

UFOPLAN

Abschlussbericht

Anwendung des EURAD-Modell-Systems
im Rahmen des FE-Vorhabens (UFOPLAN Nr. 202 43 270)

„Entwicklung von Modellen zur Identifizierung von
Schadstoffquellen – insbesondere im Verkehrsbereich
– im Rahmen der 22. BimSchV -
Dokumentation, Weiterentwicklung und Validierung und
Maßnahmenplanung für
ein bundeseinheitliches Vorgehen“

Teil A Emissionsdatenbasen

Köln, Dezember 2005



Fördervereins des Rheinischen Instituts für Umweltforschung an der
Universität zu Köln e.V.

als Unterauftrag für die FU Berlin

Abschlussbericht zum Forschungs- und Entwicklungsvorhaben 202 43 270 auf dem Gebiet des Umweltschutzes „Entwicklung von Modellen zur Identifizierung von Schadstoffquellen – insbesondere im Verkehrsbereich – im Rahmen der 22. BImSchV - Dokumentation, Weiterentwicklung und Validierung und Maßnahmenplanung für ein bundeseinheitliches Vorgehen“

Anwendung des EURAD-Modell-Systems

Abschlussbericht, Teil A

Emissionsdatenbasis für die hemisphärische Modellierung von Spurenstoffen mit EURAD

M. Memmesheimer, H. Feldmann, A. Ebel, G. Piekorz, E. Friese



Rheinisches Institut für Umweltforschung an der Universität zu Köln

Aachener Straße 201 - 209
50931 Köln

im Unterauftrag für die FU Berlin

Juli 2006

Berichts-Kennblatt

Berichtsnummer	UBA-FB 204 43 270	2.	3.
4. Titel des Berichts Emissionsdatenbasis für die hemisphärische Modellierung von Spurenstoffen mit EURAD			
5. Autor(en), Name(n), Vorname(n)	Memmesheimer, Michael Feldmann, Hendrik Ebel, Adolf Piekorz, Georg Friese, Elmar	8. Abschlußdatum Juli 2006	
6. Durchführende Institution (Name, Anschrift)	Rheinisches Institut für Umweltforschung an der Universität zu Köln Aachener Straße 201 - 209 50 931 Köln	9. Veröffentlichungsdatum Juli 2006	10. UFOPLAN-Nr. 204 43 270
7. Fördernde Institution (Name, Anschrift)	Umweltbundesamt, Postfach 1406, D-06813 Dessau	11. Seitenzahl 41	12. Literaturangaben 2
		13. Tabellen und Diagramme 1	14. Abbildungen 8
15. Zusätzliche Angaben			
16. Kurzfassung	In dem Bericht (Teil A des Abschlussberichtes) werden die Emissionsdatenbasen, die für die hemisphärische Simulation der Bildung, des Transports und der Deposition atmosphärischer Spurenstoffe mit dem EURAD-Modell verwendet wurden, beschrieben und graphisch dargestellt. Die Daten für die globale/hemisphärische Skala, die von EDGAR, der IIASA und dem IPCC stammen, werden mit den regional verfügbaren Daten der TNO für Europa verglichen. Die Unterschiede der Emissionsdatenbasen weisen auf einen zusätzlichen Harmonisierungsbedarf bei den für die Modelle verwendeten Emissionsdaten hin. Die Ergebnisse der Simulation mit dem EURAD-Modell werden in Teil B (Hemisphäre) und Teil C (regionale Skala, Europa) vorgestellt.		
17. Schlagwörter	globale und regionale Emissionsdaten, Emissionsszenarien, Modellierung atmosphärischer Spurenstoffe, interkontinentaler Ferntransport, Hintergrundkonzentrationen atmosphärischer Spurenstoffe, Ozon, PM10		
18. Preis	19.	20.	

Report Cover Sheet

Report No.UBA-FB 202 43 270	2.	3.
4. Report Title Emission data base for hemispheric modelling of atmospheric trace constituents with EURAD		
5. Autor(s), Family Name(s), First Name(s) Memmesheimer, Michael	8. Report Date Juli 2006	9. Publication Date Juli 2006
6. Performing Organisation (Name, Address) Rhenish Institute for Environmental Research at the University of Cologne Aachener Strasse 209 50931 Cologne	10. UFOPLAN-Ref. No. 204 43 270 204 43 270	
Umweltbundesamt, Postfach 1406, D-06813 Dessau	11. No. of Pages 41	12. No. of Reference 2
	13. No. of Tables, Diagrams 1	14. No. of Figures 8
15. Supplementary Notes		
16. Abstract The report (part A of the final report) describes emission data bases, which have been used for the hemispheric simulation of transformation, transport and deposition of atmospheric trace gases with the EURAD modelling system. Graphical presentation of the data is included. The emission data for global/hemispheric scale, which have been adopted from the EDGAR system, the IIASA and the IPCC are compared with data from the TNO for the regional scale in Europe. The differences between the emission data bases point towards the need of additional harmonisation of global and regional emission data bases. The results of the numerical simulations with the EURAD model are presented in part B (hemisphere) and part C (regional scale for Europe).		
17. Keywords Global and regional emission data, emission scenarios, modelling of atmospheric tracers, intercontinental long-range transport, background concentrations, ozone, PM10		
18. Price	19.	20.

**Forschungs- und Entwicklungsvorhaben 202 43 270 auf dem Gebiet des
Umweltschutzes**

Anwendung des EURAD-Modell-Systems

Abschlussbericht, Teil A

**Emissionsdatenbasis für die hemisphärische Modellierung
von Spurenstoffen mit EURAD**

für:
Umweltbundesamt
II 6.1
Postfach 1406
D-06813 Dessau

M. Memmesheimer, H. Feldmann, A. Ebel, G. Piekorz, E. Friese

Rheinisches Institut für Umweltforschung an der Universität zu Köln

Juli 2006

Emissionsdatenbasis für die hemisphärische Modellierung von Spurenstoffen mit dem EURAD-Modell

Der Abschlussbericht zur Anwendung des EURAD-Modells im Rahmen des Vorhabens UFOPLAN 202 43 270 ist in drei Teile gegliedert, die als separate Berichte vorgelegt werden. Im Berichtsteil A werden die Emissionsdatenbasen, die als Eingabedaten für die hemisphärischen Modellrechnungen verwendet werden, dargestellt. Die Ergebnisse der Modellrechnungen für die Hemisphäre sind separat in Teil B, diejenigen für die regionale Skala in Teil C des Berichtes dargestellt. Schwerpunkt bei der Darstellung der E-Datenbasen liegt auf der globalen und hemisphärischen Skala. Die E-Daten für die hemisphärische Modellierung werden mit den regionalen für Europa zur Verfügung stehenden Daten verglichen.

In Berichtsteil A wird eine Zusammenfassung der Emissionsdatenbasen gegeben, die im Rahmen des Vorhabens UFOPLAN 202 43 270 verwendet wurden. Dies betrifft insbesondere die E-Daten, die für die Modellrechnungen mit dem EURAD-CTM auf der hemisphärischen Skala für die Jahre 1999 und 2001 mit einer horizontalen Gitterweite von 125 km durchgeführt wurden. Weiterhin wird auf die E-Daten eingegangen, die für die Erstellung des Szenarios 2010 bei den hemisphärischen Rechnungen verwendet wurden. Die Daten, die für die hemisphärischen Modellrechnungen verwendet wurden, werden mit den E-Daten der TNO, die für die regionalen Rechnungen eingesetzt wurden, verglichen.

Mit der Erstellung der E-Daten wurde bereits in den Jahren 2003 und 2004 begonnen. Wesentliche Basis-Daten bei den globalen Emissionen waren und sind die im Rahmen von GEIA („Global Emission Inventory Activity“) und von EDGAR(V13 für NH₃ und V32 für CO, SO₂, NOX, NMVOC) verfügbaren Daten, allerdings liegen die GEIA-Daten teilweise lediglich für die Jahre 1985 vor und sind nicht mehr aktuell. Als Basis-Datensatz wurde deshalb EDGARV32 (außer bei NH₃) verwendet. Sie wurden im Hinblick auf das Szenario 2010 durch Verwendung der IPCC-SRES-Szenarien (<http://sres.ciesin.org>) erweitert und ergänzt. Basisjahr für die EDGARV32 Emissionsdaten ist allerdings auch das Jahr 1995, so dass sich Abweichungen für die Jahre 1999 und 2001 erwarten lassen für die hemisphärischen Modellrechnungen durchgeführt wurden.

Im Sommer 2005 konnten bei der Erstellung des Szenarios 2010 noch zusätzlich Daten der IIASA (Cofala et al., 2005; Dentener et al., 2005) verwendet werden, die ebenfalls Projektionen der Emissionen in zukünftige Jahre beinhalten. Die Datensätze für die globale Skala liegen bei EDGARV32 und IPCC-SRES in der Regel auf einem 1x1 Grad Gitter als Jahreswerte vor. Basisjahr ist bei EDGARV32 das Jahr 1995, allerdings fehlen für dieses Jahr Werte für NH₃ und generell liegen keine Werte für PM vor. Bei NH₃ wurden Daten der EDGARV13-Datenbasis verwendet, die für das Jahr 1990 vorliegt. Die globalen PM-Emissionen wurden über die CO-Emissionen der EDGARV32-Datenbasis mit einem festen Faktor für PM_{2.5} (PM_{2.5} = 0.0464*CO) und PM₁₀ (PM₁₀ = 0.0814*CO) abgeschätzt, der entsprechende Faktor wurde auf europäische Verhältnisse (EMEP) normiert.

Es sei ausdrücklich darauf hingewiesen, dass ein generelles Problem in der fehlenden Harmonisierung unterschiedlicher Datenbasen liegt. So liefern beispielsweise die Daten aus IPCC-SRES-Szenarien Emissionsdaten für die Jahre 1990 – 2100, enthalten aber weder NH₃ noch PM-Daten. Bestimmte Verursachergruppen fehlen völlig, so beispielsweise die Emissionen aus dem Schiffsverkehr. Bei Beginn der Aufarbeitung der Emissionsdaten für die hemisphärischen Modellrechnungen war der aktuellste Datensatz EDGARV32. Diese Daten

wurden als Grundlage für die hemisphärischen Modellrechnungen verwendet, für das Szenario 2010 mit IPCC-SRES-Daten und neueren Daten der IIASA kombiniert. Dies hat den Vorteil, dass die bei EDGARV32 verfügbaren Informationen erhalten bleiben (z.B. Emissionen von Schiffen und über Verursachergruppen). Die zukünftige Entwicklung der Emissionen im Rahmen der IPCC-SRES Szenarien bis 2010 erschien insbesondere für Europa im Vergleich mit den bei EMEP und der IIASA vorhandenen Werten wenig realistisch. Deshalb wurden diese Werte durch die Vorgaben der IIASA regional teilweise ersetzt (siehe Tabelle 1). Die Daten der IIASA wurden jedoch erst im Sommer 2005 verfügbar, so dass mit ihrer Einarbeitung erst relativ spät begonnen werden konnte.

Die Faktoren für das Szenario 2010 finden sich in Tabelle 1 für die verschiedenen Regionen. Für NH₃ wurde wegen fehlender Daten keine Projektion auf das Jahr 2010 vorgenommen. Graphische Darstellungen der Emissions-Änderungen finden sich in den Abbildungen 3 (global) und 6 (hemisphärisch). Die Emissionswerte selbst sind in den Abbildungen 1 (Basisjahr; global) und Abbildung 2 (Szenario 2010, global), Abbildung 4 (Basisjahr, hemisphärisch) und Abbildung 5 (Szenario 2010, hemisphärisch) graphisch dargestellt.

Die verwendeten E-Daten für die hemisphärische Simulation konnten nicht mehr mit den E-Daten für Europa (TNO-LOTOS-Daten am 0.250x0.125 Grad-Gitter) abgestimmt werden, da die TNO-LOTOS-Daten erst im August 2005 verfügbar wurden. In diesen Bericht ist deshalb ein Vergleich der unterschiedlichen Datenbasen aufgenommen. Als Grafik sind die globalen Daten für das Basisjahr und Szenario 2010 (1x1 Grad Auflösung) auf dem TNO-LOTOS-Gebiet zusammen mit den TNO-LOTOS-Daten (0.250x0.125 Grad Auflösung) in Abbildung 7 dargestellt. Die Farbskala wurde dabei so normiert, dass ein grafischer Vergleich möglich ist. In Abbildung 8 sind die entsprechenden grafischen Abbildungen für einen Bereich dargestellt, der insbesondere Deutschland umfasst. Da die globalen E-Daten keine Länderkennung beinhalten, kann ein Vergleich auf Länderebene nicht ohne weiteres durchgeführt werden.

Alle Einheiten in den Abbildungen und Tabellen, sofern nicht ausdrücklich anders vermerkt: NO_x als NO₂, SO_x als SO₂, NH₃ als NH₃, NMVOC als NMVOC, CO als CO, PM als PM.

SCENARIO - 2010					2010
CO (kt/yr as CO)	IIASA-CLE	IIASA-CLE	IPCC-SRES	Scenario used	factor used
Region	1995	2010	2010/1995		2010/1995
LAM (1)	63.530	36.927	1,04911	A1GMINICAM	1,04911
NAM (2)	88.929	62.319	1,06227	CLE; Cofala	0,70077
AFRI + MIDE (3)	77.664	88.776	1,04911	A1GMINICAM	1,04911
NIS + EEU (4)	31.165	25.457	0,88028	CLE; Cofala	0,81685
PAO (5)	9.531	8.259	1,06227	CLE; Cofala	0,86654
CPA + PAS + SAS (6)	181.348	167.908	1,47021	A1GMINICAM	1,47021
WEU (7)	45.311	22.589	1,06227	CLE; Cofala	0,49853
WRLD_TOT	497.478	412.235			

Tabelle 1a: CO-Emissionen für verschiedene Regionen der Welt für das IIASA-CLE-Szenario (Cofala et al., 2005) sowie die Faktoren, die zur Projektion der E-Daten für den Basislauf auf das Jahr 2010 verwendet werden. Für NAM, NIS + EEU, PAO und WEU werden die Faktoren aus dem CLE-Szenario, für LAM, CPA, PAS und SAS die Faktoren aus dem IPCC-SRES-A1GMINICAM-Szenario (IPCC, 2001) verwendet. Die für das Szenario 2010 verwendeten Faktoren sind in der letzten (violetten) Spalte angegeben. Die IIASA-CLE-Regionen und die bei IPCC-SRES-A1GMINICAM verwendeten Regionen sind weitgehend identisch und lassen sich aufeinander abbilden. In den rot gekennzeichneten Gebieten nehmen die CO-Emissionen bis 2010 zu, in den blau gekennzeichneten Regionen nehmen sie bis 2010 ab. Siehe auch die graphischen Darstellungen Abbildung 3 (global) und Abbildung 6 (hemisphärisch). Für PM wurden wegen fehlender Daten die gleichen Faktoren wie für CO verwendet. Für VOC wurden ebenfalls die gleichen Faktoren wie für CO verwendet, soweit es sich um Regionen handelt, die nach dem IIASA-CLE-Szenario nach 2010 projiziert werden, da für das CLE-IIASA Szenario für VOC ebenfalls keine Daten vorliegen (Dentener et al., 2005).

IIASA-CLE Regionen (nach Cofala et al., 2005):

LAM – Latin America

NAM – Northern America

AFRI + MIDE – Africa and Middle East

NIS + EEU – Newly Independent States and Eastern Europe

PAO – Pacific OECD

CPA + PAS + SAS – Asia

WEU – Western Europe

Datenquellen:

IPCC-SRES: <http://sres.ciesin.org/>

IIASA: <http://www.iiasa.ac.at/>

EDGARV32: <http://www.rivm.nl/edgar/model/edgarv32/>

GEIA: <http://geiacenter.org/>

SCENARIO - 2010					2010
NOx (kt/yr as NO2)	IIASA-CLE	IIASA-CLE	IPCC-SRES	Scenario used	factor used
Region	1995	2010	2010/1995		2010/1995
LAM (1)	6.144	5.990	1,26564	A1GMINICAM	1,26564
NAM (2)	22.437	18.257	1,13873	CLE; Cofala	0,81370
AFRI + MIDE (3)	6.291	6.275	1,26564	A1GMINICAM	1,26564
NIS + EEU (4)	10.470	8.720	0,83425	CLE; Cofala	0,83286
PAO (5)	3.713	3.377	1,13873	CLE; Cofala	0,90951
CPA + PAS + SAS (6)	19.642	27.162	1,65659	A1GMINICAM	1,65659
WEU (7)	12.551	7.517	1,13873	CLE; Cofala	0,59892
WRLD_TOT	81.248	77.298			

Tabelle 1b: NO_x-Emissionen für verschiedene Regionen der Welt für das IIASA-CLE-Szenario (Cofala et al., 2005) sowie die Faktoren, die zur Projektion der E-Daten für den Basislauf auf das Jahr 2010 verwendet werden. Für NAM, NIS + EEU, PAO und WEU werden die Faktoren aus dem CLE-Szenario, für LAM, CPA, PAS und SAS die Faktoren aus dem IPCC-SRES-A1GMINICAM-Szenario (IPCC, 2001) verwendet. Die für das Szenario 2010 verwendeten Faktoren sind in der letzten (violetten) Spalte angegeben. Die IIASA-CLE-Regionen und die bei IPCC-SRES verwendeten Regionen sind weitgehend identisch und lassen sich aufeinander abbilden. In den rot gekennzeichneten Gebieten nehmen die NO_x-Emissionen bis 2010 zu, in den blau gekennzeichneten Regionen nehmen sie bis 2010 ab. Siehe auch die graphischen Darstellungen Abbildung 3 (global) und Abbildung 6 (hemisphärisch). Gerade für Westeuropa zeigen die Projektionen von IIASA-CLE und IPCC-SRES für 2010 deutliche Unterschiede.

IIASA-CLE Regionen (nach Cofala et al., 2005):

LAM – Latin America

NAM – Northern America

AFRI + MIDE – Africa and Middle East

NIS + EEU – Newly Independent States and Eastern Europe

PAO – Pacific OECD

CPA + PAS + SAS – Asia

WEU – Western Europe

Datenquellen:

IPCC-SRES: <http://sres.ciesin.org/>

IIASA: <http://www.iiasa.ac.at/>

EDGARV32: <http://www.rivm.nl/edgar/model/edgarv32/>

GEIA: <http://geiacenter.org/>

SCENARIO 2010					2010
SOx (kt/yr as SO2)	IIASA-CLE	IIASA-CLE	IPCC-SRES	Scenario used	factor used
Region	1995	2010	2010/1995		2010/1995
LAM (1)	7.768	6.842	1,33099	A1GMINICAM	1,33099
NAM (2)	20.271	16.428	0,70131	CLE; Cofala	0,81042
AFRI + MIDE (3)	9.137	8.349	1,23447	A1GMINICAM	1,23447
NIS + EEU (4)	20.312	11.923	0,73457	CLE; Cofala	0,58699
PAO (5)	2.590	2.765	0,70131	CLE; Cofala	1,06757
CPA + PAS + SAS (6)	36.766	47.333	1,81885	A1GMINICAM	1,81885
WEU (7)	11.703	3.805	0,70131	CLE; Cofala	0,32513
WRLD_TOT	108.547	97.445			

Tabelle 1c: SO_x-Emissionen für verschiedene Regionen der Welt für das IIASA-CLE-Szenario (Cofala et al., 2005) sowie die Faktoren, die zur Projektion der E-Daten für den Basislauf auf das Jahr 2010 verwendet werden. Für NAM, NIS + EEU, PAO und WEU werden die Faktoren aus dem CLE-Szenario, für LAM, CPA, PAS und SAS die Faktoren aus dem IPCC-SRES-A1GMINICAM-Szenario (IPCC, 2001) verwendet. Die für das Szenario 2010 verwendeten Faktoren sind in der letzten (violetten) Spalte angegeben. Die IIASA-CLE-Regionen und die bei IPCC-SRES verwendeten Regionen sind weitgehend identisch und lassen sich aufeinander abbilden. In den rot gekennzeichneten Gebieten nehmen die SO_x-Emissionen zu, in den blau gekennzeichneten Regionen nehmen sie ab. Siehe auch die graphischen Darstellungen Abbildung 3 (global) und Abbildung 6 (hemisphärisch). Gerade bei den SO_x-Emissionen unterscheiden sich angenommene Reduktionen für 2010 bei IPCC-SRES-A1GMINICAM (0.70131) und CLE-IIASA (0.32513) erheblich.

IIASA-CLE Regionen (nach Cofala et al., 2005):

LAM – Latin America

NAM – Northern America

AFRI + MIDE – Africa and Middle East

NIS + EEU – Newly Independent States and Eastern Europe

PAO – Pacific OECD

CPA + PAS + SAS – Asia

WEU – Western Europe

Datenquellen:

IPCC-SRES: <http://sres.ciesin.org/>

IIASA: <http://www.iiasa.ac.at/>

EDGARV32: <http://www.rivm.nl/edgar/model/edgarv32/>

GEIA: <http://geiacenter.org/>

SCENARIO 2010					2010
NMVOC (kt/yr)	IIASA-CLE	IIASA-CLE	IPCC-SRES	Scenario used	factor used
Region	1995	2010	2010/1995		2010/1995
LAM (1)			1,16263	A1GMINICAM	1,16263
NAM (2)			1,00126	CLE; Cofala	0,70077
AFRI + MIDE (3)			1,16263	A1GMINICAM	1,16263
NIS + EEU (4)			1,16342	CLE; Cofala	0,81685
PAO (5)			1,00126	CLE; Cofala	0,86654
CPA + PAS + SAS (6)			1,41500	A1GMINICAM	1,41500
WEU (7)			1,00126	CLE; Cofala	0,49853

Tabelle 1d: NMVOC-Emissionen: Faktoren, die zur Projektion der E-Daten für den Basislauf auf das Jahr 2010 verwendet werden. Für NAM, NIS + EEU, PAO und WEU werden die Faktoren aus dem CLE-Szenario, für LAM, CPA, PAS und SAS die Faktoren aus dem IPCC-SRES-A1GMINICAM-Szenario (IPCC, 2001) verwendet. Die für das Szenario 2010 verwendeten Faktoren sind in der letzten (violetten) Spalte angegeben. Die IIASA-CLE-Regionen und die bei IPCC-SRES verwendeten Regionen sind weitgehend identisch und lassen sich aufeinander abbilden. In den rot gekennzeichneten Gebieten nehmen die NMVOC-Emissionen zu, in den blau gekennzeichneten Regionen nehmen sie ab. Siehe auch die graphischen Darstellungen Abbildung 3 (global) und Abbildung 6 (hemisphärisch).

Für VOC wurden die gleichen Faktoren wie für CO verwendet, soweit es sich um Regionen handelt, die nach dem IIASA-CLE-Szenario nach 2010 projiziert werden. Für das CLE-IIASA Szenario liegen für VOC ebenfalls keine Daten vor (Dentener et al., 2005).

Die angenommenen Emissionsänderungen bei PM entsprechen denjenigen von CO. Für NH3 wurde wegen der mangelhaften Datenlage keine Emissionsänderung für das Szenariojahr 2010 gegenüber dem Basisjahr angenommen.

IIASA-CLE Regionen (nach Cofala et al., 2005):

LAM – Latin America

NAM – Northern America

AFRI + MIDE – Africa and Middle East

NIS + EEU – Newly Independent States and Eastern Europe

PAO – Pacific OECD

CPA + PAS + SAS – Asia

WEU – Western Europe

Datenquellen:

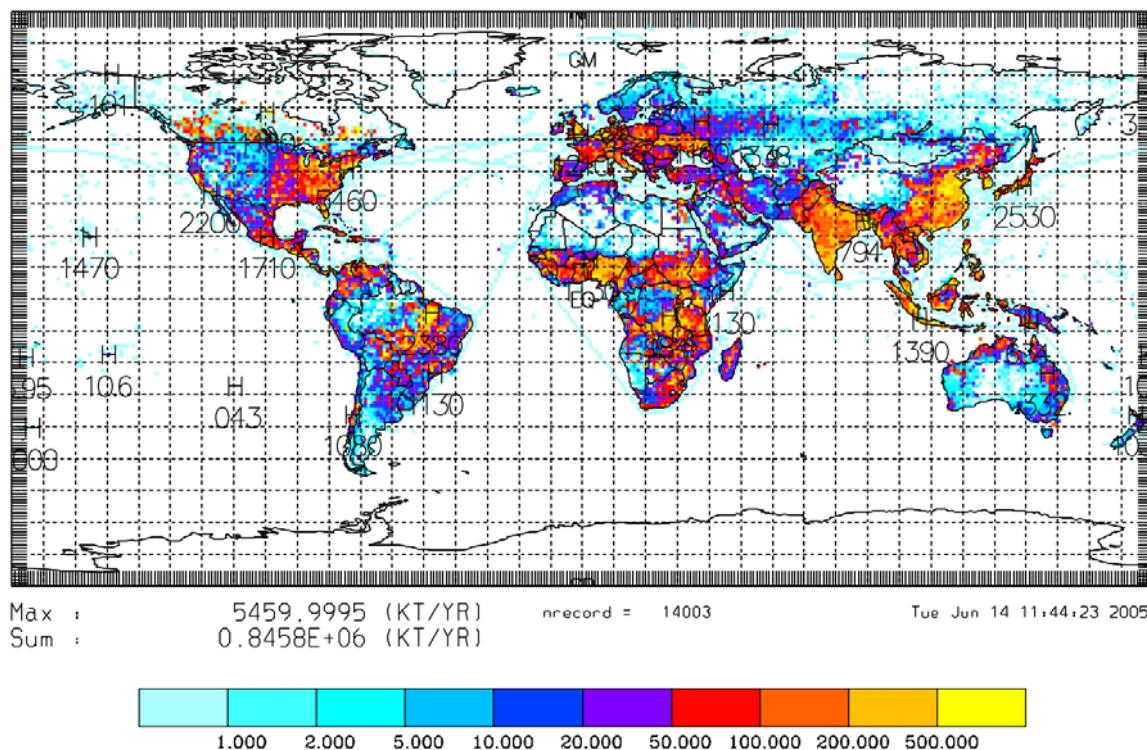
IPCC-SRES: <http://sres.ciesin.org/>

IIASA: <http://www.iiasa.ac.at/>

EDGARV32: <http://www.rivm.nl/edgar/model/edgarv32/>

GEIA: <http://geiacenter.org/>

EDGAR Inventory 1x1 ALL PROCESSGROUPS (+ AIR LTO)
CARBON MONOXIDE 1995 annual (KT/yr) ant95co_lto_included.1x1



EDGAR Inventory 1x1 ALL PROCESSGROUPS (+AIR LTO)
NITROGEN OXIDES 1995 annual (KT/yr) ant95nox_lto_included.1x1

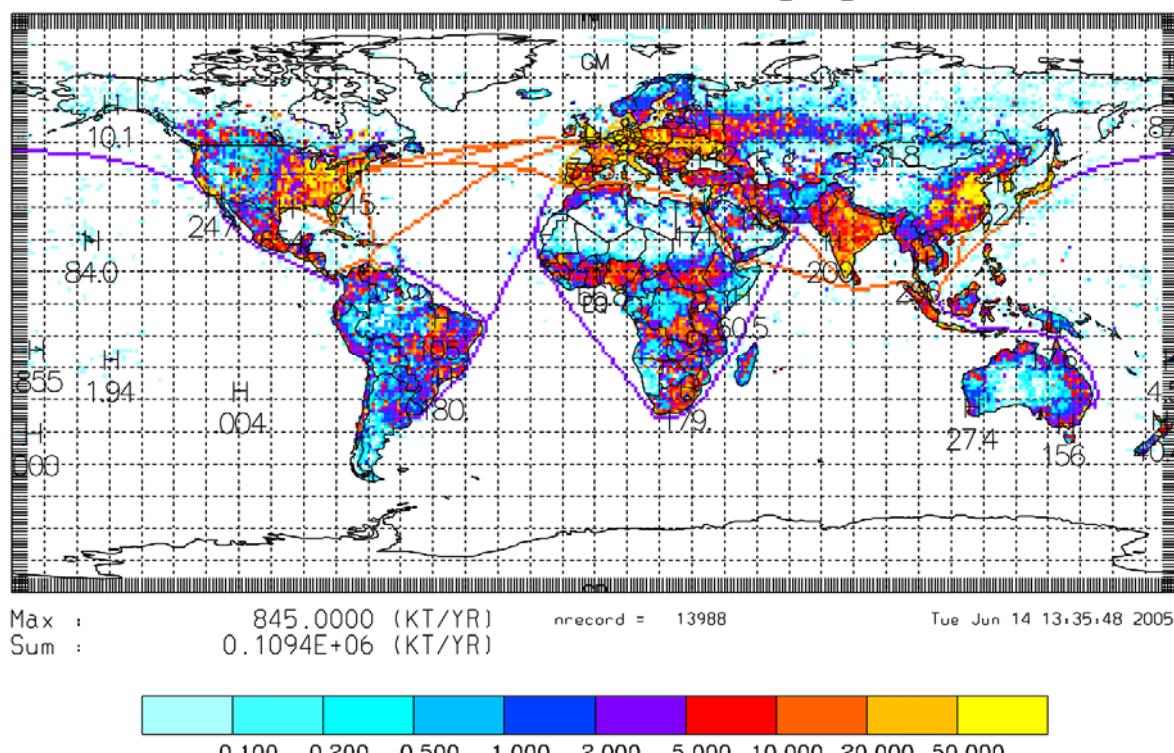
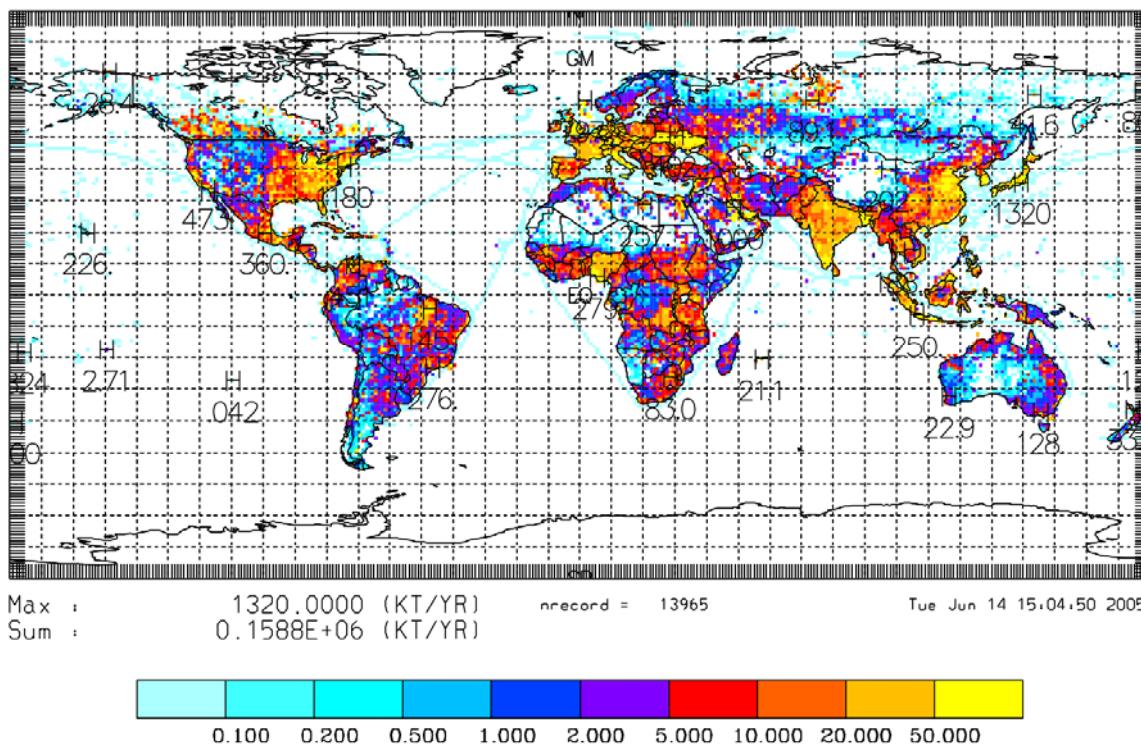


Abbildung 1a, b: Globale CO-Emissionen (oben), NO_x-Emissionen (unten) aus der EDGAR-Datenbasis (EDGAR V3.2). Diese Daten wurden als Grundlage zur hemisphärischen Simulation für das Basisjahr 2001 sowie die Modellrechnung für das Jahr 1999 verwendet. Dazu wurden die Daten räumlich auf das in Abbildung 4 dargestellte Modellgebiet und -gitter transformiert. Die Daten dienten auch als Basis für die Erstellung des Emissionsszenarios für 2010 unter Nutzung der IPCC-SRES-A1GMINICAM und IIASA-CLE-Szenarien (siehe Tabelle 1 und Abbildung 2, 3). Vergleiche mit TNO-LOTOS-Daten finden sich in den Abbildungen 7 (TNO-LOTOS-Gebiet) und Abbildung 8 („Deutschland“).

EDGAR Inventory 1x1 ALL PROCESSGROUPS (+ AIR LTO)
 NMVOC: Total Non-Methane Vo (KT/YR) ant95nmv_lto_included.1x1



EDGAR Inventory 1x1 ALL PROCESSGROUPS
 SULFUR DIOXIDE 1995 annual (KT/YR) ant95so2.1x1

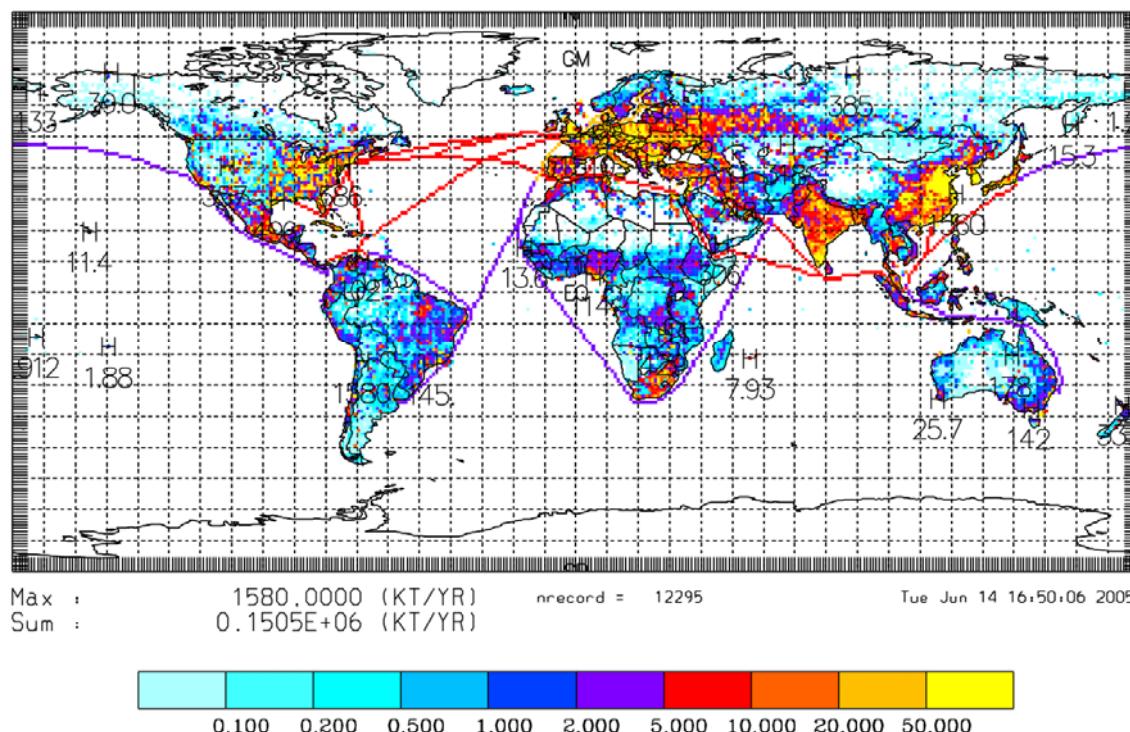
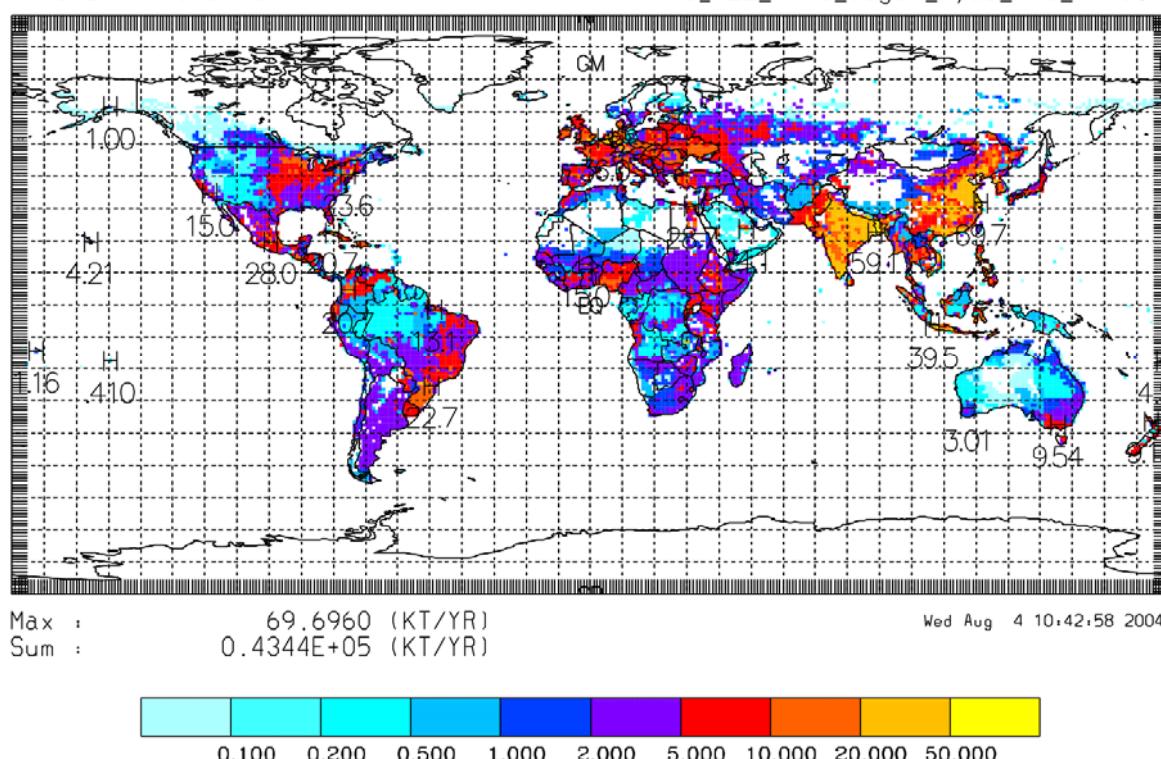


Abbildung 1c, d: Globale NMVOC-Emissionen (oben), SO₂-Emissionen (unten) aus der EDGAR-Datenbasis (EDGAR V3.2). Diese Daten wurden als Grundlage zur hemisphärischen Simulation für das Basisjahr 2001 sowie die Modellrechnung für 1999 verwendet. Dazu wurden die Daten räumlich auf das in Abbildung 4 dargestellte Modellgebiet und -gitter transformiert. Die Daten dienten auch als Basis für die Erstellung des Emissionsszenarios für 2010 unter Nutzung der IPCC-SRES-A1GMNICAM und IIASA-CLE-Szenarien (siehe Tabelle 1 und Abbildung 2). Vergleiche mit TNO-LOTOS-Daten finden sich in den Abbildungen 7 (TNO-LOTOS-Gebiet) und Abbildung 8 („Deutschland“).

EDGAR Inventory 1x1 ALL PROCESSES 1990
AMMONIA 1990 annual (KT/YR) NH3_ALL_1990_edgar_hyde_V13_1990.tx



PM10 (CO) 1995 annual (KT/YR) ant95p10_lto_included.1x1

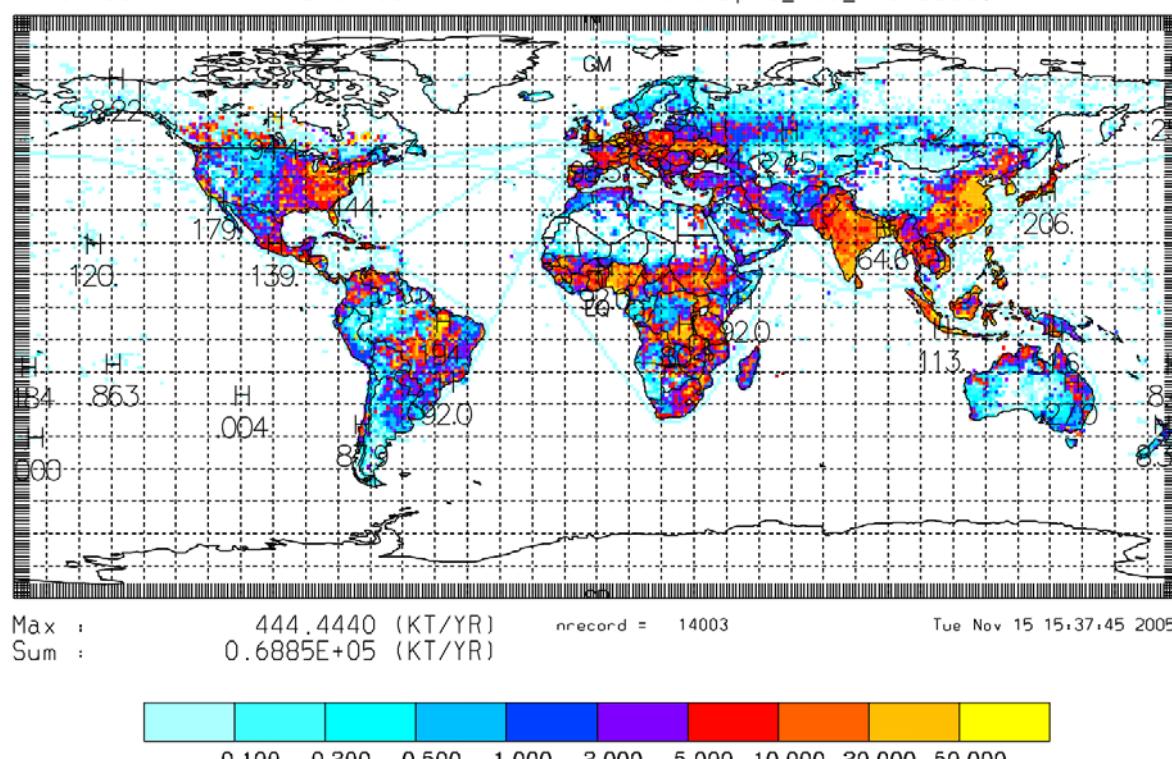


Abbildung 1e, f: Globale NH₃-Emissionen (oben), PM₁₀-Emissionen (unten) aus der EDGAR-Datenbasis (EDGAR V3.2). Diese Daten wurden als Grundlage zur hemisphärischen Simulation für das Basisjahr 2001 sowie die Modellrechnung für 1999 verwendet. Dazu wurden die Daten räumlich auf das in Abbildung 4 dargestellte Modellgebiet und -gitter transformiert. Die Daten dienten auch als Basis für die Erstellung des Emissionsszenarios für 2010 unter Nutzung der IPCC-SRES-A1GMINICAM und IIASA-CLE-Szenarien (siehe Tabelle 1 und Abbildung 2). Vergleiche mit TNO-LOTOS-Daten finden sich in den Abbildungen 7 (TNO-LOTOS-Gebiet) und Abbildung 8 („Deutschland“).

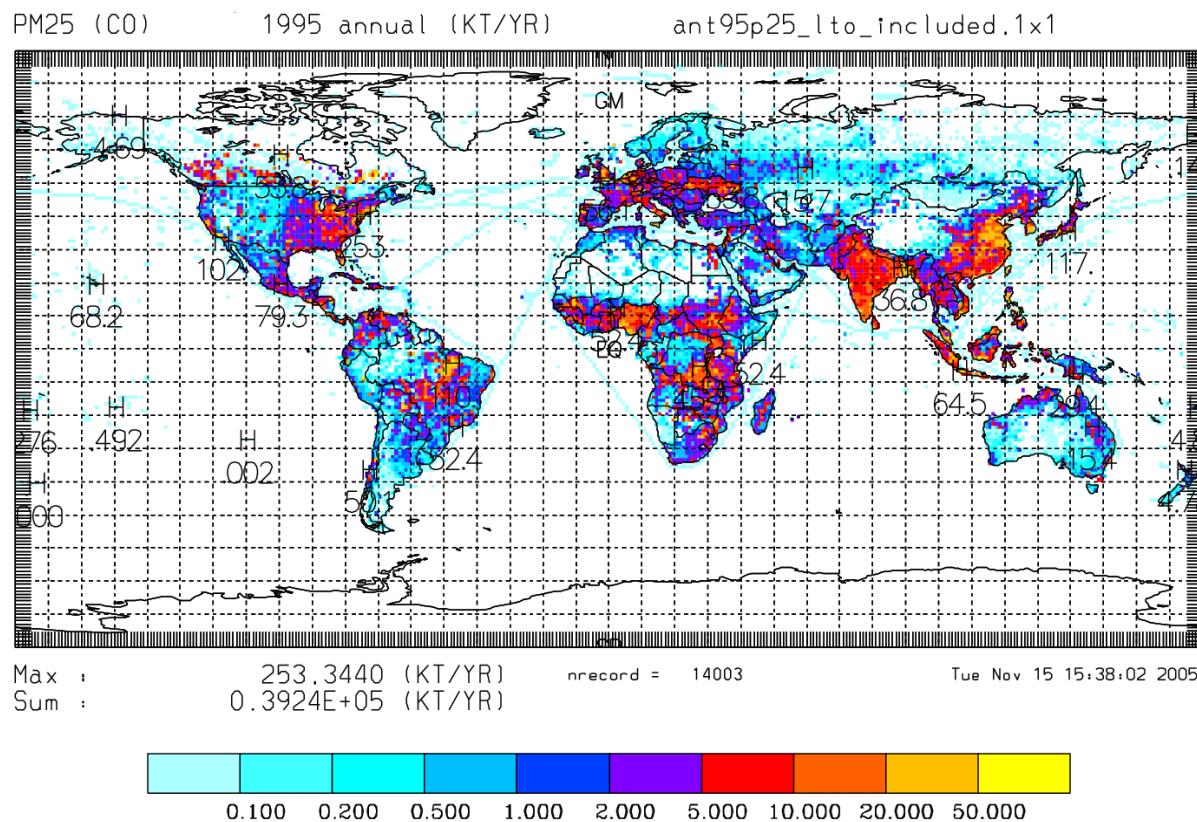
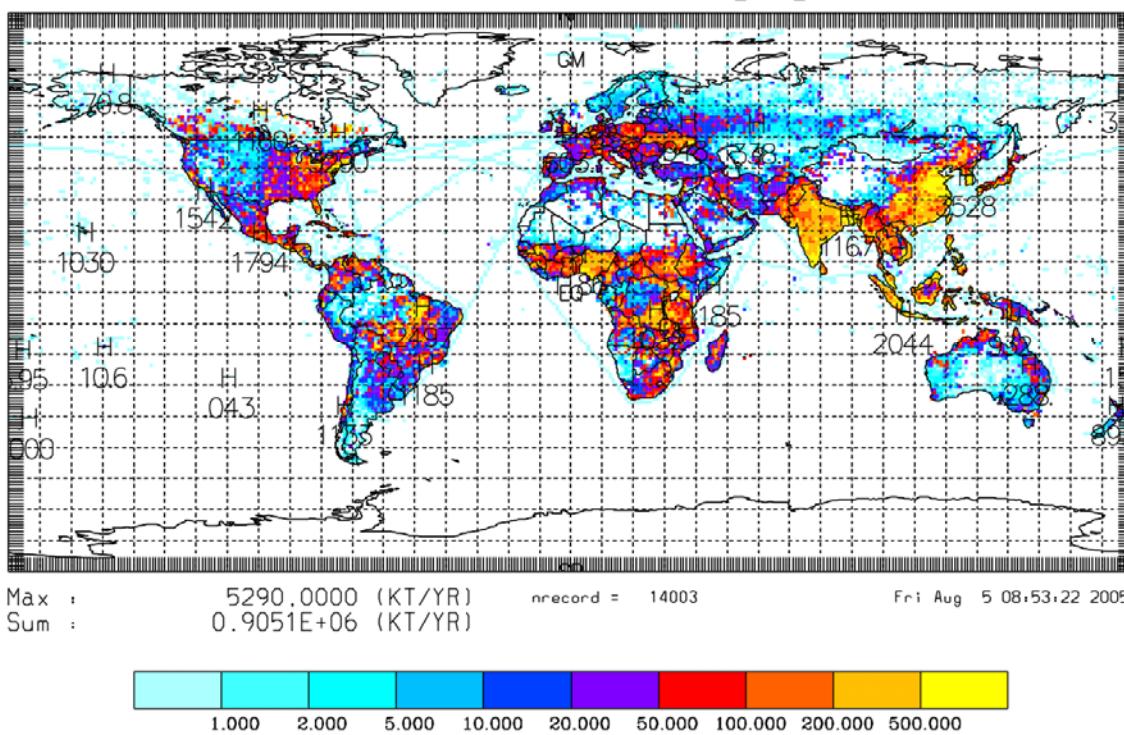


Abbildung 1g: Globale PM25-Emissionen für das Basisjahr 2001. Diese Daten wurden als Grundlage zur hemisphärischen Simulation für das Basisjahr 2001 verwendet. Dazu wurden die Daten räumlich auf das in Abbildung 4 dargestellte Modellgebiet und -gitter transformiert. Die Daten dienten auch als Basis für die Erstellung des Emissionsszenarios für 2010 unter Nutzung der IPCC-SRES und IIASA-Szenarien (siehe Tabelle 1 und Abbildung 2). Da PM-Emissionen im EDGARV32 Inventar nicht vorhanden sind, wurden die PM-Emissionen proportional zu den CO-Emissionen angesetzt. Vergleiche mit TNO-LOTOS-Daten finden sich in den Abbildungen 7 (TNO-LOTOS-Gebiet) und Abbildung 8 („Deutschland“).

EDGAR Inventory 1x1 ALL PROCESSGROUPS (+ AIR LTO) - IIASA, IPCC-SRES
CARBON MONOXIDE 2010 annual (KT/YR) ant10co_lto_included.1x1



EDGAR Inventory 1x1 ALL PROCESSGROUPS (+AIR LTO) - IIASA, IPCC-SRES
NITROGEN OXIDES 2010 annual (KT/YR) ant10nox_lto_included.1x1

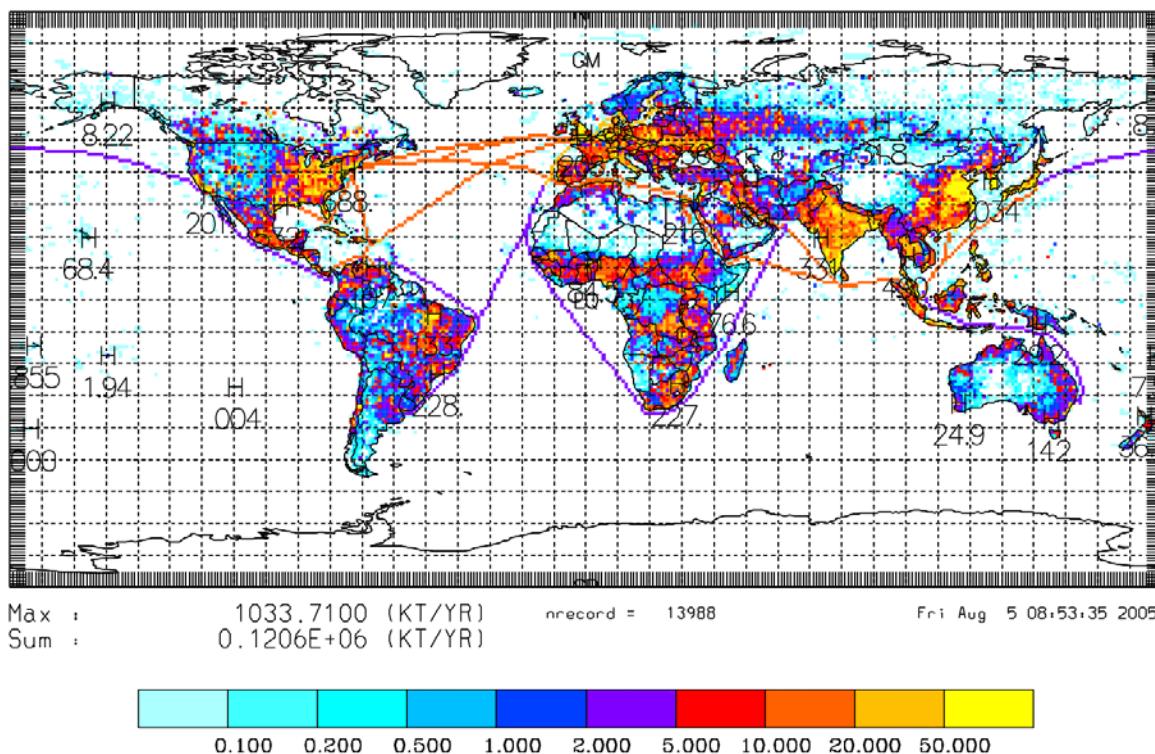
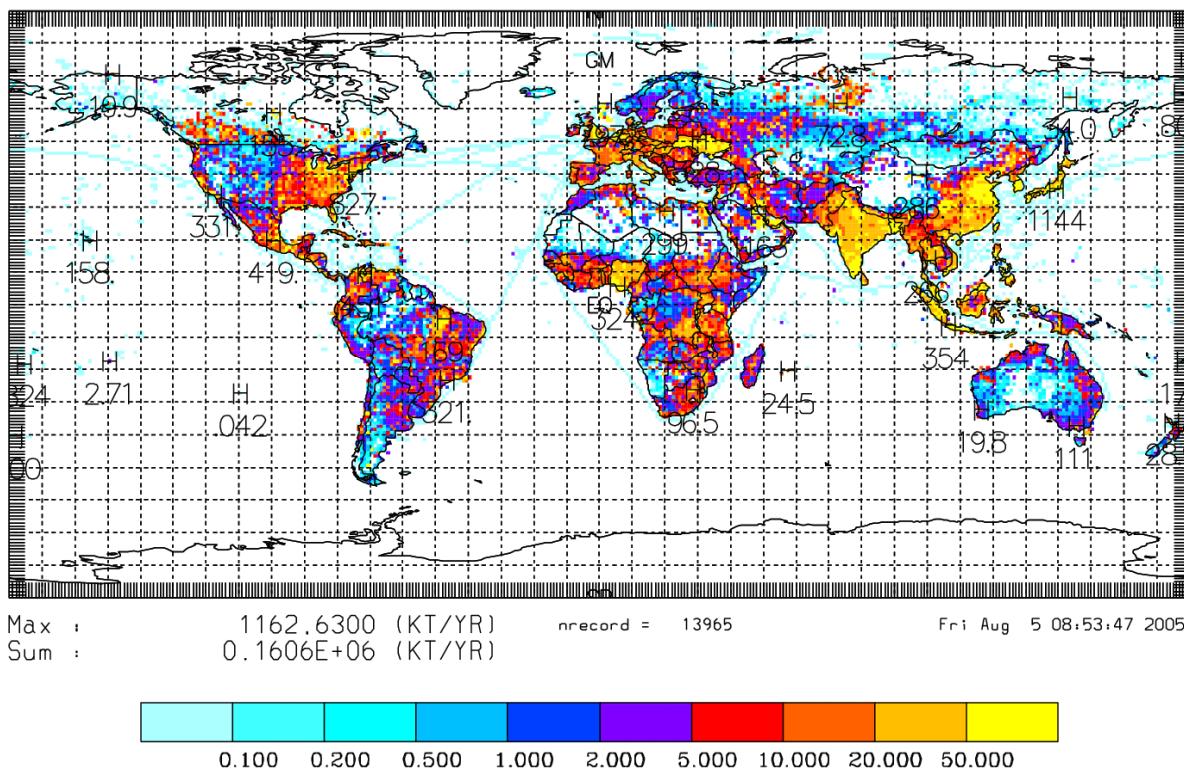


Abbildung 2a, b: CO-Emissionen (oben), NO_x-Emissionen (unten) für das Emissionsszenario 2010. Diese Daten wurden als Basis zur hemisphärischen Simulation für das Szenariojahr 2010 verwendet. Dazu wurden die Daten räumlich auf das in Abbildung 5 dargestellte Modellgebiet und -gitter transformiert. Vergleiche mit TNO-LOTOs-Daten finden sich in den Abbildungen 7 (TNO-LOTOs-Gebiet) und Abbildung 8 („Deutschland“).

EDGAR Inventory 1x1 ALL PROCESSGROUPS (+ AIR LTO) - IIASA, IPCC-SRES
 NMVOC: Total Non-Methane Vo (KT/YR) ant10nmv_lto_included.1x1



EDGAR Inventory 1x1 ALL PROCESSGROUPS mod. by data from IIASA, IPCC-SRES
 SULFUR DIOXIDE 2010 annual (KT/YR) ant10so2.1x1

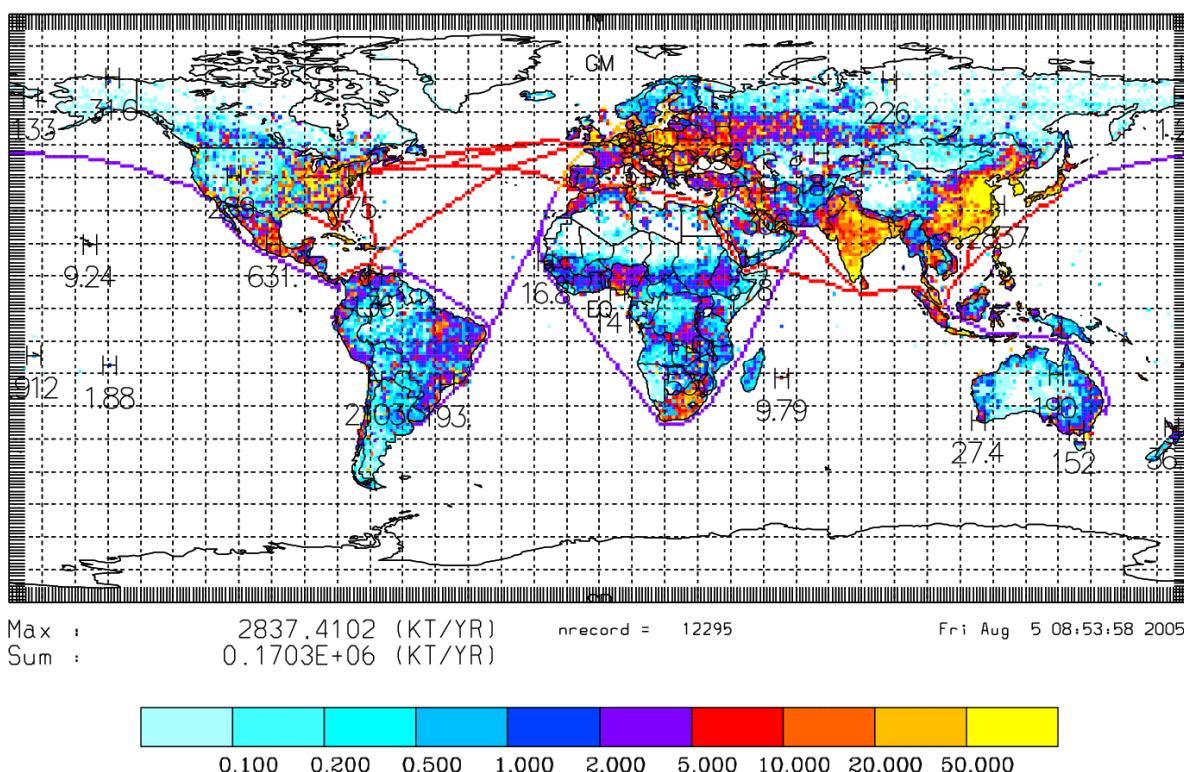


Abbildung 2c, d: NMVOC-Emissionen (oben), SO₂-Emissionen (unten) für das Emissionsszenario 2010. Diese Daten wurden als Basis zur hemisphärischen Simulation für das Szenariojahr 2010 verwendet. Dazu wurden die Daten räumlich auf das in Abbildung 5 dargestellte Modellgebiet und -gitter transformiert. Vergleiche mit TNO-LOTOS-Daten finden sich in den Abbildungen 7 (TNO-LOTOS-Gebiet) und Abbildung 8 („Deutschland“).

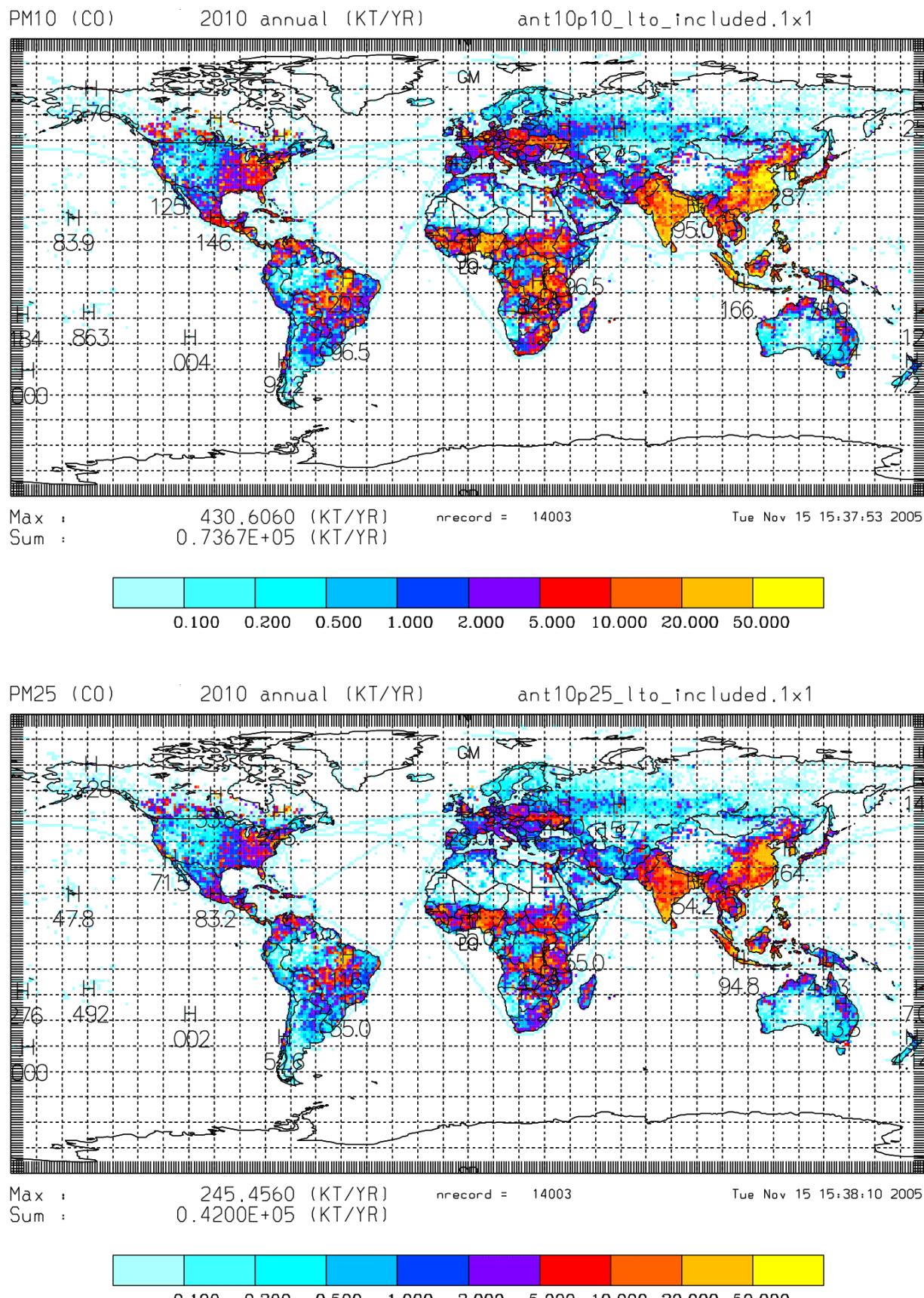


Abbildung 2e, f: PM₁₀-Emissionen (oben), PM2.5-Emissionen (unten) für das Emissionsszenario 2010. Diese Daten wurden als Basis zur hemisphärischen Simulation für das Szenariojahr 2010 verwendet. Dazu wurden die Daten räumlich auf das in Abbildung 5 dargestellte Modellgebiet und -gitter transformiert. Vergleiche mit TNO-LOTOs-Daten finden sich in den Abbildungen 7 (TNO-LOTOs-Gebiet) und Abbildung 8 („Deutschland“).

CO-Emissionen: Szenario/Basisjahr (%)

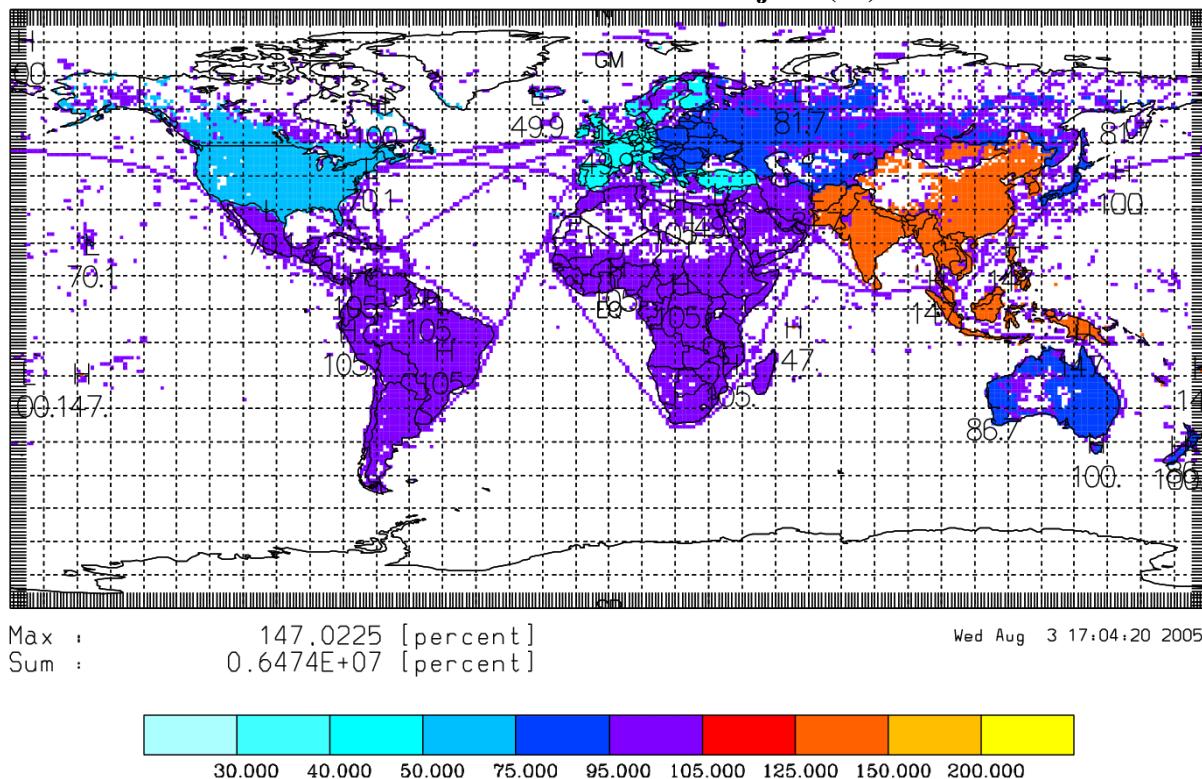
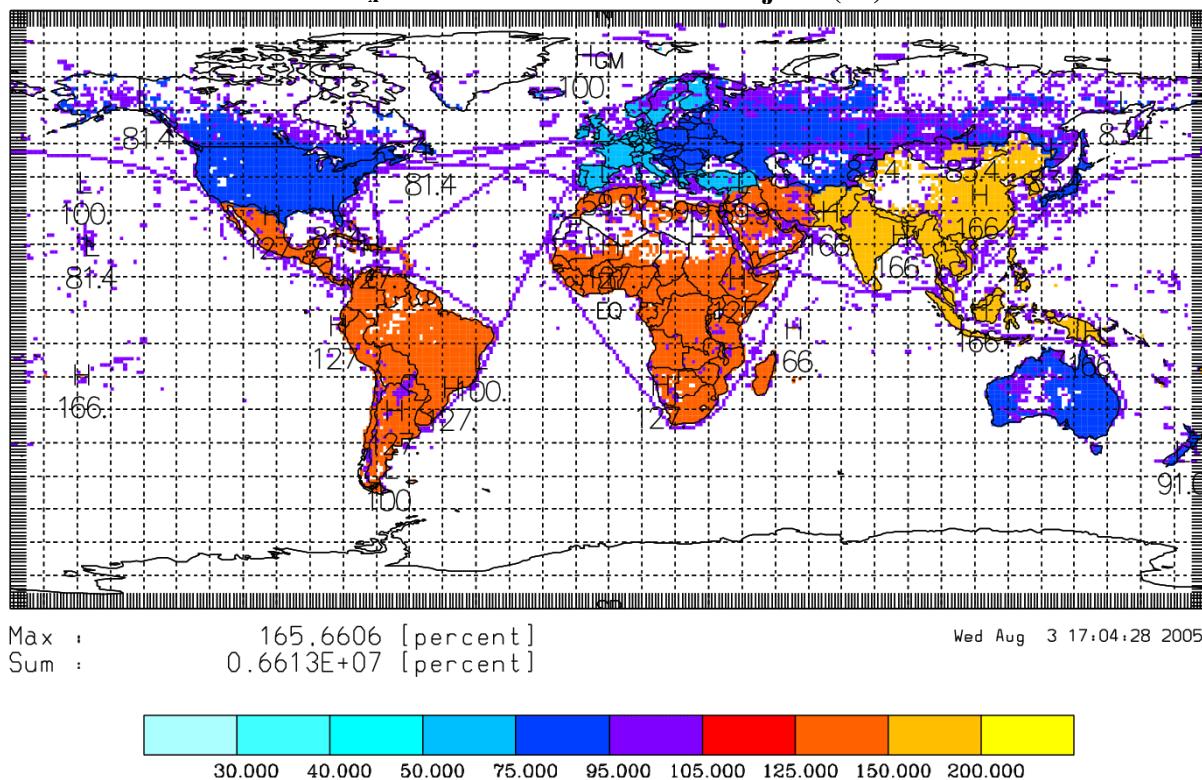
NO_x-Emissionen: Szenario/Basisjahr (%)

Abbildung 3a, b: Verhältnis der CO-Emissionen (oben) und NO_x-Emissionen (unten) aus Szenario 2010 und Basisjahr 2001.

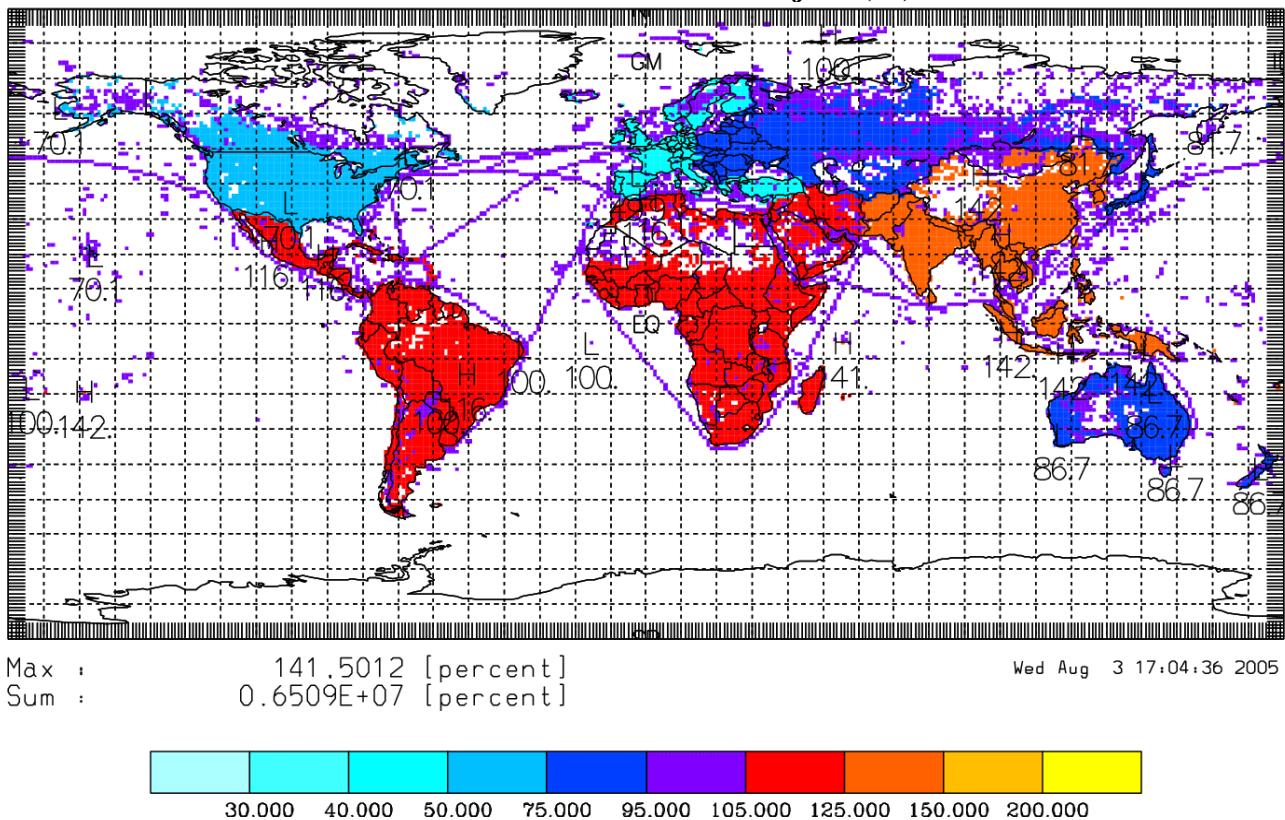
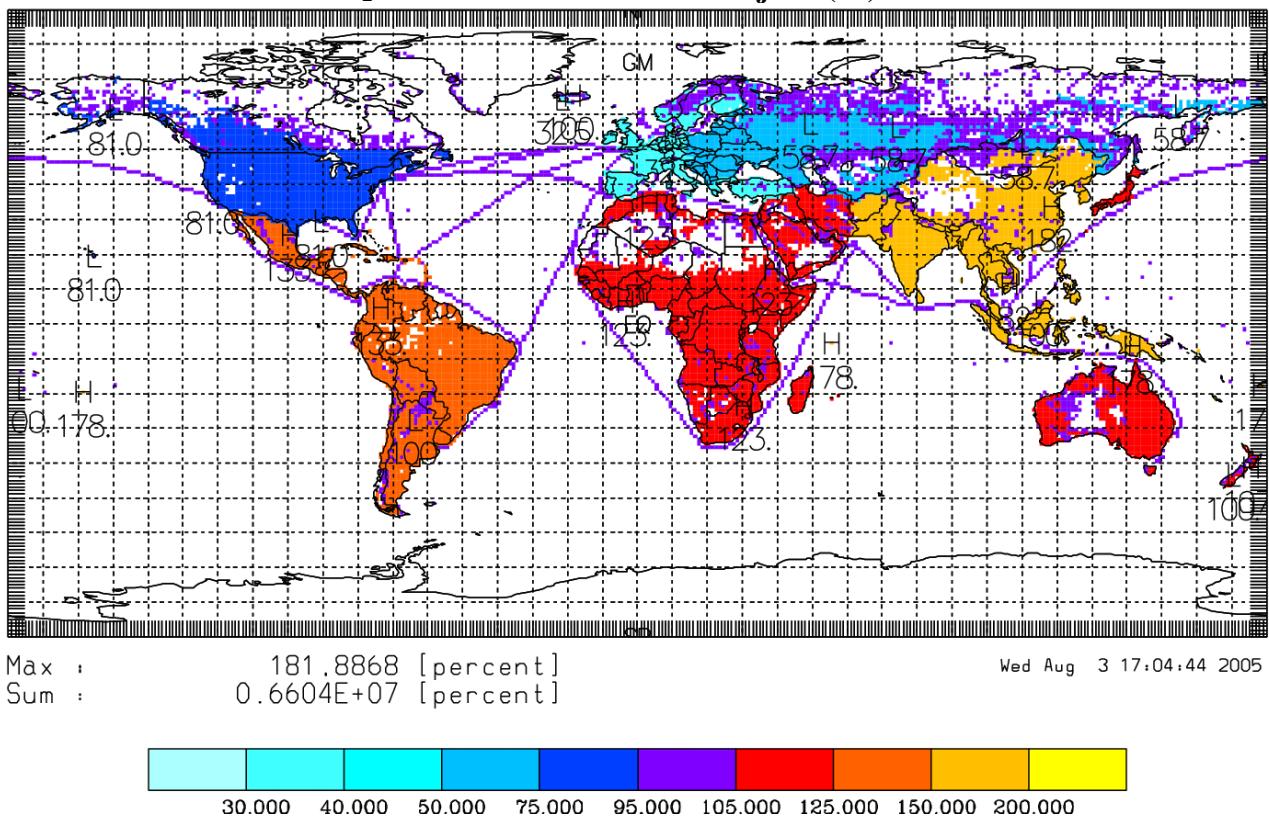
NMVOC-Emissionen: Szenario/Basisjahr (%)**SO₂-Emissionen: Szenario/Basisjahr (%)**

Abbildung 3c, d: Verhältnis der NMVOC-Emissionen (oben) und SO₂-Emissionen (unten) aus Szenario 2010 und Basisjahr 2001.

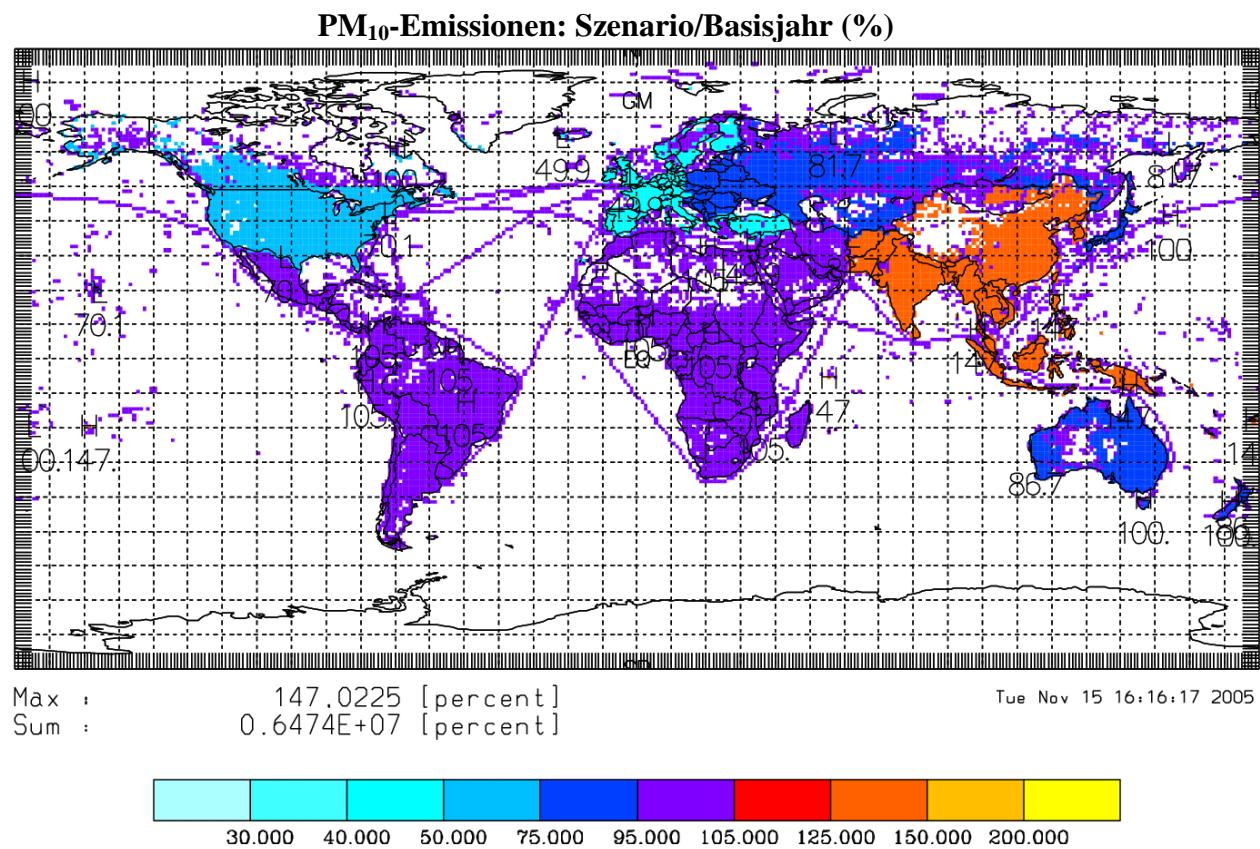
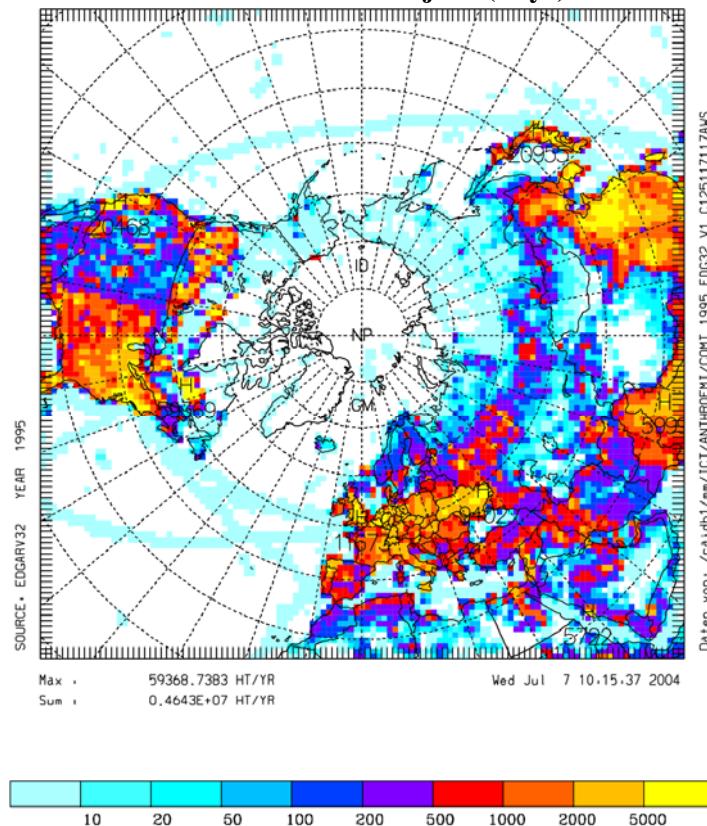


Abbildung 3e: Verhältnis der PM₁₀-Emissionen aus Szenario 2010 und Basisjahr 2001. Das entsprechende Verhältnis für PM_{2,5} entspricht dem von PM₁₀.

CO-Emissionen Basisjahr (ht/yr)



NO_x-Emissionen Basisjahr (ht/yr)

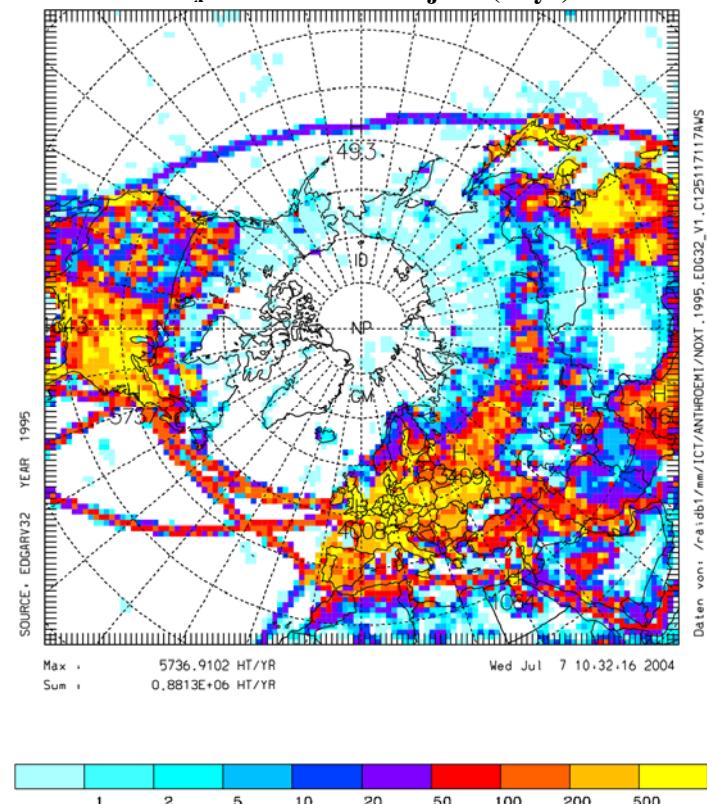


Abbildung 4a, b: CO-Emissionen (oben), NO_x-Emissionen (unten) für das Basisjahr 2001 nach der Transformation auf das hemisphärische Modellgebiet (Gitterweite 100 km).

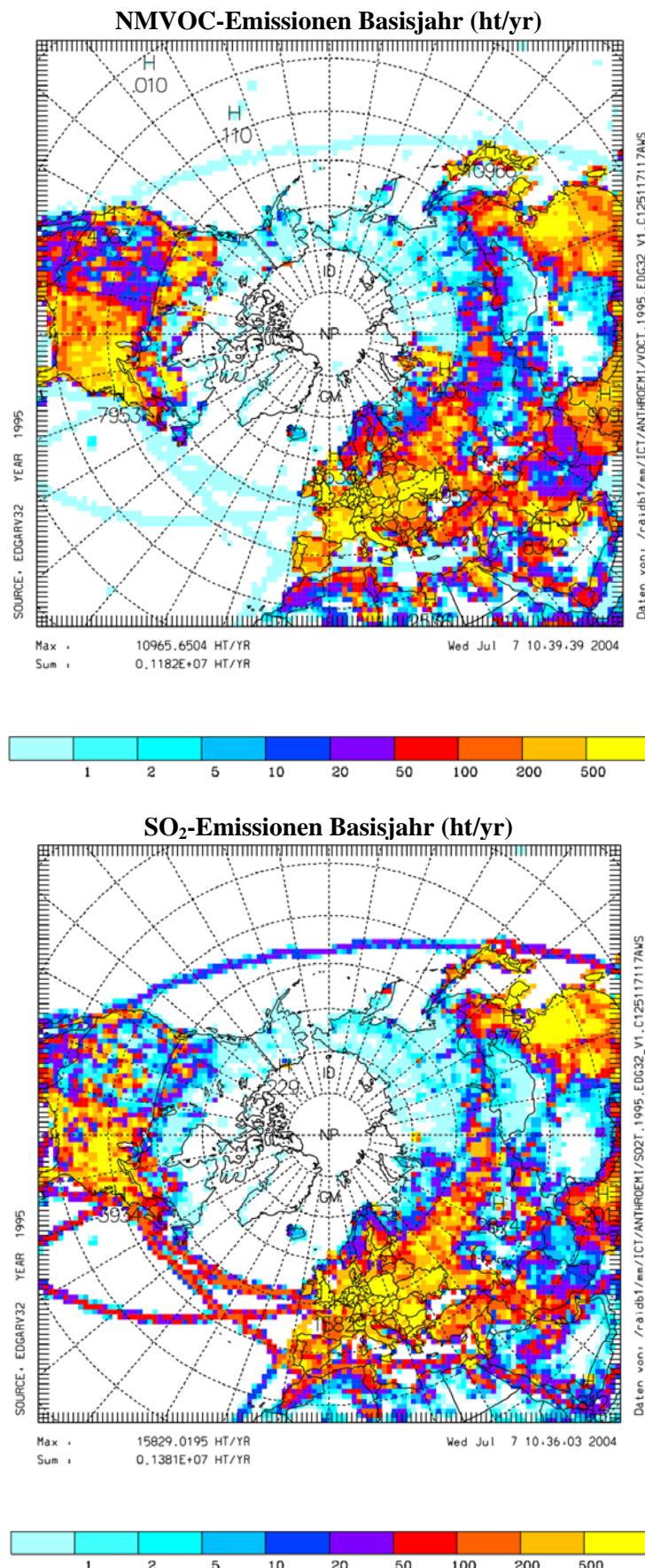


Abbildung 4c, d: NMVOC-Emissionen (oben), SO₂-Emissionen (unten) für das Basisjahr 2001 nach der Transformation auf das hemisphärische Modellgebiet (Gitterweite 100 km).

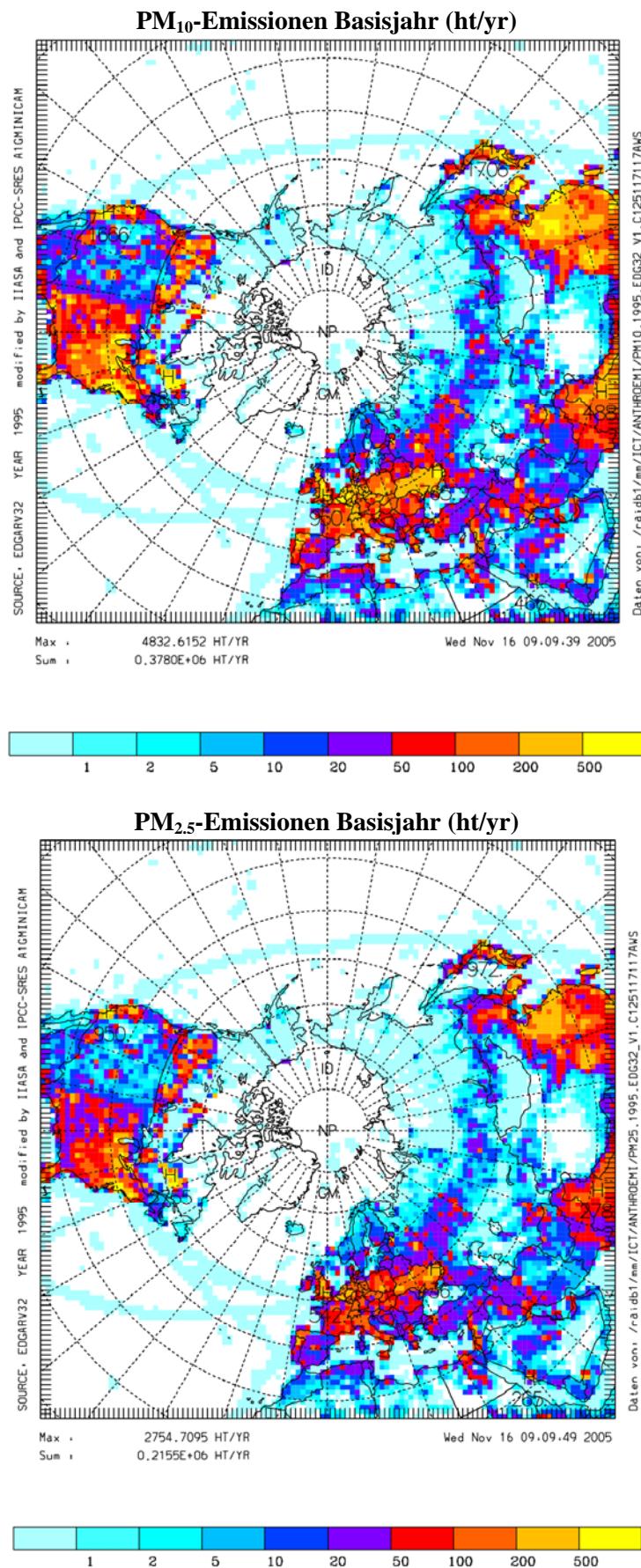
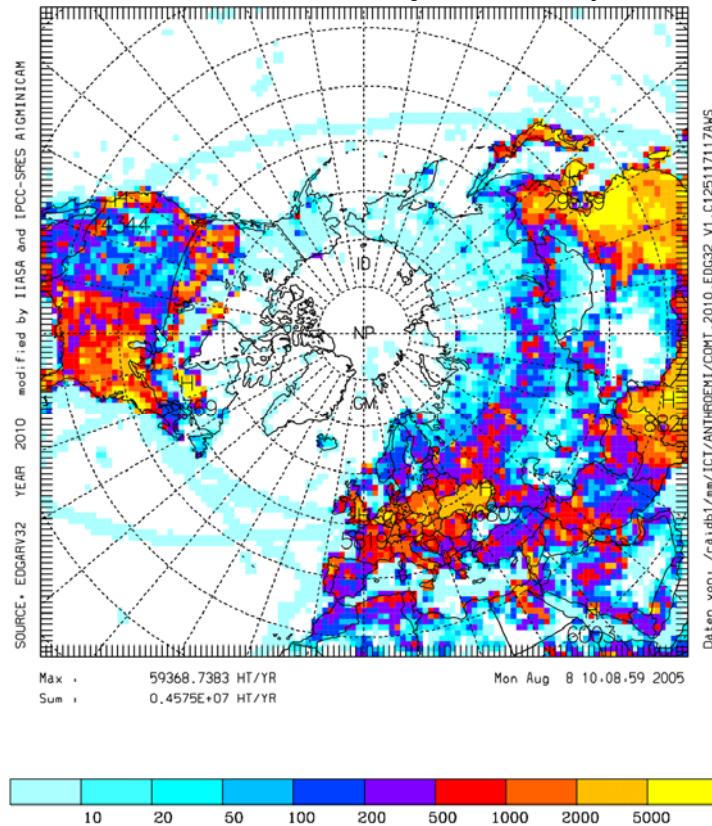


Abbildung 4e, f: PM₁₀-Emissionen (oben), PM_{2.5}-Emissionen (unten) für das Basisjahr 2001 nach der Transformation auf das hemisphärische Modellgebiet (Gitterweite 100 km).

CO-Emissionen Szenariojahr 2010 (ht/yr)



NO_x-Emissionen Szenariojahr 2010 (ht/yr)

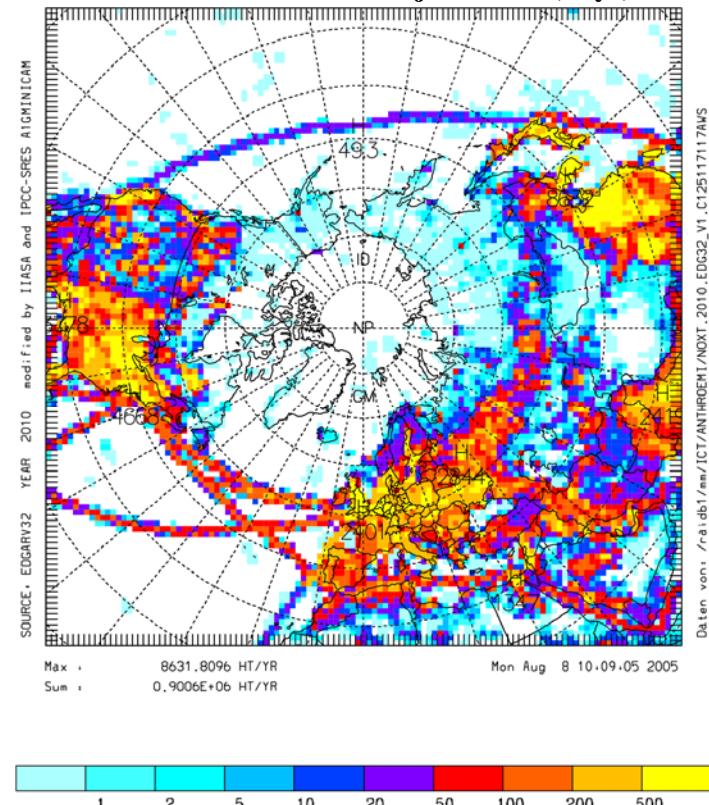
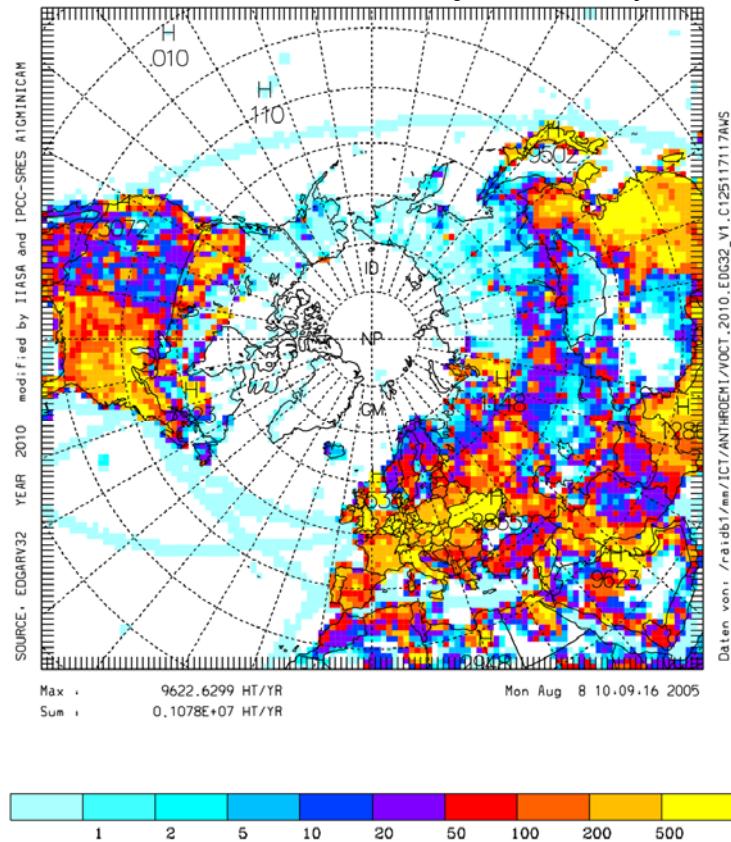


Abbildung 5a, b: CO-Emissionen (oben), NO_x-Emissionen (unten) für das Emissionsszenario 2010 nach der Transformation auf das hemisphärische Modellgebiet (Gitterweite 100 km).

NMVOC-Emissionen Szenariojahr 2010 (ht/yr)



SO₂-Emissionen Szenariojahr 2010 (ht/yr)

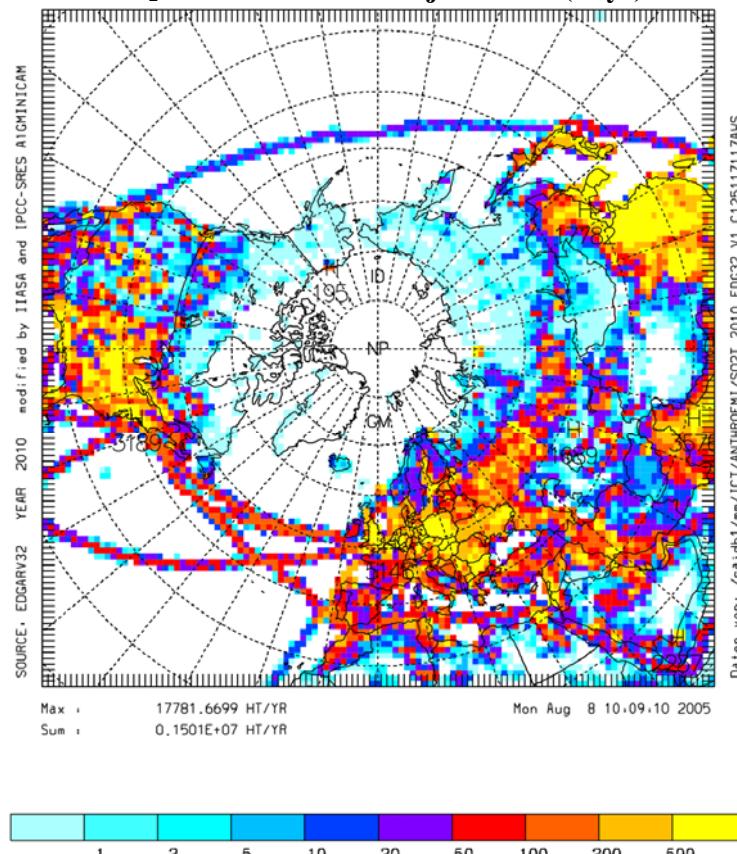
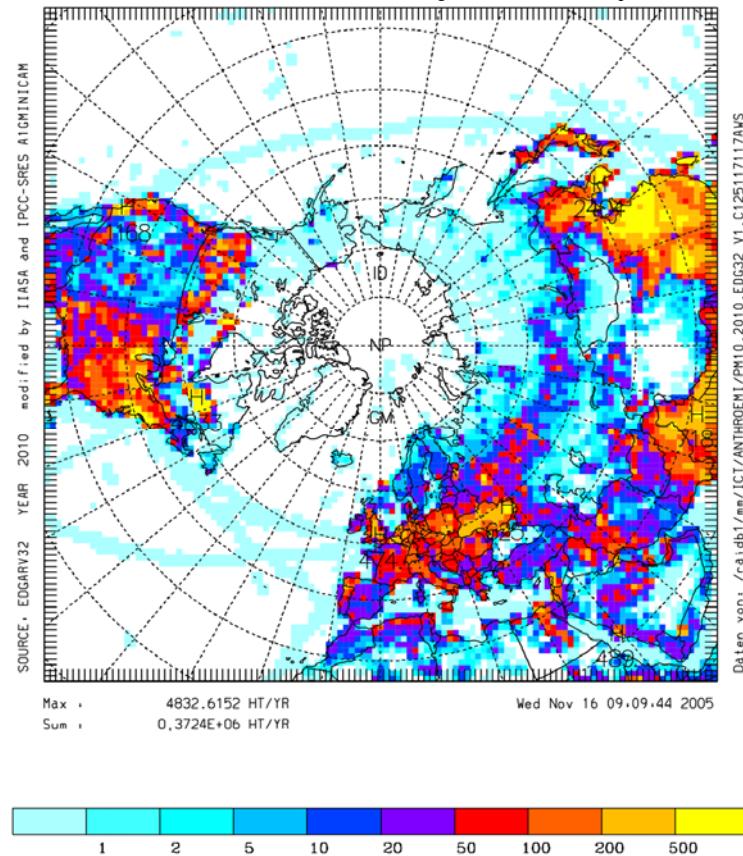


Abbildung 5c, d: NMVOC-Emissionen (oben), SO₂-Emissionen (unten) für das Emissionsszenario 2010 nach der Transformation auf das hemisphärische Modellgebiet (Gitterweite 100 km).

PM₁₀-Emissionen Szenariojahr 2010 (ht/yr)



PM_{2.5}-Emissionen Szenariojahr 2010 (ht/yr)

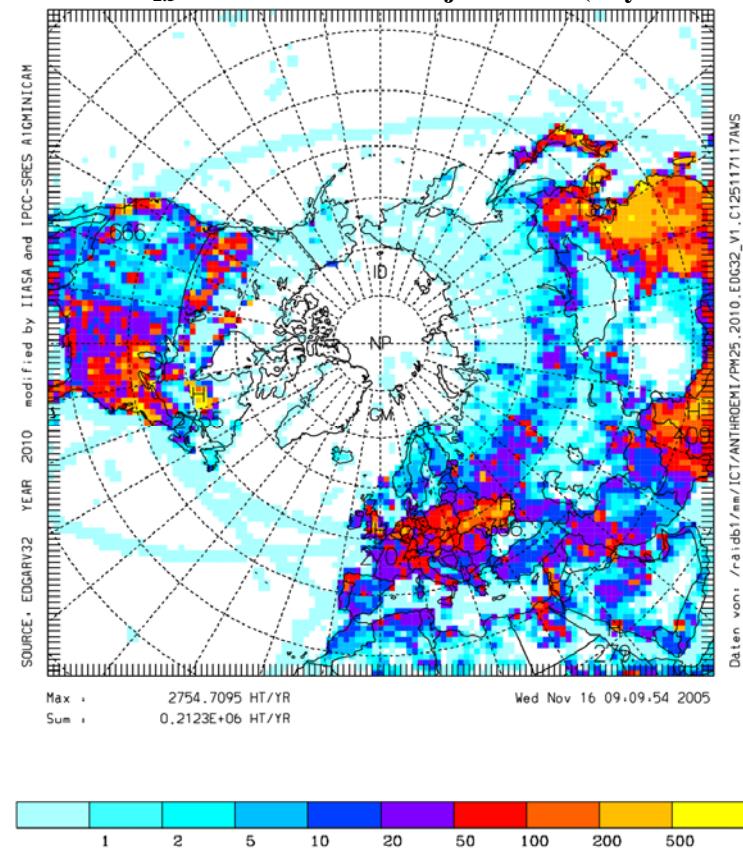
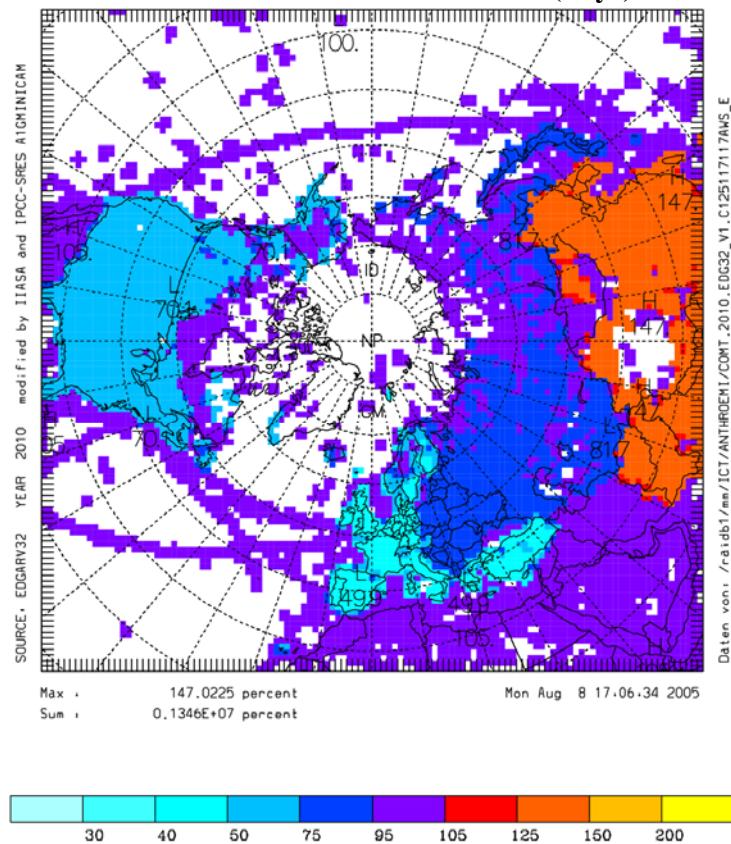


Abbildung 5e, f: PM₁₀-Emissionen (oben), PM_{2.5}-Emissionen (unten) für das Emissionsszenario 2010 nach der Transformation auf das hemisphärische Modellgebiet (Gitterweite 100 km).

CO-Emissionen Szenario/Basislauf (ht/yr)



NO_x-Emissionen Szenario/Basislauf (ht/yr)

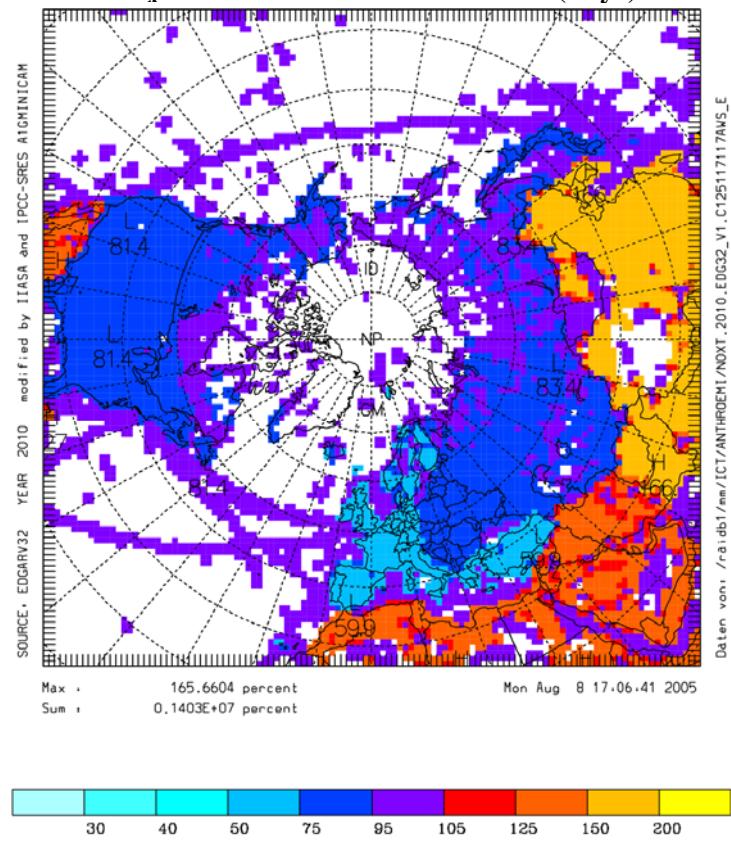
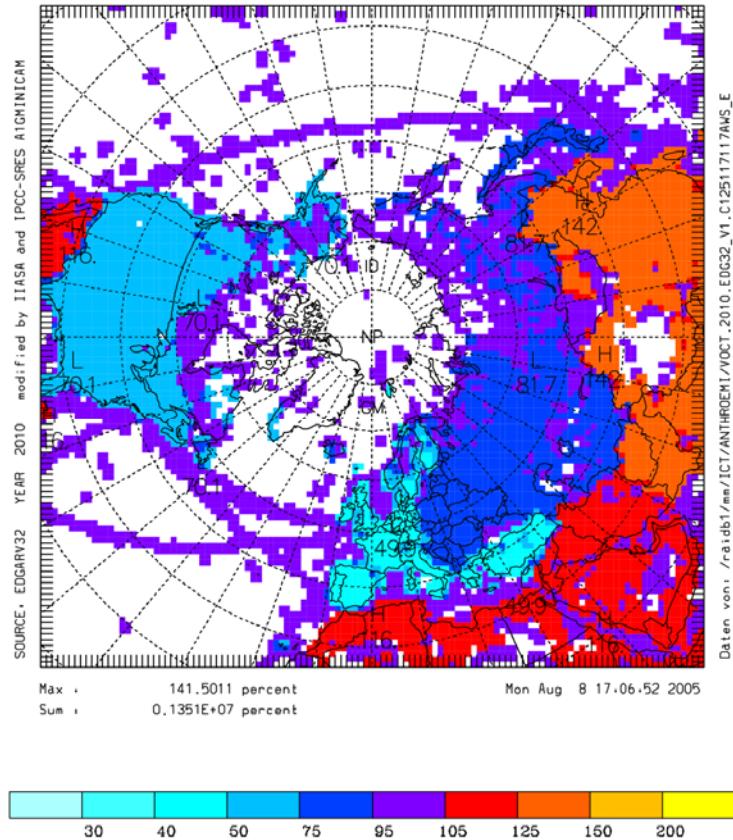


Abbildung 6a, b: Verhältnis der CO-Emissionen (oben) und NO_x-Emissionen (unten) aus Szenario 2010 und Basislauf für das hemisphärische Modellgebiet (Gitterweite 100 km).

NMVOC-Emissionen Szenario/Basislauf (ht/yr)



SO₂-Emissionen Szenario/Basislauf (ht/yr)

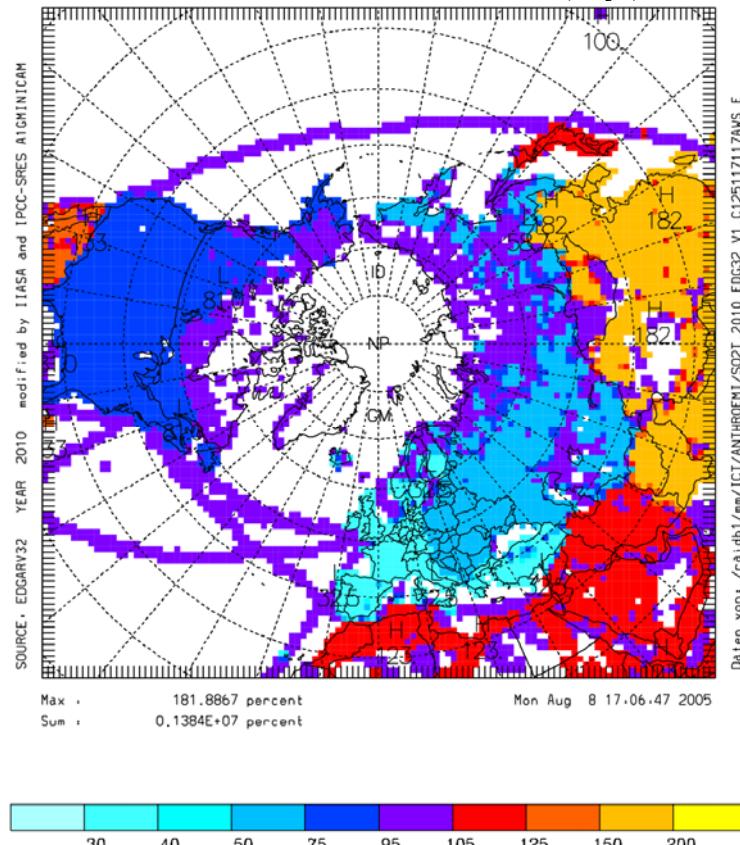


Abbildung 6c, d: Verhältnis der NMVOC-Emissionen (oben) und SO₂-Emissionen (unten) aus Szenario 2010 und Basislauf für das hemisphärische Modellgebiet (Gitterweite 100 km).

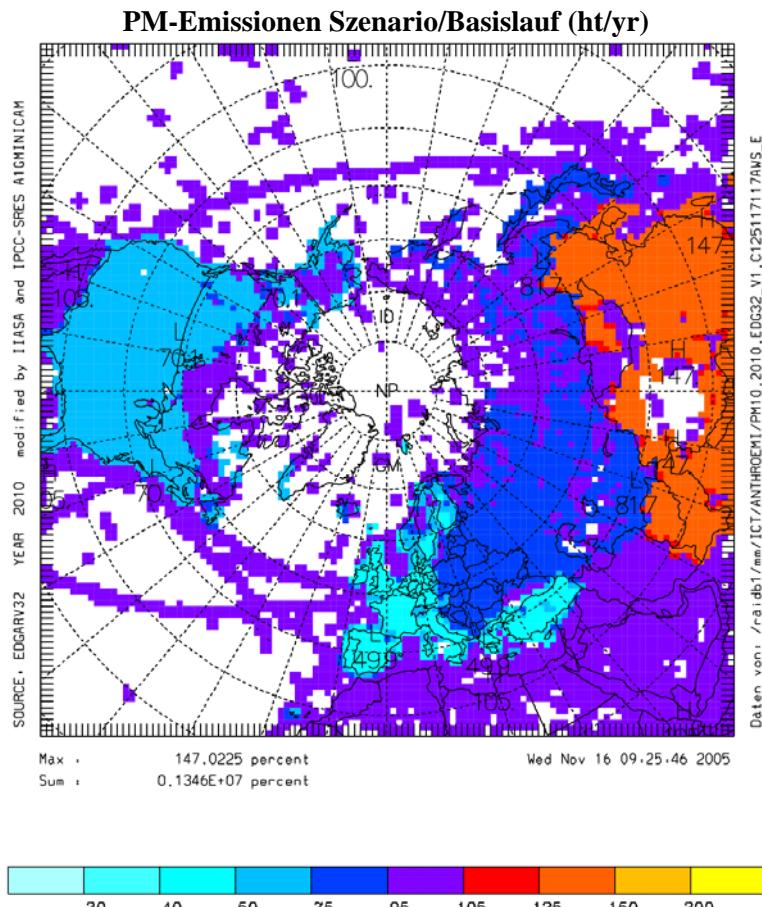


Abbildung 6e: Verhältnis der PM₁₀-Emissionen aus Szenario 2010 und Basislauf für das hemisphärische Modellgebiet (Gitterweite 100 km).

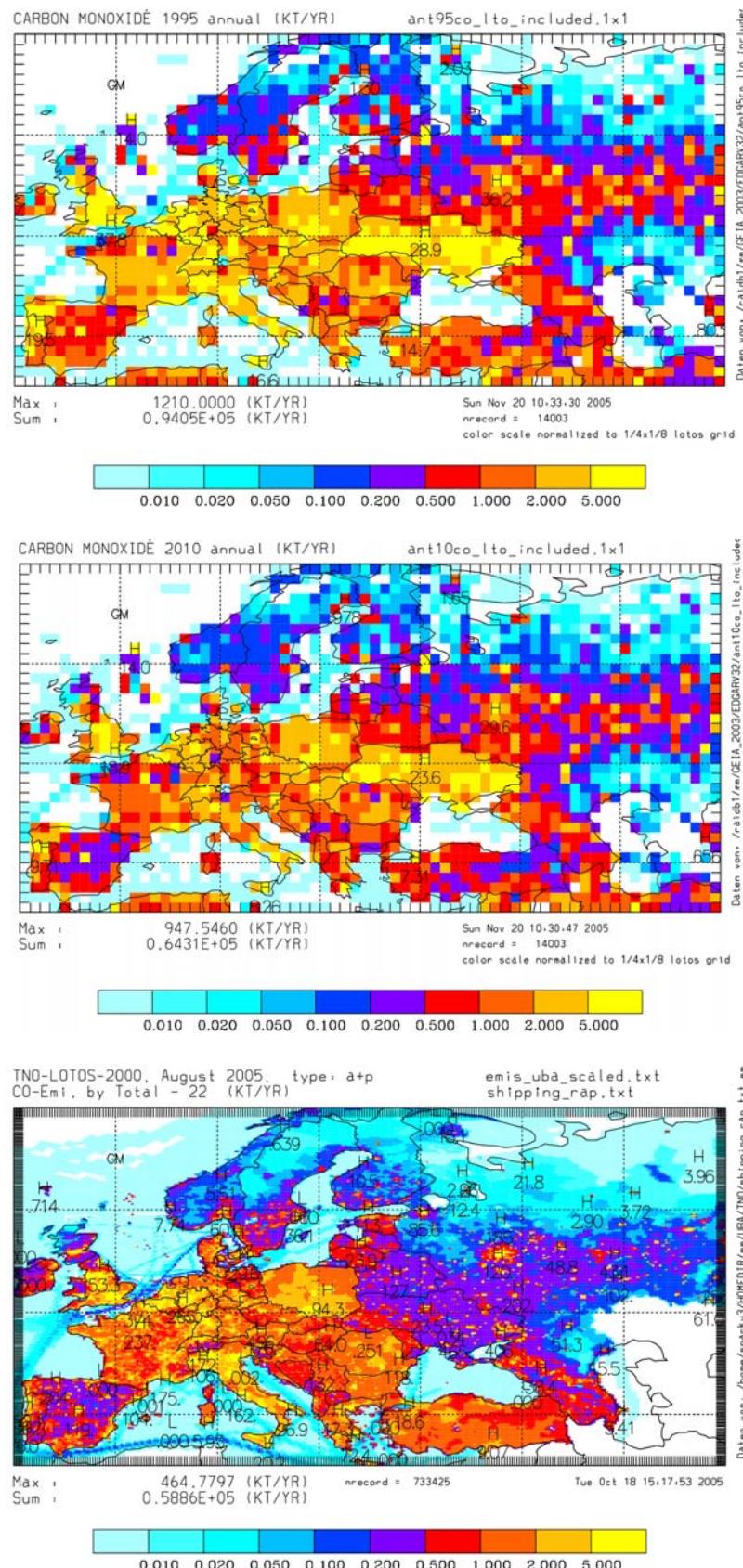


Abbildung 7a: CO-Emissionen auf dem TNO-LOTOS-Gebiet. Oben: Ausschnitt aus der EDGARv32-Datei (Maschenweite 1x1 Grad; Max. für 1x1 Grad-Gitter), Farbskala normiert auf TNO-LOTOS-Gitterweite, Mitte: Projektion nach 2010 auf der Basis von EDGARv32 mit IPCC-SRES-A1GMINICAM und IIASA, unten: TNO-LOTOS Emissionen für das Jahr 2000; Maschenweite 0.250 x 0.125 Grad.

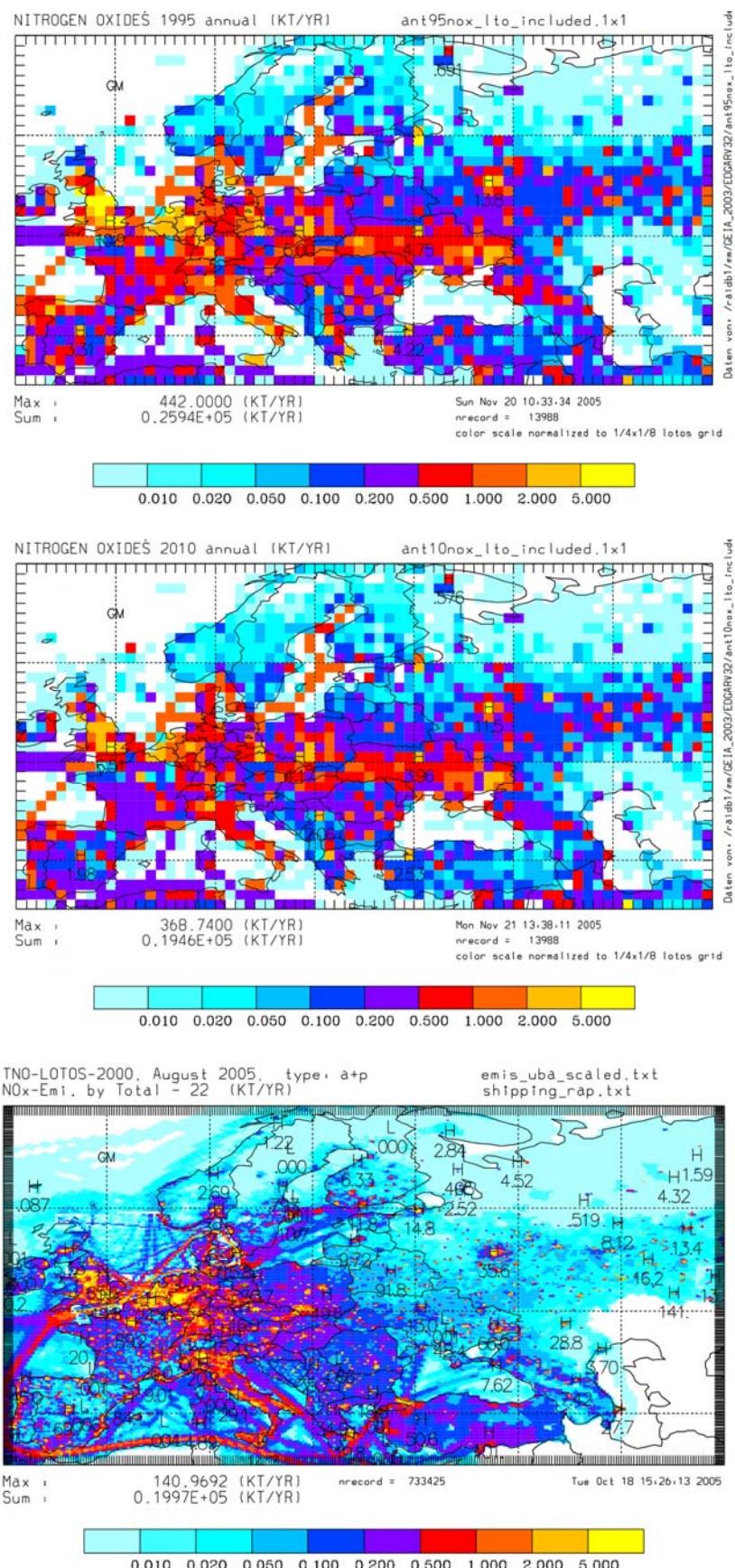


Abbildung 7b: NO_x-Emissionen auf dem TNO-LOTOS-Gebiet. Oben: Ausschnitt aus der EDGARV32-Datei (Maschenweite 1x1 Grad; Max. für 1x1 Grad-Gitter), Farbskala normiert auf TNO-LOTOS-Gitterweite, Mitte: Projektion nach 2010 auf der Basis von EDGARV32 mit IPCC-SRES-A1GMINICAM und IIASA, unten: TNO-LOTOS Emissionen für das Jahr 2000; Maschenweite 0.250 x 0.125 Grad.

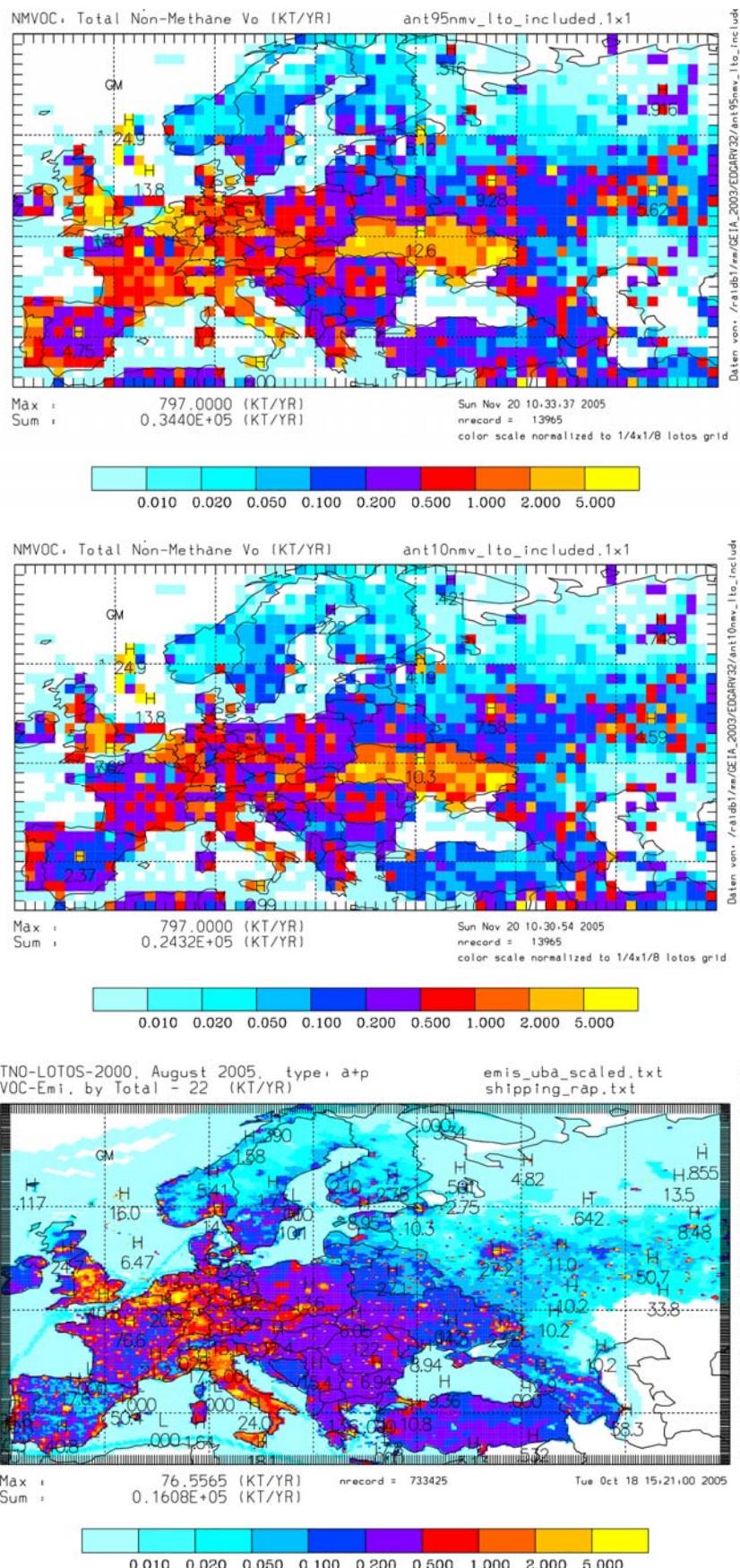


Abbildung 7c: VOC-Emissionen auf dem TNO-LOTOS-Gebiet. Oben: Ausschnitt aus der EDGARV32-Datei (Maschenweite 1x1 Grad; Max. für 1x1 Grad-Gitter), Farbskala normiert auf TNO-LOTOS-Gitterweite, Mitte: Projektion nach 2010 auf der Basis von EDGARV32 mit IPCC-SRES-A1GMINICAM und IIASA, unten: TNO-LOTOS Emissionen für das Jahr 2000; Maschenweite 0.250 x 0.125 Grad.

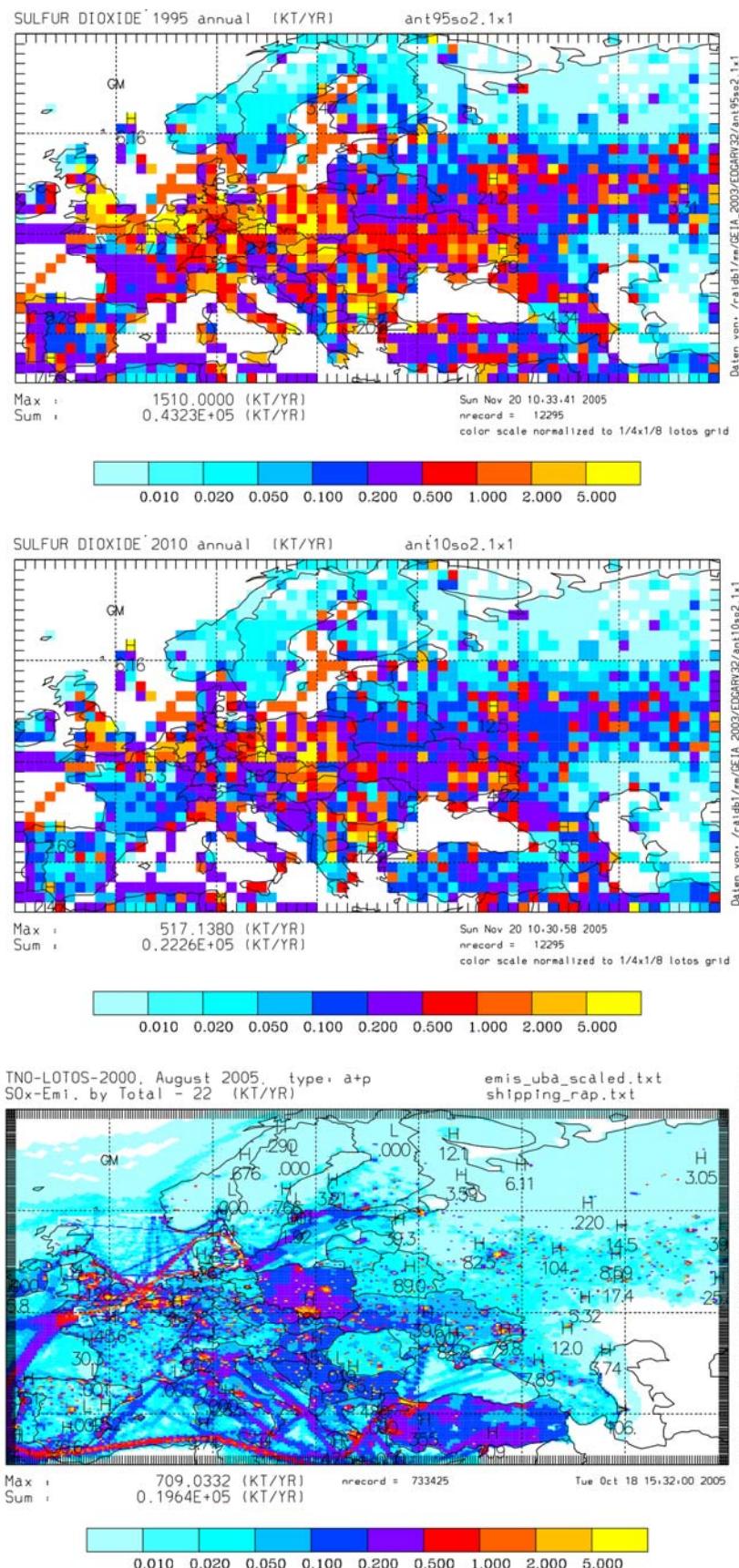


Abbildung 7d: SO_x-Emissionen auf dem TNO-LOTOS-Gebiet. Oben: Ausschnitt aus der EDGARV32-Datei (Maschenweite 1x1 Grad; Max. für 1x1 Grad-Gitter), Farbskala normiert auf TNO-LOTOS-Gitterweite, Mitte: Projektion nach 2010 auf der Basis von EDGARV32 mit IPCC-SRES-A1GMNICAM und IIASA, unten: TNO-LOTOS Emissionen für das Jahr 2000; Maschenweite 0.250 x 0.125 Grad.

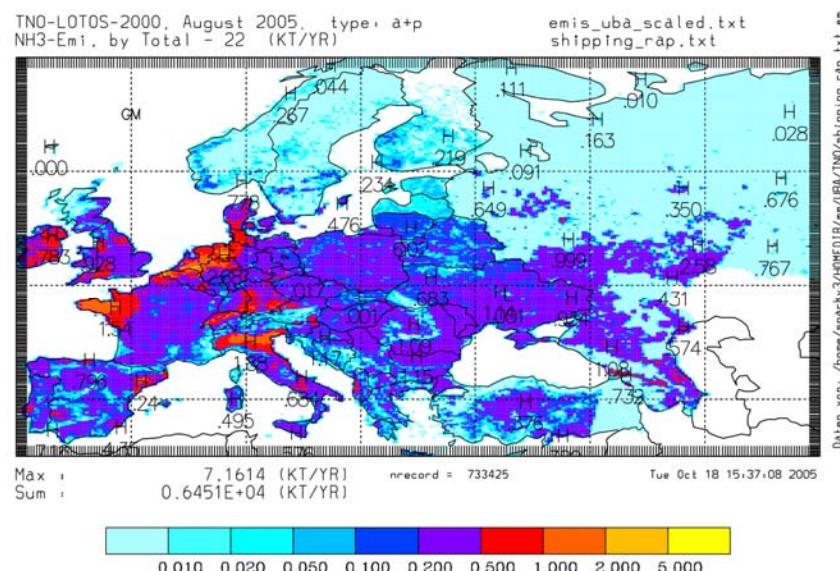
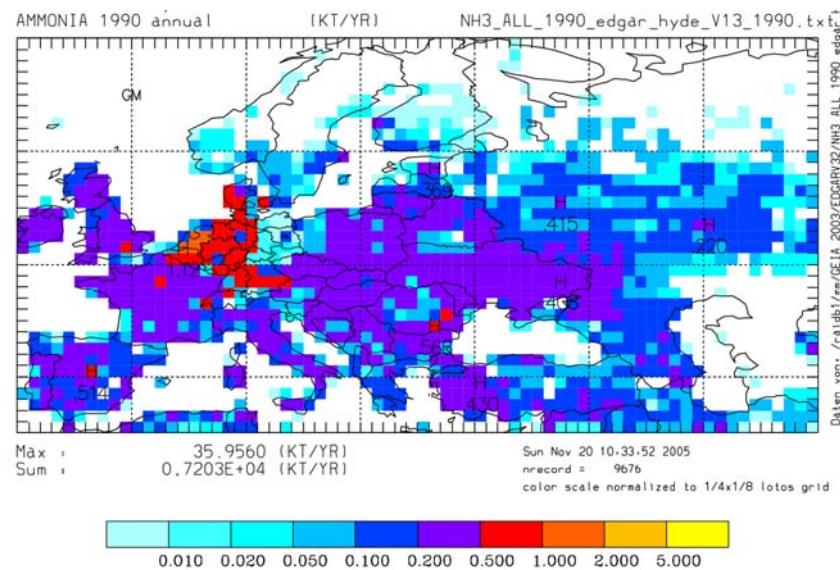


Abbildung 7e: NH₃-Emissionen auf dem TNO-LOTOs-Gebiet. Oben: Ausschnitt aus der EDGARV32-Datei (Maschenweite 1x1 Grad; Max. für 1x1 Grad-Gitter), Farbskala normiert auf TNO-LOTOs-Gitterweite, unten: TNO-LOTOs Emissionen für das Jahr 2000; Maschenweite 0.250 x 0.125 Grad.

Wegen der unsicheren Datenlage wurden bei Ammoniak keine Extrapolationen von dem aus EDGARV13 für 1990 vorliegenden Datensatz vorgenommen. Der Datensatz wurde ohne weitere Veränderungen sowohl für den Basislauf 2001 wie auch für den Szenariolauf 2010 verwendet. Die Emissionsdaten, die für den Hemisphärenlauf des Jahres 2001 verwendet wurden, wurden auch für die Modellrechnung für das Jahr 1999 eingesetzt. Unterschiede der Modellergebnisse zwischen 1999 und 2001 sind also ausschließlich auf die unterschiedlichen meteorologischen Felder zurückzuführen.

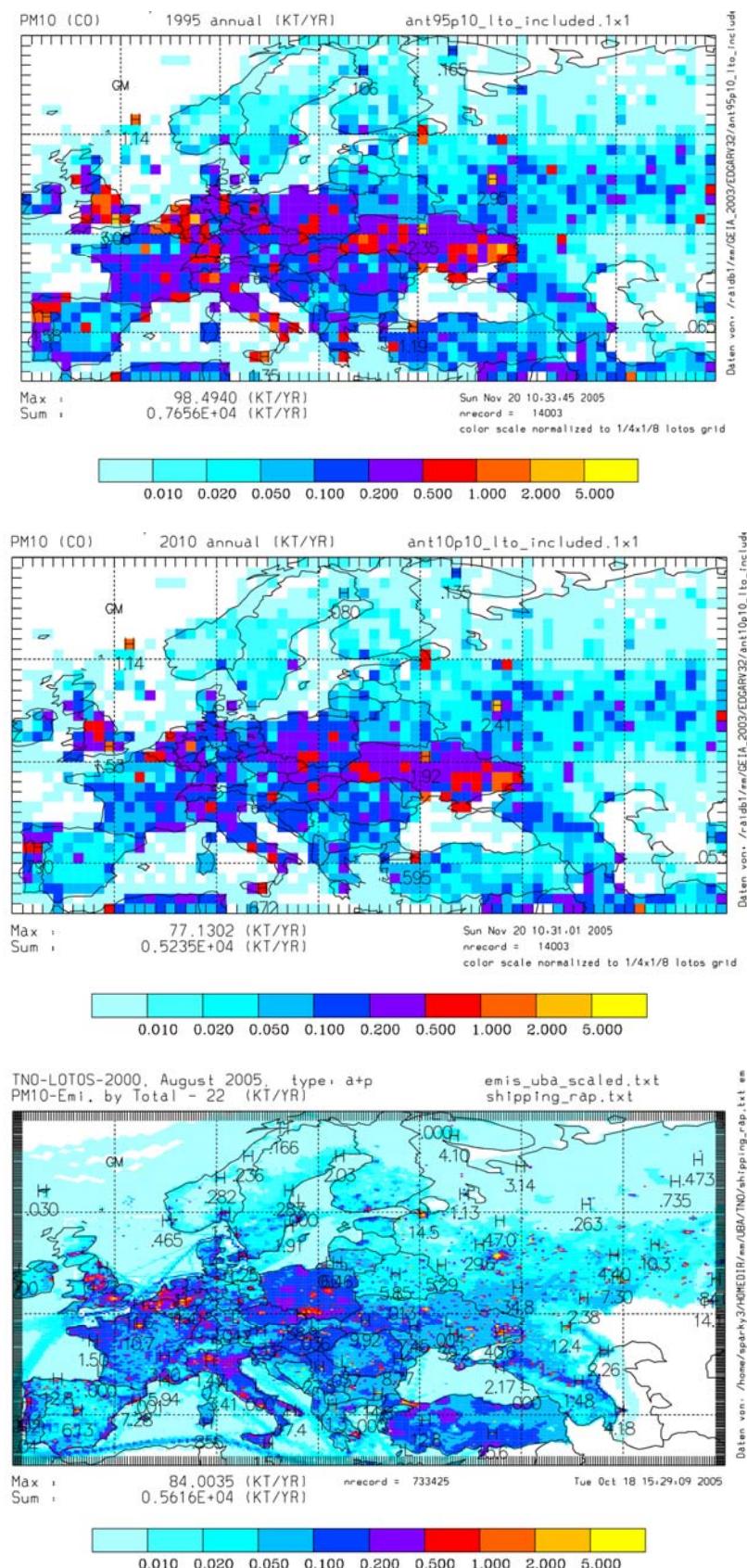


Abbildung 7f: PM₁₀-Emissionen auf dem TNO-LOTOs-Gebiet. Oben: Ausschnitt aus der EDGARV32-Datei (Maschenweite 1x1 Grad; Max. für 1x1 Grad-Gitter), Farbskala normiert auf TNO-LOTOs-Gitterweite, Mitte: Projektion nach 2010 auf der Basis von EDGARV32 mit IPCC-SRES-A1GMINICAM und IIASA, unten: TNO-LOTOs Emissionen für das Jahr 2000; Maschenweite 0.250 x 0.125 Grad.

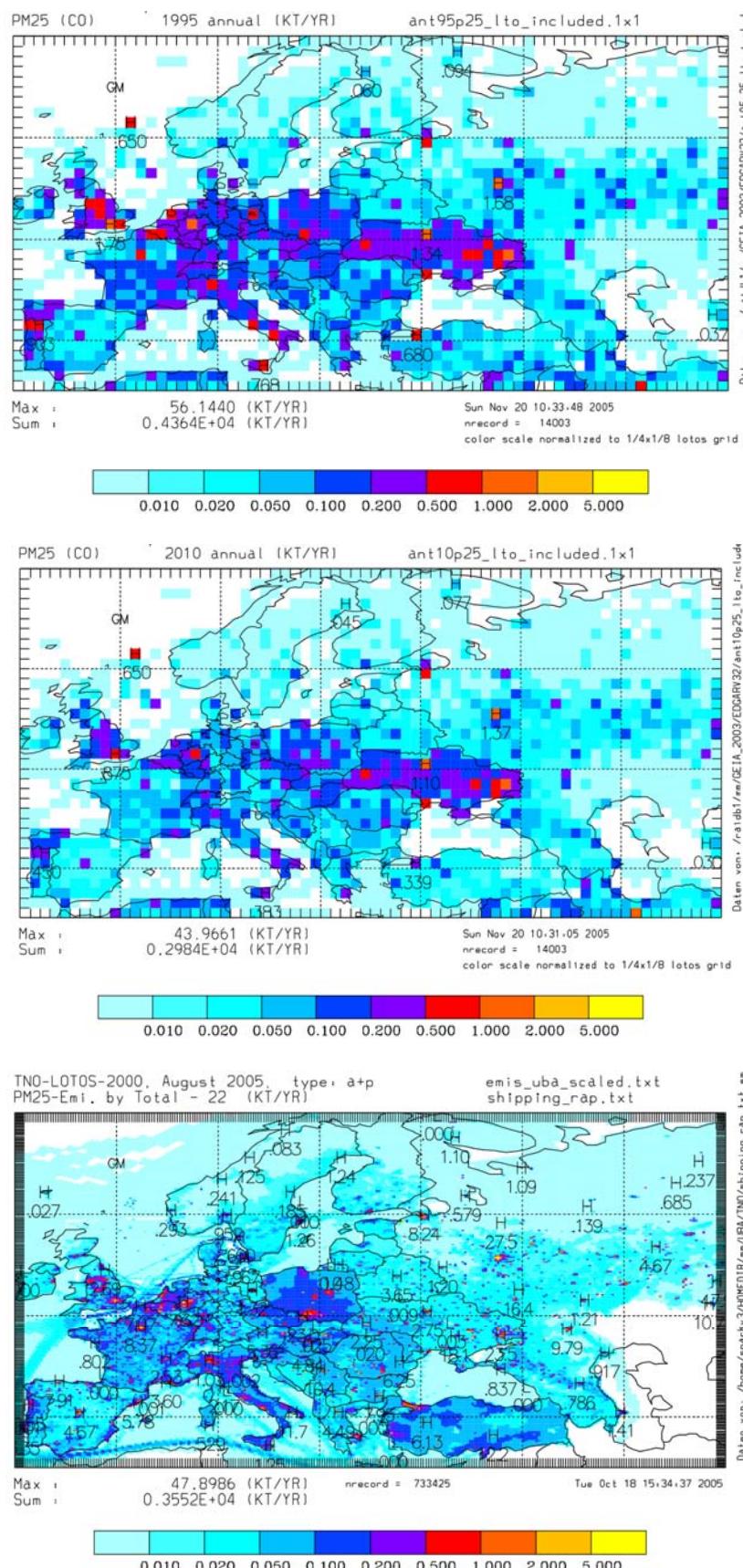


Abbildung 7g: PM_{2.5}-Emissionen auf dem TNO-LOTOs-Gebiet. Oben: Ausschnitt aus der EDGARV32-Datei (Maschenweite 1x1 Grad; Max. für 1x1 Grad-Gitter), Farbskala normiert auf TNO-LOTOs-Gitterweite, Mitte: Projektion nach 2010 auf der Basis von EDGARV32 mit IPCC-SRES-A1GMINICAM und IIASA, unten: TNO-LOTOs Emissionen für das Jahr 2000; Maschenweite 0.250 x 0.125 Grad.

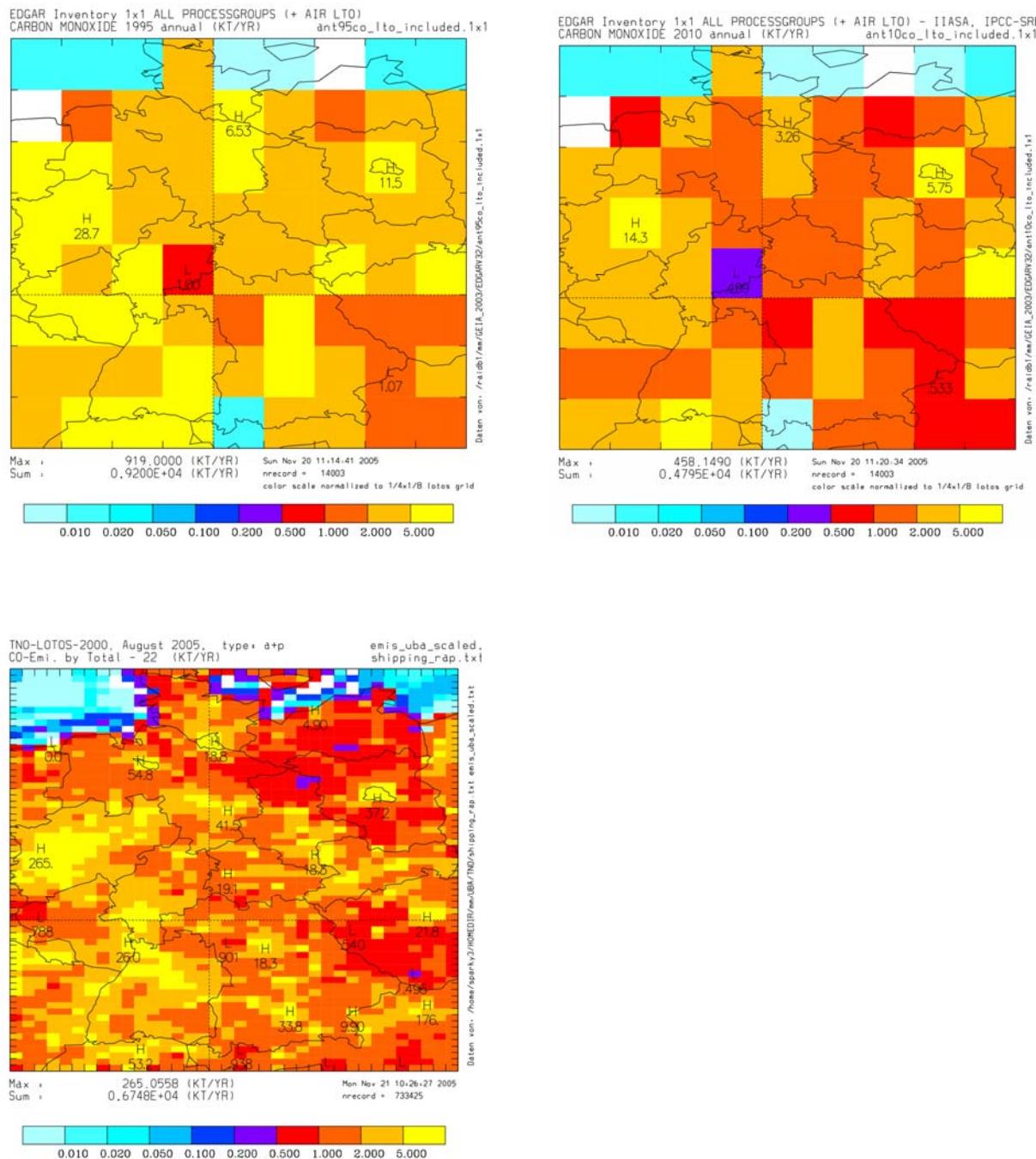


Abbildung 8a: CO-Emissionen für DEU-Gebiet. Oben, links: Ausschnitt aus der EDGARV32-Datei (Maschenweite 1x1 Grad; Max. für 1x1 Grad-Gitter), Farbskala normiert auf TNO-LOTOS-Gitterweite, Oben, rechts: Projektion nach 2010 auf der Basis von EDGARV32 mit IPCC-SRES-A1GMINICAM und IIASA, unten: TNO-LOTOS Emissionen für das Jahr 2000; Maschenweite 0.250 x 0.125 Grad.

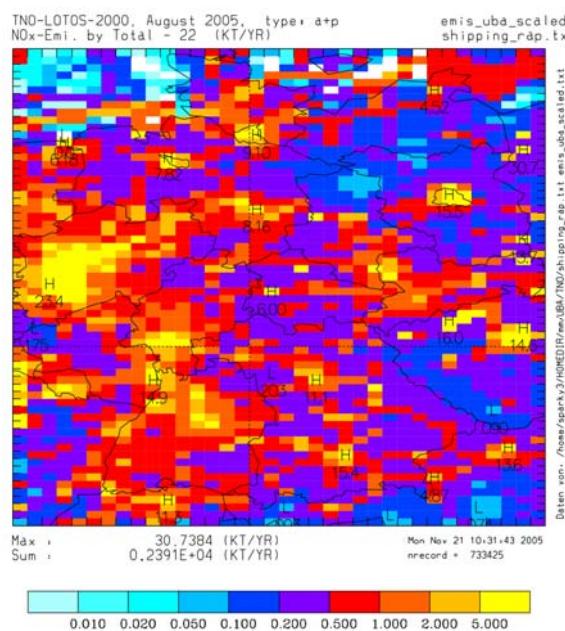
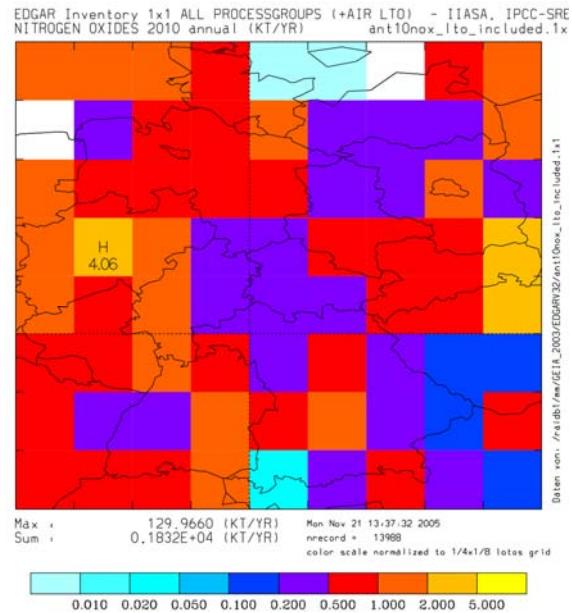
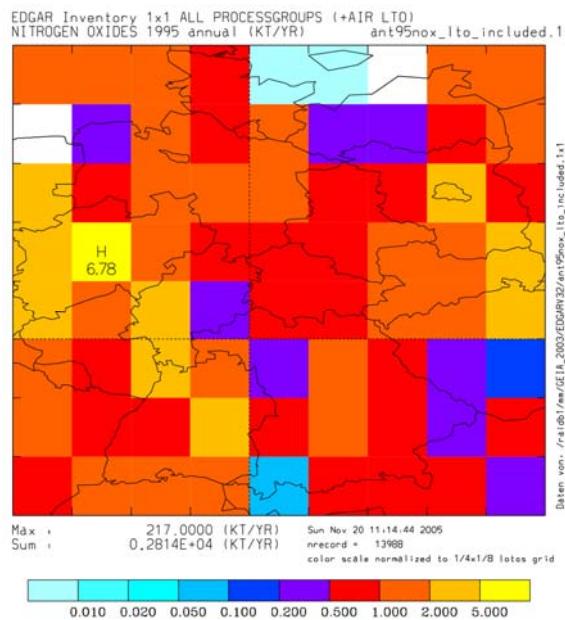


Abbildung 8b: NO_x-Emissionen für DEU-Gebiet. Oben, links: Ausschnitt aus der EDGARV32-Datei (Maschenweite 1x1 Grad; Max. für 1x1 Grad-Gitter), Farbskala normiert auf TNO-LOTOS-Gitterweite, oben, rechts: Projektion nach 2010 auf der Basis von EDGARV32 mit IPCC-SRES-A1GMNICAM und IIASA, unten: TNO-LOTOS Emissionen für das Jahr 2000; Maschenweite 0.250 x 0.125 Grad

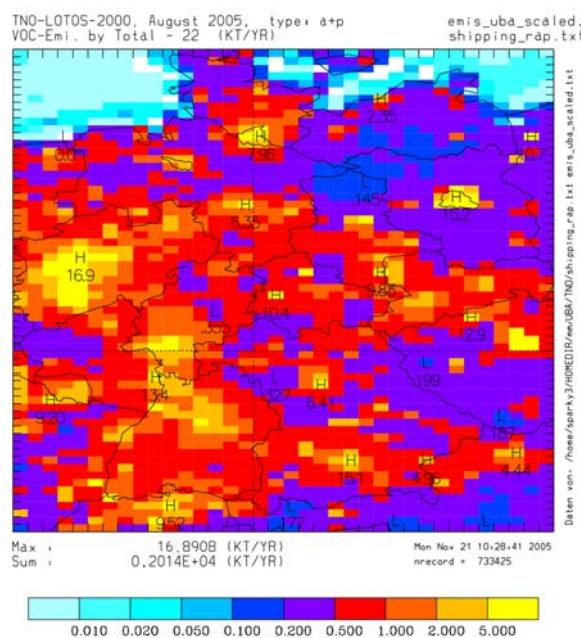
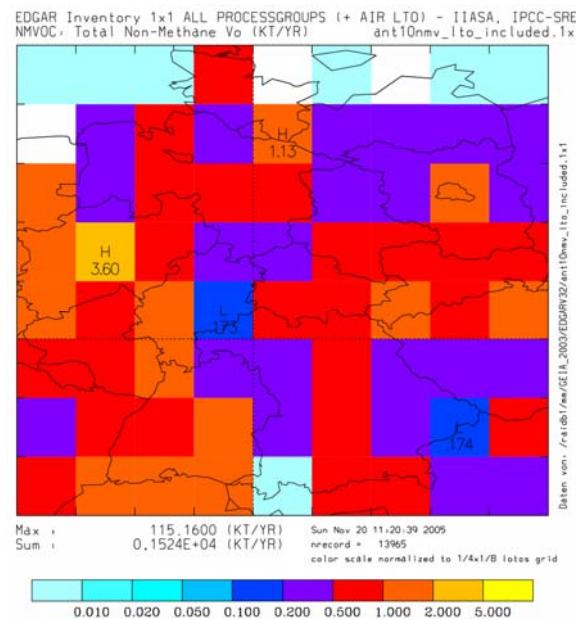
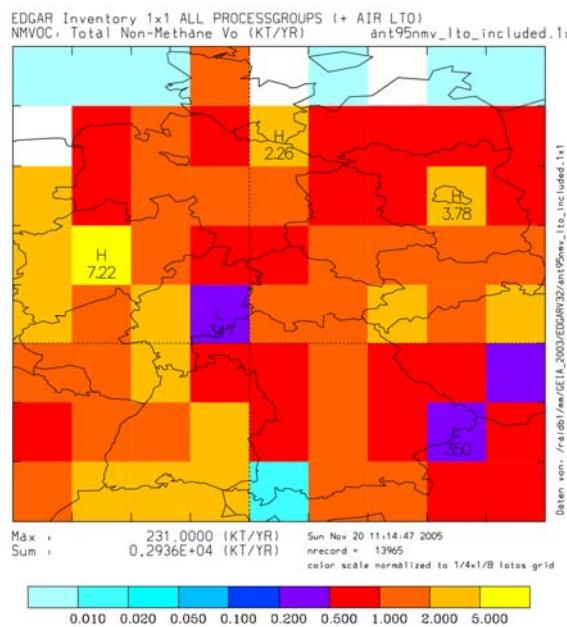


Abbildung 8c: NMVOC-Emissionen für DEU-Gebiet. Oben, links: Ausschnitt aus der EDGARV32-Datei (Maschenweite 1x1 Grad; Max. für 1x1 Grad-Gitter), Farbskala normiert auf TNO-LOTOS-Gitterweite, oben, rechts: Projektion nach 2010 auf der Basis von EDGARV32 mit IPCC-SRES-A1GMICAM und IIASA, unten: TNO-LOTOS Emissionen für das Jahr 2000; Maschenweite 0.250 x 0.125 Grad.

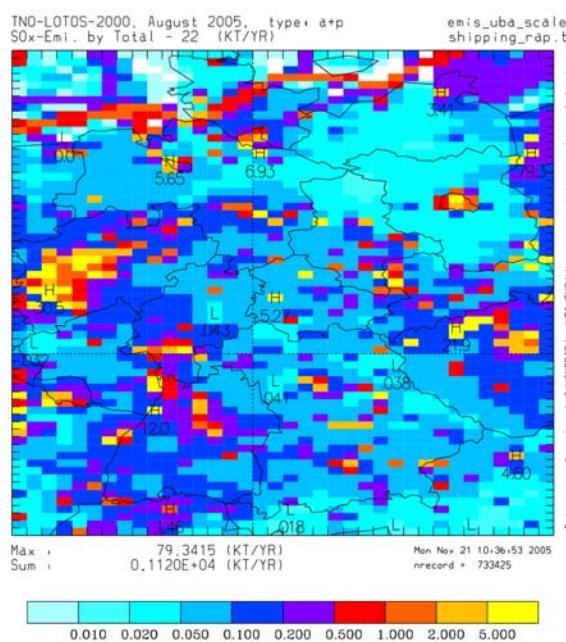
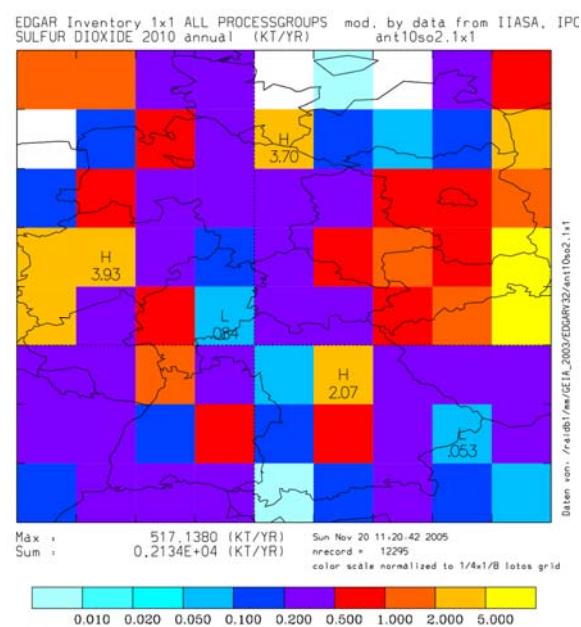
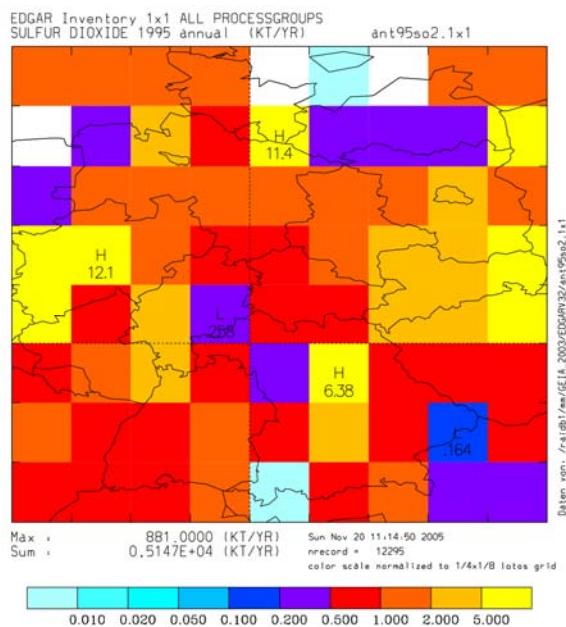


Abbildung 8d: SO_x-Emissionen für DEU-Gebiet. Oben, links: Ausschnitt aus der EDGARV32-Datei (Maschenweite 1x1 Grad; Max. für 1x1 Grad-Gitter), Farbskala normiert auf TNO-LOTOS-Gitterweite, oben, rechts: Projektion nach 2010 auf der Basis von EDGARV32 mit IPCC-SRES-A1GMNICAM und IIASA, unten: TNO-LOTOS Emissionen für das Jahr 2000; Maschenweite 0.250 x 0.125 Grad. Gerade bei den SO_x-Emissionen zeigen sich die Probleme bei der Verwendung nicht harmonisierter E-Daten. In dem dargestellten Gebiet liegen die TNO-LOTOS-Emissionen deutlich niedriger als die Projektion auf der Basis der EDGARV32-Emissionsdaten erzeugten Daten für 2010. Und dies, obwohl die verwendeten Reduktionsfaktoren für diese Region im IIASA-CLE-Szenario deutlich niedriger liegen als diejenigen, die im IPCC-SRES-A1GMNICAM-Szenario verwendet werden.

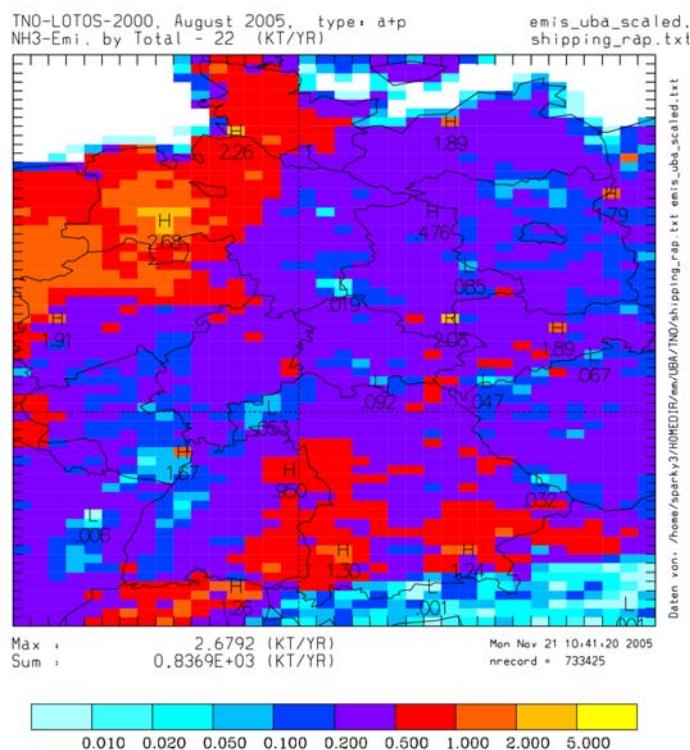
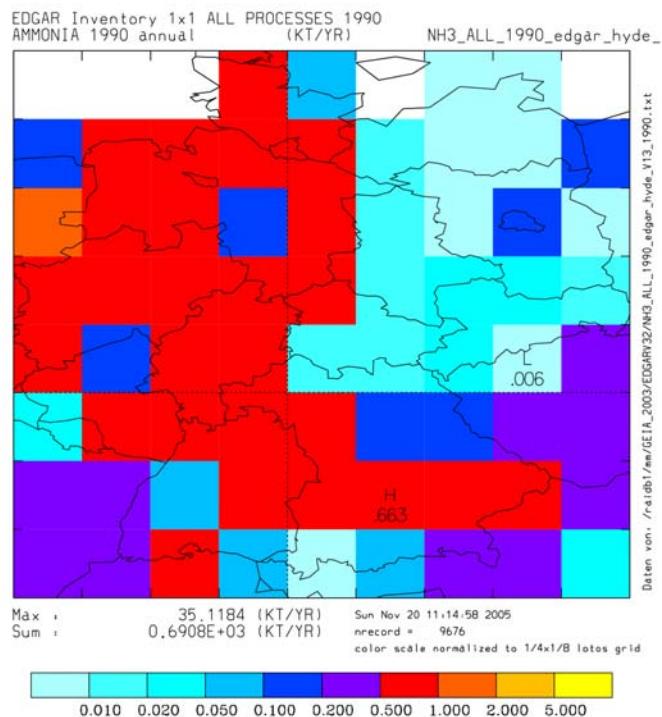


Abbildung 8e: NH₃-Emissionen für DEU-Gebiet. Oben: Ausschnitt aus der EDGARV13-Datei (Maschenweite 1x1 Grad; Max. für 1x1 Grad-Gitter), Farbskala normiert auf TNO-LOTOs-Gitterweite unten: TNO-LOTOs Emissionen für das Jahr 2000; Maschenweite 0.250 x 0.125 Grad.

Wegen der unsicheren Datenlage wurden bei Ammoniak keine Extrapolationen von dem aus EDGARV13 für 1990 vorliegenden Datensatz vorgenommen. Der Datensatz wurde ohne weitere Veränderungen sowohl für den Basislauf 2001 wie auch für den Szenariolauf 2010 sowie für 1999 verwendet.

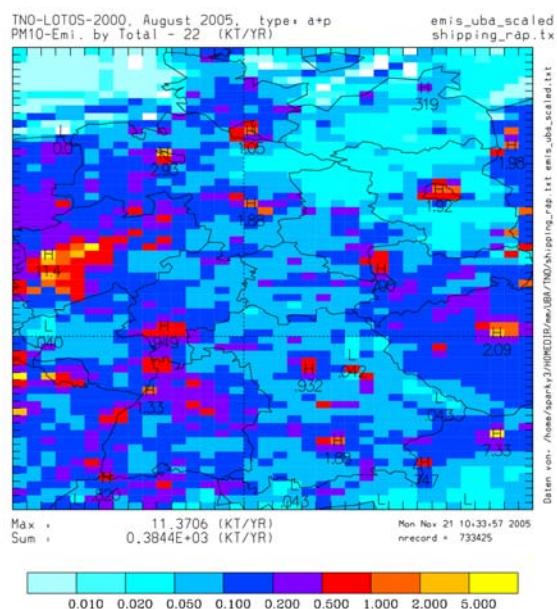
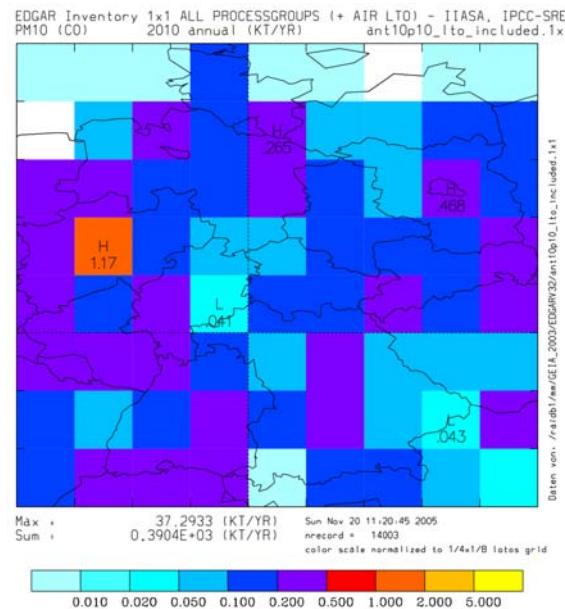
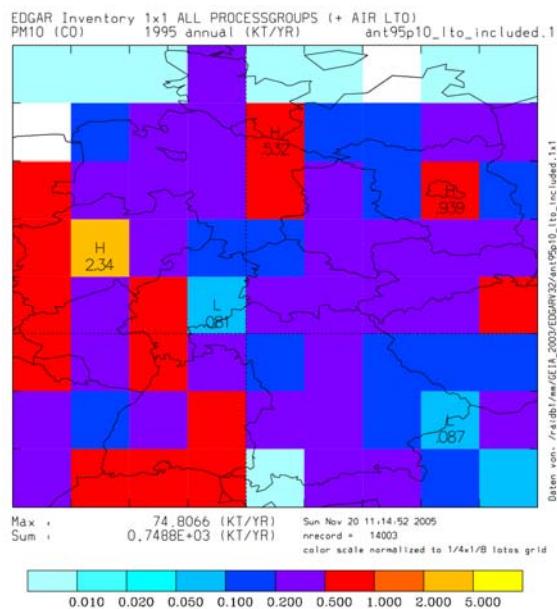


Abbildung 8f: PM₁₀-Emissionen für DEU-Gebiet. Oben, links: Ausschnitt aus der EDGARV32-Datei (Maschenweite 1x1 Grad; Max. für 1x1 Grad-Gitter), Farbskala normiert auf TNO-LOTOS-Gitterweite, oben, rechts: Projektion nach 2010 auf der Basis von EDGARV32 mit IPCC-SRES-A1GMICAM und IIASA, unten: TNO-LOTOS Emissionen für das Jahr 2000; Maschenweite 0.250 x 0.125 Grad.

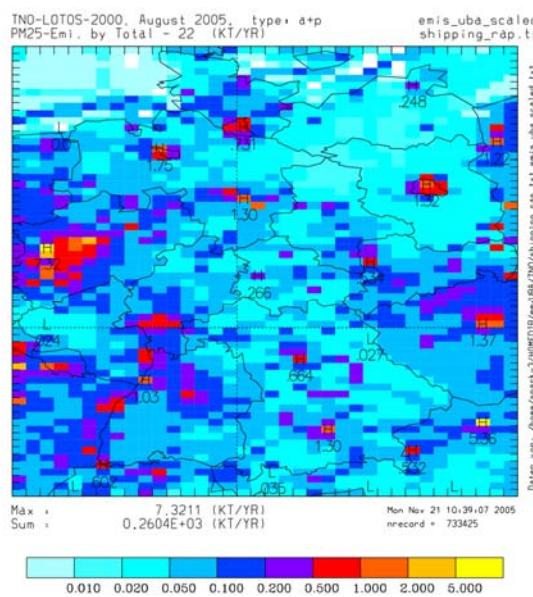
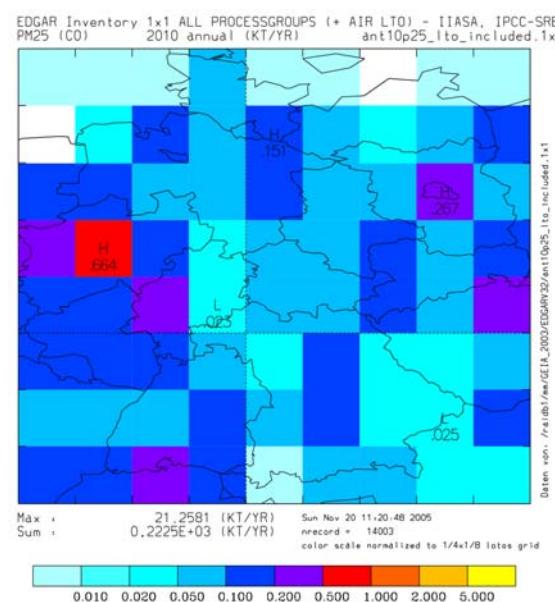
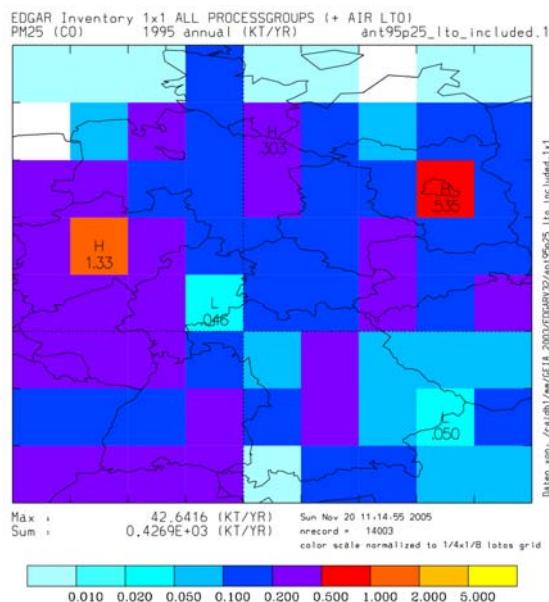


Abbildung 8g: PM_{2,5}-Emissionen für DEU-Gebiet. Oben, links: Ausschnitt aus der EDGARV32-Datei (Maschenweite 1x1 Grad; Max. für 1x1 Grad-Gitter), Farbskala normiert auf TNO-LOTOs-Gitterweite, oben, rechts: Projektion nach 2010 auf der Basis von EDGARV32 mit IPCC-SRES-A1GMNICAM und IIASA, unten: TNO-LOTOs Emissionen für das Jahr 2000; Maschenweite 0.250 x 0.125 Grad.

Danksagung

Besonderer Dank gilt den Institutionen, die Emissionsdaten zur Verfügung stellten, sei es per Datenträger oder durch das Internet (TNO, EMEP, IPCC-SRES, IIASA). Ausdrücklich erwähnt sei die Hilfe durch Prof. P.B. Builtjes und A.J.H. Vischedijk (TNO) bei der Klärung offener Fragen in Zusammenhang mit den Emissionsdaten der TNO.

Literatur

Cofala, J., M. Amann, R. Mechler: Scenarios of World Anthropogenic Emissions of Air Pollutants and Methane up to 2030, in Internal report of the Transboundary Air Pollution Programme, pp. 17, <http://www.iasa.ac.at/rains/global emiss/global emiss.html>, International Institute for Applied Systems Analysis, Laxenburg, Austria, 2005.

Dentener, F., D. Stevenson, J. Cofala, R. Mechler, M. Amann, P. Bergamaschi, F. Raes, R. Derwent: The impact of air pollutant and methane emission controls on tropospheric ozone and radiative forcing: CTM calculations for the period 1990 – 2030. *Atmos. Chem. Phys.*, 5, 1731-1755, 2005.