

Bericht zum Forschungs- und Entwicklungsvorhaben FKZ 204 42 202/03 auf dem Gebiet des Umweltschutzes „Entwicklung von Modellen zur Identifizierung von Schadstoffquellen -insbesondere im Verkehrsbereich- im Rahmen der 22. BImSchV - Dokumentation, Weiterentwicklung, Validierung und Maßnahmenplanung für ein bundeseinheitliches Vorgehen“

Erstellung einer hoch aufgelösten Emissionsdatenbasis für Deutschland und Europa, Bezugsjahre 2000, 2010 und 2020

Rainer Stern



**Freie Universität Berlin
Institut für Meteorologie
Troposphärische
Umweltforschung**

Carl-Heinrich-Becker-Weg 6-10
12165 Berlin

Januar 2006

Bericht zum Forschungs- und Entwicklungsvorhaben FKZ 204 42 202/03 auf dem Gebiet des Umweltschutzes „Entwicklung von Modellen zur Identifizierung von Schadstoffquellen -insbesondere im Verkehrsbereich- im Rahmen der 22. BImSchV - Dokumentation, Weiterentwicklung, Validierung und Maßnahmenplanung für ein bundeseinheitliches Vorgehen“

Erstellung einer hoch aufgelösten Emissionsdatenbasis für Deutschland und Europa, Bezugsjahre 2000 und 2010

Rainer Stern

für:

Umweltbundesamt
II 6.1
Postfach 1406
06813 Dessau

Institut für Meteorologie
Freie Universität Berlin

Januar 2006

Berichts-Kennblatt

BerichtsnummerUBA-FB	2.	3.
4. Titel des Berichts Erstellung einer hoch aufgelösten Emissionsdatenbasis für Deutschland und Europa, Bezugsjahre 2000, 2010 und 2020 , Gridded European anthropogenic emission data for Nox, SO2,NMVOC, NH3, CO, PM10, PM2.5 and CH4 for the year 2000		
5. Autor(en), Name(n), Vorname(n) Stern, Rainer Vischedijk, A.; Denier van der Gon, H.		8. Abschlußdatum Januar 2006
6. Durchführende Institution (Name, Anschrift) Freie Universität Berlin, Institut für Meteorologie Carl-Heinrich-Becker-Weg 6-10 12165 Berlin TNO, P.O. Box 342, 7300 AH Apeldoorn, The Netherlands		9. Veröffentlichungsdatum Januar 2006
		10. UFOPLAN-Nr. 204 42 202/03
		11. Seitenzahl 111
		12. Literaturangaben 40
7. Fördernde Institution (Name, Anschrift) Umweltbundesamt, Postfach 1406, D-06813 Dessau		13. Tabellen und Diagramme 32-
		14. Abbildungen 29
15. Zusätzliche Angaben		
16. Kurzfassung Der Bericht beschreibt die Entwicklung einer europäischen Emissionsdatenbasis für NOx, SO2, NMVOC, CH4, NH3, PM und CO Emissionen in einer geographischen Auflösung von 0.25° Länge und 0.125° Breite. Das Referenzjahr ist 2000. Die sektorspezifischen Emissionen der einzelnen Länder entsprechen weitgehend den nationalen Emissionen, die von den europäischen Ländern an EMEP übermittelt werden. Diese Emissionen wurden weiter an die sogenannten "Baseline Szenarien" des CAFE Programms, Stand Oktober 2004, angepasst. Die sektorspezifischen Emissionen für Deutschland sind detailliert in Tabellen für das Referenzjahr 2000 sowie die Emissionsabschätzungen des CLE-Szenarios 2010 und 2020 dargestellt.		
17. Schlagwörter Emissionserhebung, CAFE-Programm, Emissionsfaktoren, Aktivitätsfaktoren, Emissionsrasterung		
18. Preis	19.	20.

Report Cover Sheet

Report No.UBA-FB BBBB	2.	3.
4. Report Title Gridded European anthropogenic emission data for Nox, SO₂, NMVOC, NH₃, CO, PM₁₀, PM_{2.5} and CH₄ for the year 2000 Erstellung einer hoch aufgelösten Emissionsdatenbasis für Deutschland und Europa, Bezugsjahre 2000, 2010 und 2020		
5. Autor(s), Family Name(s), First Name(s) Vischedijk, A.; Denier van der Gon, H. Stern, Rainer		8. Report Date January 2006
6. Performing Organisation (Name, Address) Freie Universität Berlin, Institut für Meteorologie Carl-Heinrich-Becker-Weg 6-10 12165 Berlin TNO, P.O. Box 342, 7300 AH Apeldoorn, The Netherlands		9. Publication Date January 2006
		10. UFOPLAN-Ref. No. 20442 202/3
		11. No. of Pages 111
7. Sponsoring Agency (Name, Address) Umweltbundesamt, Postfach 1406, D-06813 Dessau		12. No. of Reference 40
		13. No. of Tables, Diagrams 32
		14. No. of Figures 29
15. Supplementary Notes		
16. Abstract The report describes mainly TNO's work on the development of a gridded anthropogenic emissions data base for Europe including NO_x, SO₂, NMVOC, CH₄, NH₃, PM and CO emissions on a geographical resolution of 0.25° Longitude and 0.125° Latitude. The reference year is 2000. The emission sectoral totals are as far as possible conform to the country emissions submissions to EMEP and were further upgraded to the Baseline scenario's for the CAFÉ program from Oct. 2004. The German sectoral emissions for 2000 and for the CLE scenario 2010 and 2020 are presented in detailed tables.		
17. Keywords Emissions data, CAFÉ program, emissions factors, activity data, emissions gridding		
18. Price	19.	20.

Inhaltsverzeichnis

1.	EINLEITUNG	1
2.	BASISEMISSIONEN 2000, 2010 UND 2020	2
3.	LITERATUR	21
4.	ABBILDUNGSVERZEICHNIS	22
5.	TABELLENVERZEICHNIS	23
6.	ANHANG: TNO-BERICHT “GRIDDED EUROPEAN ANTHROPOGENIC EMISSION DATA FOR NOX, SO2,NMVOC, NH3, CO, PM10, PM2.5 AND CH4 FOR THE YEAR 2000”	24

1. Einleitung

Die in den bisherigen großräumigen Anwendungen des REM-CALGRID-Modells (Stern 2003, 2004) benutzten Emissionsdaten beruhten zum einen auf der von der TNO (Bultjes et al., 2002) auf der Basis von CORINAIR-Informationen erstellten europaweiten Emissionsdatenbasis, die den Stand der Emissionen von 1995 repräsentiert. Die Fortschreibung für die Jahre 1996 bis 2000 erfolgte mit verursacherspezifischen Faktoren. Zum anderen wurden auch die von EMEP für die internationalen Modellvergleiche „EURODELTA“ und „TFMM“ zur Verfügung gestellten Daten für das Basisjahr 1999/2000 benutzt (Stern, 2004). Diese Daten beruhen auf den offiziellen Daten der europäischen Länder (EMEP, 2003). Wie die TNO-Datenbasis sind sie sektorspezifisch in die CORINAIR-SNAP-Codes unterteilt. Die Auflösung der TNO-CORINAIR-Datenbasis beträgt $0,25^\circ$ Breite und $0,5^\circ$ Länge. Die horizontale Auflösung der EMEP-Daten beträgt 50 km in der Orientierung des EMEP-Modellrasters.

Das RCG-Modell benutzte bisher standardmäßig für europaweite Berechnungen ein geographisches Koordinatensystem mit einer Auflösung von $0,5^\circ$ Länge und $0,25^\circ$ Breite. Die TNO-CORINAIR-Daten sind damit direkt für dieses Raster verwendbar. Die EMEP-Daten liegen in einer stereographischen Projektion vor, die in 60° N flächentreu ist. Die y-Achse des EMEP-Gitters deckt sich mit dem Längengrad 32° . Die Nutzung der EMEP-Emissionsdaten erfordert daher die vorherige Transformation der Daten aus dem EMEP-Gitter in das RCG-Gitter. Das dafür entwickelte Verfahren ist in Stern (2004) beschrieben. Die Transformation von Emissionsdaten in ein anderes Gitter führt aber immer zu Informationsverlusten, die sich nachteilig auf die Rechnungen auswirken können (siehe Stern, 2004).

Ein wesentlicher Anwendungsbereich des REM-CALGRID-Modells ist die Bereitstellung deutschlandweiter Hintergrundinformationen. Dazu soll die Möglichkeit geschaffen werden, die Auflösung für Deutschland flächenmäßig um das 4fache erhöhen zu können, d. h. auf $0,25^\circ$ Länge und $0,125^\circ$ Breite. Dies entspricht einer Gittergröße von circa 16-18 km (Nord-Süd-Richtung) x 14 km (Ost-West-Richtung). Abbildung 1 zeigt dieses Gitter für Deutschland. In diesem Vorhaben wurde daher von der TNO eine neue Emissionsdatenbasis mit dem Bezugsjahr 2000 erstellt, die direkt in der feinen Auflösung erhoben wurde, wodurch es zu keinen Transformationsverlusten kommen kann.

Die Fortschreibung und Ergänzung der europaweiten Emissionsdatenbasis auf das Basisjahr 2000 umfasst die Stoffe SO_2 , NO_x , VOC, CO, NH_3 , PM₁₀, PM_{2.5}. Die Auflösung beträgt $0,25^\circ$ Länge und $0,125^\circ$ Breite. Die Arbeiten zur Erstellung der neuen Datenbasis erfolgten in 2 Schritten:

- Eine direkte Fortschreibung der vorhandenen CORINAIR-Daten auf SNAP-1 level von 1995 auf 2000 auf der Basis der neuesten Information über die räumliche Emissionsverteilung und die nationalen Gesamtsummen.
- Abgleich der Datenbasis 2000 und 2010 auf nationaler Ebene mit den von EMEP im Rahmen des CAFE-BASELINE-Prozesses verwendeten Emissionsdaten für 2000 und 2010 (Amann et al., 2005). Die dazu verwendeten EMEP-Emissionen wurden von EMEP im Dezember 2004 zur Verfügung gestellt.

Die Grundlagen der Emissionserhebung sind im Detail in dem beigefügten Bericht der TNO (Anhang) beschrieben. Im Folgenden werden daher nur die Ergebnisse der Emissionserfassung mit einer speziellen Sicht auf Deutschland zusammengefasst. Die Erstellung der CLE-Emissionen 2010 und 2020 erfolgte an der FUB auf Basis der von der TNO gelieferten Informationen. Die TNO hat dazu die Basisemissionen 2000 geliefert. Auch die Erstellung der Schnittstelle zum REM-CALGRID-Modell wurde an der FUB vorgenommen.

2. Basisemissionen 2000, 2010 und 2020

In Tabelle 1 sind die Länder zusammengestellt, für die Emissionsabschätzungen vorliegen. Tabelle 2 zeigt die entsprechenden Jahresemissionen 2000 in kt/Jahr. Die Schiffsemissionen sind unter dem Begriff „Shipping“ zusammengefasst. Eine Aufschlüsselung der deutschen Emissionen in die SNAP-Verursachergruppen zeigt die Tabelle 3. Die PM10-Emissionen enthalten die durch Reifen- und Bremsabrieb verursachten Emissionen, aber nicht die durch die Kfz-Bewegung verursachte Aufwirbelung von Straßenstaub. In Tabelle 4 und Tabelle 5 sind die Emissionen für das CLE-Szenario 2010 zusammengestellt. Tabelle 6 und Tabelle 7 zeigen die prozentualen Änderungen der Emissionen von 2000 auf 2010, bezogen auf 2000. In Tabelle 8 bis Tabelle 11 sind die entsprechenden Informationen für 2020 zusammengefasst. Die Änderung der fein aufgelösten TNO-Emissionen von 2000 nach 2010 bzw. 2020 entspricht auf nationaler Ebene exakt der Änderung der EMEP-Emissionen. Gemittelt über ganz Deutschland vermindern sich die NO_x-Emissionen bis 2010 um circa 29%. Die aufgrund des CLE-Szenarios berechnete mittlere NMVOC-Abnahme in Deutschland beträgt circa 31%, die SO₂-Abnahme 30% und die PM10-Abnahme 14%. Für 2020 werden für diese Schadstoffe Abnahmen von 45%, 43%, 34% und 20% erwartet.

Abbildung 2 und Abbildung 3 zeigen die Verteilung der Jahresemissionen 2000 für die Stickoxide, die Kohlenwasserstoffe, PM10 und SO₂ in Europa. Die entsprechenden Verteilungen für Deutschland zeigen die Abbildung 4 und die Abbildung 5. In Abbildung 6 und Abbildung 7 sind für Deutschland die Emissionsänderungen dargestellt, die sich aufgrund des CLE-Szenarios bis 2010 ergeben werden.

Gemittelt über ganz Deutschland vermindern sich die NO_x-Emissionen bis 2010 um circa 29%. In vom Straßenverkehr dominierten Bereichen kommt es zu Abnahmen der NO_x-Emissionen zwischen 30 und 40% (Abbildung 6 oben). Die aufgrund des CLE-Szenarios berechnete mittlere NMVOC-Abnahme in Deutschland beträgt circa 31%, die SO₂-Abnahme 30% und die PM10-Abnahme 14%. Die Bandbreite der Emissionsabnahmen liegt für die Kohlenwasserstoffe in Deutschland zwischen -5 % und -40% (Abbildung 6 unten), für PM10 zwischen 0 und -20% (Abbildung 7 oben) und für SO₂ zwischen -10% und -60% (Abbildung 7 unten).

TNO No.	TNO abbr.	EMEP abbr.	EMEP No.	Country
1	BLR	BY	39	Belarus
2	ALB	AL	1	Albania
3	ARM	AM	56	Armenia
4	AUT	AT	2	Austria
5	GEO	GE	54	Georgia
6	BEL	BE	3	Belgium
7	BGR	BG	4	Bulgaria
8	BIH	BA	50	Bosnia and Herzegovina
9	CHE	CH	24	Switzerland
10	CYP	CY	55	Cyprus
11	CZE	CZ	46	Czech Republic
12	DEU	DE	60	Germany
13	DNK	DK	6	Denmark
14	ESP	ES	22	Spain
15	EST	EE	43	Estonia
16	FIN	FI	7	Finland
17	FRA	FR	8	France
18	GBR	GB	27	United Kingdom
19	GRC	GR	11	Greece
20	HUN	HU	12	Hungary
21	IRL	IE	14	Ireland
22	ITA	IT	15	Italy
23	LTU	LT	45	Lithuania
24	LUX	LU	16	Luxembourg
25	LVA	LV	44	Latvia
26	MDA	MD	41	Republic of Moldova
27	MKD	MK	52	The former Yugoslavia
28	NLD	NL	17	Netherlands
29	NOR	NO	18	Norway
30	POL	PL	19	Poland
31	PRT	PT	20	Portugal
32	ROM	RO	21	Romania
33	RUS	RU	61	Russian Federation
34	SVK	SK	47	Slovakia
35	SVN	SI	48	Slovenia
36	SWE	SE	23	Sweden
37	TUR	TR	25	Turkey
38	UKR	UA	40	Ukraine
39	YUG	YU	51	Yugoslavia
40	HRV	HR	49	Croatia
41	AZE	AZE	69	Azerbaijan
42	SHP	ATL	32	ALL OCEANS

Tabelle 1: TNO, beziehungsweise EMEP Ländernummerierung und Länderkürzel

Country, 2000 kt/y	NOX	NMVOC	SOX	NH3	CO	PM25	PM10
Belarus	247.8	228.7	351.3	128.1	717.5	36.5	56
Albania	21.6	29.4	32.3	22.4	102	6.5	9
Armenia	8.6	26	6.9	1.5	74.4	4.5	5.8
Austria	191.6	190.6	38	53.5	858.7	36.5	48.5
Georgia	43.6	51	14.4	38.1	180.7	7	10.1
Belgium	333.3	241.7	187.3	81.1	1099.6	42.2	68.5
Bulgaria	190.6	136.2	1312.9	91.8	667.3	56.6	92.3
Bosnia and Herzegovi	52.8	40.3	420	17.3	193	20.3	48.1
Switzerland	97.1	146.9	20.3	66.1	393.8	10.1	15.1
Cyprus	0	0	0	0.2	0	0.8	1.3
Czech Republic	320.2	243.8	250.7	73.7	648	71.4	109.3
Germany	1656.6	1521.6	641.2	638.2	4768	167.4	255
Denmark	206.9	127.9	28.4	90.8	578.6	21.9	31.9
Spain	1328	1115.8	1486.1	394.2	2774	165.3	228.9
Estonia	37.4	37	91.2	9.6	201.7	21.7	41.6
Finland	213	169.3	79.4	34.7	526.3	35.7	42.6
France	1443.7	1540.8	646.4	728.4	6639.6	285.8	367.7
United Kingdom	1749.6	1457.2	1188.7	314.7	4025	125.2	196.9
Greece	321.3	280.2	477.5	55	1531	48.7	65.2
Hungary	187.7	151	487.4	77.8	633	59.6	85.9
Ireland	129.4	87.6	132.4	126.8	279.6	13.7	20.9
Italy	1387.8	1728.3	755.3	433.8	5207.2	207.3	270.4
Lithuania	49.1	63.2	43.4	50	281.5	16.9	20.1
Luxembourg	33	13.2	4.1	6.5	48.9	3.2	4.2
Latvia	35.2	32.8	16.8	12.2	272.9	7.4	9.8
Republic of Moldova	18.4	54.6	7.6	33.1	120.3	9.9	16.4
The former Yugoslav	38.4	26.1	90.2	14.7	76.9	9.5	20.9
Netherlands	401.6	264.5	85	156.8	676.5	34.8	56
Norway	210.7	373.8	27.1	25.6	568.2	26.5	31.9
Poland	843.1	581.7	1514.8	309.2	3463	211.5	299.1
Portugal	264.8	261.2	231.6	68.4	675	46.2	58.5
Romania	330.9	378.5	838.5	223.4	2325	106.5	161.2
Russian Federation	1890.6	1908.6	1610.7	1079	8300.3	675.1	1363
Slovakia	106.4	86.4	124.1	31.6	290.1	18	28.5
Slovenia	58	54.2	96.8	18.4	68	15	20.7
Sweden	251.9	305	57.6	53.5	833	66.7	78.2
Turkey	942.4	773.8	2121.9	275	3778.2	302.2	414.1
Ukraine	848.9	929.3	1262.9	466.7	3521.2	282.4	609.5
Yugoslavia	166.4	142.4	396.3	66	553	44.4	91.6
Croatia	87.4	101.9	107.7	32.5	402.1	18.7	28.6
Azerbaijan	90.4	103.2	185.4	50.8	228.9	18.2	26.9
ALL OCEANS	3128.8	64.6	2169.2	0	261.3	192.2	202.3

Tabelle 2: Europäische Emissionen 2000 in kt/Jahr

Germany Emissions 2000 kt/y	NOX	NMVOC	SOX	NH3	CO	PM25	PM10
Energy transformation	258.7	24.7	310.6	0	102	17	22
Small combustion sources	108.4	60.7	101.1	0	919	16.9	19.2
Industrial combustion	161.6	6.6	109.1	0	663	15.1	19.9
Industrial process emissions	27.1	112	93.2	11	561	23.9	56.1
Extraction of fossil fuels	0	55.4	0	0	0	1.6	12.9
Solvent and product use	0	742	0	0	0	0	0
Road transport	0	0	21.9	0	0	0	0
Gasoline	365.2	226.7	0	20.5	2226	3.3	3.3
Diesel	519.2	92.7	0	1.4	153	38.7	38.7
Brake and tyrewear	0	0	0	0	0	4.3	16.3
Volatilisation losses	0	77	0	0	0	0	0
Non road transport	216.4	123.8	5.3	0	144	29.2	30.9
Waste handling and disposal	0	0	0	0	0	12.9	12.9
Agriculture	0	0	0	605.3	0	4.5	22.7
Nature	0	0	0	0	0	0	0
Shipping	0	0	0	0	0	0	0
SUM OVER ALL SECTORS	1656.6	1521.6	641.2	638.2	4768	167.4	255

Tabelle 3: Emissionen 2000 in Deutschland aufgeteilt in die SNAP-Verursachergruppen

Country, 2010 kt/y	NOX	NMVOC	SOX	NH3	CO	PM25	PM10
Belarus	270.9	262.3	349.2	146.8	836.9	33.6	48.8
Albania	27.9	35.8	29.9	25.9	160.3	5.4	7
Armenia	8.6	26	6.9	1.5	74.4	4.5	5.8
Austria	159.9	151.7	30.5	56.1	727.2	30.6	42.9
Georgia	43.6	51	14.4	38.1	180.7	7	10.1
Belgium	232.2	150.4	98.5	79.4	305.5	28.2	48.1
Bulgaria	146.7	113.5	978.8	123.5	568.5	46.4	80
Bosnia and Herzegovi	54	46.2	411.1	17.3	159.9	16.9	36.9
Switzerland	71.2	98.6	16.4	62.6	346.2	7.4	12.6
Cyprus	0	0	0	0.2	0	0.8	1.3
Czech Republic	187.1	156.9	120.5	68.3	474.9	34.4	52
Germany	1182.1	1056.6	449.7	623.7	4245.4	133.4	218.6
Denmark	146.7	73.1	17.9	81.3	357.8	16.4	26.2
Spain	970.3	790.3	416.4	381.7	3362.1	109.7	160.3
Estonia	27.6	30.1	43.6	10.8	126.2	12.9	18.2
Finland	151.3	121.5	61.3	33.8	643.6	30.8	37.5
France	1089.4	1012.1	414.3	733.3	4795.3	201.5	280.9
United Kingdom	1085.3	935.3	366.3	322.6	1924.3	78.6	130.3
Greece	266.4	167.8	168.1	53.6	1237	49.1	67.1
Hungary	135.3	95	265.7	82.5	492.4	25.8	37.1
Ireland	99	54.5	32.9	128.8	203.8	11.3	17.8
Italy	1006.1	995.2	375.7	420.8	3650.6	130.8	181.6
Lithuania	41.2	48.7	33.4	55.2	228.2	14.4	17.8
Luxembourg	28.1	9	2.8	6.1	42.1	2.5	3.6
Latvia	28.9	24.4	10.9	13.9	184.6	5.9	7.7
Republic of Moldova	18.4	54.6	7.6	33.1	120.3	9.9	16.4
The former Yugoslav	40.6	32.1	81.9	14.7	214.4	8.2	16.3
Netherlands	315.3	213.2	60.1	144.4	622.8	27.2	49.8
Norway	193	122.3	21	23	1552.2	18.7	23.6
Poland	615.5	418	1046.2	327.9	2862.8	146.5	206.2
Portugal	213.6	176.9	102.7	69.2	1794.3	38.5	48.4
Romania	282.7	347.8	668.4	284.6	1033.9	86.1	135.1
Russian Federation	1890.6	1908.6	1610.7	1079	8300.3	675.1	1363
Slovakia	72.1	65.2	53.6	32	239.8	13.8	21.7
Slovenia	39.4	29.7	22.2	19.9	198.9	10	14
Sweden	200.5	220	59.1	51.3	624	47.2	57.7
Turkey	851.8	656.2	1708.3	240.6	3778	257.8	365.5
Ukraine	848.9	929.3	1262.9	466.7	3521.2	282.4	609.5
Yugoslavia	167.8	154.3	276.8	69.3	572.7	39.3	75.6
Croatia	94.3	104.9	69.4	33.1	479.7	14.4	20.5
Azerbaijan	90.4	103.2	185.4	50.8	228.9	18.2	26.9
ALL OCEANS	3128.8	64.6	2169.2	0	261.3	192.2	202.3

Tabelle 4: Europäische Emissionen 2010 in kt/Jahr. CLE-Szenario

Germany Emissions 2010 kt/y	NOX	NMVOC	SOX	NH3	CO	PM25	PM10
Energy transformation	196.1	24.5	251.1	0	157.8	15.1	19.4
Small combustion sources	106.4	66.8	49.1	0	1407.6	18.1	19.7
Industrial combustion	133	5.5	69.4	0	82.7	14.1	17.9
Industrial process emissions	25.5	102.6	72.6	10.8	468.7	21	50.3
Extraction of fossil fuels	0	30.2	0	0	0	1.4	11.9
Solvent and product use	0	563.4	0	0	0	0	0
Road transport	0	0	6.4	0	0	0	0
Gasoline	233	99.3	0	7	1548.1	1.9	1.9
Diesel	331.2	40.6	0	0.5	106.2	22	22
Brake and tyrewear	0	0	0	0	0	2.5	17.8
Volatilisation losses	0	33.7	0	0	0	0	0
Non road transport	157	90	1.2	0	474.2	19.8	21
Waste handling and disposal	0	0	0	0	0	12.8	12.8
Agriculture	0	0	0	605.4	0	4.7	23.9
Nature	0	0	0	0	0	0	0
Shipping	0	0	0	0	0	0	0
SUM OVER ALL SECTORS	1182.1	1056.6	449.7	623.7	4245.4	133.4	218.6

Tabelle 5: Emissionen 2010 in Deutschland aufgeteilt in die SNAP-Verursachergruppen. CLE-Szenario

Change 2000-2010 %	NOX	NMVOC	SOX	NH3	CO	PM25	PM10
Belarus	9.3	14.7	-0.6	14.6	16.6	-7.9	-12.9
Albania	29.2	21.8	-7.4	15.6	57.2	-16.9	-22.2
Armenia	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Austria	-16.5	-20.4	-19.7	4.9	-15.3	-16.2	-11.5
Georgia	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Belgium	-30.3	-37.8	-47.4	-2.1	-72.2	-33.2	-29.8
Bulgaria	-23.0	-16.7	-25.4	34.5	-14.8	-18.0	-13.3
Bosnia and Herzegovi	2.3	14.6	-2.1	0.0	-17.2	-16.7	-23.3
Switzerland	-26.7	-32.9	-19.2	-5.3	-12.1	-26.7	-16.6
Cyprus	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Czech Republic	-41.6	-35.6	-51.9	-7.3	-26.7	-51.8	-52.4
Germany	-28.6	-30.6	-29.9	-2.3	-11.0	-20.3	-14.3
Denmark	-29.1	-42.8	-37.0	-10.5	-38.2	-25.1	-17.9
Spain	-26.9	-29.2	-72.0	-3.2	21.2	-33.6	-30.0
Estonia	-26.2	-18.6	-52.2	12.5	-37.4	-40.6	-56.3
Finland	-29.0	-28.2	-22.8	-2.6	22.3	-13.7	-12.0
France	-24.5	-34.3	-35.9	0.7	-27.8	-29.5	-23.6
United Kingdom	-38.0	-35.8	-69.2	2.5	-52.2	-37.2	-33.8
Greece	-17.1	-40.1	-64.8	-2.5	-19.2	0.8	2.9
Hungary	-27.9	-37.1	-45.5	6.0	-22.2	-56.7	-56.8
Ireland	-23.5	-37.8	-75.2	1.6	-27.1	-17.5	-14.8
Italy	-27.5	-42.4	-50.3	-3.0	-29.9	-36.9	-32.8
Lithuania	-16.1	-22.9	-23.0	10.4	-18.9	-14.8	-11.4
Luxembourg	-14.8	-31.8	-31.7	-6.2	-13.9	-21.9	-14.3
Latvia	-17.9	-25.6	-35.1	13.9	-32.4	-20.3	-21.4
Republic of Moldova	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
The former Yugoslav	5.7	23.0	-9.2	0.0	178.8	-13.7	-22.0
Netherlands	-21.5	-19.4	-29.3	-7.9	-7.9	-21.8	-11.1
Norway	-8.4	-67.3	-22.5	-10.2	173.2	-29.4	-26.0
Poland	-27.0	-28.1	-30.9	6.0	-17.3	-30.7	-31.1
Portugal	-19.3	-32.3	-55.7	1.2	165.8	-16.7	-17.3
Romania	-14.6	-8.1	-20.3	27.4	-55.5	-19.2	-16.2
Russian Federation	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Slovakia	-32.2	-24.5	-56.8	1.3	-17.3	-23.3	-23.9
Slovenia	-32.1	-45.2	-77.1	8.2	192.5	-33.3	-32.4
Sweden	-20.4	-27.9	2.6	-4.1	-25.1	-29.2	-26.2
Turkey	-9.6	-15.2	-19.5	-12.5	0.0	-14.7	-11.7
Ukraine	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Yugoslavia	0.8	8.4	-30.2	5.0	3.6	-11.5	-17.5
Croatia	7.9	2.9	-35.6	0.0	19.3	-23.0	-28.3
Azerbaijan	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ALL OCEANS	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Tabelle 6: Änderung der Emissionen 2000 nach 2010 in Europa in %, bezogen auf 2000.

Change 2000-2010 %	NOX	NMVOC	SOX	NH3	CO	PM25	PM10
Energy transformation	-24.2	-0.8	-19.2		54.7	-11.2	-11.8
Small combustion sources	-1.8	10.0	-51.4		53.2	7.1	2.6
Industrial combustion	-17.7	-16.7	-36.4		-87.5	-6.6	-10.1
Industrial process emissions	-5.9	-8.4	-22.1	-1.8	-16.5	-12.1	-10.3
Extraction of fossil fuels		-45.5				-12.5	-7.8
Solvent and product use		-24.1					
Road transport			-70.8				
Gasoline	-36.2	-56.2		-65.9	-30.5	-42.4	-42.4
Diesel	-36.2	-56.2		-64.3	-30.5	-43.2	-43.2
Brake and tyrewear						-41.9	9.2
Volatilisation losses		-56.2					
Non road transport	-27.4	-27.3	-77.4		229.3	-32.2	-32.0
Waste handling and disposal						-0.8	-0.8
Agriculture				0.0		4.4	5.3
Nature							
Shipping							
SUM OVER ALL SECTORS	-28.6	-30.6	-29.9	-2.3	-11.0	-20.3	-14.3

Tabelle 7: Änderung der deutschen Emissionen 2000 nach 2010 in %, bezogen auf 2000.

Country, 2020 kt/y	NOX	NMVOC	SOX	NH3	CO	PM25	PM10
Belarus	285.4	258	295.7	146.6	951.1	79.8	159.3
Albania	34.4	40.2	31.4	25.9	196.1	5.7	6.9
Armenia	8.6	26	6.9	1.5	74.4	4.5	5.8
Austria	122.6	157.4	28.5	54.3	694.6	25.1	37.1
Georgia	43.6	51	14.4	38.1	180.7	7	10.1
Belgium	196.5	175.3	96.7	76.1	286.4	21.1	39.6
Bulgaria	105.4	89.5	827.9	123.6	392.9	38.4	66.2
Bosnia and Herzegovi	56.1	51	380.2	17.3	203.1	15.6	33.1
Switzerland	59.4	95.9	13.9	60.5	331.1	6.3	11.6
Cyprus	0	0	0	0.2	0	0.8	1.3
Czech Republic	117.1	137.1	69.9	64	437.8	22.9	37.4
Germany	906.4	867.2	426	606.3	3999.5	116.6	203.7
Denmark	104.7	81.3	14.2	90.9	309.2	14.6	24.4
Spain	667.7	794.4	352.5	369.6	3175.6	86.4	138.1
Estonia	16.1	28.6	11.4	12.2	105.3	6.5	8.9
Finland	112.4	103.4	62.1	36.5	602	26.1	32.5
France	812.4	937	338.9	701.2	4575.6	161.8	247.9
United Kingdom	802.8	863.3	223.7	306.5	1809.7	65.5	115.7
Greece	227.3	166	110.3	52.4	1120.4	44.2	62.3
Hungary	92.4	72.2	94.7	85.4	486.5	24	36.9
Ireland	61.2	69.7	20.2	122.7	191.7	8.3	14.4
Italy	669.2	732.5	298.1	401.6	3085.4	93.1	143.7
Lithuania	29	37.7	25.1	57.4	155.5	11.7	15.3
Luxembourg	18	11.8	2.4	3.9	37	2.2	3.4
Latvia	17.7	14.3	9.4	16	133	4.5	6.4
Republic of Moldova	18.4	54.6	7.6	33.1	120.3	9.9	16.4
The former Yugoslav	39.8	36.3	72.1	14.7	248	7.6	14.1
Netherlands	258.6	241.9	69.8	149.6	678.4	25.1	47.9
Norway	189.2	146.7	22	26.8	1542.4	39.9	44.9
Poland	393.3	417	722.4	335	3068.3	103.6	155
Portugal	166.8	257.8	86.6	67.4	1810.4	36.3	47.2
Romania	192.7	286.8	405.1	284.6	845.4	67.4	101.5
Russian Federation	1890.6	1908.6	1610.7	1079	8300.3	675.1	1363
Slovakia	51.8	62.3	38.3	32.6	231.4	12.6	20.5
Slovenia	27.7	25.3	18.6	19.6	203.5	7.3	11
Sweden	150.4	168	61.7	48.4	598.2	17.3	26.8
Turkey	951.1	725.6	1821	321	3778.2	223	419.9
Ukraine	848.9	929.3	1262.9	466.7	3521.2	282.4	609.5
Yugoslavia	173.1	144.2	167.5	69.3	638.9	41.1	77.8
Croatia	100.6	107.2	65.2	33.1	514.4	14.4	19.8
Azerbaijan	90.4	103.2	185.4	50.8	228.9	18.2	26.9
ALL OCEANS	3128.8	64.6	2169.2	0	261.3	192.2	202.3

Tabelle 8: Europäische Emissionen 2020 in kt/Jahr. CLE-Szenario

Germany Emissions 2020 kt/y	NOX	NMVOC	SOX	NH3	CO	PM25	PM10
Energy transformation	188.2	25.6	238.5	0.0	169.4	14.4	19.2
Small combustion sources	107.0	68.0	45.0	0.0	1429.1	18.2	19.7
Industrial combustion	129.0	5.0	60.1	0.0	78.6	14.7	18.6
Industrial process emissions	25.6	102.2	74.3	10.8	570.7	21.6	51.5
Extraction of fossil fuels	0.0	29.0	0.0	0.0	0.0	1.3	11.0
Solvent and product use	0.0	473.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Road transport	0.0	0.0	6.6	0.0	0.0	0.0	0.0
Gasoline	142.9	66.3	0.0	3.9	1189.9	1.3	1.3
Diesel	203.2	27.1	0.0	0.3	81.7	15.3	15.3
Brake and tyrewear	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.7	19.3
Volatilisation losses	0.0	22.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Non road transport	110.5	47.8	1.4	0.0	480.1	9.1	9.6
Waste handling and disposal	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	14.3	14.3
Agriculture	0.0	0.0	0.0	591.4	0.0	4.7	23.8
Nature	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
SHIPPING	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
SUM OVER ALL SECTORS	906.4	867.2	426	606.3	3999.5	116.6	203.7

Tabelle 9 Emissionen 2020 in Deutschland aufgeteilt in die SNAP-Verursacherguppen. CLE-Szenario.

Change 2000-2020 %	NOX	NMVOC	SOX	NH3	CO	PM25	PM10
Belarus	15.2	12.8	-15.8	14.4	32.6	118.6	184.5
Albania	59.3	36.7	-2.8	15.6	92.3	-12.3	-23.3
Armenia	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Austria	-36.0	-17.4	-25.0	1.5	-19.1	-31.2	-23.5
Georgia	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Belgium	-41.0	-27.5	-48.4	-6.2	-74.0	-50.0	-42.2
Bulgaria	-44.7	-34.3	-36.9	34.6	-41.1	-32.2	-28.3
Bosnia and Herzegovi	6.3	26.6	-9.5	0.0	5.2	-23.2	-31.2
Switzerland	-38.8	-34.7	-31.5	-8.5	-15.9	-37.6	-23.2
Cyprus	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Czech Republic	-63.4	-43.8	-72.1	-13.2	-32.4	-67.9	-65.8
Germany	-45.3	-43.0	-33.6	-5.0	-16.1	-30.3	-20.1
Denmark	-49.4	-36.4	-50.0	0.1	-46.6	-33.3	-23.5
Spain	-49.7	-28.8	-76.3	-6.2	14.5	-47.7	-39.7
Estonia	-57.0	-22.7	-87.5	27.1	-47.8	-70.0	-78.6
Finland	-47.2	-38.9	-21.8	5.2	14.4	-26.9	-23.7
France	-43.7	-39.2	-47.6	-3.7	-31.1	-43.4	-32.6
United Kingdom	-54.1	-40.8	-81.2	-2.6	-55.0	-47.7	-41.2
Greece	-29.3	-40.8	-76.9	-4.7	-26.8	-9.2	-4.4
Hungary	-50.8	-52.2	-80.6	9.8	-23.1	-59.7	-57.0
Ireland	-52.7	-20.4	-84.7	-3.2	-31.4	-39.4	-31.1
Italy	-51.8	-57.6	-60.5	-7.4	-40.7	-55.1	-46.9
Lithuania	-40.9	-40.3	-42.2	14.8	-44.8	-30.8	-23.9
Luxembourg	-45.5	-10.6	-41.5	-40.0	-24.3	-31.3	-19.0
Latvia	-49.7	-56.4	-44.0	31.1	-51.3	-39.2	-34.7
Republic of Moldova	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
The former Yugoslav	3.6	39.1	-20.1	0.0	222.5	-20.0	-32.5
Netherlands	-35.6	-8.5	-17.9	-4.6	0.3	-27.9	-14.5
Norway	-10.2	-60.8	-18.8	4.7	171.5	50.6	40.8
Poland	-53.4	-28.3	-52.3	8.3	-11.4	-51.0	-48.2
Portugal	-37.0	-1.3	-62.6	-1.5	168.2	-21.4	-19.3
Romania	-41.8	-24.2	-51.7	27.4	-63.6	-36.7	-37.0
Russian Federation	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Slovakia	-51.3	-27.9	-69.1	3.2	-20.2	-30.0	-28.1
Slovenia	-52.2	-53.3	-80.8	6.5	199.3	-51.3	-46.9
Sweden	-40.3	-44.9	7.1	-9.5	-28.2	-74.1	-65.7
Turkey	0.9	-6.2	-14.2	16.7	0.0	-26.2	1.4
Ukraine	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Yugoslavia	4.0	1.3	-57.7	5.0	15.5	-7.4	-15.1
Croatia	15.1	5.2	-39.5	0.0	27.9	-23.0	-30.8
Azerbaijan	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ALL OCEANS	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Tabelle 10: Änderung der Emissionen 2000 nach 2020 in Europa in %, bezogen auf 2000.

Change 2000-2020 %	NOX	NMVOC	SOX	NH3	CO	PM25	PM10
Energy transformation	-27.2	3.6	-23.2		66.1	-15.0	-12.7
Small combustion sources	-1.2	12.0	-55.5		55.5	7.4	2.5
Industrial combustion	-20.2	-23.6	-44.9		-88.2	-2.4	-6.4
Industrial process emissions	-5.6	-8.8	-20.2	-1.9	1.7	-9.7	-8.2
Extraction of fossil fuels		-47.7				-16.3	-14.3
Solvent and product use		-36.2					
Road transport			-69.8				
Gasoline	-60.9	-70.7		-81.2	-46.5	-60.5	-60.5
Diesel	-60.9	-70.7		-81.1	-46.6	-60.5	-60.5
Brake and tyrewear						-60.3	18.1
Volatilisation losses		-70.8					
Non road transport	-48.9	-61.4	-74.3		233.4	-68.8	-68.8
Waste handling and disposal						11.2	11.2
Agriculture				-2.3		3.4	4.7
Nature							
SHIPPING							
SUM OVER ALL SECTORS	-45.3	-43.0	-33.6	-5.0	-16.1	-30.3	-20.1

Tabelle 11 Änderung der deutschen Emissionen 2000 nach 2020 in %, bezogen auf 2000.

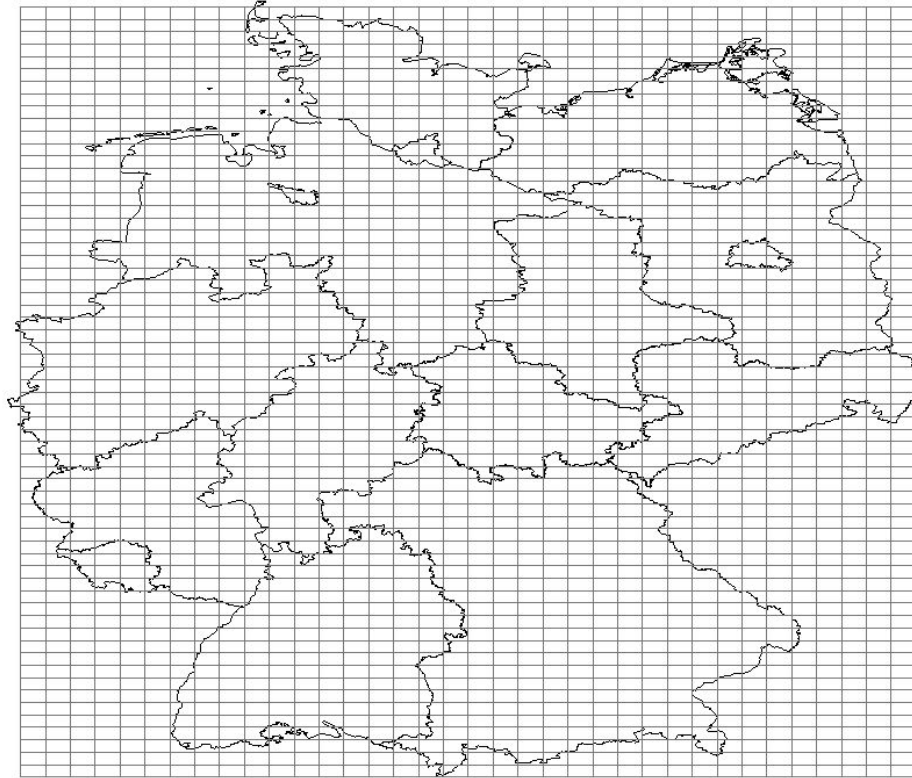


Abbildung 1: Feines Emissionsgitter mit einer Auflösung von $0,25^\circ$ Länge und $0,125^\circ$ Breite für Deutschland.

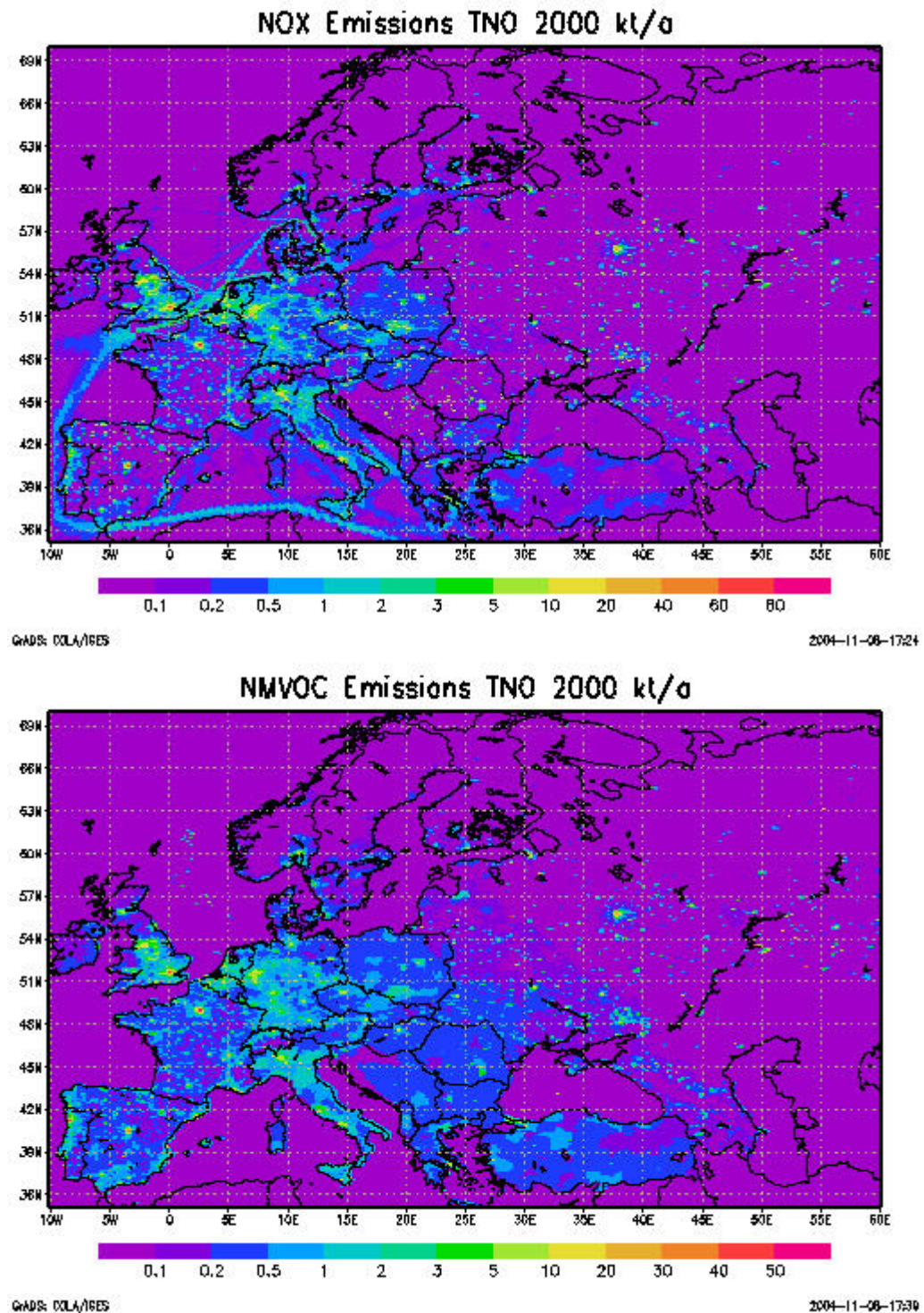


Abbildung 2: NO_x- und NMVOC-Emissionen in Europa. TNO-Emissionen 2000. Auflösung von 0,25° Länge und 0,125° Breite.

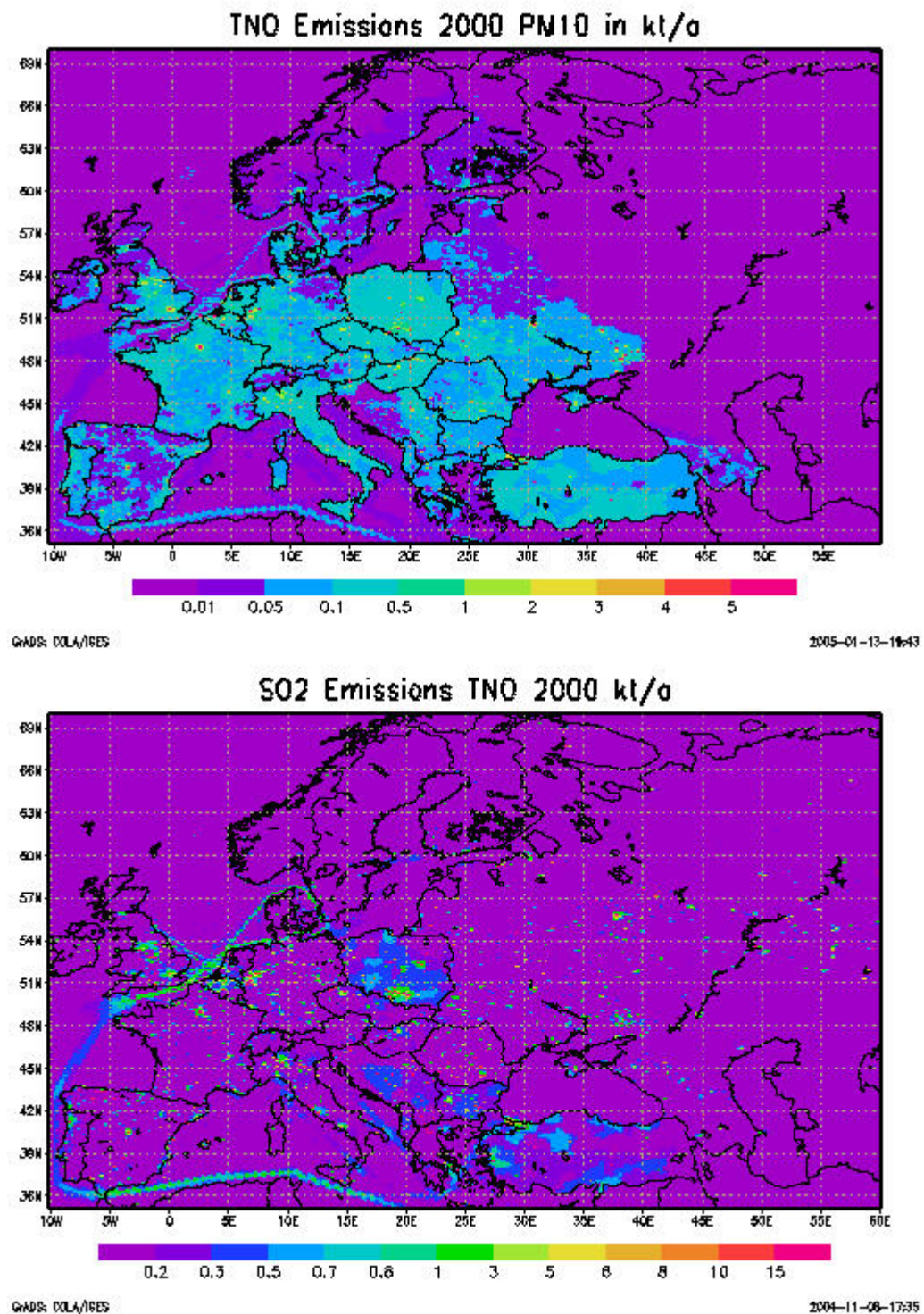


Abbildung 3: PM10- und SO₂-Emissionen in Europa. TNO-Emissionen 2000. Auflösung von 0,25° Länge und 0,125° Breite.

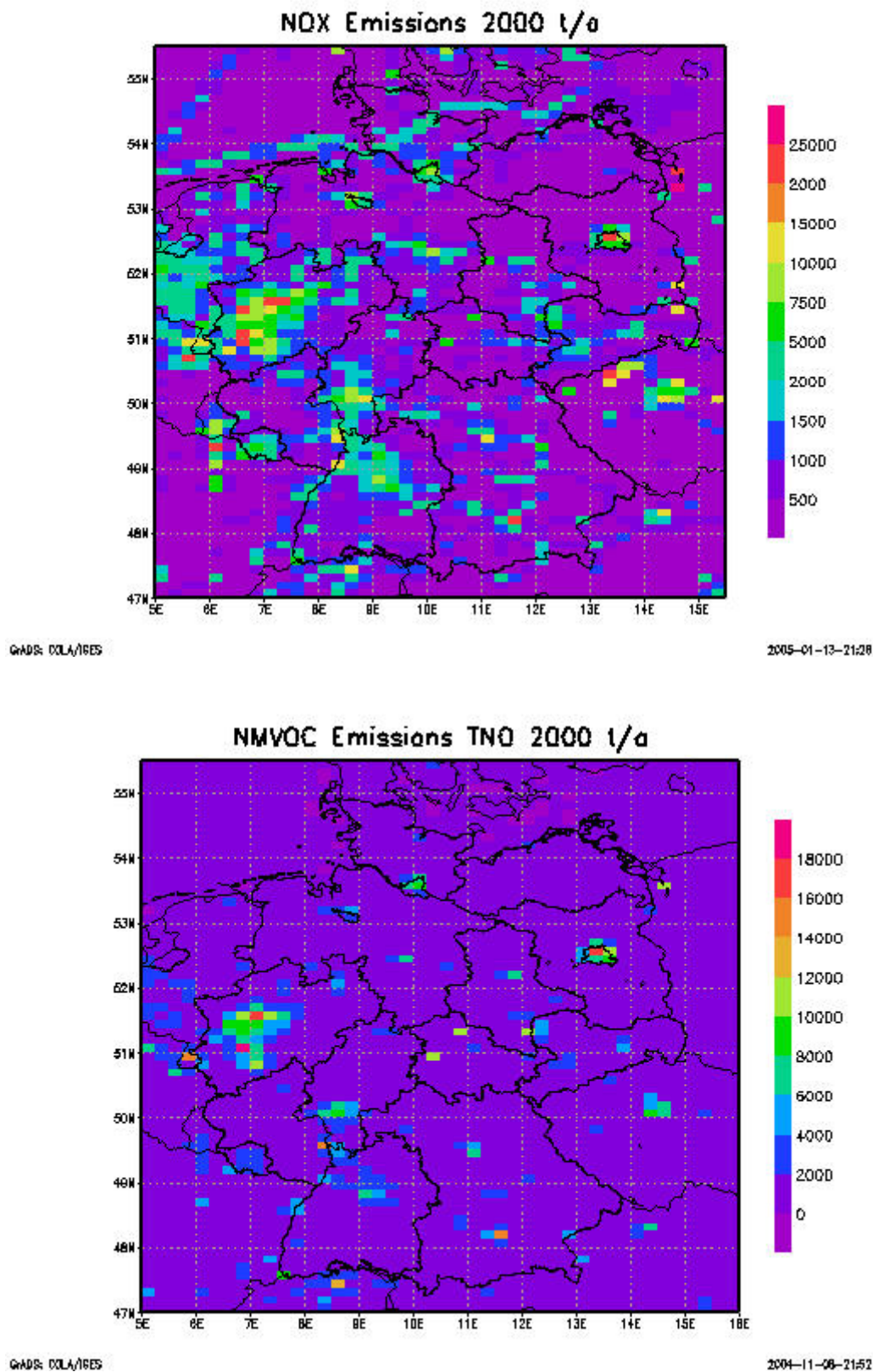


Abbildung 4: NO_x- und NMVOC-Emissionen in Deutschland. TNO-Emissionen 2000. Auflösung von 0,25° Länge und 0,125° Breite.

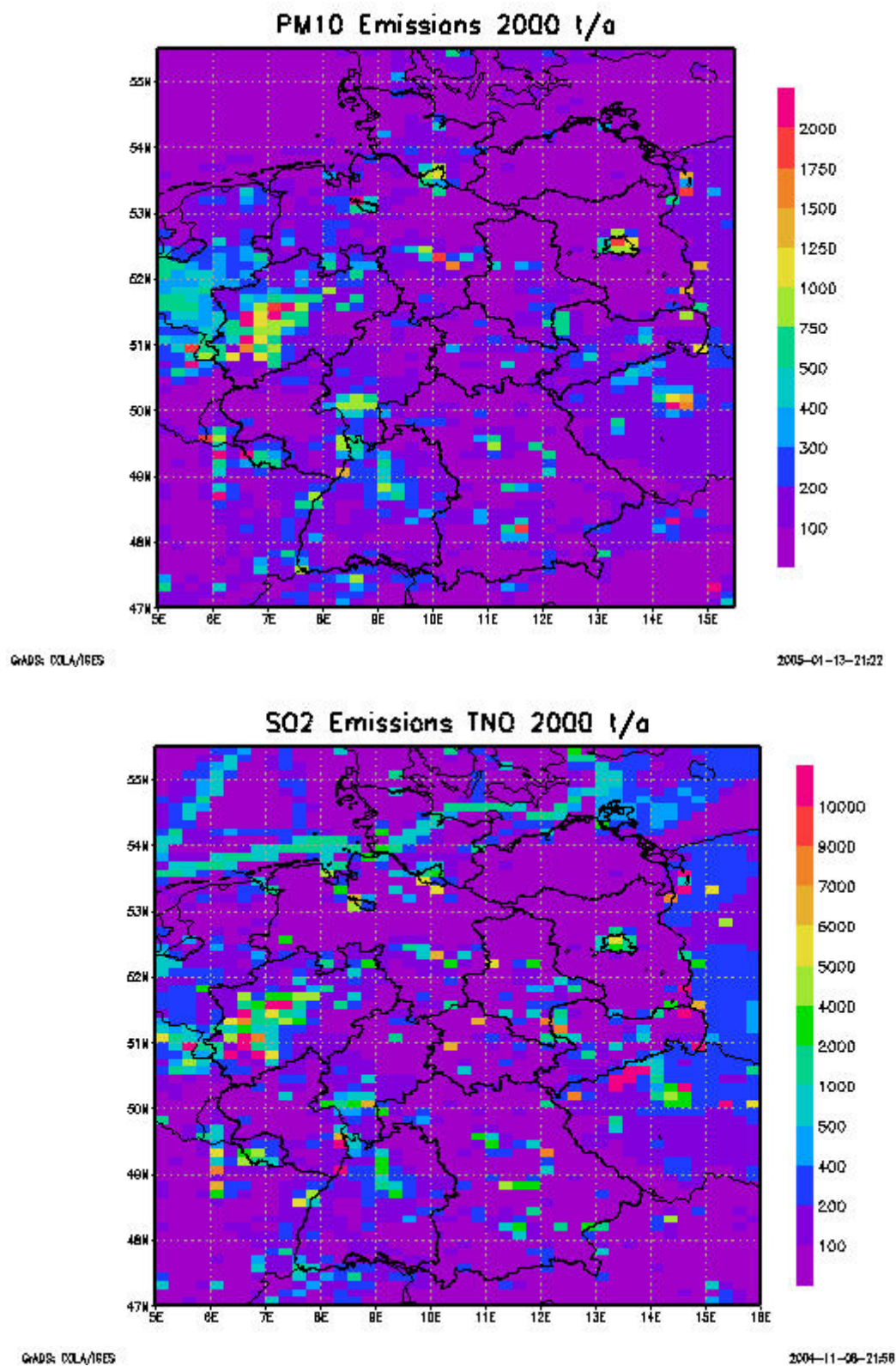


Abbildung 5: PM10- und SO₂-Emissionen in Deutschland. TNO-Emissionen 2000. Auflösung von 0,25° Länge und 0,125° Breite.

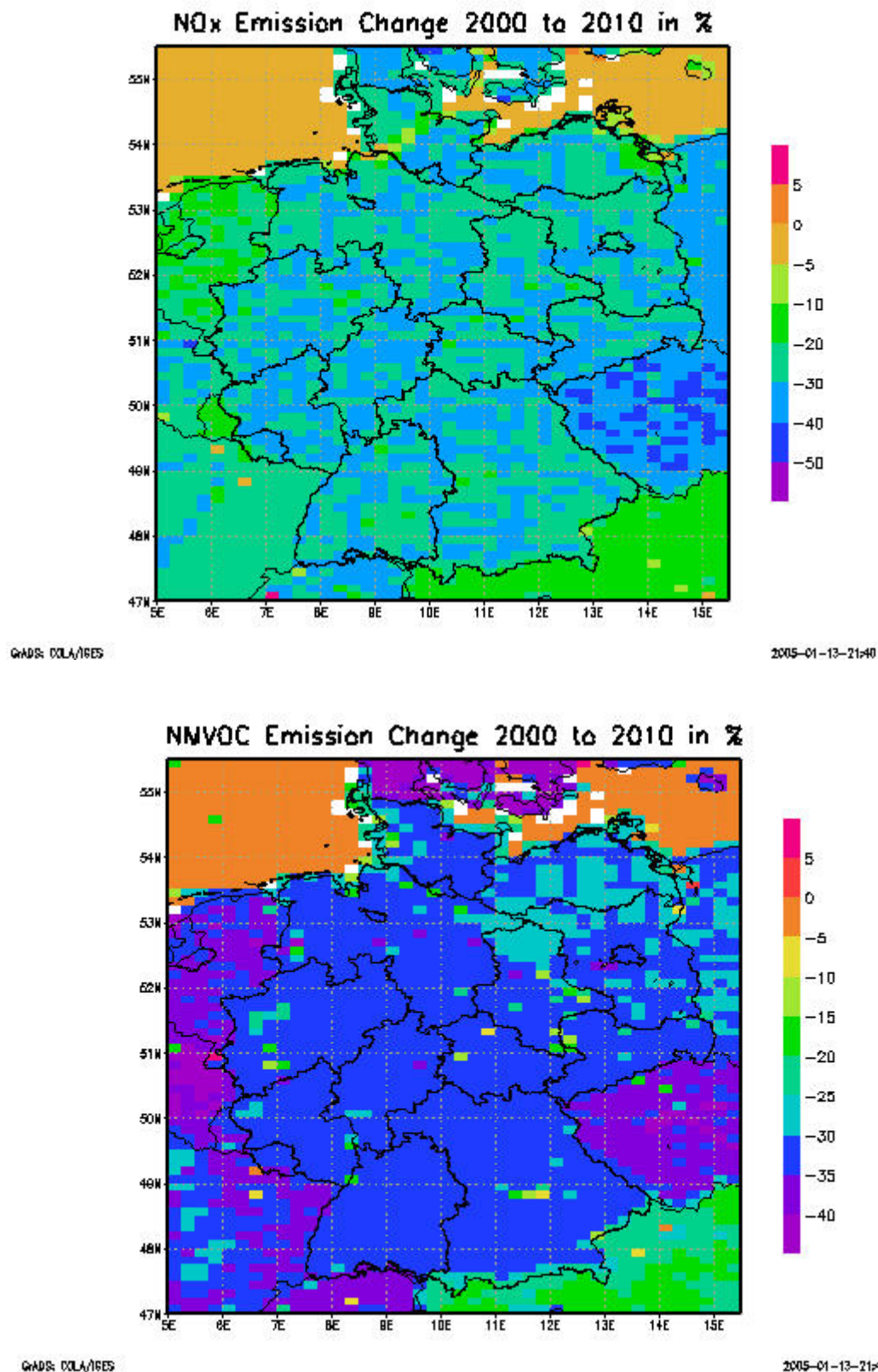


Abbildung 6: Änderung der NO_x- und NM_{VOC}-Emissionen in Deutschland von 2000 nach 2010. Auflösung von 0,25° Länge und 0,125° Breite.

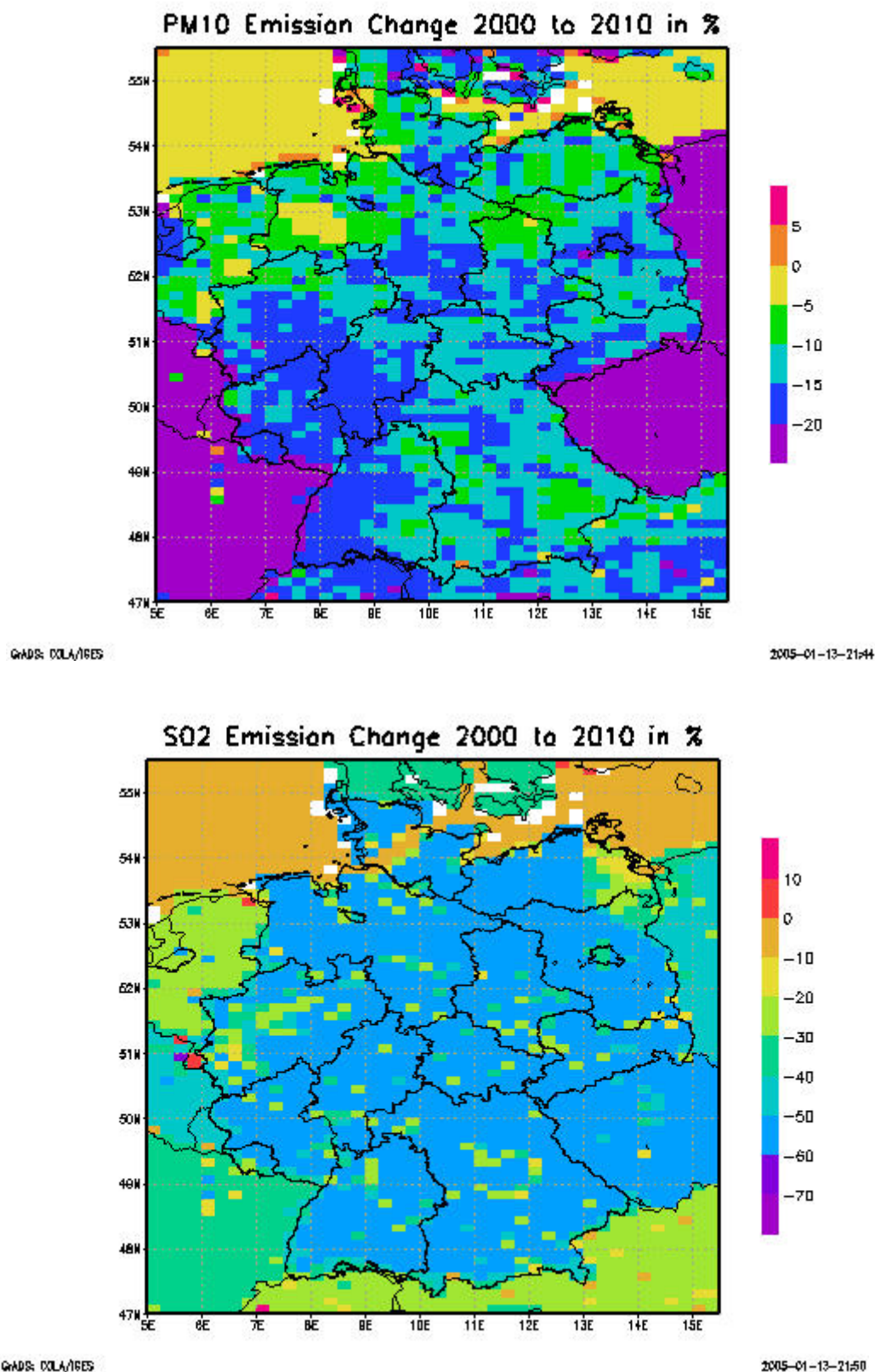


Abbildung 7: Änderung der PM10- und SO₂-Emissionen in Deutschland von 2000 nach 2010. Auflösung von 0,25° Länge und 0,125° Breite.

3. Literatur

Amann, M., I. Bertok, J. Cofala, F. Gyarfas, C. Heyes, Z. Klimon (2005). Baseline Scenarios for the Clean Air for Europe (CAFE) Programme. Final Report, International Institute for Applied Systems Analysis, Schlossplatz 1, A-2361 Laxenburg, Austria

Builtjes, P., M. van Loon, M. Schaap, S. Teeuwisse, A. Visschedijk, P. Bloos (2002), The development of an emission data base over Europe and further contributions of TNO-MEP. TNO-Report R2002/322. Abschlussbericht zum Forschungs- und Entwicklungsvorhaben 298 41 252 des Umweltbundesamts „Modellierung und Prüfung von Strategien zur Verminderung der Belastung durch Ozon“.

EMEP (2003). Review and revision. Emission data reported to CLTRAP. MSC-W Status Report 2003. EMEP Status Report 2003. ISSN 0804-2446.

Stern, R. (2003). Entwicklung und Anwendung des chemischen Transportmodells REM-CALGRID. Abschlussbericht zum FuE-Vorhaben 298 41 252 des Umweltbundesamts „Modellierung und Prüfung von Strategien zur Verminderung der Belastung durch Ozon“.

Stern, R. (2004). Weitere Entwicklung und Anwendung des chemischen Transportmodells REM-CALGRID für die bundeseinheitliche Umsetzung der EU-Rahmenrichtlinie Luftqualität und ihrer Tochterrichtlinien. Abschlussbericht zum FuE-Vorhaben 201 43 250 des Umweltbundesamts „Anwendung modellgestützter Beurteilungssysteme für die bundeseinheitliche Umsetzung der EU-Rahmenrichtlinie Luftqualität und ihrer Tochterrichtlinien“

4. Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Feines Emissionsgitter mit einer Auflösung von 0,25° Länge und 0,125° Breite für Deutschland.	14
Abbildung 2: NO _x - und NMVOC-Emissionen in Europa. TNO-Emissionen 2000. Auflösung von 0,25° Länge und 0,125° Breite.	15
Abbildung 3: PM ₁₀ - und SO ₂ -Emissionen in Europa. TNO-Emissionen 2000. Auflösung von 0,25° Länge und 0,125° Breite.	16
Abbildung 4: NO _x - und NMVOC-Emissionen in Deutschland. TNO-Emissionen 2000. Auflösung von 0,25° Länge und 0,125° Breite.	17
Abbildung 5: PM ₁₀ - und SO ₂ -Emissionen in Deutschland. TNO-Emissionen 2000. Auflösung von 0,25° Länge und 0,125° Breite.	18
Abbildung 6: Änderung der NO _x - und NMVOC-Emissionen in Deutschland von 2000 nach 2010. Auflösung von 0,25° Länge und 0,125° Breite.	19
Abbildung 7: Änderung der PM ₁₀ - und SO ₂ -Emissionen in Deutschland von 2000 nach 2010. Auflösung von 0,25° Länge und 0,125° Breite.	20

5. Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: TNO, beziehungsweise EMEP Ländernummerierung und Länderkürzel	3
Tabelle 2: Europäische Emissionen 2000 in kt/Jahr	4
Tabelle 3: Emissionen 2000 in Deutschland aufgeteilt in die SNAP-Verursachergruppen	5
Tabelle 4: Europäische Emissionen 2010 in kt/Jahr. CLE-Szenario	6
Tabelle 5: Emissionen 2010 in Deutschland aufgeteilt in die SNAP-Verursachergruppen. CLE-Szenario	7
Tabelle 6: Änderung der Emissionen 2000 nach 2010 in Europa in %, bezogen auf 2000. ...	8
Tabelle 7: Änderung der deutschen Emissionen 2000 nach 2010 in %, bezogen auf 2000.	9
Tabelle 8: Europäische Emissionen 2020 in kt/Jahr. CLE-Szenario	10
Tabelle 9 Emissionen 2020 in Deutschland aufgeteilt in die SNAP-Verursachergruppen. CLE-Szenario.	11
Tabelle 10: Änderung der Emissionen 2000 nach 2020 in Europa in %, bezogen auf 2000. 12	
Tabelle 11 Änderung der deutschen Emissionen 2000 nach 2020 in %, bezogen auf 2000. 13	

6. **ANHANG: TNO-Bericht “Gridded European anthropogenic emission data for Nox, SO₂, NMVOC, NH₃, CO, PM₁₀, PM_{2.5} and CH₄ for the year 2000”**