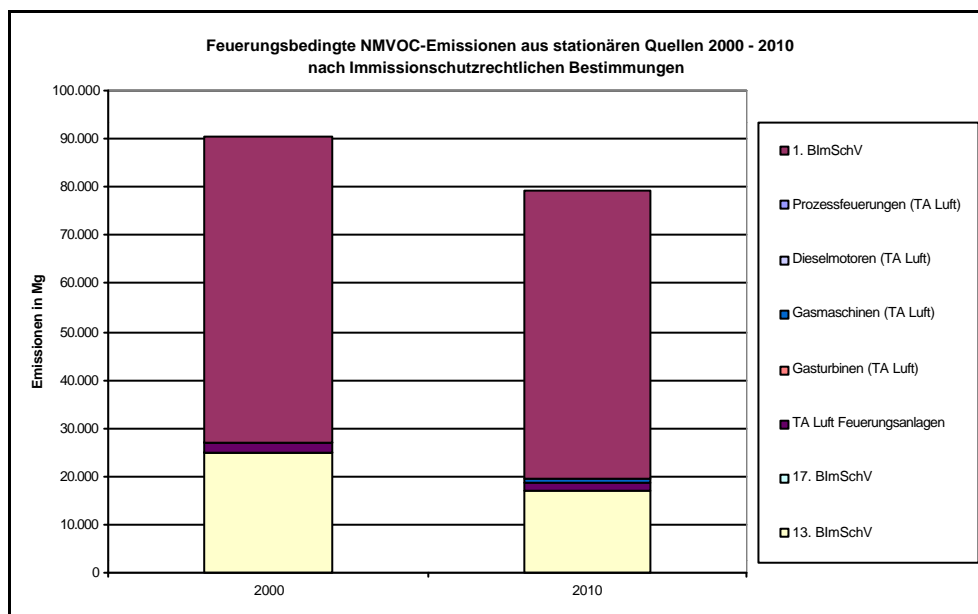
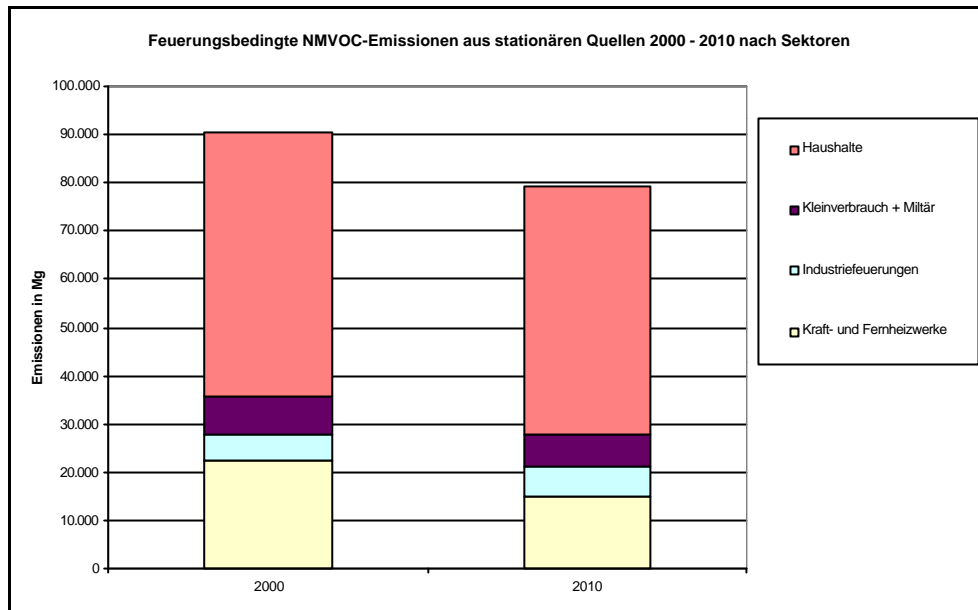
zum
Anhang 1
Emissionen 2000
und Referenzprognose 2010
(außer Landwirtschaft)

Lfd.-Nr.			Brennstoffeinsatz in Deutschland zur ..., in TJ			Emissionen SO2		Emissionen NO2		Emissionen NMVOC		Emissionen NH3	
						in Mg		in Mg		in Mg		in Mg	
3	EBZ	Nr.	Prozeß, Brennstoff	2000	2010	2000	2010	2000	2010	2000	2010	2000	2010
5	11	1	Stromerzeugung in GFA der Öffentlichen Wärmekraftwerke	1.292.004	702.843	77.053	29.383	78.041	37.794	15.157	7.386	734	341
19	11	2	Stromerzeugung in GFA öffentlicher Rohbraunkohlekraftwerke	1.335.950	1.197.477	141.833	127.132	107.122	96.018	2.138	1.916	935	838
39	11	2a	Stromerzeugung in GFA öffentlicher Hartbraunkohlekraftwerke	37.101	33.255	2.482	2.225	2.990	2.680	306	274	24	22
43	11	3	Stromerzeugung in MVA der Öffentlichen Wärmekraftwerke	46.241	75.933**	134	220	4.060	6.667	46	76	157	258
46	11	4	Stromerzeugung in Gasturbinen der Öffentlichen Wärmekraftwerke	80.709	123.515	106	103	7.130	8.179	16	23	11	16
50	11	4a	Stromerzeugung in GuD-Anlagen der Öffentlichen Wärmekraftwerke (HKW)	0	187.819	0	94	0	12.396	0	33	0	21
54	11	5	Stromerzeugung in Gasmaschinen der Öffentlichen Wärmekraftwerke	27.771	101.828	27	59	930	3.072	112	509	3	12
62	11	6	Stromerzeugung in Dieselmotoren der Öffentlichen Wärmekraftwerke	306	296	4	0	242	234	0	0	0	0
63b	11	6a	Stromerzeugung aus biogenen Brennstoffen	0	43.042	0	430	0	1.291	0	0	0	0
63f	11	6b	Brennstoffzellen Heizkraftwerke	0	40.091	0	0	0	44	0	0	0	0
65	12	7	Stromerzeugung in GFA der STEAG	116.930	104.196	9.348	8.738	7.317	6.545	1.439	1.345	68	62
72	12	8	Stromerzeugung in GFA der übrigen Zechenkraftwerke	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
80	12	8a	Stromerzeugung in GFA der Grubenkraftwerke	27.732	24.810	3.289	2.948	2.781	2.490	77	69	17	16
91	12	8b	Stromerzeugung in MVA der Grubenkraftwerke	380	623**	1	2	33	55	0	1	1	2
94	12	9	Stromerzeugung in Gasturbinen der Zechen- und Grubenkraftwerke	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
98	12	10	Stromerzeugung in Gasmaschinen der Zechen- und Grubenkraftwerke	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
101	12	11	Stromerzeugung in Dieselmotoren der Zechen- und Grubenkraftwerke	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
104	12	12	Stromerzeugung in GFA der DB-Kraftwerke (= öffentliche Kraftwerke)	42.581	42.101	2.333	2.164	2.565	2.505	447	421	23	22
111	12	13	Stromerzeugung in GFA der Raffineriekraftwerke	34.906	36.218	13.726	12.200	3.269	3.312	156	149	81	85
119	12	14	Stromerzeugung in GFA der übrigen Industrierärmekraftwerke	112.719	102.940	8.762	8.050	7.014	6.393	580	551	89	81
130	12	14a	Stromerzeugung in GFA der Vereinigten Aluminium Werke (VAW), Bonn	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
133	12	15	Stromerzeugung in MVA der übrigen Industrierärmekraftwerke	23.052	37.854**	67	110	2.024	3.324	23	38	78	129
138	12	16	Stromerzeugung in TA Luft-Anlagen der übrigen Industrierärmekraftwerke	12.918	16.021	2.600	1.622	825	781	204	197	12	12
150	12	17	Stromerzeugung in Gasturbinen der Raffineriekraftwerke	7.375	10.813	64	43	679	742	3	3	3	3
154	12	18	Stromerzeugung in Gasturbinen der übrigen Industrierärmekraftwerke	65.396	100.548	33	50	5.755	6.636	11	18	7	11
157	12	19	Stromerzeugung in Gasmaschinen der übrigen Industrierärmekraftwerke	18.640	26.974	202	133	2.752	4.003	12	14	9	10
164	12	21	Stromerzeugung in Dieselmotoren der übrigen Industrierärmekraftwerke	289	279	4	0	229	221	1	1	1	1
167	15	22	Wärmeerzeugung in GFA der öffentlichen Wärmekraftwerke	244.536	238.488	9.080	9.315	12.957	12.789	1.480	1.346	93	95
184	15	22a	Wärmeerzeugung in GFA öffentlicher Braunkohlekraftwerke (Kassel)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
187	15	23	Wärmeerzeugung in MVA der öffentlichen Wärmekraftwerke	0	11.333**	0	33	0	995	0	11	0	39
194	15	25a	Wärmeerzeugung in GuD-Anlagen der Öffentlichen Wärmekraftwerke	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
200	15	27	Wärmeerzeugung in Dieselmotoren der öffentlichen Wärmekraftwerke	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
203	16	28	Wärmeerzeugung in GFA der öffentlichen Fernheizwerke	23.272	27.430	925	919	1.122	1.293	67	75	11	16
211	16	29	Wärmeerzeugung in MVA der öffentlichen Fernheizwerke	1.360	6.944**	4	20	119	610	1	7	5	24
214	16	30	Wärmeerzeugung in TA Luft-Anlagen der öffentlichen Fernheizwerke	41.944	60.004**	4.383	5.501	2.362	2.682	151	177	18	28
236	40	32	Wärmeerzeugung in GFA der STEAG	2.413	1.318	64	32	123	70	10	6	2	1
242	40	33	Wärmeerzeugung in GFA der übrigen Zechenkraftwerke	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
249	40	33a	Wärmeerzeugung in GFA der Grubenkraftwerke	8.039	5.657	960	675	810	570	17	12	5	4
259	40	34	Wärmeerzeugung in GFA der Raffineriekraftwerke	34.380	37.476	12.657	13.794	3.198	3.489	182	199	86	94
268	40	36	Wärmeerzeugung in TA Luft-Anlagen (Industrie-Kessel) des Umwandlungsbereichs	43.523	41.914	379	940	2.139	1.804	66	71	9	10
284b	40	36a	Verdichterstationen	16.067	16.146	8	8	1.406	1.069	24	24	2	2
294	40	41	Direktantrieb durch Dieselmotoren der Zechen- und Grubenkraftwerke	748	1.000	10	0	592	792	2	3	2	3

* Die Emissionen der Prozessfeuerungen dieser Branchen werden unter "Prozessemissionen" bilanziert.







Lfd.-Nr.						Emissionen SO2		Emissionen NO2		Emissionen NMVOC		Emissionen NH3	
2		Brennstoffeinsatz in Deutschland zur ..., in TJ				in Mg		in Mg		in Mg		in Mg	
3	EBZ	Nr.	Prozeß, Brennstoff	2000	2010	2000	2010	2000	2010	2000	2010	2000	2010
4	11	1	Stromerzeugung in GFA der Öffentlichen Wärmekraftwerke										
5	11	1	insgesamt	1.292.004	702.843	77.053	29.383	78.041	37.794	15.157	7.386	734	341
6	11	1	Steinkohle	1.102.054	515.846	73.617	34.459	69.760	32.653	14.575	6.822	647	303
7	11	1	Rohbraunkohle	0	-73.782 *	0	-8.190 *	0	-5.947 *	0	-118 *	0	-52
8	11	1	Braunkohlenbriketts	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	11	1	Braunkohlenkoks	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	11	1	Staub- und Trockenkohle	7.397	6.630	821	736	596	534	75	67	5	5
11	11	1	Hartbraunkohle	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	11	1	Heizöl EL	5.768	5.582	378	236	274	265	14	14	14	14
13	11	1	Heizöl S	12.227	12.022	1.690	1.661	677	666	263	259	32	31
14	11	1	Raffineriegas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	11	1	Kokerei- und Stadtgas	3.057	2.047	46	31	136	91	1	1	3	2
15a	11	1	Petrolkoks, andere Min.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	11	1	Gichtgas	18.575	14.745	429	341	823	653	15	12	17	13
17	11	1	Erdgas	142.925	219.752	71	110	5.774	8.878	214	329	16	24
18	11	2	Stromerzeugung in GFA öffentlicher Rohbraunkohlekraftwerke										
19	11	2	insgesamt	1.335.950	1.197.477	141.833	127.132	107.122	96.018	2.138	1.916	935	838
20	11	2	Rohbraunkohle (Rheinland)	766.797	687.317 **	32.666	29.280	57.740	51.755	1.227	1.100	537	481
21	11	2	Rohbraunkohle (Helmstedt)	50.786	45.522 **	2.163	1.939	3.824	3.428	81	73	36	32
22	11	2	Rohbraunkohle (Offleben)	0	0 **	0	0	0	0	0	0	0	0
23	11	2	Rohbraunkohle (Buschhaus)	0	0 **	0	0	0	0	0	0	0	0
24	11	2	Rohbraunkohle (Borken)	0	0 **	0	0	0	0	0	0	0	0
25	11	2	Rohbraunkohle (Wölfersheim)	0	0 **	0	0	0	0	0	0	0	0
26	11	2	Rohbraunkohle (Kassel)	551	494 **	23	21	42	37	1	1	0	0
27	11	2	Rohbraunkohle (VEAG Brandenburg)	307.702	275.808 **	63.571	56.982	27.047	24.244	492	441	215	193
28	11	2	Rohbraunkohle (VEAG Sachsen)	141.489	126.824 **	29.232	26.202	12.437	11.148	226	203	99	89
29	11	2	Rohbraunkohle (VEAG Sachsen-Anh)	0	0 **	0	0	0	0	0	0	0	0
30	11	2	Rohbraunkohle (Schkopau, Sachsen-	33.577	30.097 **	6.937	6.218	2.951	2.646	54	48	24	21
31	11	2	Rohbraunkohle (Mecklenburg-Vorpon)	0	0 **	0	0	0	0	0	0	0	0
32	11	2	Rohbraunkohle (übrige, Brandenburg)	2.933	2.629 **	606	543	258	231	5	4	2	2
33	11	2	Rohbraunkohle (übrige, Sachsen)	6.410	5.745 **	1.324	1.187	563	505	10	9	4	4
34	11	2	Rohbraunkohle (übrige, Sachsen-Anh)	18.894	16.936 **	3.904	3.499	1.661	1.489	30	27	13	12
35	11	2	Rohbraunkohle (Tübingen)	0	0 **	0	0	0	0	0	0	0	0
36	11	2	Rohbraunkohle (Berlin)	6.811	6.105 **	1.407	1.261	599	537	11	10	5	4
37	11	2	Rohbraunkohle (restliche)	0	0 **	0	0	0	0	0	0	0	0
38	11	2a	Stromerzeugung in GFA öffentlicher Hartbraunkohlekraftwerke										
39	11	2a	insgesamt	37.101	33.255	2.482	2.225	2.990	2.680	306	274	24	22
40	11	2a	Hartbraunkohle (Arzberg)	15.021	13.464	32	28	1.211	1.085	124	111	10	9
41	11	2a	Hartbraunkohle (Schwandorf)	22.080	19.791 **	2.451	2.197	1.780	1.595	182	163	14	13

Lfd.-Nr.						Emissionen SO2		Emissionen NO2		Emissionen NMVOC		Emissionen NH3	
2		Brennstoffeinsatz in Deutschland zur ..., in TJ				in Mg		in Mg		in Mg		in Mg	
3	EBZ	Nr.	Prozeß, Brennstoff	2000	2010	2000	2010	2000	2010	2000	2010	2000	2010
42	11	3	Stromerzeugung in MVA der Öffentlichen Wärmekraftwerke										
43	11	3	insgesamt	46.241	75.933	134	220	4.060	6.667	46	76	157	258
44	11	3	Müll (Abwärme)	46.241	75.933	134	220	4.060	6.667	46	76	157	258
45	11	4	Stromerzeugung in Gasturbinen der Öffentlichen Wärmekraftwerke										
46	11	4	insgesamt	80.709	123.515	106	103	7.130	8.179	16	23	11	16
47	11	4	Heizöl EL	1.015	983	67	42	117	91	2	2	3	2
48	11	4	Erdgas	79.694	122.532	40	61	7.013	8.087	14	21	9	14
49	11	4a	Stromerzeugung in GuD-Anlagen der Öffentlichen Wärmekraftwerke (HKW)										
50	11	4a	insgesamt	0	187.819	0	94	0	12.396	0	33	0	21
51	11	4a	Heizöl EL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
52	11	4a	Erdgas	0	187.819	0	94	0	12.396	0	33	0	21
53	11	5	Stromerzeugung in Gasmaschinen der Öffentlichen Wärmekraftwerke										
54	11	5	insgesamt	27.771	101.828	27	59	930	3.072	112	509	3	12
55	11	5	Erdgas	21.246	101.635	11	51	637	3.049	106	508	2	11
56	11	5	Klärgas	278	0	0	0	12	0	0	0	0	0
58	11	5	Deponiegas	6.049	0	3	0	254	0	5	0	1	0
60	11	5	Heizöl EL	199	193	13	8	27	23	0	0	0	0
61	11	6	Stromerzeugung in Dieselmotoren der Öffentlichen Wärmekraftwerke										
62	11	6	insgesamt	306	296	4	0	242	234	1	1	1	1
63	11	6	Dieselmotoren	306	296	4	0	242	234	1	1	1	1
63a	11	6a	Stromerzeugung aus biogenen Brennstoffen										
63b	11	6a	insgesamt	0	43.042	0	430	0	1.291	0	215	0	14
63c	11	6a	Biogene Festbrennstoffe	0	27.835	0	278	0	835	0	139	0	14
63d	11	6a	Biogene gasförmige Brennstoffe	0	15.207	0	152	0	456	0	76	0	0
63d	11	6a	Brennstoffzellen Heizkraftwerke										
63d	11	6a	insgesamt	0	40.091	0	0	0	44	0	20	0	0
63d	11	6a	Erdgas	0	40.091	0	0	0	44	0	20	0	0
64	12	7	Stromerzeugung in GFA der STEAG										
65	12	7	insgesamt	116.930	104.196	9.348	8.738	7.317	6.545	1.439	1.345	68	62
66	12	7	Steinkohle	107.689	100.767	9.229	8.636	6.795	6.358	1.424	1.333	63	59
67	12	7	Heizöl S	433	426	77	76	33	32	9	9	1	1
68	12	7	Kokerei- und Stadtgas	2.540	1.701	38	26	113	76	5	3	2	2
69	12	7	Gichtgas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
70	12	7	Grubengas	6.268	1.302	3	1	376	78	1	0	1	0

Lfd.-Nr.						Emissionen SO2		Emissionen NO2		Emissionen NMVOC		Emissionen NH3	
2			Brennstoffeinsatz in Deutschland zur ..., in TJ			in Mg		in Mg		in Mg		in Mg	
3	EBZ	Nr.	Prozeß, Brennstoff	2000	2010	2000	2010	2000	2010	2000	2010	2000	2010
71	12	8	Stromerzeugung in GFA der übrigen Zechenkraftwerke										
72	12	8	insgesamt	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
73	12	8	Steinkohle	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
74	12	8	Rohbraunkohle	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
75	12	8	Heizöl S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
76	12	8	Kokerei- und Stadtgas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
77	12	8	Gichtgas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
78	12	8	Grubengas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
79	12	8a	Stromerzeugung in GFA der Grubenkraftwerke										
80	12	8a	insgesamt	27.732	24.810	3.289	2.948	2.781	2.490	77	69	17	16
81	12	8a	Steinkohle	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
82	12	8a	Rohbraunkohle	24.918	22.335	2.975	2.667	2.509	2.249	37	34	15	14
83	12	8a	Staub- und Trockenkohle	2.600	2.331	310	278	262	235	39	35	2	2
84	12	8a	Heizöl S	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0
85	12	8a	Heizöl EL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
86	12	8a	Kokerei- und Stadtgas	211	141	3	2	9	6	0	0	0	0
87	12	8a	Gichtgas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
88	12	8a	Grubengas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
89	12	8a	Erdgas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
90	12	8b	Stromerzeugung in MVA der Grubenkraftwerke										
91	12	8b	insgesamt	380	623	1	2	33	55	0	1	1	2
92	12	8b	Klärschlamm, Müll	380	623	1	2	33	55	0	1	1	2
93	12	9	Stromerzeugung in Gasturbinen der Zechen- und Grubenkraftwerke										
94	12	9	insgesamt	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
95	12	9	Heizöl EL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
96	12	9	Erdgas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
97	12	10	Stromerzeugung in Gasmaschinen der Zechen- und Grubenkraftwerke										
98	12	10	insgesamt	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
100	12	11	Stromerzeugung in Dieselmotoren der Zechen- und Grubenkraftwerke										
101	12	11	insgesamt	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
102	12	11	Dieselmotoren	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
103	12	12	Stromerzeugung in GFA der DB-Kraftwerke (= öffentliche Kraftwerke)										
104	12	12	insgesamt	42.581	42.101	2.333	2.164	2.565	2.505	447	421	23	22
105	12	12	Steinkohle	30.376	28.424	1.789	1.674	1.993	1.865	402	376	18	17
106	12	12	Rohbraunkohle	7.833	7.021	525	470	368	330	37	33	5	4
107	12	12	Heizöl S	120	118	17	16	7	7	3	3	0	0
108	12	12	Gichtgas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
109	12	12	Erdgas	4.253	6.539	2	3	198	304	6	10	0	1

Lfd.-Nr.						Emissionen SO2		Emissionen NO2		Emissionen NMVOC		Emissionen NH3	
2		Brennstoffeinsatz in Deutschland zur ..., in TJ				in Mg		in Mg		in Mg		in Mg	
3	EBZ	Nr.	Prozeß, Brennstoff	2000	2010	2000	2010	2000	2010	2000	2010	2000	2010
110	12	13	Stromerzeugung in GFA der Raffineriekraftwerke										
111	12	13	insgesamt	34.906	36.218	13.726	12.200	3.269	3.312	156	149	81	85
112	12	13	Rohbraunkohle	3.636	3.259	1.056	947	341	306	5	5	2	2
113	12	13	Heizöl S	3.129	3.077	1.376	1.352	419	412	67	66	8	8
114	12	13	Petrolkoks	1.477	1.293	832	728	140	122	8	7	4	3
115	12	13	Andere Mineralölprodukte	18.523	16.207	10.434	9.130	1.750	1.532	68	59	46	41
116	12	13	Raffineriegas	8.141	12.382	28	43	618	940	7	11	20	31
117	12	13	Erdgas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
118	12	14	Stromerzeugung in GFA der übrigen Industrierärmekraftwerke										
119	12	14	insgesamt	112.719	102.940	8.762	8.050	7.014	6.393	580	551	89	81
120	12	14	Steinkohle	27.881	26.089	6.047	5.659	2.844	2.661	369	345	16	15
121	12	14	Rohbraunkohle	1.911	1.713	555	498	179	161	9	8	1	1
122	12	14	Heizöl EL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
123	12	14	Heizöl S	5.771	5.674	1.031	1.013	440	433	124	122	15	15
124	12	14	Flüssiggas	3.299	5.018	2	3	198	301	1	2	7	11
125	12	14	Kokerei- und Stadtgas	10.912	7.310	164	110	486	325	21	14	10	7
126	12	14	Gichtgas	41.265	32.755	953	757	1.828	1.451	33	26	37	29
127	12	14	Erdgas	14.948	22.984	7	11	635	977	22	34	2	3
128	12	14	Grubengas	6.732	1.398	3	1	404	84	1	0	1	0
129	12	14a	Stromerzeugung in GFA der Vereingten Aluminium Werke (VAW), Bonn										
130	12	14a	insgesamt	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
131	12	14a	Rohbraunkohle	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
132	12	15	Stromerzeugung in MVA der übrigen Industrierärmekraftwerke										
133	12	15	insgesamt	23.052	37.854	67	110	2.024	3.324	23	38	78	129
134	12	15	Müll (Abwärme)	23.052	37.854	67	110	2.024	3.324	23	38	78	129
137	12	16	Stromerzeugung in TA Luft-Anlagen der übrigen Industrierärmekraftwerke										
138	12	16	insgesamt	12.918	16.021	2.600	1.622	825	781	204	197	12	12
139	12	16	Steinkohle	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
140	12	16	Braunkohlenbriketts	2.654	2.379	982	726	96	76	112	100	2	2
141	12	16	Braunkohlenkoks	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
142	12	16	Staub- und Trockenkohle	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
143	12	16	Hartbraunkohle	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
144	12	16	Brennholz	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
145	12	16	Heizöl EL	10	10	1	0	1	0	0	0	0	0
146	12	16	Heizöl S	3.847	3.782	1.614	891	460	390	83	81	10	10
147	12	16	Erdgas	6.406	9.850	3	5	269	315	10	15	1	1
148	12	16	Abwärme	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
149	12	17	Stromerzeugung in Gasturbinen der Raffineriekraftwerke										
150	12	17	insgesamt	7.375	10.813	64	43	679	742	3	3	3	3
151	12	17	Heizöl EL	924	894	61	38	111	87	2	2	2	2
152	12	17	Erdgas	6.451	9.919	3	5	568	655	1	2	1	1

Lfd.-Nr.						Emissionen SO2		Emissionen NO2		Emissionen NMVOC		Emissionen NH3	
2		Brennstoffeinsatz in Deutschland zur ..., in TJ				in Mg		in Mg		in Mg		in Mg	
3	EBZ	Nr.	Prozeß, Brennstoff	2000	2010	2000	2010	2000	2010	2000	2010	2000	2010
153	12	18	Stromerzeugung in Gasturbinen der übrigen Industrierörmekraftwerke										
154	12	18	insgesamt	65.396	100.548	33	50	5.755	6.636	11	18	7	11
155	12	18	Erdgas	65.396	100.548	33	50	5.755	6.636	11	18	7	11
156	12	19	Stromerzeugung in Gasmaschinen der übrigen Industrierörmekraftwerke										
157	12	19	insgesamt	18.640	26.974	202	133	2.752	4.003	12	14	9	10
158	12	19	Heizöl EL	2.959	2.864	194	121	399	387	7	7	7	7
159	12	19	Erdgas	15.681	24.110	8	12	2.352	3.616	5	7	2	3
160	12	19	Sonstige Gase	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
161	12	20	Stromerzeugung in Dieselmotoren der Raffineriekraftwerke										
162	12	20	insgesamt	0	0								
163	12	21	Stromerzeugung in Dieselmotoren der übrigen Industrierörmekraftwerke										
164	12	21	insgesamt	289	279	4	0	229	221	1	1	1	1
165	12	21	Diesellokraftstoff	289	279	4	0	229	221	1	1	1	1
166	15	22	Wärmeerzeugung in GFA der öffentlichen Wärmekraftwerke										
167	15	22	insgesamt	244.536	238.488	9.080	9.315	12.957	12.789	1.480	1.346	93	95
168	15	22	Steinkohle	87.718	71.186	5.860	4.755	5.553	4.506	1.160	941	52	42
169	15	22	Steinkohlenkoks	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
170	15	22	Rohbraunkohle	24.792	35.089	2.752	3.895	1.998	2.828	116	164	15	22
171	15	22	Braunkohlenbriketts	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
172	15	22	Braunkohlenkoks	866	1.226	96	136	70	99	1	2	1	1
173	15	22	Hartbraunkohle	14	20	2	2	1	2	0	0	0	0
174	15	22	Heizöl EL	3.892	4.674	255	198	185	222	10	12	10	12
175	15	22	Heizöl S	0	1.861	0	257	0	103	0	40	0	5
176	15	22	Flüssiggas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
177	15	22	Raffineriegas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
178	15	22	Kokerei- und Stadtgas	0	518	0	8	0	23	0	1	0	0
178a	15	22	Petrolkoks, andere Min.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
179	15	22	Gichtgas	2.278	100	53	2	101	4	6	0	2	0
180	15	22	Erdgas	124.976	123.813	62	62	5.049	5.002	187	185	14	14
181	15	22	Grubengas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
182	15	22	Klärgas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
183	15	22a	Wärmeerzeugung in GFA öffentlicher Braunkohlekraftwerke (Kassel)										
184	15	22a	insgesamt	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
185	15	22a	Rohbraunkohle (Kassel)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
186	15	23	Wärmeerzeugung in MVA der öffentlichen Wärmekraftwerke										
187	15	23	insgesamt	0	11.333	0	33	0	995	0	11	0	39
188	15	23	Müll (Abwärme)	0	11.333	0	33	0	995	0	11	0	39
189	15	24	Wärmeerzeugung in TA Luft-Anlagen der übr. IKW (nur Einspeisung ins öffentliche Netz); nur NBL										
190	15	24	insgesamt	0	0								
191	15	25	Wärmeerzeugung in Gasturbinen der öffentlichen Wärmekraftwerke										
192	15	25	insgesamt	0	0								

Lfd.-Nr.						Emissionen SO2		Emissionen NO2		Emissionen NMVOC		Emissionen NH3	
2		Brennstoffeinsatz in Deutschland zur ..., in TJ				in Mg		in Mg		in Mg		in Mg	
3	EBZ	Nr.	Prozeß, Brennstoff	2000	2010	2000	2010	2000	2010	2000	2010	2000	2010
193	15	25a	Wärmeerzeugung in GuD-Anlagen der Öffentlichen Wärmekraftwerke										
194	15	25a	insgesamt	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
195	15	25a	Heizöl EL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
196	15	25a	Erdgas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
197	15	26	Wärmeerzeugung in Gasmaschinen der öffentlichen Wärmekraftwerke										
198	15	26	insgesamt	0	0								
199	15	27	Wärmeerzeugung in Dieselmotoren der öffentlichen Wärmekraftwerke										
200	15	27	insgesamt	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
201	15	27	Dieselmotoren	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
202	16	28	Wärmeerzeugung in GFA der öffentlichen Fernheizwerke										
203	16	28	insgesamt	23.272	27.430	925	919	1.122	1.293	67	75	11	16
204	16	28	Steinkohle	2.494	2.448	704	691	309	304	33	32	1	1
205	16	28	Rohbraunkohle	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
206	16	28	Staub- und Trockenkohle	25	25	15	15	3	3	0	0	0	0
207	16	28	Heizöl EL	2.982	4.723	196	200	143	227	7	12	7	12
208	16	28	Heizöl S	4	9	1	3	0	1	0	0	0	0
209	16	28	Erdgas	17.768	20.224	9	10	666	758	27	30	2	2
210	16	29	Wärmeerzeugung in MVA der öffentlichen Fernheizwerke										
211	16	29	insgesamt	1.360	6.944	4	20	119	610	1	7	5	24
212	16	29	Müll (Abwärme)	1.360	6.944	4	20	119	610	1	7	5	24
213	16	30	Wärmeerzeugung in TA Luft-Anlagen der öffentlichen Fernheizwerke										
214	16	30	insgesamt	41.944	60.004	4.383	5.501	2.362	2.682	151	177	18	28
215	16	30	Steinkohle	5.567	5.465	2.930	2.503	678	635	74	72	3	3
216	16	30	Steinkohlenkoks	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
217	16	30	Rohbraunkohle	71	72	55	30	9	9	0	0	0	0
218	16	30	Braunkohlenbriketts	141	144	52	44	5	5	6	6	0	0
219	16	30	Staub- und Trockenkohle	849	863	339	328	118	118	9	9	1	1
220	16	30	Hartbraunkohle	255	260	198	109	32	32	2	2	0	0
221	16	30	Müll (reine Abwärme, keine Emissionen)	2.433	12.422	0	0	0	0	0	0	0	0
223	16	30	Heizöl EL	2.464	3.902	162	165	128	203	6	10	6	10
224	16	30	Heizöl S	389	830	163	196	46	86	8	18	1	2
225	16	30	Andere Mineralölprodukte	643	3.000	450	2.100	111	518	2	11	2	8
226	16	30	Flüssiggas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
227	16	30	Raffineriegas	340	0	3	0	26	0	0	0	1	0
228	16	30	Kokerei- und Stadtgas	1.145	682	17	10	48	29	2	1	1	1
229	16	30	Gichtgas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
230	16	30	Erdgas	27.291	31.063	14	16	1.146	994	41	47	3	3
231	16	30	Grubengas	358	1.300	0	1	15	55	0	1	0	0
232	16	30	Klärgas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Lfd.-Nr.						Emissionen SO2		Emissionen NO2		Emissionen NMVOC		Emissionen NH3	
2			Brennstoffeinsatz in Deutschland zur ..., in TJ			in Mg		in Mg		in Mg		in Mg	
3	EBZ	Nr.	Prozeß, Brennstoff	2000	2010	2000	2010	2000	2010	2000	2010	2000	2010
233	40	31	Wärmeerzeugung in GFA (Industrie-Kessel) des übr. Umwandlungsbereichs										
234	40	31	insgesamt	0	0								
235	40	32	Wärmeerzeugung in GFA der STEAG										
236	40	32	insgesamt	2.413	1.318	64	32	123	70	10	6	2	1
237	40	32	Steinkohle	423	200	36	17	27	13	6	3	0	0
238	40	32	Heizöl S	38	42	5	6	2	2	1	1	0	0
239	40	32	Kokerei- und Stadtgas	1.509	615	23	9	67	27	3	1	1	1
240	40	32	Grubengas	443	461	0	0	27	28	1	1	0	0
241	40	33	Wärmeerzeugung in GFA der übrigen Zechenkraftwerke										
242	40	33	insgesamt	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
243	40	33	Steinkohle	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
244	40	33	Rohbraunkohle	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
245	40	33	Heizöl S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
246	40	33	Kokerei- und Stadtgas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
247	40	33	Grubengas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
248	40	33a	Wärmeerzeugung in GFA der Grubenkraftwerke										
249	40	33a	insgesamt	8.039	5.657	960	675	810	570	17	12	5	4
250	40	33a	Steinkohle	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
251	40	33a	Rohbraunkohle	8.039	5.657	960	675	810	570	17	12	5	4
253	40	33a	Steinkohlenbriketts	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
254	40	33a	Staub- und Trockenkohle	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
255	40	33a	Heizöl S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
256	40	33a	Kokerei- und Stadtgas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
257	40	33a	Grubengas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
258	40	34	Wärmeerzeugung in GFA der Raffineriekraftwerke										
259	40	34	insgesamt	34.380	37.476	12.657	13.794	3.198	3.489	182	199	86	94
260	40	34	Heizöl S	3.952	4.362	1.737	1.918	530	585	85	94	10	11
261	40	34	Petrolkoks	10.364	11.273	5.838	6.350	979	1.065	55	60	26	28
262	40	34	Andere Mineralölprodukte	8.951	9.736	5.042	5.484	846	920	31	34	22	24
263	40	34	Raffineriegas	11.112	12.104	39	42	843	919	10	11	28	30
264	40	34	Erdgas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
265	40	35	Wärmeerzeugung in GFA der übr. IKW des Umwandlungsbereichs (nur neue Bundesländer)										
266	40	35	insgesamt	0	0								

Lfd.-Nr.						Emissionen SO2		Emissionen NO2		Emissionen NMVOC		Emissionen NH3	
2		Brennstoffeinsatz in Deutschland zur ..., in TJ				in Mg		in Mg		in Mg		in Mg	
3	EBZ	Nr.	Prozeß, Brennstoff	2000	2010	2000	2010	2000	2010	2000	2010	2000	2010
267	40	36	Wärmeerzeugung in TA Luft-Anlagen (Industrie-Kessel) des Umwandlungsbereichs										
268	40	36	insgesamt	43.523	41.914	379	940	2.139	1.804	66	71	9	10
269	40	36	Steinkohle	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
270	40	36	Steinkohlenkoks	29	0	0	0	0	0	0	0	0	0
271	40	36	Rohbraunkohle	0	1.877	0	702	0	230	0	9	0	1
272	40	36	Braunkohlenbriketts	0	40	0	12	0	1	0	0	0	0
273	40	36	Braunkohlenkoks	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
274	40	36	Staub- und Trockenkohle	0	27	0	10	0	4	0	0	0	0
275	40	36	Rohöl	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
276	40	36	Heizöl EL	724	968	47	41	38	50	2	2	2	2
277	40	36	Heizöl S	333	367	140	87	40	38	7	8	1	1
278	40	36	Flüssiggas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
279	40	36	Raffineriegas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
280	40	36	Kokerei- und Stadtgas	2.737	1.114	172	70	394	161	6	2	2	1
281	40	36	Erdgas	25.459	25.583	13	13	1.069	819	38	38	3	3
282	40	36	Erdölgas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
283	40	36	Grubengas	229	239	0	0	10	10	0	0	0	0
284	40	36	Klärgas	14.012	11.700	7	6	589	491	13	11	1	1
284a	40	36a	Verdichterstationen										
284b	40	36a	insgesamt	16.067	16.146	8	8	1.406	1.069	24	24	2	2
284c	40	36a	Erdgas	16.067	16.146	8	8	1.406	1.069	24	24	2	2
285	40	37	Wärmeerzeugung in TA Luft-Anlagen der IKW des Umwandlungsbereichs										
286	40	37	insgesamt	0	0								
287	40	38	Wärmeerzeugung in Gasturbinen der Zechen- und Grubenkraftwerke										
288	40	38	insgesamt	0	0								
289	40	39	Wärmeerzeugung in Gasturbinen der Raffineriekraftwerke										
290	40	39	insgesamt	0	0								
291	40	40	Wärmeerzeugung in Gasmaschinen der Zechen- und Grubenkraftwerke										
292	40	40	insgesamt	0	0								
293	40	41	Direktantrieb durch Dieselmotoren der Zechen- und Grubenkraftwerke										
294	40	41	insgesamt	748	1.000	10	0	592	792	2	3	2	3
295	40	41	Dieselmotoren	748	1.000	10	0	592	792	2	3	2	3
296	40	42	Wärmeerzeugung in Dieselmotoren der Raffineriekraftwerke										
297	40	42	insgesamt	0	0								
298	40	43	Herstellung von Steinkohlenkoks (Prozeßfeuerungen)										
299	40	43	insgesamt	27.760	13.103	1.689	789	581	270	107	51	11	5
300	40	43	Kokerei- und Stadtgas	12.805	5.903	1.165	537	461	212	32	15	11	5
301	40	43	Gichtgas	14.955	7.200	523	252	120	58	75	36	0	0
302	40	43a	Herstellung von Steinkohlenkoks (17. BImSchV)										
303	40	43a	insgesamt	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
304	40	43a	Müll (Abwärme)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Lfd.-Nr.						Emissionen SO2		Emissionen NO2		Emissionen NMVOC		Emissionen NH3	
2		Brennstoffeinsatz in Deutschland zur ..., in TJ				in Mg		in Mg		in Mg		in Mg	
3	EBZ	Nr.	Prozeß, Brennstoff	2000	2010	2000	2010	2000	2010	2000	2010	2000	2010
305	40	44	Raffinerieprozeßfeuerungen (GFA)										
306	40	44	insgesamt	204.775	225.587	29.714	32.841	18.338	20.217	1.303	1.441	498	551
307	40	44	Rohbenzin	17	2.300	1	196	1	161	0	7	0	6
308	40	44	Heizöl EL	1.969	2.633	129	111	101	135	5	7	5	7
309	40	44	Heizöl S	51.303	56.628	22.553	24.894	6.875	7.588	1.105	1.220	133	147
310	40	44	Petrolkoks	10.073	10.956	5.677	6.175	952	1.035	54	58	25	27
311	40	44	Andere Mineralölprodukte	1.595	1.735	899	978	151	164	6	6	4	4
312	40	44	Flüssiggas	8.014	8.730	4	4	481	524	10	11	18	19
313	40	44	Raffineriegas	125.003	136.166	438	477	9.488	10.335	113	123	313	340
314	40	44	Kokerei- und Stadtgas	659	268	10	4	29	12	1	1	1	0
315	40	44	Erdgas	6.142	6.172	3	3	261	262	9	9	1	1
316	40	44	Braunkohle, andere	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
317	40	44a	Raffinerieprozeßfeuerungen (TA Luft)										
318	40	44a	insgesamt	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
319	40	44a	Rohbenzin	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
320	40	44a	Heizöl EL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
321	40	44a	Heizöl S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
322	40	44a	Petrolkoks	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
323	40	44a	Andere Mineralölprodukte	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
324	40	44a	Flüssiggas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
325	40	44a	Raffineriegas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
326	40	44a	Kokerei- und Stadtgas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
327	40	44a	Erdgas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
328	45	45	übrige Prozeßfeuerungen (nur neue Bundesländer)										
329	45	45	insgesamt	0	0								
330	60	46	Wärmeerzeugung in GFA (Industrie-Kessel) des übr. Bergbaus und verarb. Gewerbes (Produktionswärme)										
331	60	46	insgesamt	94.873	76.080	4.448	5.427	4.773	4.231	563	694	99	94
332	60	46	Steinkohle	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
333	60	46	Heizöl S	19.043	28.371	3.401	5.067	1.453	2.165	410	611	49	73
334	60	46	Kokerei- und Stadtgas	20.257	14.140	304	212	901	629	38	27	18	13
335	60	46	Gichtgas	31.637	5.777	731	133	1.402	256	78	14	28	5
336	60	46	Erdgas	23.935	27.792	12	14	1.017	1.181	36	42	3	3
337	60	47	Wärmeerzeugung in GFA der IKW des verarb. Gewerbes und übr. Bergbaus										
338	60	47	insgesamt	172.103	197.708	12.071	13.214	10.185	11.539	906	1.077	67	84
339	60	47	Steinkohle	34.123	36.661	7.401	7.952	3.481	3.739	451	485	20	22
340	60	47	Rohbraunkohle	9.161	7.881	2.661	2.289	860	740	43	37	6	5
341	60	47	Heizöl EL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
342	60	47	Heizöl S	10.916	16.263	1.950	2.905	833	1.241	235	350	28	42
343	60	47	Erdgas	117.903	136.903	59	68	5.011	5.818	177	205	13	15

Lfd.-Nr.						Emissionen SO2		Emissionen NO2		Emissionen NMVOC		Emissionen NH3	
2		Brennstoffeinsatz in Deutschland zur ..., in TJ				in Mg		in Mg		in Mg		in Mg	
3	EBZ	Nr.	Prozeß, Brennstoff	2000	2010	2000	2010	2000	2010	2000	2010	2000	2010
344	60	48	Wärmeerzeugung in MVA der IKW des verarb. Gewerbes und übr. Bergbaus										
345	60	48	insgesamt	3.216	3.484	9	10	282	306	3	3	11	12
346	60	48	Müll (Abwärme)	-1.495	-1.620	-4	-5	-131	-142	-1	-2	-5	-6
347	60	48	Müll (Abwärme)	4.711	5.103	14	15	414	448	5	5	16	17
348	60	49	Wärmeerzeugung in TA Luft-Anl. (Industrie-Kessel) des übr. Bergbaus und verarb. Gewerbes (Produktionswärme)										
349	60	49	insgesamt	156.987	181.906	34.321	31.402	12.114	12.610	995	1.102	149	184
350	60	49	Steinkohle	53.329	57.296	27.992	26.241	6.447	6.623	705	758	31	34
351	60	49	Rohbraunkohle	654	563	376	210	83	69	3	3	0	0
352	60	49	Braunkohlenbriketts	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
353	60	49	Braunkohlenkoks	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
354	60	49	Staub- und Trockenkohle	6.386	5.494	2.554	2.088	888	753	65	56	4	4
355	60	49	Hartbraunkohle	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
356	60	49	Brennholz	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
357	60	49	Flugbenzin, schwer (Petroleum)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
358	60	49	Heizöl EL	37.449	48.519	2.457	2.052	1.947	2.523	93	120	94	121
359	60	49	Heizöl S	2.116	3.152	888	743	253	325	46	68	5	8
360	60	49	Flüssiggas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
361	60	49	Raffineriegas	2.938	4.048	26	36	222	306	3	4	7	10
361a	60	49	Grubengas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
362	60	49	Erdgas	54.114	62.835	27	31	2.273	2.011	81	94	6	7
363	60	49	Erdölgas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
364	60	49a	Wärmeerzeugung in TA Luft-Anl. (Industrie-Kessel) des übr. Bergbaus und verarb. Gewerbes (Heizungsanlagen)										
365	60	49a	insgesamt	52.323	66.949	4.866	4.190	2.904	3.662	166	203	125	161
366	60	49a	Steinkohle	2.779	2.986	1.459	1.367	336	345	37	39	2	2
367	60	49a	Braunkohlenbriketts	516	444	191	135	19	14	8	7	0	0
368	60	49a	Heizöl EL	49.028	63.520	3.216	2.687	2.549	3.303	121	157	123	159
369	60	49a	Heizöl S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
370	60	49a	Flüssiggas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
371	60	49a	Kokerei- und Stadtgas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
372	60	49a	Erdgas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Lfd.-Nr.						Emissionen SO2		Emissionen NO2		Emissionen NMVOC		Emissionen NH3	
2			Brennstoffeinsatz in Deutschland zur ..., in TJ			in Mg		in Mg		in Mg		in Mg	
3	EBZ	Nr.	Prozeß, Brennstoff	2000	2010	2000	2010	2000	2010	2000	2010	2000	2010
373	60	50	Wärmeerzeugung in TA Luft-Anl. der IKW des verarb. Gewerbes und übr. Bergbaus										
374	60	50	insgesamt	91.460	104.115	16.248	13.886	7.502	7.612	-420	-410	38	48
375	60	50	Steinkohle	17.200	18.479	9.028	8.463	2.079	2.136	227	244	10	11
376	60	50	Braunkohlenbriketts	4.689	4.034	1.735	1.230	169	129	70	61	3	3
377	60	50	Braunkohlenkoks	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
378	60	50	Staub- und Trockenkohle	2.963	2.549	1.185	968	412	349	30	26	2	2
379	60	50	Hartbraunkohle	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
380	60	50	Müll (Holzähnliche)	-4.085	-4.425	-41	-44	-288	-312	-980	-1.062	-2	-2
381	60	50	Müll (Sulfitlauge, Holzähnliche)	12.869	13.942	1.261	683	2.136	2.314	0	0	0	0
382	60	50	Heizöl EL	18	23	1	1	1	1	0	0	0	0
383	60	50	Heizöl S	7.277	10.842	3.053	2.554	870	1.117	157	234	19	28
384	60	50	Erdgas	50.530	58.673	25	29	2.122	1.878	76	88	6	7
385	60	51	Wärmeerzeugung in Gasturbinen der IKW des übr. Bergbaus und verarb. Gewerbes										
386	60	51	insgesamt	0	0								
387	60	52	Wärmeerzeugung in Gasmaschinen der IKW des übr. Bergbaus und verarb. Gewerbes										
388	60	52	insgesamt	0	0								
389	60	53	Wärmeerzeugung in Dieselmotoren der IKW des übr. Bergbaus und verarb. Gewerbes										
390	60	53	insgesamt	0	0								
391	60	53a	Wärmeerzeugung in KFA (Industriekessel) des übr. Bergbaus und verarb. Gewerbes (Produktionswärme)										
392	60	53a	insgesamt	298.908	354.667	191	235	10.306	12.428	1.273	1.577	107	141
393	60	53a	Flugbenzin, schwer (Petroleum)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
394	60	53a	Flüssiggas	35.019	48.252	60	82	2.126	2.929	877	1.209	78	107
395	60	53a	Erdölgas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
396	60	53a	Erdgas	263.889	306.415	132	153	8.181	9.499	395	368	29	34
397	60	53b	Wärmeerzeugung in KFA (Industriekessel) des übr. Bergbaus und verarb. Gewerbes (Heizungsanlagen)										
398	60	53b	insgesamt	139.753	162.274	70	81	4.332	5.031	209	243	16	18
399	60	53b	Steinkohle	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
400	60	53b	Braunkohlenbriketts	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
401	60	53b	Heizöl EL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
402	60	53b	Heizöl S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
403	60	53b	Flüssiggas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
404	60	53b	Kokerei- und Stadtgas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
405	60	53b	Erdgas	139.753	162.274	70	81	4.332	5.031	209	243	16	18

Lfd.-Nr.						Emissionen SO2		Emissionen NO2		Emissionen NMVOC		Emissionen NH3	
2		Brennstoffeinsatz in Deutschland zur ..., in TJ				in Mg		in Mg		in Mg		in Mg	
3	EBZ	Nr.	Prozeß, Brennstoff	2000	2010	2000	2010	2000	2010	2000	2010	2000	2010
406	60	54	Herstellung von Roheisen (Prozeßfeuerung)				Die Emissionen der Prozessfeuerungen dieser Branche werden unter "Prozessemissionen" bilanziert.						
407	60	54	insgesamt	264.007	274.423	0	0	0	0	0	0	0	0
408	60	54	Steinkohlenkoks	172.084	168.803	0	0	0	0	0	0	0	0
409	60	54	Müll (Abwärme)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
410	60	54	Heizöl S	35.560	50.000	0	0	0	0	0	0	0	0
411	60	54	Kokerei- und Stadtgas	4.538	4.400	0	0	0	0	0	0	0	0
412	60	54	Gichtgas	43.478	43.500	0	0	0	0	0	0	0	0
413	60	54	Erdgas	8.347	7.720	0	0	0	0	0	0	0	0
414	60	55	Herstellung von Sinter (Prozeßfeuerung)				Die Emissionen der Prozessfeuerungen dieser Branche werden unter "Prozessemissionen" bilanziert.						
415	60	55	insgesamt	51.348	49.300	0	0	0	0	0	0	0	0
416	60	55	Steinkohle	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
417	60	55	Steinkohlenkoks	51.348	49.300	0	0	0	0	0	0	0	0
418	60	56	Herstellung von Siemens-Martin-Stahl (Prozeßfeuerung)										
419	60	56	insgesamt	0	0								
420	60	57	Herstellung von Walzstahl (Prozeßfeuerung)				Die Emissionen der Prozessfeuerungen dieser Branche werden unter "Prozessemissionen" bilanziert.						
421	60	57	insgesamt	75.615	55.500	0	0	0	0	0	0	0	0
422	60	57	Heizöl S	655	0	0	0	0	0	0	0	0	0
423	60	57	Kokerei- und Stadtgas	18.502	13.699	0	0	0	0	0	0	0	0
424	60	57	Gichtgas	5.839	4.323	0	0	0	0	0	0	0	0
425	60	57	Erdgas	50.619	37.478	0	0	0	0	0	0	0	0
426	60	58	Herstellung von Eisen-, Stahl- und Temperguß (Prozeßfeuerung)				Die Emissionen der Prozessfeuerungen dieser Branche werden unter "Prozessemissionen" bilanziert.						
427	60	58	insgesamt	18.008	17.940	0	0	0	0	0	0	0	0
428	60	58	Steinkohle	58	68	0	0	0	0	0	0	0	0
429	60	58	Steinkohlenkoks	11.009	10.140	0	0	0	0	0	0	0	0
430	60	58	Rohbraunkohle	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
431	60	58	Braunkohlenkoks	74	80	0	0	0	0	0	0	0	0
432	60	58	Heizöl EL	650	450	0	0	0	0	0	0	0	0
433	60	58	Heizöl S	50	1	0	0	0	0	0	0	0	0
434	60	58	Kokerei- und Stadtgas	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
435	60	58	Erdgas	6.166	7.201	0	0	0	0	0	0	0	0
436	60	59	Herstellung von Nichteisen-Schwermetallen (Prozeßfeuerung)				Die Emissionen der Prozessfeuerungen dieser Branche werden unter "Prozessemissionen" bilanziert.						
437	60	59	insgesamt	13.702	13.702	0	0	0	0	0	0	0	0
438	60	59	Steinkohle	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
439	60	59	Steinkohlenkoks	3.506	3.506	0	0	0	0	0	0	0	0
440	60	59	Braunkohlenkoks	329	329	0	0	0	0	0	0	0	0
441	60	59	Heizöl EL	803	803	0	0	0	0	0	0	0	0
442	60	59	Heizöl S	1.010	1.010	0	0	0	0	0	0	0	0
443	60	59	Kokerei- und Stadtgas	18	18	0	0	0	0	0	0	0	0
444	60	59	Erdgas	8.036	8.036	0	0	0	0	0	0	0	0

Lfd.-Nr.						Emissionen SO2		Emissionen NO2		Emissionen NMVOC		Emissionen NH3	
2		Brennstoffeinsatz in Deutschland zur ..., in TJ				in Mg		in Mg		in Mg		in Mg	
3	EBZ	Nr.	Prozeß, Brennstoff	2000	2010	2000	2010	2000	2010	2000	2010	2000	2010
445	60	60	Herstellung von Kalk (Prozeßfeuerung)			Die Emissionen der Prozessfeuerungen dieser Branche werden unter "Prozessemissionen" bilanziert.							
446	60	60	insgesamt	18.383	18.383	0	0	0	0	0	0	0	0
447	60	60	Steinkohle	400	400	0	0	0	0	0	0	0	0
448	60	60	Steinkohlenkoks	2.734	2.734	0	0	0	0	0	0	0	0
449	60	60	Staub- und Trockenkohle	6.253	6.253	0	0	0	0	0	0	0	0
450	60	60	Heizöl EL	491	491	0	0	0	0	0	0	0	0
451	60	60	Heizöl S	1.021	1.021	0	0	0	0	0	0	0	0
452	60	60	Kokerei- und Stadtgas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
453	60	60	Erdgas	7.483	7.483	0	0	0	0	0	0	0	0
454	60	61	Herstellung von Zement (Prozeßfeuerung)			Die Emissionen der Prozessfeuerungen dieser Branche werden unter "Prozessemissionen" bilanziert.							
455	60	61	insgesamt	95.734	92.134	0	0	0	0	0	0	0	0
456	60	61	Steinkohle	38.241	38.241	0	0	0	0	0	0	0	0
457	60	61	Steinkohlenkoks	3.738	3.738	0	0	0	0	0	0	0	0
458	60	61	Braunkohlen	27.940	27.940	0	0	0	0	0	0	0	0
459	60	61	Heizöl EL	879	879	0	0	0	0	0	0	0	0
460	60	61	Heizöl S	5.534	5.534	0	0	0	0	0	0	0	0
461	60	61	Petrolkoks	18.000	14.400	0	0	0	0	0	0	0	0
462	60	61	Kokerei- und Stadtgas	1.205	1.205	0	0	0	0	0	0	0	0
463	60	61	Erdgas	196	196	0	0	0	0	0	0	0	0
464	60	62	Herstellung von Glas (Prozeßfeuerung)			Die Emissionen der Prozessfeuerungen dieser Branche werden unter "Prozessemissionen" bilanziert.							
465	60	62	insgesamt	31.472	28.828	0	0	0	0	0	0	0	0
466	60	62	Heizöl EL	785	719	0	0	0	0	0	0	0	0
467	60	62	Heizöl S	9.665	8.853	0	0	0	0	0	0	0	0
468	60	62	Kokerei- und Stadtgas	340	312	0	0	0	0	0	0	0	0
469	60	62	Erdgas	20.681	18.944	0	0	0	0	0	0	0	0
470	60	63	Herstellung von Zucker (Prozeßfeuerung)			Die Emissionen der Prozessfeuerungen dieser Branche werden unter "Prozessemissionen" bilanziert.							
471	60	63	insgesamt	15.121	15.121	0	0	0	0	0	0	0	0
472	60	63	Steinkohle	2.862	2.862	0	0	0	0	0	0	0	0
473	60	63	Steinkohlenkoks	1.361	1.361	0	0	0	0	0	0	0	0
474	60	63	Rohbraunkohle inkl. Hartbraunkohle	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
475	60	63	Braunkohlenbriketts, -koks	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
476	60	63	Heizöl EL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
477	60	63	Heizöl S	10.898	10.898	0	0	0	0	0	0	0	0
478	60	63	Kokerei- und Stadtgas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
479	60	63	Erdgas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Lfd.-Nr.						Emissionen SO2		Emissionen NO2		Emissionen NMVOC		Emissionen NH3	
2		Brennstoffeinsatz in Deutschland zur ..., in TJ				in Mg		in Mg		in Mg		in Mg	
3	EBZ	Nr.	Prozeß, Brennstoff	2000	2010	2000	2010	2000	2010	2000	2010	2000	2010
480	60	64	Herstellung von Grobkeramik (Prozeßfeuerung)					Die Emissionen der Prozessfeuerungen dieser Branche werden unter "Prozessemissionen" bilanziert.					
481	60	64	insgesamt	30.785	30.785	0	0	0	0	0	0	0	0
482	60	64	Steinkohle	6	6	0	0	0	0	0	0	0	0
483	60	64	Steinkohlenkoks	17	17	0	0	0	0	0	0	0	0
484	60	64	Rohbraunkohle	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
485	60	64	Braunkohlenkoks	35	35	0	0	0	0	0	0	0	0
486	60	64	Heizöl EL	896	896	0	0	0	0	0	0	0	0
487	60	64	Heizöl S	1.255	1.255	0	0	0	0	0	0	0	0
488	60	64	Kokerei- und Stadtgas	227	227	0	0	0	0	0	0	0	0
489	60	64	Erdgas	28.349	28.349	0	0	0	0	0	0	0	0
490	60	65	Herstellung von Calciumcarbid (Prozeßfeuerung)										
491	60	65	insgesamt	0	0								
492	60	66	übrige Prozeßfeuerungen										
493	60	66	insgesamt	0	0								
494	67	67	Wärmeerzeugung in TA Luft-Anlagen der Landwirtschaft und Gärtnereien										
495	67	67	insgesamt	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
496	67	67	Heizöl S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
497	67	68	Wärmeerzeugung in KFA der Landwirtschaft und Gärtnereien										
498	67	68	insgesamt	0	0								
499	67	69	Wärmeerzeugung in TA Luft-Anlagen der übrigen Kleinverbraucher										
500	67	69	insgesamt	9.000	8.700	2.547	2.050	914	896	744	35	17	23
500a	67	69	Brennholz	3.000	0	30	0	212	0	720	0	2	0
501	67	69	Heizöl S	6.000	8.700	2.517	2.050	703	896	24	35	16	23
502	67	70	Wärmeerzeugung in KFA der übrigen Kleinverbraucher										
503	67	70	insgesamt	811.520	790.520	24.603	15.591	30.735	28.143	7.014	6.505	849	875
504	67	70	Steinkohle	6.000	1.900	2.280	722	294	93	27	9	4	1
505	67	70	Steinkohlenkoks	3.000	800	1.533	409	180	48	63	17	3	1
506	67	70	Rohbraunkohle	0	63	0	31	0	5	0	1	0	0
507	67	70	Braunkohlenbriketts	0	465	0	109	0	40	0	20	0	0
508	67	70	Braunkohlenkoks	0	263	0	79	0	23	0	2	0	0
509	67	70	Staub- und Trockenkohle	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
510	67	70	Hartbraunkohle	0	9	0	9	0	1	0	0	0	0
511	67	70	Flugbenzin, schwer (Petroleum)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
511a	67	70	Holzbrennstoffe	30.520	30.520	278	278	2.309	2.166	5.450	4.996	0	0
512	67	70	Heizöl EL	309.000	324.600	20.270	13.731	13.894	13.769	763	802	773	812
513	67	70	Flüssiggas	9.000	6.400	15	11	546	388	32	22	20	14
514	67	70	Kokerei- und Stadtgas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
514a	67	70	Klärgas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
515	67	70	Erdgas	454.000	425.500	227	213	13.511	11.608	680	637	50	47
516	67	70	Erdölgas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Lfd.-Nr.													
2			Brennstoffeinsatz in Deutschland zur ..., in TJ			Emissionen SO2		Emissionen NO2		Emissionen NMVOC		Emissionen NH3	
3	EBZ	Nr.	Prozeß, Brennstoff	2000	2010	in Mg		in Mg		in Mg		in Mg	
						2000	2010	2000	2010	2000	2010	2000	2010
520	67	71	Wärmeerzeugung in TA Luft-Anlagen der militärischen Dienststellen										
521	67	71	insgesamt	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
522	67	71	Steinkohle	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
523	67	71	Steinkohlenkoks	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
524	67	71	Rohbraunkohle	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
525	67	71	Braunkohlenbriketts	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
526	67	71	Heizöl EL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
527	67	71	Heizöl S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
528	67	71	Flüssiggas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
534	67	72	Wärmeerzeugung in KFA der militärischen Dienststellen										
535	67	72	insgesamt	0	0								
536	66	73	Wärmeerzeugung in KFA der Haushalte										
537	66	73	insgesamt	1.920.000	2.154.590	63.329	46.016	77.381	74.567	54.808	51.415	2.153	2.398
538	66	73	Steinkohle	3.000	6.900	1.100	2.530	143	328	390	897	2	4
539	66	73	Steinkohlenkoks	9.000	7.400	4.500	3.700	541	445	71	58	8	6
540	66	73	Steinkohlenbriketts	3.000	0	1.500	0	162	0	434	0	0	0
541	66	73	Braunkohlenbriketts	21.000	10.390	5.579	2.544	1.512	763	4.557	2.255	14	7
542	66	73	Hartbraunkohle	0	10	0	10	0	1	0	4	0	0
543	66	73	Brennholz	165.000	158.500	1.076	1.034	8.539	8.365	47.678	41.983	83	79
544	66	73	sonst Erneuerbare	0	16.300	0	109	0	756	0	4.318	0	8
545	66	73	Heizöl EL	747.000	839.018	49.003	35.490	32.653	32.105	971	1.091	1.868	2.098
546	66	73	Flüssiggas	32.000	34.200	54	58	2.278	1.231	38	41	71	76
547	66	73	Kokerei- und Stadtgas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
548	66	73	Erdgas	938.000	1.081.872	469	541	31.462	30.573	666	768	104	120
549	66	73	sonst Mineralölprodukte	2.000	0	48	0	92	0	3	0	5	0
		Summe	insgesamt	8.296.134	8.392.984	484.645	392.678	440.933	413.055	90.401	79.125	6.628	6.863

* Der negative Energieeinsatz in 2010 für Rohbraunkohle in IMA Tabelle 1 (Seite 1) stammt daher, dass mit der Anpassung von prognos99 an das KWKG-Gesetz Stomerzeugung aus Braunkohle verdrängt wird, die im Modell nicht der differenzierteren Betrachtung der Rohbraunkohlekarftwerke in IMA Tabelle 2 zugeordnet werden konnte.

** Die benutzten Emissionsfaktoren sind entsprechend der Verteilung der Braunkohlensorten und der Anlagenleistungen im Sektor bestimmt worden. Daher sind sie nicht als Faktor einer Einzelanlage aufzufassen.

Anhang 2 zum Nationalen Programm

**Bericht der Bundesrepublik Deutschland nach Art. 6 der Richtlinie
2001/81/EG (NEC-Richtlinie) über die Emissionen von SO₂, NO_x, NH₃ und
NMVOC sowie die Maßnahmen zur Einhaltung der NECs**

Rechnerische Abschätzung der Wirkungen möglicher politischer Maßnahmen auf die Ammoniakemissionen aus der Landwirtschaft in Deutschland im Jahr 2010

Bernhard Osterburg

Institut für Betriebswirtschaft,
Agrarstruktur und ländliche Räume



Studie im Auftrag des BMVEL

Braunschweig, im April 2002

Inhaltsverzeichnis

1	Hintergrund	1
2	Vorgehensweise, Datengrundlagen und Annahmen	1
2.1	Fortschreibung der Tierbestände sowie Annahmen über technische Entwicklungen	2
2.2	Schätzungen der nach BImSchG unter die Genehmigungspflicht fallenden Tierbestände	6
3	Projektion der Ammoniakemissionen für das Jahr 2010 sowie Wirkungen von Minderungsmaßnahmen	14
3.1	Basisprojektionen	14
3.2	Szenarien zur Minderung der Ammoniakemissionen	16
3.3	Ergebnisse der Emissionsberechnungen	18
4	Analyse weiterer emissionsrelevanter Bereiche	22
4.1	Wirkungen einer verstärkten Produktion von Biogas	22
4.2	Wirkungen einer Beschränkung des Einsatzes von Harnstoffdüngern	23
4.3	Wirkungen einer Umstellung auf ökologischen Landbau auf die Ammoniakemissionen	24
5	Schlussfolgerungen und Zusammenfassung	28
6	Literatur	31

1 Hintergrund

Die Richtlinie 2001/81/EG des Europäischen Parlamentes und des Rates vom 23. Oktober 2001 über nationale Emissionshöchstmengen für bestimmte Luftschadstoffe sieht in Artikel 6 die Erstellung nationaler Programme zur Erreichung der festgelegten Emissionshöchstgrenzen bis spätestens Oktober 2002 vor. Für die deutsche Landwirtschaft steht dabei die Minderung der Ammoniakemissionen auf 550.000 t im Zieljahr 2010 im Vordergrund, da der Großteil dieser Emissionen auf landwirtschaftliche Verursacher zurückzuführen ist. Den Ergebnissen des BMVEL-UBA-Projekts zu landwirtschaftlichen Emissionen (Döhler et al. 2002) zufolge muss bis zum Jahr 2010 eine Reduktion der Ammoniakemissionen aus der Tierhaltung auf ca. 400.000 t im Jahr erreicht werden, um das Minderungsziel mit höherer Sicherheit und unter Berücksichtigung der Größenordnung anderer Emissionsquellen von Ammoniak zu erreichen. Ammoniakemissionen zwischen 400.000 und 420.000 t im Jahr aus der Tierhaltung lassen wenig Spielraum für mögliche Zunahmen bei anderen Emissionsquellen, bei Werten über 420.000 dürfte das Minderungsziel überschritten werden.

2 Vorgehensweise, Datengrundlagen und Annahmen

Die hier vorgelegten Berechnungen zu Ammoniakemissionen aus der Tierhaltung bauen auf das BMVEL-UBA-Projekt zu landwirtschaftlichen Emissionen auf (Döhler et al. 2002). Grundlage bildet ein Simulationsmodul im regionalisierten Agrarsektormodell RAUMIS, das die Ammoniakemissionen auf Kreisebene abschätzt. Das Modell wurde im Jahr 2001 auf das in dieser Studie verwendete Basisjahr 1999 aktualisiert, d. h. die nunmehr auf Kreisebene vorliegenden Ergebnisse der Landwirtschaftszählung von 1999 wurden ins Modell einbezogen. Zieljahr der NEC-Regelungen wie auch der Berechnungen ist das Jahr 2010. Die Berechnungen wurden grundsätzlich mit von der Jahreszeit abhängigen Temperaturen bei der Ausbringung durchgeführt. Modellanpassungen konnten nur in beschränktem Umfang vorgenommen werden, ebenso konnten die Datengrundlagen für die Kosten von Minderungsmaßnahmen, die beispielsweise im Geflügelbereich noch lückenhaft sind, nicht erweitert werden. Daher bleiben die Kostenaufstellungen unvollständig und können nur einen Eindruck über Größenordnung und Schwankungsbreite der möglichen Vermeidungskosten geben.

Für die Berechnungen wurden die Projektionen zur Tierbestandsentwicklung kritisch geprüft und anhand der Ergebnisse einer Expertensitzung am 21. 04. 2002 im BMVEL an den aktuellen Erkenntnisstand angepasst. Zur Schätzung der von den neuen Regelungen

zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG) betroffenen Tierbestände wurden Daten des Statistischen Bundesamtes (StBA) für 1999 sowie Testbetriebsdaten aus dem Jahr 1998/99 ausgewertet, da einige zu untersuchende Maßnahmen möglicherweise nur in genehmigungspflichtigen Betrieben vorgeschrieben werden sollen.

Die Frage der Wirkungen einer Zunahme der Biogasnutzung und des ökologischen Landbaus werden qualitativ bearbeitet (vgl. Kapitel 4). In den Modellrechnungen wurde die veränderte Flächennutzung aufgrund des Bedarfs neuer Biogasanlagen an Kosubstraten berücksichtigt, der aus dem Anbau von Mais oder Feldgras auf Stilllegungsflächen gedeckt werden kann. Auch mögliche Restriktionen bezüglich des Einsatzes von Harnstoffdüngern wurden gesondert analysiert.

2.1 Fortschreibung der Tierbestände sowie Annahmen über technische Entwicklungen

In Tabelle 1 werden die mit Experten auf einer Sitzung am 21. 04. 2002 im BMVEL abgestimmten Fortschreibungsraten wiedergegeben. Die tatsächlichen Fortschreibungsraten weichen leicht von diesen Werten ab, auf eine exakte Kalibrierung wurde aus Zeitgründen verzichtet (vgl. Tabelle 2). Zum Teil wurden auf Grundlage der endgültigen Viehzählungsergebnisse für 1999 weitere Korrekturen vorgenommen. Die Entwicklung der Mutterkuh- und Schafbestände wurde auf Basis 1999 unverändert fortgeschrieben. Eine gegenüber der Experteneinschätzung stärkere Erhöhung der Masthähnchenbestände wurde deshalb vorgenommen, weil die Bestände bereits bis 1999 auf über 130 % gegenüber 1990 angewachsen sind. Die Flächenentwicklung wurde entsprechend den aktuellen Projektionsrechnungen mit RAUMIS für das Jahr 2008 für die Bedingungen der Agenda 2000 auf das Jahr 2010 übertragen.

Weitere, mit den Experten abgestimmte Annahmen zur Tierbestandsentwicklung sind:

- Die Milchquote bleibt wie in der Agenda 2000 ausgestaltet bestehen. Diese Vorgabe ist Voraussetzung für eine Projektion der Milchkuh- und Rinderbestände anhand der Milchleistungssteigerung.
- Eine weitere Umstellung auf ökologischen Landbau hat keinen wesentlichen Einfluss auf die Entwicklung der Tierbestände; dies gilt auch für andere Extensivierungsmaßnahmen (Grünlandextensivierung). Unsicherheiten gibt es aus Sicht der Experten auch bezüglich der künftigen Flächenumfänge des ökologischen Landbaus.
- Tierbestände in viehstarken Regionen steigen gegenüber 1999 nicht weiter an. Diese Annahme wurde dadurch berücksichtigt, dass in den Regierungsbezirken Weser-Ems,

Münster und Detmold keine weiteren Zuwächse der Geflügelbestände angenommen wurden.

Annahmen zu Technologien und Managementverfahren in der Tierhaltung, die in der Expertengruppe abgestimmt wurden, sind im folgenden aufgeführt:

- Zur Verbreitung von Verfahren in der Referenzsituation (insbesondere angepasste Fütterung bei Schweinen und Geflügel, Zeitspanne zwischen Ausbringung von Wirtschaftsdünger und Einarbeitung auf unbewachsenen Flächen, Bedeutung des Weidegangs bei Milchvieh) konnten keine besseren Berechnungsgrundlagen zur Verfügung gestellt werden, da dieser Bereich nur durch Schätzwerte erfasst wird.
- Legehennenhaltung erfolgt im Jahr 2010 aufgrund der Legehennen-Haltungsverordnung zu 20 % in Freiland- bzw. Auslaufhaltung, zu 30 % in Bodenhaltung und zu 50 % in Volieren.
- Der Umfang ganzjähriger Stallhaltung beim Milchvieh wurde für Nordwestdeutschland als zu hoch eingeschätzt, in den Neuen Ländern ist dagegen von noch höheren Anteilen ganzjähriger Stallhaltung auszugehen. Auch Färsen werden z.T. ganzjährig im Stall gehalten.
- Es wurde vorgeschlagen, die Annahmen für die Verfahren durch Landwirtschaftskammern und Ämter prüfen und kommentieren zu lassen. Eine solche Befragung konnte nicht im Rahmen dieser kurzfristig durchzuführenden Studie durchgeführt werden.
- Die Wirkungen einer weiteren Umstellung auf ökologischen Landbau auf Stallhaltung, Gülle- oder Einstreusysteme, Weidegang und Wirtschaftsdüngermanagement konnten nicht benannt werden. Mögliche Effekte werden daher bei den quantitativen, modellgestützten Emissionsschätzungen nicht berücksichtigt.
- Kaltställe in der Schweinehaltung werden auch künftig kaum Bedeutung erhalten.

Aufgrund der Unsicherheiten bezüglich der Bedeutung der N-angepassten Fütterung bei Schweinen und Geflügel sowie des Weidegangs beim Milchvieh wurden einige Veränderungen der Referenzsituation vorgenommen: Die N-angepasste Fütterung erreicht annahmegemäß maximal 50 % der Schweinebestände, bei Geflügel wird in der Referenz zunächst keine N-angepasste Fütterung angenommen. Der Weidegang von Milchvieh in Nordwestdeutschland wurde überprüft und mit einer anderen Quelle (Deerberg et al. 2001) verglichen, die höhere Anteile an Weidegang für Schleswig-Holstein ausweist. Der Weidegang wurde daher für die Grünlandgebiete und Marschen Schleswig-Holsteins und Nordniedersachsens erhöht (Modellkreis 1 im BMVEL-UBA-Projekt). Weil die Schätzungen über Einarbeitung von Wirtschaftsdünger mit vielen Unsicherheiten behaftet

sind, wurden diese Daten anhand der Schätzungen aus den befragten Modellkreisen vereinheitlicht (Einarbeitung bei Ausbringung auf unbewachsener Ackerfläche nach 24 Stunden, nur 20 % werden sofort eingearbeitet, 5 - 10 % werden nicht eingearbeitet). Auf diesen Annahmen beruhen die Szenarien für die „optimistischen“ technischen Annahmen (Abkürzung „opti“, vgl. Abschnitt 3.1).

Tabelle 1: Entwicklung der Tierbestände bis zum Jahr 2010

	Projektion für das Jahr 2010 hohe/geringe Tierbestände				Kommentare
	1990	1999	2010max	2010min	
	Stück	%	in % von 1990 %	in % von 1990 %	
Milchkühe	6.354.011	75	61	58	Milchquote bleibt bestehen; starke Abnahme aufgrund weiterhin hoher Milchleistungssteigerung pro Kuh und Jahr von 1,89 % (max) bzw. 2,36 % (min); BMVEL-Tierschutzreferat geht von geringerer Milchleistungssteigerung aus, was höhere Rinderbestände zur Folge hätte.
Schlacht- und Mastkühe	205.054	32	40 (43)	38 (41)	
Mutterkühe	209.066	337	337 (329)	337 (329)	Bestand bleibt stabil auf Basis 1999
Mastbullen	4.041.202	60	58 (60)	56 (58)	Niedrigerer Wert vorgeschlagen (58 % und darunter); bereits die Zahlen von 1999 weisen eine starke Abnahme aus (61 %)
Färsen	5.658.109	80	69	65	Niedrigerer Wert vorgeschlagen (65 %); Zahlen von 1999 weisen aber eine geringere Abnahme aus
Kälber	3.010.574	79	68	66	
Sauen	3.194.792	84	83	80	
Mastschweine	20.030.080	82	83 (79)	80 (76)	Relation Sauen-Mastschweine einheitlich
Legehennen	53.611.210	76	55 (100)	45 (90)	Abnahme aufgrund der Legehennenhaltungs-VO
Junghennen	17.006.310	104	55 (100)	45 (90)	Abnahme aufgrund der Legehennenhaltungs-VO (Jungtiere für Legehennenhaltung)
Masthähnchen	37.170.460	133	140 (120)	133 (113)	Stärkere Zunahme, vgl. Zahlen von 1999
Sonstiges Geflügel	6.103.091	174	210 (195)	200 182	Stärkere Zunahme, vgl. Zahlen von 1999
Schafe	2.361.243	72	72 (84)	72 (84)	Bestand bleibt stabil auf Basis 1999
Pferde	485.694	.	155 (165)	145 (152)	Statistische Basis seit 1996 aufgrund anderer Abgrenzung der erhobenen Betriebe verändert, viele Pferde werden nicht mehr in der Statistik erfasst!

Fett-kursiv: geänderte Werte gegenüber den Annahmen im BMVEL/UBA-Projekt (in Klammern: bisherige Werte im Falle, dass eine Änderung vorgenommen wurde)

Tabelle 2: Fortschreibung der Tierbestände bis zum Jahr 2010 in RAUMIS

	1990	1995	1999	2010max	2010min	1995	1999	2010max	2010min
	in 1000 Stück					in % von 1990			
Milchkühe	6.354	5.229	4.765	3.934	3.772	82	75	62	59
Schlacht- und Mastkühe	205	117	65	82	78	57	32	40	38
Mutterkühe	209	570	705	705	705	273	337	337	337
Mastbullen	4.041	2.779	2.425	2.344	2.266	69	60	58	56
Färsen	5.658	4.724	4.543	3.904	3.702	83	80	69	65
Kälber	3.011	2.470	2.393	2.047	1.997	82	79	68	66
Sauen	3.195	2.529	2.681	2.652	2.560	79	84	83	80
Mastschweine	20.030	15.327	16.485	16.625	16.036	77	82	83	80
Legehennen	53.611	43.764	40.630	29.486	24.872	82	76	55	46
Junghennen	17.006	16.690	17.695	9.353	8.463	98	104	55	50
Masthähnchen	37.170	39.150	49.334	52.039	49.334	105	133	140	133
Sonstiges Geflügel	6.103	10.275	10.644	12.816	12.168	168	174	210	199
Schafe	2.361	1.779	1.689	1.689	1.689	75	72	72	72
Pferde	486	596	476	753	700	123	98	155	144

Quelle: RAUMIS, eigene Berechnungen

Osterburg_2002-04-15

Tabelle 3: Entwicklung der Flächennutzung bis zum Jahr 2010 in RAUMIS

	1990	1995	1999	2010 (Projektion)
	Anbauanteile in % der Ackerfläche			
Wintergetreide	40,7	44,3	45,5	46,9
Sommergetreide	14,7	9,1	11,5	11,9
Ölsaaten	8,5	9,2	10,0	8,3
Kartoffeln	3,1	2,7	2,6	2,7
Zuckerrüben	4,9	4,4	4,4	3,9
Körnermais	2,4	3,0	3,1	3,4
Silomais	11,5	11,0	10,6	8,2
Sonst. Ackerfutterbau	6,7	4,6	4,1	4,1
Stilllegung	7,0	10,7	6,3	8,7
Kulturen mit Frühjahrsbestellung	37,3	31,4	34,7	32,5

Quelle: RAUMIS, eigene Berechnungen

Osterburg_2002-04-15

2.2 Schätzungen der nach BImSchG unter die Genehmigungspflicht fallenden Tierbestände

Anhand von Daten des Statistischen Bundesamtes für 1999 zu Tierbestandsgrößenklassen sowie von Testbetriebsdaten aus dem Jahr 1998/99 wurde für differenziert nach Tierkategorien der Anteil am gesamten Tierbestand geschätzt, der auf Grundlage des Artikelgesetzes vom 2. August 2001 künftig voraussichtlich von einer Genehmigungspflicht betroffen sein wird. Die Abschätzung wurde auf Bundesländer- und wenn möglich auf Regierungsbezirksebene vorgenommen. Untersucht wurden die Betroffenheit von den Bestandsgrenzen für das vereinfachte Genehmigungsverfahren (vgl. Angaben in Tabelle 5), und zwar nach einzelnen Tiergruppen sowie nach kumulierter, prozentualer Ausschöpfung der Bestandsgrenzen. Des weiteren wurde die Bestandsdichtegrenze von 2 GV/ha in Betrieben mit über 50 GV untersucht. Diese unterschiedlichen Kriterien für die Genehmigungspflicht wurden anhand der Testbetriebsnetzdaten auch simultan analysiert werden. Dabei traten die folgenden Probleme auf:

- Die zu verwendenden GV-Definitionen liegen noch nicht endgültig fest, es zeichnet sich aber ab, dass z. B. für Rinder über 2 Jahren 1,2 GV angesetzt werden. Eine Sonderauswertung des Statistischen Bundesamtes für die 2-GV/ha-Regelung wurde aber mit 1 GV pro Rind über 2 Jahren berechnet. Da dieser Unterschied erhebliche Auswirkungen auf die Anzahl der Betriebe hat, die unter die 2-GV/ha-Regelung fallen, war die Sonderauswertung nicht zu verwenden.
- Die Bestandsklassenabgrenzungen des Statistischen Bundesamtes weichen zum Teil von den im Artikelgesetz vom 2. August 2001 festgelegten Obergrenzen ab. In diesen Fällen wurde unter der Annahme, dass innerhalb einer in der Statistik ausgewiesenen Größenklasse die Zahl der Betriebe gleichmäßig auf die unterschiedlichen Bestandgrößen verteilt ist vorliegt, Schätzungen vorgenommen.
- Zum Teil werden nicht die im Artikelgesetz genannten Tiergruppen in der Statistik ausgewiesen, so werden z. B. nur Rinder insgesamt, Kälber bis 0,5 Jahre oder Mastschweine über 50 kg Lebendgewicht durch das Statistische Bundesamt ausgewertet, und nicht „Rinder über 1 Jahr“, „Kälber und Junginder unter 1 Jahr“ oder „Schweine über 30 kg“.
- Die Geflügelbestände werden im Testbetriebsnetz nicht ausreichend repräsentiert. Hier greift aber für die Mehrzahl der Tiere die Bestandsgrößenklassengrenzen, weshalb die Daten des Statistischen Bundesamts für die Ermittlung der betroffenen Bestände ausreicht.
- Zu bedenken ist, dass die hochgerechneten Testbetriebsnetzdaten keine für Deutschland repräsentativen Ergebnisse für die Tierbestandsgrößenklassenverteilung liefern. Die Ergebnisse sind daher nur als näherungsweise Abschätzung der

Wirkungen von Genehmigungsgrenzen zu verstehen, die eine Auswertung auf Grundlage von Daten der Landwirtschaftszählung nicht ersetzen können.

Die verwendeten GV-Grenzen sind in Tabelle 4 dargestellt, in den Tabellen 5, 6, und 8 werden die Ergebnisse der Abschätzungen zur Betroffenheit durch das BImSchG aufgeführt. Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass aufgrund der großen Tierbestandseinheiten die Betriebe in den neuen Ländern sowie die Geflügelbetriebe in ganz Deutschland besonders von der Genehmigungspflicht auf Grundlage der Bestandsgröße betroffen sind. In den alten Ländern ist dagegen bei Rindern und Schweinen die GV-Besatzdichteregelung stärker bindend. Die betroffenen Betriebe halten wie zu erwarten vor allem große Tierbestände (vgl. Tabelle 10). In den alten Ländern sind aufgrund der 2-GV-Grenze auch kleinere Tierbestände stärker betroffen, während diese Grenze in den neuen Ländern aufgrund der dort anzutreffenden, niedrigen Tierbesatzdichten kaum greift.

Für die Szenariorechnungen wurde davon ausgegangen, dass die Betroffenheit von der Genehmigungspflicht in der dargestellten Größenordnung auch künftig bestehen bleibt. Für die Modellrechnungen wurde eine statische Fortschreibung des Anteils von einer Genehmigungspflicht betroffener Tierbestände bis zum Jahr 2010 angenommen. Bei den Bestandsgrößengrenzen ist davon auszugehen, dass die Betroffenheit im Zuge des Strukturwandels sogar noch zunehmen wird. Die Betroffenheit von der 2-GV-Grenze wird jedoch einem starken Anpassungsverhalten der landwirtschaftlichen Betriebe unterliegen, das dazu führen kann, dass die Zahl betroffener Betriebe beispielsweise durch Flächenzupacht oder durch den Milchviehbestandsabbau mehr oder minder stark abnehmen wird. In den im Vergleich zu den jeweiligen Nachbarregionen besonders betroffenen Regierungsbezirken (Weser-Ems, Münster, Detmold, Oberbayern) bestehen aufgrund der hohen, regionalen Tierbesatzdichten und der dadurch bedingten, höheren Flächenknappheit weniger Anpassungsspielräume. Im Zuge des Betriebsgrößenwachstums werden künftig mehr Betriebe die Grenze von 50-GV/Betrieb überschreiten und fallen dann bei Besatzdichten über 2 GV/ha neu unter die Genehmigungspflicht. Der Strukturwandel wiederum wird künftig auch durch die Genehmigungsgrenzen beeinflusst werden. Die zu erwartende Entwicklung lässt sich daher nur schwer abschätzen.

Die Genehmigungspflicht betrifft in den neuen Ländern den größten Teil der Tierbestände. Dies ist aus Sicht des lokalen Immissionsschutzes aufgrund der großen Tierbestände sinnvoll, führt aber als Ansatzpunkt für eine nationale Ammoniakemissions-Minderungsstrategie dazu, dass gerade in den Regionen mit vergleichsweise geringen Emissionsdichten die größten Anstrengungen zur Minderung unternommen werden müssen. Die 2-GV-Grenze greift dagegen besonders in viehdichten Regionen Westdeutschlands und führt dadurch zu einer sinnvollen Konzentration der Minderungsmaßnahmen in Regionen mit hoher Emissionsdichte.

Wird die 2-GV-Grenze nur auf Betriebe mit über 100 GV angewendet, verringert sich in Westdeutschland der Anteil betroffener Betriebe und Tierbestände, in den neuen Ländern ändert sich die Betroffenheit nicht (vgl. Tabellen 7 und 9). Zu geringeren Anteilen betroffener Tierbestände kommt es vor allem in Niedersachsen, Nordrhein-Westfalen, Baden-Württemberg und Bayern. Entlastet werden also auch die westdeutschen Regionen mit überdurchschnittlich hohen Tierbesatzdichten. Besonders deutlich fällt die Verringerung der Betroffenheit in der bayerischen Rinderhaltung aus, da es in Bayern viele kleinere Betriebe mit hohen Tierbesatzdichten gibt, die bei einer erhöhten Abschneidegrenze nicht mehr unter die Genehmigungspflicht fallen würden. Im Vergleich zur Betroffenheit bei einer Abschneidegrenze von 50 GV/Betrieb in Höhe von 32 % der Rinder- und 43 % der Mastschweinebestände in den alten Ländern verringert sich dieser Anteil bei einer Abschneidegrenze von 100 GV/Betrieb auf 16 bzw. 33 %.

Die Zahl der Betriebe nimmt durch die Heraufsetzung der Abschneidegrenze auf 100 GV/Betrieb um ca. 60 % ab. Verwaltungs- und Transaktionskosten können durch diese Änderung erheblich gesenkt werden. Die Genehmigungsgrenze im BImSchG erscheint bei einer Erhöhung der Abschneidegrenze auf 100 GV/Betrieb als Ansatzpunkt für eine nationale Strategie zur Minderung der Ammoniakemissionen noch weniger geeignet, da ein noch größerer Anteil der Tierbestände in Westdeutschland nicht mehr erreicht wird. Dagegen werden die neuen Länder durch Anpassungskosten stark belastet, obwohl hier die Emissionsdichten unterdurchschnittlich ausfallen.

Tabelle 4: Verwendete GV-Werte für die Abschätzung der Betroffenheit von Genehmigungspflichten (für Kalkulationen mit Testbetriebsdaten)

Tierart	GV nach StBA	GV nach Diskussionsstand 4/2002 zur TA Luft	GV für Be- rechnungen
Kälber unter 6 Monate	0,3	0,3	0,3
Jungvieh männl. unter 12 Monate	0,3	0,3	0,3
Jungvieh weibl. unter 12 Monate	0,3	0,3	0,3
Rinder männl. unter 2 Jahre	0,7	0,7	0,7
Schlachtrind weibl. unter 2 Jahre	0,7	0,6	0,6
Zucht- u. Nutzrind weibl. unter 2 Jahre	0,7	0,6	0,6
Bullen und Ochsen 2 Jahre u. älter	1	1,2	1,2
Schlachtfärsen 2 Jahre u. älter	1	1,2	1,2
Zucht- u. Nutzfärsen 2 Jahre u. älter	1	1,2	1,2
Milchkühe	1	1,2	1,2
Ammen- und Mutterkühe	1	1,2	1,2
Schlacht- und Mastkühe	1	1,2	1,2
Ferkel bis 25 kg	0,02	0,03	0,03
Jungschweine unter 20-50 kg	0,06	.	
Mastschweine >50kg	0,16	.	
Mastschweine bis 110 kg	.	0,13	
Mastschweine bis 120 kg	.	0,15	0,15
Zuchtsauen >=50 kg zusammen	0,3	.	0,3
Niedertragende u. leere Sauen, Eber	.	0,3	
Sauen mit Ferkeln bis 10 kg	.	0,4	
Sauen mit Ferkeln bis 20 kg	.	0,5	
Jungsauen bis 90 kg	.	0,12	
Schafe insgesamt	0,05	.	
Schafe 1 a und älter weibl. Schafe zur Zucht	0,1	.	
Pferde über 3 Jahre	1,1	.	1,1
Ponys und Kleinpferde, Pferde unter 3 Jahre	0,7	.	0,7
Legehennen >=6 Mo.	0,0040	0,0034	0,0034
Junghennen <=6 Mo.	0,0040	.	
Junghennen bis 18. Woche	.	0,0014	0,0014
Schlacht- und Masthähne und -hühner	0,0040	.	0,0020
Masthähnchen < 6 Wochen	.	0,0015	
Masthähnchen > 6 Wochen	.	0,0024	
Gänse	0,0040	.	0,0040
Enten	0,0040	.	0,0040
Pekingentenaufzucht (bis 3. Woche)	.	0,0013	
Pekingentenmast (bis 7. Woche)	.	0,0038	
Flugentenaufzucht (bis 3. Woche)	.	0,0012	
Flugentenmast (bis 10. Woche)	.	0,0050	
Truthühner	0,0040	.	0,0125
Truthühneraufzucht (bis 6. Woche)	.	0,0022	
Truthühnermast, Hennen (bis 16. Woche)	.	0,0125	
Truthühnermast, Hähne (bis 16. Woche)	.	0,0222	

Quelle: Statistische Berichte, Stat. Landesamt Schleswig-Holstein, 17.07.1997, S. 8 sowie
Diskussionspapier zu GV-Festlegungen (Mitteilung des BMVEL, Referat 226 vom 04.04.2002)

Osterburg_2002-04-15

Tabelle 5: Abschätzung der Betroffenheit von Genehmigungspflichten aufgrund von Bestandsgrößengrenzen auf Grundlage von Daten des Statistischen Bundesamtes

Bestandsgrenze	250	1500	560	15000	30000	15000
Tierart	Rinder	Mastschweine	Sauen	Legehennen	Masthähnchen	Mastputen
Land	in Prozent vom gesamten Bestand					
Schleswig-Holstein	13	13	8	68	91	51
Hamburg	0	0	0	0	0	0
Niedersachsen	9	12	4	86	80	60
Bremen	0	0	0	0	0	0
Nordrhein-Westfalen	6	5	2	54	48	48
Hessen	1	2	1	58	27	69
Rheinland-Pfalz	2	3	0	47	52	39
Baden-Württemberg	1	1	1	34	35	40
Bayern	1	2	1	56	78	47
Saarland	4	0	0	27	0	0
Berlin	0	0	0	0	0	0
Brandenburg	77	68	63	97	99	89
Mecklenburg-Vorp.	75	70	68	96	97	62
Sachsen	75	64	67	94	99	80
Sachsen-Anhalt	71	70	68	97	98	81
Thüringen	83	68	72	94	97	69
ABL	5	7	3	68	77	54
NBL	76	68	67	95	98	78
Deutschland	18	14	13	75	83	58

Quelle: Eigene Berechnungen auf Grundlage von Daten des Statistischen Bundesamtes, Viehzählung 1999,
z. T. wurden bei abweichenden Klassengrenzen Schätzungen vorgenommen.

Osterburg_2002-04-15

Tabelle 6: Abschätzung der Anzahl von Genehmigungspflichten betroffener Betriebe auf Grundlage von Daten des Testbetriebsnetzes bei einer Abschneidegrenze von 50 GV/Betrieb

	ABL	NBL	Deutschland	ABL	NBL	Deutschland
	Anzahl Betriebe			Betroffene Betriebe in % aller Betriebe		
Betriebe insgesamt	274.016	13.795	287.811			
betroffene Betriebe insgesamt	46.853	3.199	50.053	17,1	23,2	17,4
von Bestandsgrenzen betroffen						
Betriebe mit Rindern	226	2.546	2.772	0,1	18,5	1,0
Betriebe mit Kälbern	115	676	791	0,0	4,9	0,3
Betriebe mit Mastschweinen	56	361	417	0,0	2,6	0,1
Betriebe mit Sauen	0	118	118	0,0	0,9	0,0
von kumulierten Bestandsgrenzen betroffen	2.858	2.710	5.568	1,0	19,6	1,9
Von 2-GV/ha-Grenze betroffen	45.860	289	46.148	16,7	2,1	16,0

Quelle: Hochgerechnete Testbetriebsnetzdaten des Jahres 1998/99 (im Testbetriebsnetz erfasste Betriebe = 10.775, hochgerechnet = 287.811), eigene Berechnungen.

Osterburg_2002-04-15

Tabelle 7: Abschätzung der Anzahl von Genehmigungspflichten betroffener Betriebe auf Grundlage von Daten des Testbetriebsnetzes bei einer Abschneidegrenze von 100 GV/Betrieb

	ABL	NBL	Deutschland	ABL	NBL	Deutschland
	Anzahl Betriebe			Betroffene Betriebe in % aller Betriebe		
Betriebe insgesamt	274.016	13.795	287.811			
betroffene Betriebe insgesamt	18.965	3.197	22.161	6,9	23,2	7,7
von Bestandsgrenzen betroffen						
Betriebe mit Rindern	226	2.546	2.772	0,1	18,5	1,0
Betriebe mit Kälbern	115	856	971	0,0	6,2	0,3
Betriebe mit Mastschweinen	56	450	506	0,0	3,3	0,2
Betriebe mit Sauen	0	145	145	0,0	1,0	0,1
von kumulierten Bestandsgrenzen betroffen	2.864	3.145	6.010	1,0	22,8	2,1
Von 2-GV/ha-Grenze betroffen	17.977	286	18.263	6,6	2,1	6,3

Quelle: Hochgerechnete Testbetriebsnetzdaten des Jahres 1998/99 (im Testbetriebsnetz erfasste Betriebe = 10.775, hochgerechnet = 287.811), eigene Berechnungen.

Osterburg_2002-04-15

Tabelle 8: Abschätzung der von Genehmigungspflichten betroffenen Tierbestände auf Grundlage von Daten des Testbetriebsnetzes bei einer Abschneidegrenze von 50 GV/Betrieb

	Rinder > 1 Jahr	Kälber + Jung- rinder < 1 Jahr	Mastschweine > 25 kg	Sauen	Rinder > 1 Jahr	Kälber + Jung- rinder < 1 Jahr	Mastschweine > 25 kg	Sauen
	vom BImSchG betroffene Tiere insgesamt				von 2-GV/ha-Grenze betroffene Tiere			
	in Prozent vom gesamten Bestand							
Schleswig-Holstein	43	44	27	39	41	41	24	35
Niedersachsen	46	51	54	50	41	46	53	49
Nordrhein-Westfalen	42	47	55	48	42	47	55	48
Hessen	9	8	11	9	7	6	7	9
Rheinland-Pfalz	20	17	18	16	19	17	18	16
Baden-Württemberg	16	13	34	21	15	12	33	19
Bayern	30	27	29	20	30	26	29	20
Saarland	5	4	0	0	2	2	0	0
Brandenburg	88	88	98	99	6	7	36	6
Mecklenburg-Vorp.	81	82	99	94	7	6	78	13
Sachsen	83	84	92	91	2	2	0	0
Sachsen-Anhalt	79	79	91	89	9	8	0	6
Thüringen	91	91	97	99	0	0	0	2
ABL	34	35	44	36	32	32	43	35
NBL	81	82	95	93	6	6	41	6
Deutschland	43	42	51	41	27	28	43	33

Quelle: Hochgerechnete Testbetriebsnetzdaten des Jahres 1998/99, eigene Berechnungen.

Osterburg_2002-04-15

Tabelle 9: Abschätzung der von Genehmigungspflichten betroffenen Tierbestände auf Grundlage von Daten des Testbetriebsnetzes bei einer Abschneidegrenze von 100 GV/Betrieb

	Rinder > 1 Jahr	Kälber + Jung- rinder < 1 Jahr	Mastschweine > 25 kg	Sauen	Rinder > 1 Jahr	Kälber + Jung- rinder < 1 Jahr	Mastschweine > 25 kg	Sauen
	vom BImSchG betroffene Tiere insgesamt				von 2-GV/ha-Grenze betroffene Tiere			
	in Prozent vom gesamten Bestand							
Schleswig-Holstein	37	38	22	29	34	35	19	24
Niedersachsen	34	40	44	32	30	35	42	31
Nordrhein-Westfalen	29	31	43	26	29	31	43	26
Hessen	6	5	7	2	4	4	2	2
Rheinland-Pfalz	13	12	15	3	13	11	15	3
Baden-Württemberg	6	6	23	12	5	5	22	10
Bayern	4	5	18	6	4	4	18	6
Saarland	5	4	0	0	2	2	0	0
Brandenburg	88	88	98	99	6	7	36	6
Mecklenburg-Vorp.	81	82	99	94	7	6	78	13
Sachsen	83	84	92	91	2	2	0	0
Sachsen-Anhalt	79	79	91	89	9	8	0	6
Thüringen	91	91	97	99	0	0	0	2
ABL	18	21	34	21	16	18	33	20
NBL	84	85	96	95	5	5	35	6
Deutschland	33	32	43	29	14	16	33	18

Quelle: Hochgerechnete Testbetriebsnetzdaten des Jahres 1998/99, eigene Berechnungen.

Osterburg_2002-04-15

Tabelle 10: Abschätzung der von Genehmigungspflichten betroffenen Tierbestände nach Bestandsgrößenklassen auf Grundlage von Daten des Testbetriebsnetzes bei einer Abschneidegrenze von 50 GV/Betrieb

	ABL	NBL	Deutschland	ABL	NBL	Deutschland
Bestandsgrößenklassen	durch BImSCH betroffenen Tierbestände					
	betroffene Tiere insgesamt			nur von 2 GV/ha-Grenze betroffenen Tiere		
	in Prozent aller Tiere der jeweiligen Klasse					
Rinder						
1 - 9 Tiere	4	0	4	4	0	3
10 - 19 Tiere	2	0	2	2	0	2
20 - 49 Tiere	4	0	4	4	0	4
50 - 59 Tiere	15	0	15	15	0	15
60 - 99 Tiere	34	0	33	34	0	33
100 - 199 Tiere	40	4	38	40	4	38
200 u. mehr Tiere	74	95	87	58	6	26
Mastschweine über 25 kg						
1 - 9 Tiere	8	3	8	8	0	7
10 - 49 Tiere	11	15	11	11	3	11
50 - 99 Tiere	13	35	13	13	1	12
100 - 399 Tiere	32	52	32	31	4	31
400 - 599 Tiere	51	78	52	50	2	49
600 - 999 Tiere	60	87	60	58	0	56
1000 u. mehr Tiere	67	99	85	65	44	53

Quelle: Hochgerechnete Testbetriebsnetzdaten des Jahres 1998/99, eigene Berechnungen.

Osterburg_2002-04-15

3 Projektion der Ammoniakemissionen für das Jahr 2010 sowie Wirkungen von Minderungsmaßnahmen

In diesem Kapitel werden die Ergebnisse der Berechnungen mit dem Modell RAUMIS dargestellt. Zunächst werden die neuen Basisprojektionen für das Jahr 2010 und die Wirkungen der veränderten Annahmen beschrieben. Anschließend werden die Szenarien zur Emissionsminderung und die Ergebnisse der Szenariorechnungen dargestellt.

3.1 Basisprojektionen

In Tabelle 11 werden die Ergebnisse der neuen Berechnungen für die Jahre 1999 und 2010 auf Grundlage des Basisjahres 1999 und zusätzlich die bisherigen Berechnungsergebnisse aus dem BMVEL-UBA-Projekt (Döhler et al. 2002) zusammengestellt. Die genaueren Tierzahlen der endgültigen Tierzählungsergebnisse und die Zusammenführung mit der tatsächlichen Flächennutzung im Basisjahr 1999 führen zusammen mit den in Abschnitt 2.1 beschriebenen, geänderten Annahmen zu Ergebnissen, die leicht von den alten Werten abweichen. Da die Annahmen für die Basisprojektion zum Teil auf einer unsicheren Datenbasis beruhen und als relativ optimistisch anzusehen sind („1999_opti“), wurde eine weitere Berechnung mit sehr pessimistischen Annahmen berechnet. Zu unterscheiden sind also

- Optimistische Szenarien („opti“) mit Annahmen aus den Modellkreisbefragungen; bei N-angepasster Fütterung, Wirtschaftsdüngereinarbeitung und Weidegang des Milchviehs in Nordwestdeutschland wurden gegenüber den Annahmen aus dem BMVEL-UBA-Projekt Korrekturen vorgenommen (vgl. Abschnitt 2.1). Der Vergleich mit der optimistischen Referenz ermöglicht eine Abschätzung der verbleibenden Minderungspotentiale auf Basis einer teilweise schon fortgeschrittenen Ausschöpfung der Minderungsmöglichkeiten. Diese Szenarien sind als realitätsnähere Projektionen für das Jahr 2010 anzusehen. Bei den Kostenangaben kann es allerdings aus programmtechnischen Gründen zu Verzerrungen kommen. Da durch einheitliche Szenariovorgaben für emissionsmindernde Maßnahmen z. T. weitergehende und teurere Maßnahmen „zurückgenommen“ werden (z. B. durch die Vorgabe „Lagerabdeckung mit Stroh“, wodurch „Abdeckung mit Folie“ eingeschränkt wird), ergeben sich in diesen Fällen scheinbar geringere Vermeidungskosten, weshalb diese Kosten nicht ausgewiesen werden.
- Pessimistische Szenarien („pess“) dienen der Abschätzung von Minderungspotentialen, deren aktuelle Ausschöpfung nicht genau bekannt ist. Hierzu wurde die unrealistische Annahme getroffen, dass es keine angepasste Fütterung und keine Güllelagerabdeckung gibt, Gülleausbringung nur mit Breitverteiler erfolgt und Wirtschaftsdünger erst nach 48 Stunden eingearbeitet wird. Die pessimistische

Referenz wurden nur für die Situation mit hohen Tierbeständen berechnet und stellt keine realistische Projektion dar, sondern markiert einen Extremwert mit hohen Emissionen. Der Vergleich der pessimistischen Minderungsszenarien mit der Referenz „Ref_pess“ erlaubt es, maximale Minderungspotentiale auszuweisen, deren Ausschöpfung durch die zu untersuchenden politischen Maßnahmen mit größerer Sicherheit erreicht werden kann. Die Kostenangaben sind in diesen Szenarien leichter zu interpretieren, da es nicht wie bei den „opti“-Szenarien zur Rücknahme von teuren, emissionsmindernden Maßnahmen kommt.

Die Szenarioberechnungen wurden nur für die Situation mit hohen Tierbeständen durchgeführt. „Ref“ bedeutet „Referenzszenario“ (bisherige Referenz: **2010max_T2000**: hohe Tierbestände, Technologieannahmen aus dem Jahr 2000), „max“ und „min“ beziehen sich auf hohe oder niedrige Tierbestände.

Tabelle 11: Abschätzung der Ammoniakemissionen aus der Tierhaltung in Deutschland für die Basisjahre sowie Projektionen für das Jahr 2010 – Vergleich der bisherigen und der neuen Ergebnisse (bei variablen Ausbringungstemperaturen)

	NH ₃ -Emissionen (Tonnen pro Jahr)					
	Milchkühe	andere Rinder	Schweine	Geflügel	Pferde, Schafe	Tiere insgesamt
Alte Berechnungen (BMVEL-UBA-Projekt)						
1990	204.894	161.694	181.910	39.530	25.233	613.260
1995	166.187	122.918	115.760	38.650	26.006	469.521
1999	159.374	118.237	123.866	41.348	22.721	465.546
Neue Berechnungen 04/2002						
1999_opti	156.509	119.371	127.731	40.682	22.128	466.421
1999_pess	172.450	129.797	152.427	53.346	23.240	531.259
Alte Berechnungen (BMVEL-UBA-Projekt)						
Ref_alt (2010max_T2000)	154.485	109.331	117.496	46.560	33.423	461.295
Neue Berechnungen 04/2002						
Ref_opti_max Jahr 2010	150.763	110.044	125.479	37.267	31.316	454.869
Ref_opti_min Jahr 2010	148.244	106.366	121.034	33.971	29.580	439.195
Ref_pess Jahr 2010	164.118	118.679	150.705	48.436	32.758	514.696

Quelle: RAUMIS, eigene Berechnungen

Osterburg_2002-04-15

Die neuen Tierbestandsfortschreibungen haben einen gewissen Einfluss auf die Projektionen für das Jahr 2010. Besonders der angenommene Rückgang der Hennenhaltung aufgrund der Legehennenhaltungs-Verordnung wirkt sich mit einer Minderung auf die Gesamtemissionen der Tierhaltung aus. Im Vergleich zu hohen Tierbeständen (**Ref_opti_max**) liegen die Ammoniakemissionen aus der Tierhaltung bei niedrigen Tierbeständen (**Ref_opti_min**) ca. 15.000 t niedriger, aber immer noch deutlich

über der anzustrebenden Höhe von ca. 400.000 t Ammoniak aus der Tierhaltung im Jahr. Eine Untersuchung der Umstellung der Legehennenhaltungsverfahren ergab bei konstanter Legehennenzahl einen nur geringen Anstieg der Emissionen aufgrund verstärkter Boden- und Freilandhaltung. In der bisherigen Referenzsituation wurde die Käfighaltung zum Teil ohne Kottrocknung berechnet, wobei mehr Emissionen verursacht werden als bei der aufgrund der Legehennenhaltungs-Verordnung annahmegemäß ebenfalls zunehmenden Volierenhaltung. Die Emissionsminderung durch zunehmende Volierenhaltung gleicht die Emissionszunahme durch verstärkte Boden- und Freilandhaltung nahezu aus.

3.2 Szenarien zur Minderung der Ammoniakemissionen

Die Szenarien wurden nur für die Situation mit hohen Tierbeständen kalkuliert. Die Tabelle 12 beschreibt alle berechneten Szenarien. Als Summe von Szenarien, die Einzelmaßnahmen beschreiben, wurden Minderungsszenarien gebildet, welche die Abschätzung kumulierter Wirkungen erlauben („Minderung I – V“). Das Minderungsszenario V ist als besonders weitgehend anzusehen. In den Szenarien, die sich nur auf vom BImSchG betroffene Betriebe beziehen (Szenarien 7-11), wurden die entsprechenden prozentualen Tierbestandsanteile, die einer Genehmigungspflicht unterliegen, auf Regierungsbezirksebene ins Modell übertragen, bei Geflügel auf Länderebene. Das Szenario zur Güllelagerkapazität von 6 Monaten wurde durch ein weiteres Szenario mit mindestens 7 Monaten ergänzt, da die Lagerkapazität nach den optimistischen Annahmen bereits in der Referenz in fast allen Regionen bei 6 Monaten liegt. Die bei einigen Szenarien genutzten Tierbestandsgrenzen basieren auf den Klassengrenzen in der Agrarstatistik und berücksichtigen, dass in den größeren Tierbeständen Güllesysteme dominieren, während in kleineren Beständen häufiger Mistsysteme vorkommen. Die Ausbringung von Gülle mit Schleppschuh in Rinderbeständen ab 49 Tiere führt deshalb dazu, dass nahezu die gesamte Rindergülle entsprechend ausgebracht wird.

Eine Zunahme des Weidegangs von Milchvieh wurde mit einer pauschalen Erweiterung der N-Ausscheidungen auf der Weide um 30 % berechnet. Realistischere Anpassungen dieses Merkmals hätten einen erheblichen Programmieraufwand erfordert. Für den Anbau von Kosubstraten in der Biogasproduktion wird im Szenarien 25 angenommen, dass Stilllegungsflächen mit Silomais als nachwachsender Rohstoff bestellt werden, im Szenario 26 gilt die Annahme entsprechend für Feldgras. Das Ausmaß der Flächenumwidmung wurde nicht exakt kalibriert, vielmehr wurden die in Abschnitt 4.1 beschriebenen Flächennutzungsveränderungen näherungsweise übertragen. Die beiden Szenarien dienen als Anhaltspunkt für die Abschätzung der Wirkungsrichtung einer Flächennutzungsänderung aufgrund einer Ausweitung der Biogasproduktion, die mit einer Bereitstellung von Stilllegungsflächen für die Ausbringung verbunden ist.

Tabelle 12: Szenarien zur Abschätzung der Wirkungen von Minderungsmaßnahmen

Szenarien zur Umsetzung der NEC-Richtlinie in Deutschland

-
1. Gülleearbeitung nach 4 Stunden (Rind, Schwein), alle Betriebe
 2. Festmisteearbeitung nach 48 Stunden (Rind, Schwein, Geflügel), alle Betriebe
 3. Festmisteearbeitung nach 24 Stunden (Rind, Schwein, Geflügel), alle Betriebe
 4. Festmisteearbeitung nach 4 Stunden (Rind, Schwein, Geflügel), alle Betriebe
 5. Schleppschlauch für Gülleausbringung auf Ackerland (Rind, Schwein), alle Betriebe
 6. **Minderung I:** Szenarien 1, 4 und 5 zusammen
 7. Güllelager in BImSch-Betrieben mit Stroh abgedeckt (Rind, Schwein)
 8. Güllelagerzeit in BImSch-Betrieben über 6 Monate (Rind, Schwein)
 9. Güllelagerzeit in BImSch-Betrieben über 7 Monate (Rind, Schwein)
 10. angepasste Fütterung in BImSch-Betrieben (Mastschweine, Sauen, Geflügel)
 11. **Minderung II:** Szenarien 7, 9 und 10 zusammen
 12. **Minderung III:** Szenarien 1, 4, 5, 7, 9 und 10 zusammen
 13. Abdeckung Schweinegüllelager bei Beständen > 100 (Tiere auf Gülle)
 14. Abdeckung Schweinegüllelager (alle Tiere auf Gülle)
 15. Schleppschuh-Einsatz auf Grünland bei Rinderbeständen > 19 Tiere
 16. Schleppschuh-Einsatz auf Grünland bei Rinderbeständen > 49 Tiere
 17. Schleppschuh-Einsatz auf Grünland bei Rinderbeständen > 99 Tiere
 18. Schleppschuh-Einsatz auf Grünland bei Rinderbeständen > 199 Tiere
 19. N-angepasste Fütterung bei Mastschweinen bei Beständen > 49
 20. N-angepasste Fütterung bei Mastschweinen bei Beständen > 99
 21. N-angepasste Fütterung bei Mastschweinen bei Beständen > 399
 22. N-angepasste Fütterung bei Mastschweinen bei Beständen > 599
 23. N-angepasste Fütterung bei Mastschweinen bei Beständen > 999
 24. Mehr Weidegang bei Milchvieh (Multiplikator 1,3)
 25. zusätzlicher Silomais für Biogas
 26. zusätzliches Feldgras für Biogas
 27. **Minderung IV:** Szenarien 1, 3, 5, 7, 8, 10, 25 zusammen
 28. **Minderung V:** Szenarien 1, 4, 5, 7, 9, 10, 14, 17, 20, 24 und 25 zusammen
-

Quelle: Eigene Zusammenstellung nach Abstimmung mit BMVEL

Osterburg_2002-04-15

3.3 Ergebnisse der Emissionsberechnungen

In Tabelle 13 werden die Ergebnisse der Szenariorechnungen für die „optimistische“ Variante dargestellt, in Tabelle 14 die Ergebnisse der „pessimistischen“ Variante. Die Minderungsszenarien bauen im Falle der „optimistischen“ Variante auf die Referenz „*Ref_opti_max*“ auf, im pessimistischen Fall auf „*Ref_pess*“ (ebenfalls bei hohen Tierzahlen). Die in den optimistischen Szenarien erreichbaren Minderungen bleiben z. T. sehr begrenzt, da in der optimistischen Referenz bereits verbesserte Techniken in größerem Umfang eingesetzt werden. Die Vermeidungskosten pro kg geminderte Ammoniakemission sind im Falle der „optimistischen“ Szenarien nicht sinnvoll interpretierbar, da es durch die einheitlichen Szenariovorgaben z. T. zu einer Rücknahme weitergehender, teurer Emissionsminderungsverfahren kommt, die bereits in der Referenz umgesetzt wurden. Daher werden die Vermeidungskosten pro kg Ammoniak nicht in der Tabelle 13 dargestellt, die Werte sind Tabelle 14 zu entnehmen. Zu erwartende Gesamtkosten in Tabelle 13 wurden auf Basis der Kostenangaben pro kg NH₃ in Tabelle 14 berechnet. Die Veränderungen der Ammoniakemissionen gegenüber der Referenz „*Ref_opti_max*“ stellen vergleichsweise realistische Einschätzungen der Minderungswirkungen dar, die aufbauend auf die Gesamtheit der in der Referenzsituation bereits umgesetzten, emissionsmindernden Maßnahmen zu erwarten sind. In der „pessimistischen“ Variante sind dagegen die maximal erzielbaren Minderungen gegenüber der sehr ungünstigen „*Ref_pess*“ abzulesen, ebenso die bei größeren Anpassungsschritten zu erwartenden Kosten pro kg Ammoniak.

Die Umsetzung einer schnelleren Einarbeitung von Wirtschaftsdünger nach der Ausbringung ist, auch wenn Management- und Wartekosten angesetzt werden, eine der effizientesten Maßnahmen. Die Minderungspotenziale einer Einarbeitung nach spätestens 4 Stunden liegen gegenüber einer späteren Einarbeitung nach 48 Stunden bei über 60.000 t Ammoniak (Vergleich mit *Ref_pess*), im optimistischen Szenario sind es immerhin noch knapp 30.000 t. Eine Einarbeitung nach mehr als 24 Stunden hat bei Rinder- und Schweinemist keine emissionsmindernde Wirkung mehr, die Änderungen bei Einarbeitung zwischen 24 und 48 Stunden stammen ausschließlich aus der Ausbringung von Geflügeltrockenkot, bei dem ein anderer Emissionsverlauf auftritt. Die Kosten einer unmittelbaren Einarbeitung innerhalb von 4 Stunden nach der Ausbringung wurden nach Döhler et al. (2002) auf ca. 1-1,1 Euro/kg gemindertes Ammoniak geschätzt, es handelt sich also um ein vergleichsweise günstiges Minderungsverfahren. Die Kosten ergeben sich durch Wartekosten für die Einarbeitung, da Ausbringungs- und Einarbeitungsdauer schwer aufeinander abzustimmen sind. Je nach Betriebsorganisation und Mechanisierung können diese Kosten der unmittelbaren Einarbeitung erheblich schwanken und wurden deshalb in den Modellrechnungen und den Angaben in den Tabellen 13 und 14 nicht berücksichtigt.

Für Abdeckung von Rindergüllelager mit Stroh ergeben sich gegenüber der Schweinegüllelagerung deutlich höhere Vermeidungskosten pro kg Ammoniak. Nach den

Ergebnissen des BMVEL-UBA-Projekts liegen die Vermeidungskosten bei diesem Verfahren zwischen 0,15 und 0,25 Euro/kg Ammoniak bei Schweinegülle und 2,5 bis 5 Euro/kg bei Rindergülle, diese Werte finden sich auch in Tabelle 14 wieder. Bei Schweinegülle handelt es sich um eines der effizientesten Minderungsverfahren, das daher für alle Schweinegüllelager vorgeschrieben werden sollte.

Die Erweiterung der Lagerkapazität ist mit 5-7 Euro/kg gemindertes Ammoniak (Vermeidungskosten aus „pessimistischer“ Variante) eine vergleichsweise teure Maßnahme und weist, bezogen auf die BImSchG-Betriebe mit bereits recht hohen Lagerkapazitäten ein relativ begrenztes Minderungspotential auf. Der Schleppschuh-einsatz im Grünland weist zwar hohe Minderungspotentiale auf, ist aber mit 7 Euro/kg geminderte Ammoniakemission ebenfalls ein vergleichsweise teures Verfahren.

Tabelle 13: Ergebnisse der Szenarienrechnungen zur Abschätzung der Wirkungen von Minderungsmaßnahmen im Vergleich zur „optimistischen“ Referenz

	Ammoniakemissionen in Tonnen pro Jahr			Minderungskosten in Mio. Euro			
	Tiere insgesamt	dar. Rinder & Schweine	Differenz zu Ref (Tiere ges.)	Rinder & Schweine geschätzt anhand der Kostem pro kg NH ₃ in Tabelle 14			
Ref_opti_max	454.869	386.286					
1. Gülleearbeitung nach 4 h	436.000	365.975	18.869	.	.	.	.
2. Festmistearbeitung nach 48 h	466.037	386.286	-11.168	.	.	.	.
3. Festmistearbeitung nach 24 h	454.869	386.286	0	.	.	.	.
4. Festmistearbeitung nach 4 h	437.606	378.727	17.264	.	.	.	.
5. Schleppschlauch	448.904	380.322	5.965	40	.	.	.
6. Minderung I	407.898	348.579	46.971	49	.	.	.
7. Güllelagerabd. in BImSch-Betrieben Stroh	452.834	384.251	2.035	1	.	.	.
8. Güllelagerzeit BImSch-Betriebe > 6 M.	451.771	383.186	3.098	20	.	.	.
9. Güllelagerzeit BImSch-Betriebe > 7 M.	449.612	381.019	5.257	25	.	.	.
10. angepasste Fütterung in BImSch-Betr.	448.158	385.858	6.711	1	.	.	.
11. Minderung II	440.961	378.651	13.908	17	.	.	.
12. Minderung III	396.167	342.032	58.702	72	.	.	.
13. Abdeckung Schweinegülle > 100	447.379	378.797	7.490	1	.	.	.
14. Abdeckung ges. Schweinegülle	446.155	377.572	8.714	1	.	.	.
15. Schleppschuh-Einsatz > 19 Tiere	429.954	361.370	24.915	133	.	.	.
16. Schleppschuh-Einsatz > 49 Tiere	431.710	363.127	23.159	123	.	.	.
17. Schleppschuh-Einsatz > 99 Tiere	442.157	373.574	12.712	66	.	.	.
18. Schleppschuh-Einsatz > 199 Tiere	451.590	383.006	3.279	15	.	.	.
19. N-angep. Fütterung Mastschw. > 49	443.526	375.006	11.343	20	.	.	.
20. N-angep. Fütterung Mastschw. > 99	443.869	375.345	11.000	20	.	.	.
21. N-angep. Fütterung Mastschw. > 399	445.968	377.432	8.901	16	.	.	.
22. N-angep. Fütterung Mastschw. > 599	449.342	380.789	5.527	10	.	.	.
23. N-angep. Fütterung Mastschw. > 999	453.010	384.443	1.859	3	.	.	.
24. Weidegang bei Milchvieh	447.571	379.014	7.298	-10	.	.	.
25. zusätzlicher Silomais für Biogas	451.824	383.413	3.045	0	.	.	.
26. zusätzliches Feldgras für Biogas	453.571	384.998	1.298	0	.	.	.
27. Minderung IV	410.624	346.881	44.245	68	.	.	.
28. Minderung V	355.089	301.570	99.780	151	.	.	.

Quelle: RAUMIS, eigene Berechnungen

Osterburg_2002-04-15

Tabelle 14: Ergebnisse der Szenarienrechnungen zur Abschätzung der Wirkungen von Minderungsmaßnahmen im Vergleich zur „pessimistischen“ Referenz

	Ammoniakemissionen in Tonnen pro Jahr			Minderungskosten			
	Tiere insgesamt	dar. Rinder & Schweine	Differenz zu Ref (Tiere ges.)	Rinder & Schweine in Mio. Euro	Euro pro kg NH ₃	nur Rinder Euro pro kg NH ₃	nur Schweine Euro pro kg NH ₃
Ref_pess	514.696	433.502					
1. Gülleearbeitung nach 4 h	471.210	390.015	43.486	.	.	.	.
2. Festmistearbeitung nach 48 h	514.696	433.502	0	.	.	.	.
3. Festmistearbeitung nach 24 h	503.580	433.502	11.116	.	.	.	.
4. Festmistearbeitung nach 4 h	482.829	423.424	31.867	.	.	.	.
5. Schleppschlauch	501.560	420.366	13.136	88	6,71	10,59	3,95
6. Minderung I	425.554	366.148	89.142	88	1,31	1,19	1,60
7. Güllelagerabd. in BImSch-Betrieben Stroh	506.811	425.618	7.884	3	0,41	2,96	0,08
8. Güllelagerzeit BImSch-Betriebe > 6 M.	510.489	429.295	4.206	27	6,46	6,46	.
9. Güllelagerzeit BImSch-Betriebe > 7 M.	507.428	426.234	7.268	35	4,82	5,42	2,70
10. angepasste Fütterung in BImSch-Betr.	494.818	421.697	19.878	21	1,80	.	1,80
11. Minderung II	480.388	407.268	34.307	60	2,29	5,12	1,33
12. Minderung III	397.283	343.148	117.413	147	1,63	1,69	1,53
13. Abdeckung Schweinegülle > 100	502.133	420.939	12.563	1	0,08	.	0,08
14. Abdeckung ges. Schweinegülle	500.920	419.725	13.776	1	0,08	.	0,08
15. Schleppschuh-Einsatz > 19 Tiere	486.745	405.552	27.950	149	5,34	5,34	.
16. Schleppschuh-Einsatz > 49 Tiere	488.482	407.288	26.214	140	5,33	5,33	.
17. Schleppschuh-Einsatz > 99 Tiere	498.827	417.634	15.868	83	5,20	5,20	.
18. Schleppschuh-Einsatz > 199 Tiere	508.208	427.015	6.488	29	4,47	4,47	.
19. N-angep. Fütterung Mastschw. > 49	490.977	409.784	23.719	43	1,79	.	1,79
20. N-angep. Fütterung Mastschw. > 99	491.347	410.154	23.348	42	1,79	.	1,79
21. N-angep. Fütterung Mastschw. > 399	493.642	412.449	21.053	38	1,80	.	1,80
22. N-angep. Fütterung Mastschw. > 599	497.331	416.138	17.364	31	1,80	.	1,80
23. N-angep. Fütterung Mastschw. > 999	501.366	420.172	13.329	24	1,80	.	1,80
24. Weidegang bei Milchvieh	506.712	425.519	7.984	-11	-1,37	-1,37	.
25. zusätzlicher Silomais für Biogas	513.625	432.430	1.071	0	0,00	0,00	.
26. zusätzliches Feldgras für Biogas	514.119	432.924	577	0	0,00	0,00	.
27. Minderung IV	411.500	347.756	103.196	147	1,72	1,94	1,42
28. Minderung V	355.177	301.659	159.518	235	1,78	2,00	1,46

Quelle: RAUMIS, eigene Berechnungen

Osterburg_2002-04-15

Der Vergleich zwischen den beiden Szenarioblöcken „optimistisch“ und „pessimistisch“ zeigt, dass das Minderungsszenario III in beiden Blöcken zu der angestrebten Reduzierung der Ammoniakemissionen aus der Tierhaltung auf etwa 400.000 t im Jahr führen würde. Schon das Minderungsszenario I mit sofortiger Einarbeitung von Mist und Gülle verfehlt im „optimistischen“ Szenarienblock das Ziel um nur knapp 8.000 t. Das Minderungsszenario II, das ausschließlich auf den BImSchG-Betrieben aufbaut, liegt dagegen mit gut 440.000 t Ammoniak deutlich über dem Minderungsziel. Dies liegt daran, dass die Maßnahmen in weniger Betrieben durchgeführt werden. Ein hohes Potential hat hier vor allem die angepasste Fütterung in BImSchG-Betrieben.

Die N-angepasste Fütterung in der Schweinemast, der Sauenhaltung und im Geflügelbereich erreicht ebenfalls hohe Minderungspotentiale. Monetär bewertet wurde dabei nur die N-angepasste Schweinemast. Aufgrund der Vielfalt der Stallbauten und Fütterungstechniken sind die Kosten nicht eindeutig quantifizierbar. Nach den Kostenschätzungen ist aber davon auszugehen, dass es sich um eine vergleichsweise

effiziente Maßnahme handelt. In großen Tierbeständen dürfte die Phasenfütterung sogar kostenneutral und z. T. sogar gewinnbringend einzusetzen sein. Bei zunehmender N-Minderung in den Ausscheidungen werden die Kosten sukzessive ansteigen. Einarbeitung und angepasste Fütterung als kostengünstige Maßnahmen mit hohen Minderungspotentialen lassen sich allerdings nur schwer kontrollieren.

Der Weidegang bei Milchvieh führt in der Betrachtung zu verringerten Emissionen und gleichzeitig zu einem Kostenrückgang, da weniger Gülle ausgebracht werden muss. Hierbei handelt es sich also um eine attraktive Minderungsmaßnahme, die bei intensiver Weideführung aber im Konflikt mit Wasserschutzzielen stehen kann, da hierbei hohe Stickstoffmengen in schlechter Verteilung auf die Weideflächen gelangen. In Betrieben mit hoher Milchleistung pro Kuh sowie in Betrieben mit großen Tierbeständen sind dem Weidegang Grenzen gesetzt. Ebenso spielen die Lage der Grünlandflächen und die Entfernung zum Stall eine entscheidende Rolle. Die Abschätzung der tatsächlich bestehenden Minderungspotentiale ist auf der vorliegenden Datenbasis nicht möglich.

4 Analyse weiterer emissionsrelevanter Bereiche

In diesem Abschnitt werden weitere, für die Ammoniakemissionen relevante Bereiche vorgestellt und ausgewählte Aspekte genauer analysiert.

4.1 Wirkungen einer verstärkten Produktion von Biogas

Das Klimaschutzprogramm der Bundesregierung (Interministerielle Arbeitsgruppe "CO₂-Reduktion" 2000) geht von einem Zuwachs der CO₂-Reduktion durch die Biogasproduktion auf Güllebasis von derzeit unter 5 % auf 14 % des Aufkommens von Wirtschaftsdüngern tierischer Herkunft im Jahr 2010 aus. Dies bedeutet einen Anstieg auf 5.000 Biogasanlagen im Jahr 2010, in denen etwa 28 Mio. t Gülle genutzt werden. Zur besseren Ausschöpfung der Vergärungspotentiale wird Gülle zusammen mit Kosubstraten vergoren. Diese werden, da Rest- und Abfallstoffe aus dem Lebensmittelbereich bereits heute weitgehend genutzt werden, in Zukunft vor allem durch Nutzung der Stilllegungsflächen für nachwachsende Rohstoffe wie Silomais oder Grünpflanzen bereitgestellt. Bei ca. 30 Gewichtsprozenten Zumischung zum Güllesubstrat werden im Zieljahr 2010 etwa 190.000 Hektar Silomais oder 240.000 Hektar Feldgras zur Bereitstellung von ca. 8,4 Mio. t NR-Biomasse vornehmlich auf Stilllegungsflächen benötigt (zu den verwendeten Annahmen vgl. Weiland 2001). Die folgenden Aspekte beeinflussen die Wirkung der Biogasproduktion (Weiland 2001, mündliche Auskunft Weiland 2002):

- Der Anbau von Biomasse liefernden Kulturen für die Vergärung kann auf Stilllegungsflächen stattfinden. Durch die Bereitstellung dieser zusätzlichen, z. T. im Frühjahr bestellten Ausbringungsflächen kann die Ammoniakemission allein durch die Flächennutzungsänderung positiv beeinflusst werden. Dieser Zusammenhang wurde in den Szenarien 25 und 26 simuliert (vgl. Tabellen 13 und 14). Besonders die Ausweitung des Silomais kann durch die Bereitstellung von Ausbringungsflächen einen emissionssenkenden Einfluss entwickeln, der umso größer ausfällt, wenn Wirtschaftsdünger unmittelbar eingearbeitet wird. Betriebe, die mit nachwachsenden Rohstoffen für Biogas arbeiten, können optimierte Fruchtfolgen für eine verbesserte Nutzung der Nährstoffe aus dem Gärrückstand gestalten, um durch die Nutzung der rückgeführten Nährstoffe möglichst hohe Biomasseerträge pro Fläche zu erzielen.
- Das Gärsubstrat ist nach Ausgärung flüssiger als Rohgülle und sickert daher leichter in den Boden, wodurch die Emissionen gemindert werden.
- Die Vergärung bewirkt eine stärkere Umsetzung von organisch gebundenem N in leicht verflüchtigen TAN (total ammoniacal nitrogen - ammonifizierbarer Stickstoff), und zwar sowohl des Stickstoffs aus der Gülle als auch aus dem

Kosubstrat. Bei den genannten Mengen entstehen bei den unterstellten Verfahrensumfängen und unter der Annahme, dass etwa 70 % des Stickstoffs aus dem Kosubstrat nach der Vergärung als TAN vorliegt, zusätzlich etwa 5 % mehr TAN gegenüber der sektoralen TAN-Menge aus tierischen Exkrementen. Durch den N-Gehalt der Kosubstrate und in zweiter Linie durch den stärkeren Abbau von organisch gebundenem N aus tierischen Dung entstehen also mehr emissionsgefährdete N-Mengen, die als Bestandteil von gülleartigen Substraten gelagert und ausgebracht werden. Dies kann zu einer erheblichen Erhöhung der Ammoniakmissionen beitragen.

- Der pH-Wert des Gärsubstrats steigt in der Biogasanlage, was zu einer höheren Emission von Ammoniak bei späterem Luftkontakt führen kann.

Die Lagerung des Gärsubstrats sollte nach Verlassen der Biogasanlage künftig immer mit einer gasdichten Abdeckung zur Nutzung des Methans aus der Nachgärung erfolgen. Dabei werden nicht nur Ammoniakemissionen, sondern auch klimaschädliche Methanemission unterbunden, die energetisch genutzt werden können. Die Ausbringung des möglicherweise stark Ammoniak emittierenden Substrats nach der Vergärung und anaeroben Lagerung sollte mit optimierter Technik (Schleppschlauch, Injektion) durchgeführt werden und wo immer möglich sollte eine sofortige Einarbeitung erfolgen. Die Förderrichtlinien und Bauvorschriften für Biogasanlagen sollten entsprechend angepasst werden.

4.2 Wirkungen einer Beschränkung des Einsatzes von Harnstoffdüngern

Im BMVEL-UBA-Projekt wurden die Ammoniakemissionen aus der Mineraldüngeranwendung auf etwa 100.000 t im Jahr 1999 geschätzt. In Tabelle 15 wird eine Berechnung für das Wirtschaftsjahr 2000/2001 dargestellt. Harnstoff macht nur 15,8 % des Gesamtstickstoffs aus Mineraldüngern aus, trägt aber fast zur Hälfte zu den Ammoniakemissionen aus der Mineraldüngeranwendung bei. Eine vollständige Substitution des Harnstoffs durch Kalkammonsalpeter würde die Emissionen um etwa 40 % senken; dies entspricht mehr als 40.000 Tonnen. Die Folgen von Restriktionen für Harnstoffdünger, z. B. Anwendung nur bei Einarbeitung oder in hohe, dichte Pflanzenbestände, lassen sich nicht in einer ähnlich einfachen Nebenrechnung ermitteln. Bemerkenswert ist, dass der Anteil des Harnstoffs am Gesamtaufkommen von N-Mineraldüngern von etwa 10 % Mitte der 90er Jahre auf über 15 % im abgebildeten Wirtschaftsjahr erhöht hat, was für die betriebswirtschaftliche Vorteilhaftigkeit des Harnstoffeinsatzes spricht.

Berücksichtigt werden sollte, dass die hier genutzten E-Faktoren Standardwerte sind, die das jeweilige Management nicht berücksichtigen. Die Düngungseffizienz von Harnstoff

erweist sich in Versuchen als ähnlich hoch wie bei Kalkammonsalpeter und besser als bei AHL (vgl. Baumgärtl et al. 2002). Der Anteil der N-Verluste am Gesamtstickstoff scheinen also bei Harnstoff nicht höher zu liegen als bei anderen Mineraldüngern. Der Unterschied zu anderen Düngerformen liegt vermutlich darin, dass bei Harnstoff ein größerer Teil gasförmig entweicht, während andere Formen möglicherweise mehr Verluste im Bodensystem aufweisen. Die vorliegenden Hinweise auf höhere Ammoniakemissionen reichen für ein pauschales Verbot von festem Harnstoff nicht aus. Zielgerichtete Ausbringungseinschränkungen zur Emissionsminderung (sofortige Einarbeitung, Anwendung nur in höheren Pflanzenbeständen) sind aber nur schwer zu kontrollieren. Das hohe Minderungspotential einer Einschränkung des Harnstoffeinsatzes sollte deshalb in Bezug auf Verfahrensalternativen, Kosten und Kontrollierbarkeit näher untersucht werden, bevor politische Maßnahmen ergriffen werden. Unter Umständen kann die Nutzung dieses Minderungspotentials dazu führen, dass der Anpassungsbedarf in der Tierhaltung zur Erreichung des Minderungsziels bis 2010 etwas geringer ausfällt.

Tabelle 15: Ammoniakemissionen aus Mineraldüngern

	Einnährstoffdünger			Mehrnährstoffdünger			Summe
	Kalkammonsalpeter	Ammonitrat-Harnstoff-Lösung	Harnstoff	Andere Einnährstoffdünger ¹	NP-Dünger	NK- und NPK-Dünger	
Inlandsabsatz nach Ländern und Sorten im Wirtschaftsjahr 2000/01							
Stickstoff (t Nährstoff)	896.647	231.793	292.056	208.676	64.819	153.590	1.847.581
in % der Summe	48,5	12,5	15,8	11,3	3,5	8,3	100,0
NH ₃ -Emissionen in t	21.776	22.517	53.196	5.068	3.935	3.730	110.222
in % der Summe	19,8	20,4	48,3	4,6	3,6	3,4	100,0
Szenario ohne Harnstoff (statt dessen Kalkammonsalpeter)							
Stickstoff (t Nährstoff)	1.188.703	231.793	0	208.676	64.819	153.590	1.847.581
in % der Summe	64,3	12,5	0,0	11,3	3,5	8,3	100,0
NH ₃ -Emissionen in t	28.869	22.517	0	5.068	3.935	3.730	64.119
in % der Summe	45,0	35,1	0,0	7,9	6,1	5,8	100,0
E-Faktoren: NH₃-N/kg N	0,02	0,08	0,15	0,02	0,05	0,02	

Quelle: Stat. Bundesamt, Fachserie 4, Reihe 8.2, Düngemittelversorgung (div. Jgg.)

Osterburg_2002-04-15

¹ Stickstoff-Magnesia, Ammoniumnitrat, Ammonsulfat, Ammonsulfatsalpeter und andere Salpetersorten, Kalkstickstoff.

4.3 Wirkungen einer Umstellung auf ökologischen Landbau auf die Ammoniakemissionen

Das Votum der Experten auf der Sitzung am 21. 04. 2002 im BMVEL lautete, dass Wirkungen des ökologischen Landbaus schwer abschätzbar sind und deshalb bei den quantitativen Modellkalkulationen nicht berücksichtigt werden müssen. An dieser Stelle soll nur qualitativ auf die möglichen positiven wie negativen Wirkungen einer Umstellung auf die Ammoniakemissionen eingegangen werden. Ähnlich wie bei Biogas gilt auch für die angestrebte, verstärkte Umstellung auf ökologischen Landbau, dass es

sowohl Aspekte gibt, die für eine Minderung der NH_3 -Emissionen sprechen, als auch solche, die eine Erhöhung erwarten lassen. Im Folgenden werden einzelne Aspekte einer Umstellung auf ökologischen Landbau betrachtet, die einen Einfluss auf die Emissionsentwicklung haben können. Dabei wird auf Angaben von Nieberg (1997) zu Wirkungen einer Umstellung auf ökologischen Landbau und Pöschl (2001) zur Struktur ökologischer Betriebe im Jahr 1999 aufgebaut.

Eine Umstellung auf ökologischer Landbau erfolgt vor allem in vergleichsweise extensiver wirtschaftenden Betrieben, die im Zuge der Umstellung die Tierbesatzdichte pro Flächeneinheit weiter senken. Bei der Schweinehaltung kommt es auch zu einer Reduzierung des betrieblichen Tierbesatzes, bei Rindern bleibt der Tierbestand pro Betrieb tendenziell eher stabil (vgl. auch Punkt 2). Da nach den bisherigen Beobachtungen vor allem Futterbaubetriebe und weniger Veredlungsbetriebe eine Umstellung vornehmen, ist durch eine Ausweitung des ökologischen Landbaus kein starker Tierbestandsabbau zu erwarten. Verfahrensänderungen aufgrund einer Umstellung betreffen aufgrund ihrer hohen Bedeutung im ökologischen Landbau besonders die Rinderhaltung.

Besonders stark in Richtung einer Emissionsminderung wirkt der folgende Aspekt:

1. Die höhere Knappheit an Stickstoff im ökologisch wirtschaftenden Betrieb hat einen hohen Betriebswert von Stickstoff aus Wirtschaftsdüngern zur Folge. Dieser rechtfertigt im ökologischen Landbau den Einsatz von Techniken und Managementverfahren zur Vermeidung von Ammoniakverlusten bereits bei höheren Kosten als im konventionellen Landbau. Daher ist zu erwarten, dass in ökologisch wirtschaftenden Betrieben aufgrund des starken, ökonomischen Anreizes im gesamten Betriebsmanagement vergleichsweise mehr emissionsmindernde Maßnahmen ergriffen werden, was zu einer stärkeren Minderung der Ammoniakemissionen führt.

Besonders stark in Richtung einer Emissionserhöhung wirkt der folgende Aspekt:

2. Unter Beibehaltung der Milchquote kann die etwas geringere Milchleistung pro Milchkuh im ökologischen Landbau und die geringere Milchleistungssteigerung dazu führen, dass mehr Milchkühe gehalten werden, um die durch die Quote vorgegebene Milchmenge zu produzieren. Die Milchleistungssteigerung in Deutschland beträgt seit 1990 durchschnittlich über 2 % pro Jahr. In ökologischen Betrieben liegt die durchschnittliche Steigerung niedriger (vgl. Nieberg 1997). In konventionellen Betrieben verringert sich deshalb bei gleicher Produktionsmenge der Milchkuhbestand und aufgrund der geringeren Kälberzahl auch der Jungrinderbestand. Die Stickstoffausscheidung pro Milchkuh steigt bei zunehmender Milchleistung pro Kuh an. Diese Zunahme wird aber durch die Kuhbestandsabnahme, die sich bei gegebener Produktionsmenge ergibt, mehr als kompensiert. Deshalb liegt die Emissionsminderung bei einem durch Leistungssteigerung bedingten Milchviehbestandsabbau

von beispielsweise 20 % und bei unveränderter Verfahrenstechnik bei ca. 8 %. Bei Milchleistungen über 6.000 kg pro Kuh und Jahr bleibt die Emissionsminderung unter 8 %. Werden die Jungrinder in die Betrachtung einbezogen, so resultiert bei einem Bestandsabbau von 20 % eine Emissionsminderung von ca. 13 %. Die beschriebenen, langfristig erzielbaren Minderungen durch einen leistungsbedingten Bestandabbau werden im ökologischen Landbau nicht oder nur in geringerem Maße erreicht (vgl. auch Punkt 6).

Weitere, zu einer Minderung der Ammoniakemissionen führende Aspekte sind die folgenden:

3. Emissionssenkend wirken sich Tierhaltungsaufgaben aus, die Kaltställe („reichliche Lüftung“) oder die Weidehaltung bei Rindern vorschreiben (gemäß VO (EG) 1804/1999 zur Einbeziehung der tierischen Erzeugung in die VO (EWG) 2092/91 über den ökologischen Landbau).
4. Die aufwändigeren Rindermastverfahren im ökologischen Landbau dürften zu einer Veränderung der Alterklassen der verkauften Tiere führen. Möglicherweise werden mehr Kälber verkauft und weniger Rinder voll ausgemästet, was zu einer Verringerung der Emissionen beitragen würde. Möglicherweise werden Masttiere aber auch zur Weitermast an konventionelle Betriebe verkauft. Zu diesem Fragenkomplex fehlen genauere Daten.
5. Eiweißreiches Kraftfutter ist in ökologisch wirtschaftenden Betrieben knapp und vergleichsweise teuer. Die Milchleistung, die über das Grundfutter erzielt wird, liegt daher höher als in konventionellen Betrieben. Darüber hinaus dürfte das eingesetzte Kraftfutter weniger eiweißreich sein, die Knappheit des Kraftfutters lässt zudem eine bessere Futterverwertung erwarten. In der Rinderhaltung kann dies dazu führen, dass die N-Ausscheidungen bei vergleichbaren Tierleistungen niedriger liegen als in konventionellen Betrieben, was verringerte Ammoniakemissionen zur Folge hätte. Zu typischen Rationen und zur Futterverwertung im ökologischen Landbau fehlen allerdings genauere Daten und Analysen (zu möglichen, gegenläufigen Tendenzen vgl. Punkt 8).

Aspekte, die zu einer Erhöhung der Ammoniakemissionen sprechen, sind im Folgenden genannt:

6. Geringere Einzeltierleistungen und Tierleistungssteigerungen können im ökologischen Landbau bei gegebener Produktionsmenge im Vergleich zu konventionellen Betrieben zu vergleichsweise höheren, auf die Produktionsmenge bezogenen Tierbeständen führen. So können sich bei Rindermastverfahren mit geringeren Tageszunahmen aufgrund längerer Umtriebsraten größere Tierbestände ergeben (zur Milchleistung vgl. Punkt 2, kompensierend kann Punkt 4 wirken).

7. Erhöhend auf Ammoniakemissionen wirkt sich die vorgeschriebene Freilandhaltung bei Geflügel aus. Wird die geforderte Bewegungsfreiheit in der Rinder- und Schweinehaltung durch planbefestigte Ausläufe gewährleistet, so kann auch dies eine gewisse Emissionssteigerung bewirken.
8. Aufgrund der Einschränkungen für Futtermittelzukauf und Aminosäureeinsatz, die eine N-reduzierte Fütterung erschweren, ergeben sich geringere Möglichkeiten zur Emissionssenkung im ökologischen Landbau durch Maßnahmen im Fütterungsbereich. N-reduzierte Fütterung spielt bisher vor allem in der Schweine- und Geflügelfütterung eine Rolle. Schweine- und Geflügelhaltung haben im ökologischen Landbau derzeit keine so große Bedeutung. Deshalb sollten die tatsächlichen Auswirkungen dieser Restriktion nicht überschätzt werden.
9. In der Rinderhaltung können sich aufgrund der verstärkten Nutzung von Klee gras und weißklee reichem Grünlandfutter erhöhte Eiweißmengen im Futter ergeben, was zu höheren N-Ausscheidungen und erhöhten Ammoniakemissionen führen kann (zu möglichen, gegenläufigen Tendenzen vgl. Punkt 5).

Nicht eindeutig zu klären ist die Wirkung des ökologischen Landbaus auf die Bedeutung von Festmistsystemen, durch die höhere Emissionen entstehen können:

10. Im ökologischen Landbau werden keine Einstreusysteme vorgeschrieben, vielmehr sind gemäß VO (EG) 1804/1999 die Liegeflächen von Tieren mit Einstreu zu versehen. Eingestreute Liegeflächen sind beispielsweise auch in konventionellen Liegeboxen-Laufställen für Milchkühe verbreitet. Eine Aussage darüber, ob es durch Umstellung auf ökologischen Landbau zu einer stärkeren Beibehaltung oder gar Ausdehnung von Festmistsystemen kommt, kann auf Grundlage der vorliegenden Daten nicht getroffen werden.

Die Summenwirkung der genannten Einzelaspekte lässt sich auf Basis der derzeit verfügbaren Daten nicht mit hinreichender Treffsicherheit abschätzen. Hier besteht weiterer Forschungsbedarf.

5 Schlussfolgerungen und Zusammenfassung

Als Adressaten für eine Strategie zur Senkung der Ammoniakemissionen können diejenigen Betriebe ausgewählt werden, die unter die Genehmigungspflichten nach dem vereinfachten Verfahren gemäß Bundesimmissionsschutzgesetz (BImSchG) fallen. In diesen Betrieben wird aber nur ein Teil der gesamten Tierbestände in Deutschland gehalten. Dieser Anteil variiert zudem regional sehr stark. Die höchsten Anteile am regionalen Tierbestand werden in den neuen Ländern erreicht, wo die Emissionsdichten für Ammoniak vergleichsweise niedrig liegen. In den alten Ländern sorgt die 2-GV/ha-Regelung dafür, dass besonders in den Konzentrationsgebieten mehr Tiere unter die Genehmigungspflicht fallen. Dadurch ergibt sich in Westdeutschland eine sinnvolle Konzentration der betroffenen Betriebe in Regionen mit hohen Ammoniakemissionen.

Im Zeitverlauf bietet die 2-GV/ha-Regelung im Vergleich zu den Tierbestandsgrenzen aber mehr Spielräume für betriebliche Anpassungen, die zu einer stärkeren Flächenbindung der Tierhaltung führen werden. Wenn die Regelungen zur Emissionsminderung allein auf BImSchG-Betriebe ausgerichtet werden, können die damit zu erzielenden Wirkungen im Zeitverlauf abnehmen, da zu erwarten ist, dass viele Betriebe durch Unterschreitung der Tierbesatzdichte von 2 GV/ha wieder aus dem Kreis der BImSchG-Betriebe ausscheiden. Andererseits werden im Zuge des Betriebsgrößenwachstums künftig mehr Betriebe die Grenze von 50-GV/Betrieb überschreiten und fallen dann bei Besatzdichten über 2 GV/ha neu unter die Genehmigungspflicht.

Eine Heraufsetzung der Mindesttierbestandes für die 2 GV/ha-Regelung von derzeit 50 GV pro Betrieb auf 100 GV würde eine deutliche Senkung des Anteils betroffener Rinder und Schweine in Westdeutschland zur Folge haben. Die Zahl der Betriebe nimmt durch die Heraufsetzung der Abschneidegrenze auf 100 GV/Betrieb um ca. 60 % ab. Verwaltungs- und Transaktionskosten können durch diese Änderung erheblich gesenkt werden. Die Genehmigungsgrenze im BImSchG erscheint bei einer Erhöhung der Abschneidegrenze auf 100 GV/Betrieb als Ansatzpunkt für eine nationale Strategie zur Minderung der Ammoniakemissionen noch weniger geeignet, da ein noch größerer Anteil der Tierbestände in Westdeutschland nicht mehr erreicht wird. Dagegen werden die neuen Ländern durch Anpassungskosten stark belastet, obwohl hier die Emissionsdichten unterdurchschnittlich ausfallen.

Eine Regelung, die in den BImSchG-Betrieben ansetzen könnte, ist z. B. die angepasste Fütterung. Eine Abdeckung von Güllelagern sollte vor allem für die Schweinehaltung vorgeschrieben werden. Aufgrund der hohen Wirksamkeit für die Emissionsminderung, den geringen Vermeidungskosten und der guten Kontrollierbarkeit sollte eine solche Vorschrift aber nicht nur in BImSchG-Betrieben, sondern in allen Betrieben gelten, in denen Schweinegülle anfällt. Bei Güllelagern sollte ergänzend eine Befüllung unterhalb der Abdeckung oder Schwimmschicht gefordert werden. Für Rindergüllelager ist zu

prüfen, ob eine Untenbefüllung ohne Abdeckung aufgrund der Schwimmdeckenbildung ausreicht.

Im Bereich der Tierhaltung wurden Maßnahmen identifiziert, die zusammen eine Unterschreitung des anzustrebenden Minderungsziels von ca. 400.000 t im Jahr aus der Tierhaltung ermöglichen. Es handelt sich um die Abdeckung von Schweinegüllelagern, die Verbreitung N-angepasster Fütterung sowie eine möglichst sofortige Einarbeitung von Gülle und Mist nach der Ausbringung auf unbewachsene Flächen. Diese Maßnahmen erreichen zusammen ein Minderungspotential von knapp 50.000 t Ammoniak im Jahr.

Aufgrund der schweren Durchsetzbarkeit und Kontrollierbarkeit der Maßnahmen mit hohen Potentialen und geringen Minderungskosten sind auch andere Verfahren zu prüfen, beispielsweise verbesserte Ausbringungsverfahren auf Grünlandflächen wie die Schleppschuhtechnik. Diese weisen zwar ein hohes Minderungspotential auf, sind aber vergleichsweise teuer. Schleppschuhgeräte sind nur für Grünland geeignet, weshalb bei Ausbringung auf Ackerland zusätzlich zur aufwändigeren Ausbringung hohe Kosten durch Doppelmechanisierungen für ein weiteres Ausbringungsgerät entstehen können. Hier kann die Förderung des überbetrieblichen Maschineneinsatzes einen Ansatzpunkt bieten. Auf Grünland könnte auch ein Ausbringungsverbot während der Sommermonate oder witterungsabhängig oberhalb einer Temperatur von 15 oder 20 ° Celsius erwogen werden.

Die Erweiterung der Güllelagerkapazität stellt mit 5-7 Euro Vermeidungskosten pro kg NH_3 eine vergleichsweise teure Maßnahme dar. Sie wirkt nach Erkenntnissen aus dem BMVEL-UBA-Projekt besonders in Rinderbetrieben, die auf diese Weise eine Ausbringung im Sommer auf Grünland vermeiden können, da hierbei sehr hohe Emissionen entstehen. Längere Lagerzeiten können weiterhin aus Gründen des Wasserschutzes, z. B. zur Vermeidung der Ausbringung im Herbst, erforderlich sein.

Der Weidegang bei Milchvieh stellt eine attraktive Minderungsmaßnahme dar, die bei intensiver Weideführung aber im Konflikt mit Wasserschutzziele stehen kann. Daher sind Konzepte zu prüfen, wie der Weidegang von Milchvieh zumindest auf dem jetzigen Niveau und entgegen dem Trend zur ganzjährigen Stallhaltung aufrecht erhalten werden kann. Dazu sind auch extensivere Weidesysteme zu prüfen, die das vorhandene Grünlandflächenpotential besser und mit geringeren Umweltbelastungen nutzen. Eine allgemeine Grünlandprämie im Rahmen der Preisausgleichszahlungen kann künftig die Bedeutung der Weidehaltung stärken. Bei der Investitionsförderung sollten Fördervoraussetzung formuliert werden, die den Weidegang unterstützen.

Der Ausbau der Biogasnutzung birgt Chancen und Risiken für die Minderungsziele. Derzeit lassen sich die positiven und negativen Wirkungen nicht zu einer eindeutigen Gesamtwirkung zusammenfassen. Bei Förderung und Genehmigung sollte der Tatsache Rechnung getragen werden, dass in Biogasanlagen die Mengen leicht emittierbaren

Stickstoffs stark erhöht werden. Eine Abdeckung der Lagerbehälter für die Gärrückstände sowie eine bodennahe Ausbringung und möglichst sofortige Einarbeitung können die Gefahr einer Emissionserhöhung einschränken und sogar zu Emissionsminderungen führen.

Ähnlich wie bei Biogas gilt auch für die angestrebte, verstärkte Umstellung auf ökologischen Landbau, dass es Aspekte gibt, die für eine Verringerung der NH_3 -Emissionsentwicklung sprechen, und auch solche, die eine Erhöhung erwarten lassen. Eine Umstellung auf ökologischen Landbau erfolgt tendenziell in extensiver wirtschaftenden Betrieben, die im Zuge der Umstellung die Tierbesatzdichte pro Flächeneinheit weiter senken. Bei der Schweinehaltung kommt es auch zu einer Reduzierung des betrieblichen Tierbesatzes, bei Rindern bleibt der Tierbestand pro Betrieb tendenziell eher stabil. Da nach den bisherigen Beobachtungen mehr Futterbaubetriebe eine Umstellung vornehmen, ist durch eine verstärkte Umstellung auf ökologischen Landbau kein wesentlicher Tierbestandsabbau zu erwarten. Auswirkungen von Verfahrensänderungen durch eine Umstellung den ökologischen Landbau sind besonders aus Änderungen in der Rinderhaltung zu erwarten.

Als Faktor, der emissionssenkend wirkt, ist vor allem die höhere Knappheit von Stickstoff im ökologisch wirtschaftenden Betrieb zu nennen. Der daraus resultierende, hohe Betriebswert von Stickstoff aus Wirtschaftsdüngern rechtfertigt im ökologischen Landbau den Einsatz von Techniken zur Vermeidung von Ammoniakverlusten schon bei höheren Kosten als im konventionellen Landbau. Bei gegebenen Produktionsmengen, etwa bei konstanter Milchquote, kann die im Vergleich zu konventionellen Betrieben geringere Tierleistung und Leistungssteigerung zu höheren Tierbeständen führen. Dies kann erhöhte Emissionen zur Folge haben. Es werden eine Reihe weiterer Aspekte diskutiert, eine Abschätzung der Gesamtwirkung auf die Ammoniakemissionen ist aber auf Grundlage der derzeit vorliegenden Daten nicht möglich. Zu diesem Fragenkomplex besteht weiterer Forschungsbedarf.

Anwendungsvorschriften für Harnstoff erschließen offensichtlich ein großes Minderungspotential, da die Ammoniakemissionen aus Harnstoff nach den vorliegenden Emissionsfaktoren deutlich über den Emissionen bei anderen Mineraldüngern liegen. Bei einer Substitution des Harnstoffs durch Kalkammonsalpeter könnten die Ammoniakemissionen um bis zu 40.000 t gesenkt werden. In dieser Studie konnten für eine politische Entscheidung keine ausreichenden Detailinformationen über Wirkungen von Restriktionen, Verfahrensalternativen und Kosten zusammengestellt werden. Die vorliegenden Informationen reichen für ein Verbot von festem Harnstoff nicht aus. Zielgerichtete Ausbringungseinschränkungen zur Emissionsminderung (sofortige Einarbeitung, nur in höhere Pflanzenbestände) statt eines pauschalen Verbots sind aber nur schwer zu kontrollieren. Dieser Bereich sollte daher genauer überprüft werden, bevor politische Maßnahmen ergriffen werden.

6 Literatur

Baumgärtel, Lehrke, Schäfer, Lickfett (2002): Getreide: Gekörnte N-Dünger bevorzugen?
In: top agrar 2/2002, S. 76-80.

Deerberg, K.-H.; Jochimsen, H.; Kunz, H.-J.; Lüpping, W.; Ohrtmann, J.; Thomsen, J.
(2001): Rinder-Report 2001. Betriebswirtschaftliche Mitteilungen der
Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein Nr. 544/555.

Döhler H, Eurich-Menden B, Dämmgen U, Osterburg B, Lüttich M, Bergschmidt A, Berg
W, Brunsch R (2002) BMVEL/UBA-Ammoniak-Emmissionsinventar der deutschen
Landwirtschaft und Minderungsszenarien bis zum Jahre 2010. Berlin:
Umweltbundesamt, 191, 39, 45 p, Texte Umweltbundesamt 05/02.

Interministerielle Arbeitsgruppe "CO₂-Reduktion" (2000): Nationales Klimaschutz-
programm. Beschluss der Bundesregierung vom 18. Oktober 2000.

Nieberg, H. (1997): Produktionstechnische und wirtschaftliche Folgen einer Umstellung
auf ökologischen Landbau - empirische Ergebnisse aus fünf Jahren ökonomischer
Begleitforschung zum Extensivierungsprogramm. Arbeitsbericht 1/97 des Instituts
für Betriebswirtschaft der FAL. Braunschweig, März 1997.

Pöschl, H. (2001): Ökologischer Landbau 1999. Ein Schlagwort und einige statistische
Ergebnisse. In: Statistisches Bundesamt, Wirtschaft und Statistik 5/2001, S. 357-
366.

Weiland, P. (2001): Einsatz von Vergärungsverfahren zur nachhaltigen Energie-
versorgung. Manuskript zum TAW-Seminar 5118550401 am 27.-28.09.2001 in
Wuppertal

Sonstige Quellen:

Mündliche Auskunft und Arbeitsunterlagen aus einem laufenden Vorhaben, 05.04.2002,
Prof. Dr.-Ing. P. Weiland, Institut für Technologie und Biosystemtechnik der FAL

E-Mail von BMVEL vom 04.04.2002, Referat 226 mit Tabelle mit Entwurf zu GV-
Werten für die TA Luft

Anhang 3

Deutsche Vorschriften und Programme mit Auswirkungen auf die Emissionsminderung

I. Vorschriften

	Vorschrift	Inhalt der Vorschrift
1	Bundes-Immissionsschutzgesetz Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge (Bundes-Immissionsschutzgesetz - BImSchG) in der Fassung der Bekanntmachung vom 26.9.2002, BGBl. I S. 3830, mit Änderung vom 21.8.2002, BGBl. I S. 3322 (3341)	Das Bundes-Immissionsschutzgesetz enthält für die wesentlichen schadstoff-emittierenden Bereiche (Industrie, Kleingewerbe, Haushalte, Verkehr) bundeseinheitliche Regelungen und bildet damit ein Kernstück des Umweltrechts. Es ermächtigt zum Erlass von Rechtsverordnungen und Verwaltungsvorschriften mit Detailregelungen zur Schadstoffminderung.
1.1	Verordnung über kleine und mittlere Feuerungsanlagen Erste Verordnung zur Durchführung des Bundes- Immissionschutzgesetzes (Verordnung über kleine und mittlere Feuerungsanlagen - 1. BImSchV) in der Fassung der Bekanntmachung vom 14.3.1997, BGBl. I S. 490, zuletzt geändert am 27.7.2001, BGBl. I S. 1950 (1976)	Diese Verordnung begrenzt die Emissionen von nicht genehmigungsbedürftigen Feuerungsanlagen mit einer Feuerungswärmeleistung für den Einsatz von festen Brennstoffen bis weniger als 1 MW und für den Einsatz von flüssigen oder gasförmigen Brennstoffen bis weniger als 20 MW durch anlagen- und brennstoffbezogene Anforderungen.
1.2	Verordnung zur Emissionsbegrenzung von leichtflüchtigen halogenierten organischen Verbindungen Zweite Verordnung zur Durchführung des Bundes- Immissionsschutzgesetzes (Verordnung zur Emissionsbegrenzung von leichtflüchtigen halogenierten organischen Verbindungen – 2. BImSchV) vom 10.12.1990, BGBl. I S. 2694, zuletzt geändert am 21.8.2001, BGBl. I S. 2180 (2209)	Diese Verordnung begrenzt die Emissionen von leichtflüchtigen Halogenkohlenwasserstoffen und anderen leichtflüchtigen halogenierten organischen Verbindungen bei der Verwendung von halogenorganischen Lösemitteln in Oberflächenbehandlungsanlagen, Chemischreinigungs- und Textilausrüstungsanlagen oder Extraktionsanlagen.
1.3	Schwefelgehalt flüssiger Kraft- oder Brennstoffe Dritte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über den Schwefelgehalt bestimmter flüssiger Kraft- oder Brennstoffe - 3. BImSchV) vom 24.6.2002, BGBl. I S. 2243.	Diese Verordnung setzt die entsprechende Richtlinie 1999/32/EG in deutsches Recht um.
1.4	Verordnung über genehmigungsbedürftige Anlagen Vierte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über genehmigungsbedürftige Anlagen - 4. BImSchV) in der Fassung vom 14.3.1997, BGBl. I S. 504, zuletzt geändert 27.7.2001, BGBl. I S. 1950 (1978)	Diese Verordnung legt anhand eines abschließenden Anlagenkatalogs fest, welche Anlagen nach BImSchG genehmigungsbedürftig sind.
1.5	Verordnung über das Genehmigungsverfahren Neunte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über das Genehmigungsverfahren - 9. BImSchV) in der Fassung vom 29.5.1992, BGBl. I S. 1001, zuletzt geändert 24.6.2002, BGBl. I S. 2247 (2249)	Diese Verordnung regelt die Einzelheiten des Genehmigungsverfahrens für Anlagen.

	Vorschrift	Inhalt der Vorschrift
1.6	Großfeuerungsanlagenverordnung Dreizehnte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über Großfeuerungsanlagen - 13. BImSchV) vom 22.6.1983, BGBl. I S. 719, zuletzt geändert 3.5.2000, BGBl. I S. 632	Diese Verordnung legt emissionsbegrenzenden Anforderungen für Großfeuerungsanlagen fest. Darüber hinaus setzt sie die Richtlinie 88/609/EWG in deutsches Recht um. Zur Zeit wird die Verordnung zur Umsetzung der Richtlinie 2001/80/EG novelliert.
1.7	Verordnung über Verbrennungsanlagen für Abfälle und ähnliche brennbare Stoffe Siebzehnte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über Verbrennungsanlagen für Abfälle und ähnliche brennbare Stoffe - 17. BImSchV) vom 23.11.1990, BGBl. I S. 2545, 2832, zuletzt geändert 27.7.2001, BGBl. I S. 1950 (2003)	Diese Verordnung legt für genehmigungsbedürftige Abfallverbrennungsanlagen Emissionsgrenzwerte für SO ₂ , NMVOC und NO _x fest; sie setzt die Richtlinie 94/67/EG in deutsches Recht um. Zur Umsetzung der Richtlinie 2000/76/EG wird sie novelliert.
1.8	Verordnung zur Begrenzung der Emissionen flüchtiger organischer Verbindungen beim Umfüllen und Lagern von Ottokraftstoffen Zwanzigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung zur Begrenzung der Emissionen flüchtiger organischer Verbindungen beim Umfüllen und Lagern von Ottokraftstoffen - 20. BImSchV) vom 27.5.1998, BGBl. I S. 1174, zuletzt geändert am 24.6.2002, BGBl. I S. 2247 (2249)	Diese Verordnung setzt die Richtlinie 94/63/EG mit weitergehenden Anforderungen in deutsches Recht um. Sie begrenzt die Emissionen von NMVOC bei der Lagerung von Ottokraftstoff und seiner Verteilung von den Tanklagern bis zu den Tankstellen an Straßen, Schienen oder Wasserstraßen.
1.9	Verordnung zur Begrenzung der Kohlenwasserstoffemissionen bei der Betankung von Kraftfahrzeugen Einundzwanzigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung zur Begrenzung der Kohlenwasserstoffemissionen bei der Betankung von Kraftfahrzeugen - 21. BImSchV) vom 7.10.1992, BGBl. I S. 1730, zuletzt geändert am 6. 5. 2002, BGBl. I S. 1566 (1570)	Diese Verordnung schreibt für die Betankung von Kraftfahrzeugen an Tankstellen den Einsatz eines Gasrückführungssystems vor, mit dem die im Fahrzeugtank verdrängten Benzindämpfe erfasst und im geschlossenen System dem Lagertank der Tankstelle zugeführt werden. Die Funktion des Gasrückführungssystems wird durch eine spezielle Kontrolleinrichtung fortlaufend überwacht.
1.10	Emissionen der Titandioxid-Industrie Fünfundzwanzigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung zur Begrenzung der Emissionen der Titandioxid-Industrie - 25. BImSchV) vom 8.11.1996, BGBl. I S. 1722	Diese Verordnung enthält für Anlagen nach dem Sulfatverfahren einen Emissionsgrenzwert für Schwefeldioxid und Schwefeltrioxid, angegeben als Schwefeldioxid.
1.11	Feuerbestattungsanlagenverordnung Siebenundzwanzigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über Anlagen zur Feuerbestattung - 27. BImSchV) vom 19.3.1997, BGBl. I S. 545, geändert 3.5.2000, BGBl. I S. 632	Diese Verordnung enthält für Feuerbestattungsanlagen einen Emissionsgrenzwert für organische Stoffe, angegeben als Gesamt-Kohlenstoff.
1.12	Verordnung über Anlagen zur biologischen Behandlung von Abfällen Dreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über Anlagen zur biologischen Behandlung von Abfällen - 30. BImSchV) vom 20.2.2001, BGBl. I S. 317	Diese Verordnung legt für genehmigungsbedürftige biologische Abfallbehandlungsanlagen einen Emissionsgrenzwert für organische Stoffe, angegeben als Gesamt-Kohlenstoff, fest.

	Vorschrift	Inhalt der Vorschrift
1.13	Verordnung zur Begrenzung der Emissionen flüchtiger organischer Verbindungen bei der Verwendung organischer Lösemittel in bestimmten Anlagen 31. Verordnung zur Durchführung des Bundes- Immissionsschutzgesetzes (Verordnung zur Begrenzung der Emissionen flüchtiger organischer Verbindungen bei der Verwendung organischer Lösemittel in bestimmten Anlagen - 31. BImSchV) vom 21.8.2001, BGBl. I S. 2180	Diese Verordnung setzt die Richtlinie 1999/13/EG mit weitergehenden Anforderungen in deutsches Recht um. Es werden die NMVOC-Emissionen aus diversen Anlagen begrenzt, in denen in relevantem Umfang organische Lösemittel eingesetzt werden.
1.14	Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (1. BImSchVwV - Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft - TA Luft) vom 24.7.2002, GMBI. S. 511	Die TA Luft legt Immissions- und Emissionswerte fest, die von den zuständigen Behörden im Genehmigungsverfahren zu beachten sind. Sie gilt nicht, soweit sie mit höherrangigem Recht, wie z. B. den hier angeführten Rechtsverordnungen, nicht vereinbar ist.
2	Erneuerbare Energien Gesetz Gesetz über den Vorrang erneuerbarer Energien (Erneuerbare Energien Gesetz - EEG) vom 29.3.2000, BGBl. I S. 305, geändert am 10.11.2001, BGBl. I S. 2992 (3001)	Dieses Gesetz fördert den Einsatz von erneuerbaren Energien zur Senkung der mit fossilen Energien verbundenen Emissionen.
2.1	Biomasseverordnung Verordnung über die Erzeugung von Strom aus Biomasse (Biomasseverordnung - BiomasseV) vom 21.6.2001, BGBl. I S. 1234	Diese Verordnung fördert die Energiegewinnung aus Biomasse zur Senkung der mit fossilen Energien verbundenen Emissionen.
3	Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz Gesetz für die Erhaltung, Modernisierung und den Ausbau der Kraft-Wärme-Kopplung (Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz) vom 19.3.2002, BGBl. I S. 1092 Im Kontext des o.g. Gesetzes sei auch auf folgende Vereinbarung hingewiesen: Vereinbarung zwischen der Regierung der Bundesrepublik Deutschland und der deutschen Wirtschaft zur Minderung der CO₂-Emissionen und der Förderung der Kraft-Wärme-Kopplung in Ergänzung zur Klimaververeinbarung vom 9.11.2000 Die Vereinbarung wurde im Juni 2001 paraphiert.	Dieses Gesetz schützt bestehende KWK-Anlagen, fördert deren Modernisierung und unterstützt den Ausbau kleiner KWK- und Brennstoffzellenanlagen. Es trägt somit zur Senkung der mit fossilen Energien verbundenen Emissionen bei. Im Rahmen dieser paraphierten Vereinbarung, die die Klimaververeinbarung vom 9.11.2000 ergänzt, hat die Deutsche Wirtschaft eine Minderung der CO ₂ -Emissionen bis zum Jahre 2010 um insgesamt bis zu 45 Mio. t zugesagt; davon möglichst 23 Mio. t CO ₂ /Jahr, jedenfalls nicht unter 20 Mio. t CO ₂ /Jahr in 2010 (Basis 1998) im KWK-Bereich (unter Einschluss der durch das Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz, siehe 3.1, erreichten CO ₂ -Minderung). Die paraphierte Vereinbarung soll damit zur Senkung der durch die Verbrennung fossiler Energieträger verursachten Emissionen beitragen.
4	Energieeinsparungsgesetz Gesetz zur Einsparung von Energie in Gebäuden (Energieeinsparungsgesetz - EnEG) vom 22.7.1976, BGBl. I S. 1873,	Dieses Gesetz senkt durch Auflagen zur Energieeinsparung die mit der Energieerzeugung verbundenen Emissionen.

	geändert am 10.11.2001, BGBl. I S. 2992 (3001)	
4.1	Energieeinsparverordnung Verordnung über energiesparenden Wärmeschutz und energiesparende Anlagentechnik bei Gebäuden (Energieeinsparverordnung - EnEV) vom 16.11.2001, BGBl. I S. 3085	Diese Verordnung senkt durch Auflagen zur Energieeinsparung die mit der Energieerzeugung verbundenen Emissionen.
5	Straßenverkehrsgesetz Vom 19.12.1952, BGBl. I S. 837, zuletzt geändert am 5.4.2002, BGBl. I S. 1234 (1237)	Das Gesetz enthält die Grundsatzvorschriften über den Straßenverkehr. Es ermächtigt zum Erlass von Rechtsverordnungen u.a. über die Beschaffenheit, Ausrüstung und Prüfung von Fahrzeugen

	Vorschrift	Inhalt der Vorschrift
5.1	Straßenverkehrs-Zulassungs-Ordnung (StVZO) in der Fassung vom 28.9.1988, BGBl. I S. 1793, zuletzt geändert 21.6.2002, BGBl. I S. 2199 (2209)	Diese Verordnung zum Straßenverkehrsgesetz legt die technischen Anforderungen an Kraftfahrzeuge fest. Sie setzt die Richtlinien der EG über die Verminderung von NO _x und NMVOC in den Abgasen von Kraftfahrzeugen, z.B. die Richtlinien 91/441/EWG, 91/542/EWG, 94/12/EWG, 96/69/EG, 97/24/EG, 93/12/EWG und 98/70/EG, in deutsches Recht um.
6	Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz Gesetz zur Förderung der Kreislaufwirtschaft und Sicherung der umweltverträglichen Beseitigung von Abfällen (Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz - KrW-/AbfG) vom 27.9.1994, BGBl. I S. 2705, zuletzt geändert 29.10.2001, BGBl. I S. 2785 (2797)	Dieses Gesetz setzt die Richtlinien 91/156/EWG in deutsches Recht um und ist die Grundlage der Abfallwirtschaft. Die vorgeschriebenen Beseitigungs- und Verwertungsverfahren tragen zur Minderung der Emissionen von NMVOC und NH ₃ bei.
7	Pflanzenschutz-Anwendungsverordnung Verordnung über Anwendungsverbote für Pflanzenschutzmittel (Pflanzenschutz-Anwendungsverordnung) vom 10.11.1992, BGBl. I S. 1887, zuletzt geändert 27.10.1999, BGBl. I S. 2070, 2071	Durch die Verbote oder Beschränkungen der Anwendung bestimmter Pflanzenschutzmittel trägt das Gesetz zu geringeren Emissionen von NMVOC bei.
8	Mineralölsteuergesetz Mineralölsteuergesetz vom 21.12.1992, BGBl. I S. 2150, 2185, 1993 I S. 169, 2000 I, S.147),, zuletzt geändert durch Artikel 1 des Gesetzes vom 23.12.2002(BGBl. I S. 4602)	Mit der steuerlichen Begünstigung emissionsarmer Kraftstoffe für Verbrennungsmotoren wie Erdgas und Flüssiggas trägt das Gesetz zur Minderung der Emissionen von NO _x und NMVOC bei.
9	Kraftfahrzeugsteuergesetz in der Fassung vom 24.5.1994, BGBl. I S. 1102, zuletzt geändert am 19.6.2001, BGBl. I S. 1046 (1117)	Durch eine emissionsbezogene Besteuerung von Pkw und Lkw über 3,5 t zulässiges Gesamtgewicht trägt das Gesetz zur Minderung der Emissionen von NO _x und NMVOC bei. Darüber hinaus werden für Pkw der Abgasstufe Euro 4 und für besonders verbrauchsarme Pkw (3-Liter-Auto) sowie für Elektroautos Steuerbefreiungen gewährt.
10	Düngeverordnung Verordnung über die Grundsätze der guten fachlichen Praxis beim Düngen (Düngeverordnung) vom 26.1.1996, BGBl. I S.118, geändert durch Art. 2 der Zweiten VO zur Änderung düngemittelrechtlicher Vorschriften vom 16.7.1997, BGBl. I S.1835)	Die Düngeverordnung regelt die Anwendung von Düngemitteln auf landwirtschaftlich genutzten Flächen. Sie enthält insbesondere Grundsätze der guten fachlichen Praxis beim Düngen und trägt zur Minderung der NH ₃ - und NO _x - Emissionen bei.

II. Programme

	Programm	Inhalt des Programms
1	<p>Nationales Klimaschutzprogramm</p> <p>Beschluss der Bundesregierung vom 18.10.2000 sowie flankierende Vereinbarungen, Programme o.ä. zum Klimaschutz bzw. zur CO₂-Reduzierung</p> <p>http://www.bmu.de/klimaschutz/fset800.php</p> <p>Eine erneute Zwischenbilanz und eine Aktualisierung des Klimaschutzprogramms der Bundesregierung findet derzeit statt. Das Bundeskabinett wird noch in diesem Jahr einen neuen Beschluss fassen.</p>	<p>Das aktuelle Klimaschutzprogramm der Bundesregierung aus dem Jahre 2000 enthält die rechtlich bindende Verpflichtung, entsprechend der EU-Lastenverteilung die Emissionen der sechs Treibhausgase des Kioto-Protokolls in der Periode von 2008-2012 gegenüber dem Jahr 1990 um 21% zu mindern. Neben diesem Emissionsminderungsziel sieht das Klimaschutzprogramm verschiedene technologie- und energieträgerbezogene Ziele vor. Hierzu zählen insbesondere die Verdoppelung des Anteils erneuerbarer Energien bis 2010 gegenüber 2000 und der Ausbau der Kraft-Wärme-Kopplung mit dem Ziel, die CO₂-Emissionen zusätzlich um 10 Millionen Tonnen bis 2005 und um 23 Millionen Tonnen, mindestens jedoch um 20 Millionen Tonnen, bis 2010 zu senken. Das aktuelle Programm umfasst 64 Einzelmaßnahmen. Im Jahre 2003 ist dem Bundeskabinett ein erneuter Bericht „CO₂-Reduktion“ vorzulegen in dem Zwischenbilanz über den erreichten Stand gezogen werden soll und ggf. weitere bzw. modifizierte Maßnahmen vorgeschlagen werden sollen. Integrierte klimaschutzpolitische Maßnahmen, wie flankierende Vereinbarungen oder Programme zum Klimaschutz bzw. zur CO₂-Reduzierung, tragen indirekt auch zu einer Verminderung der Schadstoffe SO₂ und NO_x bei.</p>
2	<p>Sofortprogramm der Bundesregierung zur Verminderung der Ozonbelastung</p> <p>Drucksache des Deutschen Bundestages Nr. 14/3609 vom 26.05.2000</p>	<p>Um die Wirksamkeit der Politik zur Verminderung der Ozonbelastung zu gewährleisten, hat die Bundesregierung im Mai 2000 ein Sofortprogramm zur Minderung der Ozonbelastung beschlossen. Es umfasst insgesamt 17 Einzelmaßnahmen, insbesondere zum Verkehr und zur Lösemittelverwendung. Diese Bereiche emittieren heute die größten Mengen von ozonbildenden Substanzen (NO_x und NMVOC). Mit diesem Programm wird eine wirksame, dauerhafte und deutliche Absenkung der NO_x- und NMVOC-Emissionen erzielt. Dieses Programm wirkt während des ganzen Jahres im gesamten Bundesgebiet und ist somit zeitlich befristeten und örtlich begrenzten Maßnahmen überlegen. Die Bundesregierung hat so den in der Fachwelt anerkannt richtigen Weg zur nachhaltigen Bekämpfung des Sommersmogs eingeschlagen. Auch der Rat von Sachverständigen für Umweltfragen unterstützt in seinem Umweltgutachten 2000 diese Auffassung.</p>

	Programm	Inhalt des Programms
3	<p>Senkung von NH₃ aus der Landwirtschaft</p> <p>Programm der Bundesregierung zur Senkung der Ammoniakemissionen aus der Landwirtschaft</p> <p>(z.Zt. noch in Arbeit)</p>	<p>Aufgrund der Struktur tierhaltender Betriebe in Deutschland ist eine Senkung der Ammoniakemissionen aus der Landwirtschaft nicht alleine mit Maßnahmen des technischen Emissionsschutzes leistbar (nur etwa 25 % der Nutztiere stehen in Betrieben die einer Genehmigung nach BImSchG bedürfen).</p> <p>Die Bundesregierung erarbeitet deswegen z.Zt. ein integriertes Programm zur Senkung der Ammoniakemissionen aus der Landwirtschaft, das neben den geplanten oder bereits durchgeführten Vorschriften (TA-Luft, Düngeverordnung) weitere Maßnahmen enthalten soll, die positive Auswirkungen auf die Ammoniakemissionen aus der Landwirtschaft haben werden. Die Summe der dort aufgeführten Maßnahmen haben das Ziel, die jährlichen Emissionen aus der Landwirtschaft auf 400 kt Ammoniak ab 2010 zu senken und tragen damit wesentlich zur Erreichung des Ziels der NEC-RL bei.</p>