

Vorhaben der Senatsverwaltung für Stadtentwicklung:

**„Untersuchung des Potentials und der
Umsetzbarkeit von Maßnahmen und der
damit erzielbaren Minderung der Feinstaub-
(PM10) und Stickoxidemission in Berlin“**

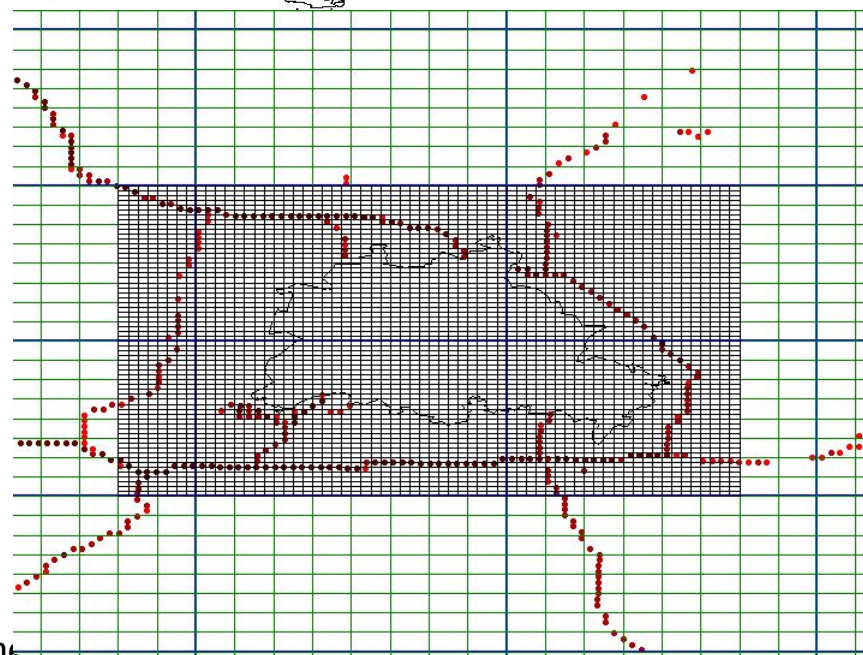
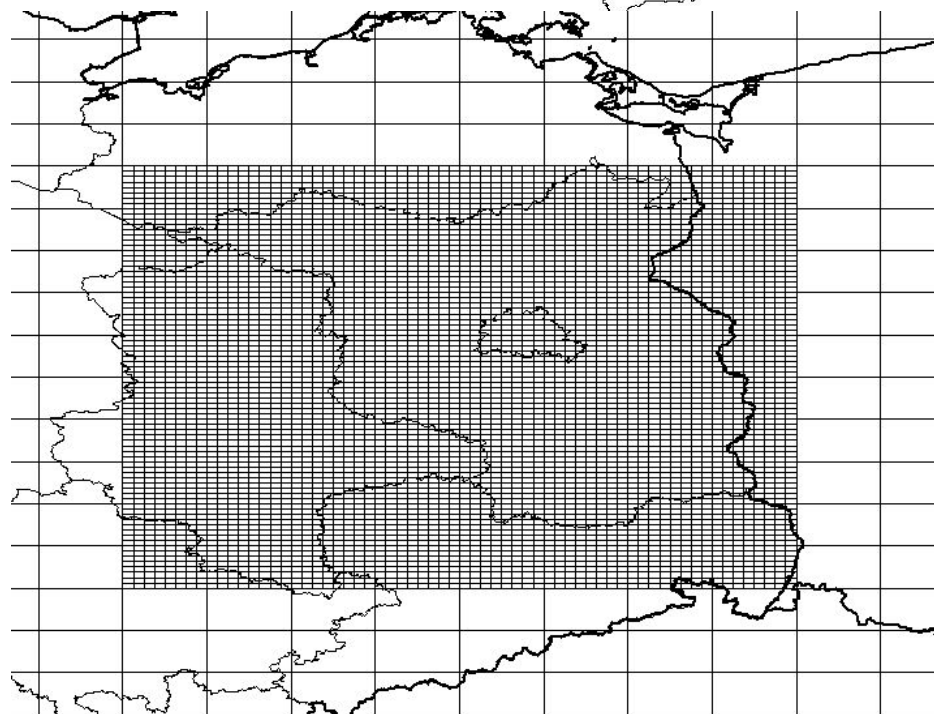
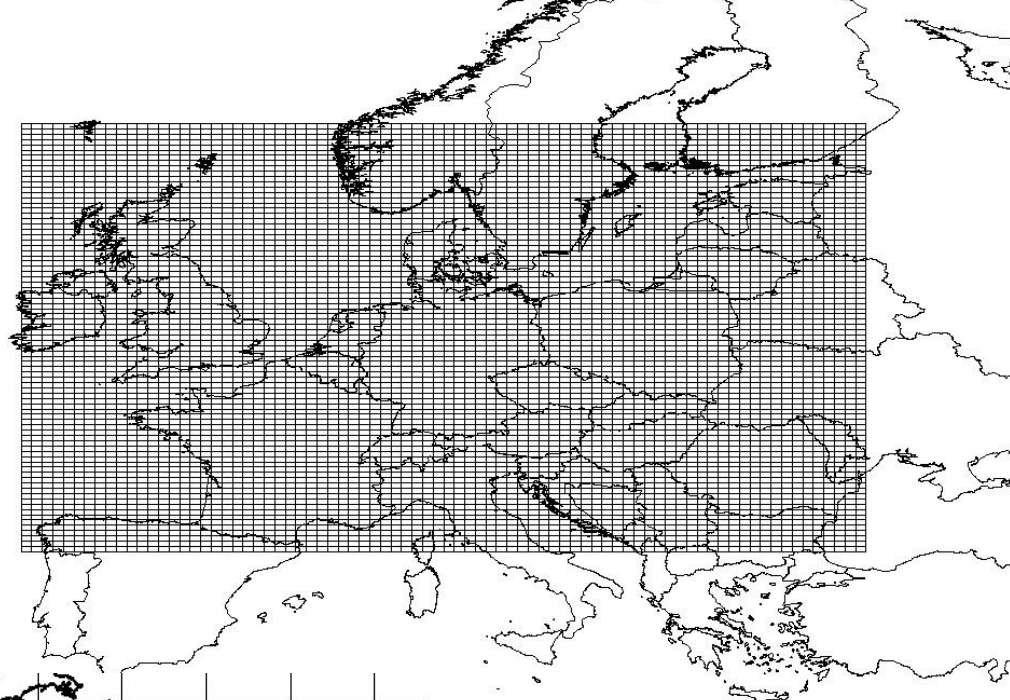
Beitrag der Arbeitsgruppe TRUMF am Institut
für Meteorologie der Freien Universität Berlin

Arbeitspunkt B

Sachstand am 16. September 2004

Anwendung des CTM REM-CALGRID auf die Region Berlin

- Basislauf 2002 und Szenarienläufe 2005 und 2010 in 3 Skalen:
- Europäische Skala ($0.25^\circ \times 0.5^\circ$)
- Regionale Skala (Nest 1: $4 \times 4 \text{ km}^2$)
- Urbane Skala (Nest 2: $1 \times 1 \text{ km}^2$)



16. 10. 2007

Stand der Arbeiten: Emissionsdaten Basislauf

- ✓ Europäische Emissionen ($0.25^\circ \times 0.5^\circ$):
EMEP/CAFE 2000
- ✓ Regionale Emissionen ($4 \times 4 \text{ km}^2$):
Brandenburg City-Delta 2, Stand 1999/2000
Berlin Senatsverwaltung, IVU-Umwelt, Stand 2002
- ✓ Urbane Emissionen Berlin ($1 \times 1 \text{ km}^2$):
Berlin Senatsverwaltung, IVU-Umwelt, Stand 2002

Stand der Arbeiten: Emissionsdaten Szenarien

- ✓ Trend/Minderungsszenarien 2005 und 2010 für Punktquellen und Haushalte/Arbeitsstätten liegen vor für NOX, PM10 (IER)
- ✓ Trend 2005, 2010, Minderung 2010 der anderen Verursachergruppen (Senatsverwaltung)
- ✓ Trend 2005, 2010 Straßenverkehr

Stand der Arbeiten: REM-CALGRID Ausbreitungsrechnungen Basisemissionen

- ✓ Basislauf 2002 Europäische Skala
- ✓ Basislauf 2002 Regionale Skala
Brandenburg/Berlin (Nest 1)
- ✓ Basislauf 2002 Urbane Skala Berlin
(Nest 2)

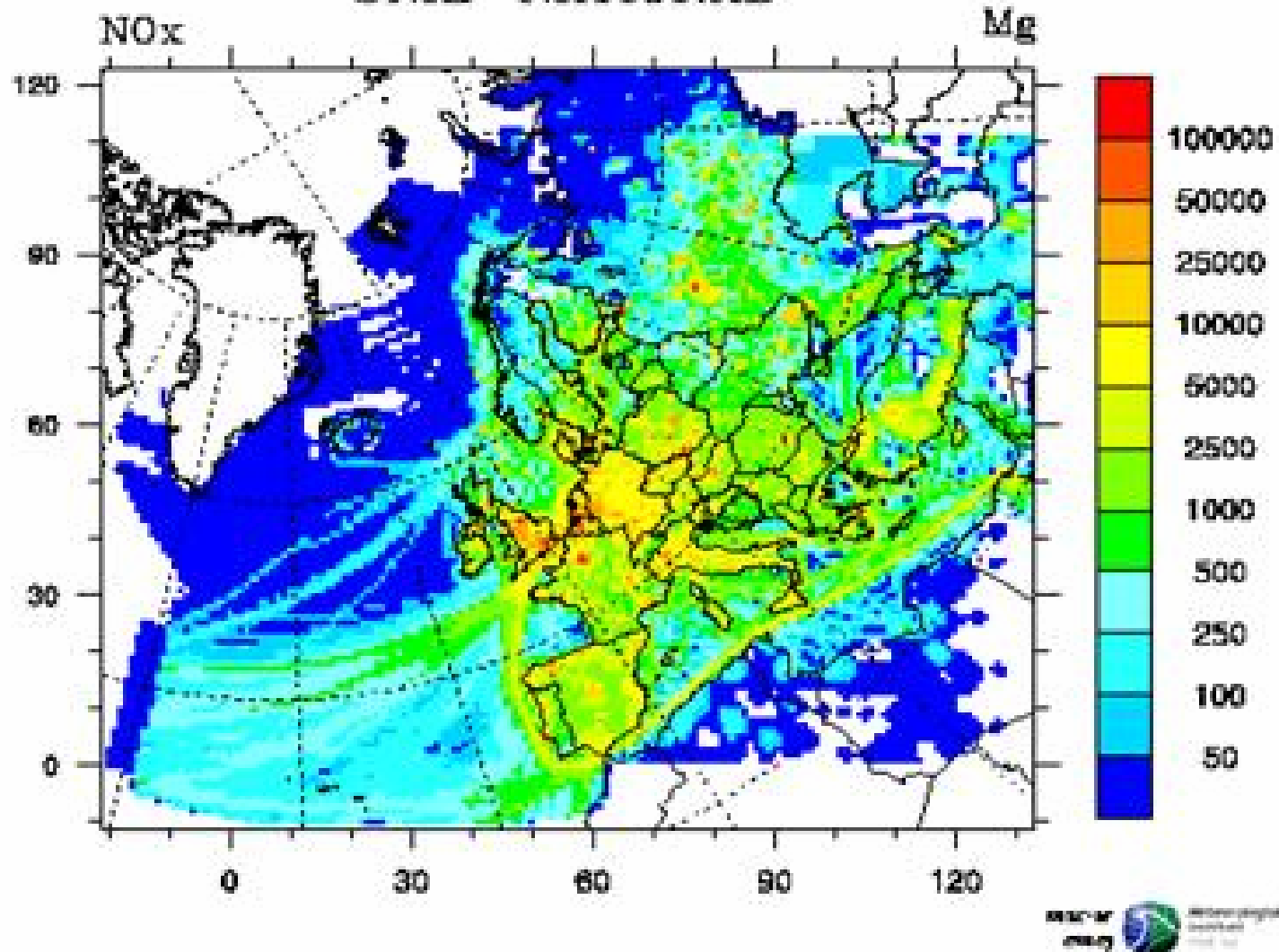
Stand der Arbeiten: REM-CALGRID Ausbreitungsrechnungen Trendemissionen

- ✓ Trend 2005, 2010 Europäische Skala
- ✓ Trend 2005, 2010 Regionale Skala
Brandenburg/Berlin (Nest 1)
- ✓ Trend 2005, 2010 Urbane Skala Berlin
(Nest 2)

Stand der Arbeiten:
REM-CALGRID Ausbreitungsrechnungen:
Hintergrund für IMMIS-NET

- ✓ Basislauf 2002 ohne Berliner Emissionen im Nest 1
- ✓ Trend 2005, 2010 ohne Berliner Emissionen im Nest 1

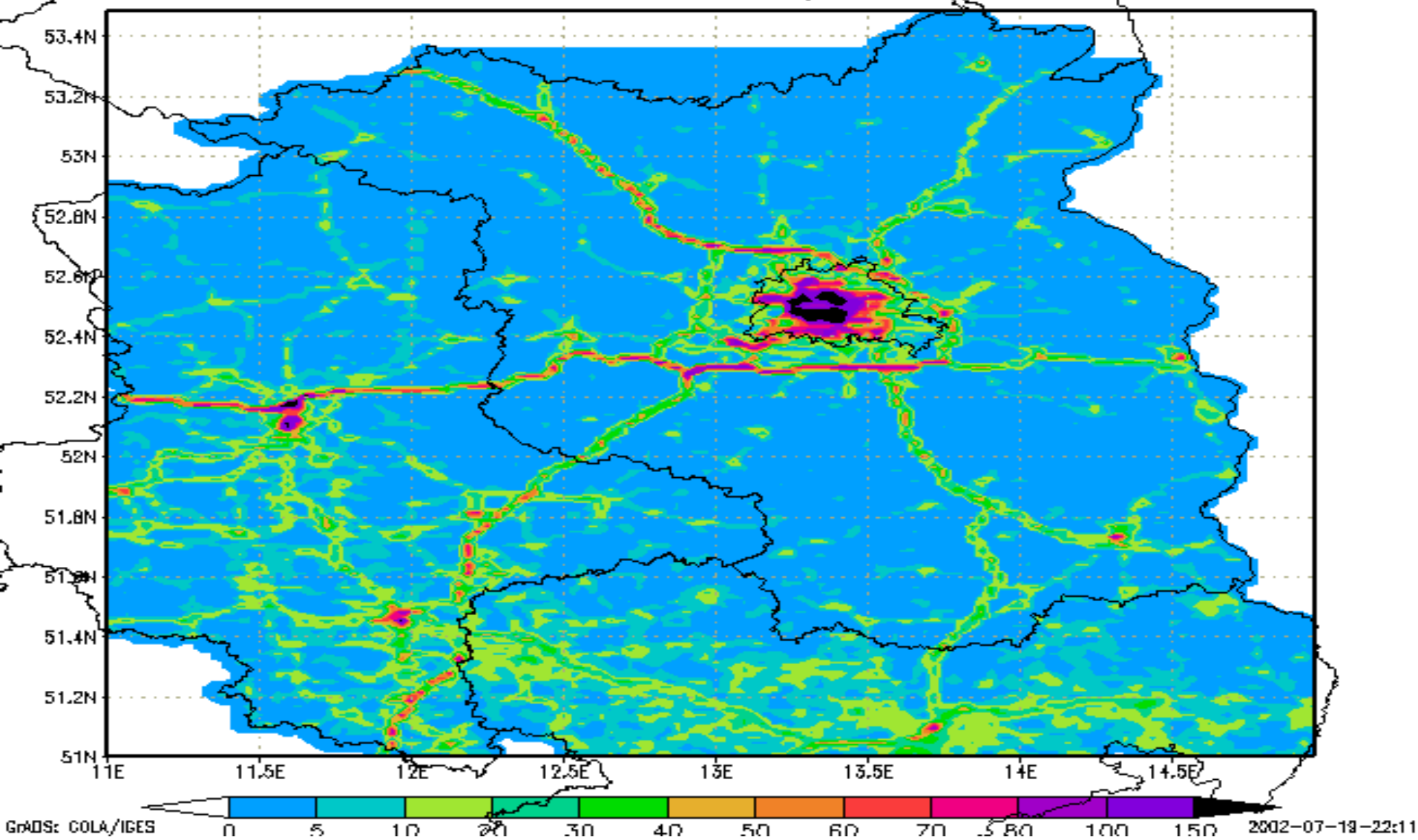
2000 Emissions SNAP NATIONAL



	NOX 2000	NOX 2010	Δ NOX %	NMHC 2000	NMHC 2010	Δ NMHC %	SO2 2000	SO2 2010	Δ SO2 %	NH3 2000	NH3 2010	Δ NH3 %	PM10 2000	PM10 2010	Δ PM10 %
EMEP 1															
"BRD"	1263	893	-29.3	1309	818	-37.5	606	403	-33.5	486	439	-9.7	257	152	-40.9
"DDR"	355	188	-47.0	353	177	-49.9	132	147	11.4	117	150	28.2	71	31	-56.3
D	1618	1081	-33.2	1662	995	-40.1	738	550	-25.5	603	589	-2.3	328	183	-44.2
EMEP 2															
"BRD"	1355	893	-34.1	1247	818	-34.4	640	403	-37.0	499	439	-12.0	257	152	-40.9
"DDR"	280	188	-32.9	283	177	-37.5	200	147	-26.5	169	150	-11.2	71	31	-56.3
D	1635	1081	-33.9	1530	995	-35.0	840	550	-34.5	668	589	-11.8	328	183	-44.2
EMEP 3															
"BRD"	1278	919	-28.1	1272	901	-29.2	530	372	-29.8	514	503	-2.1	192	165	-14.1
"DDR"	365	257	-29.6	350	240	-31.4	111	78	-29.7	124	121	-2.4	62	53	-14.5
D	1643	1176	-28.4	1622	1141	-29.7	641	450	-29.8	638	624	-2.2	254	218	-14.2
RAINS															
"BRD"															
"DDR"															
D	1657	1182	-28.7	n.e.			n.e.			n.e.			261	224	-14.2

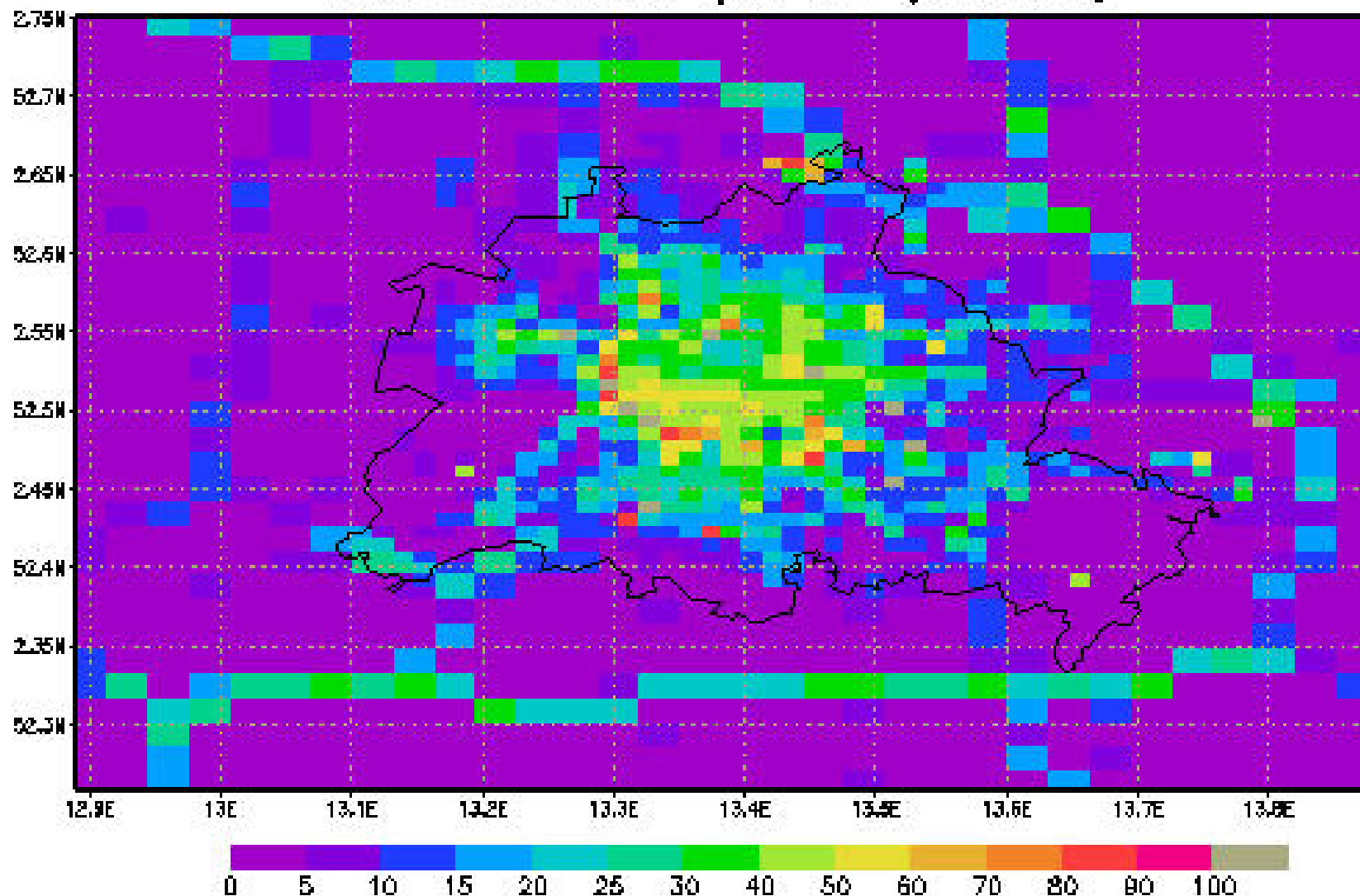
	Datensatz	Release	Source
EMEP 1	EMEP 1999/2000	July 2003	JRC
EMEP 2	EMEP 2000	Dec 2003	JRC
EMEP 3	EMEP-CAFE 2000	May 2004	JRC
RAINS	BL_Aug2004	Aug 04	IIASA

FQ NO_x t/a

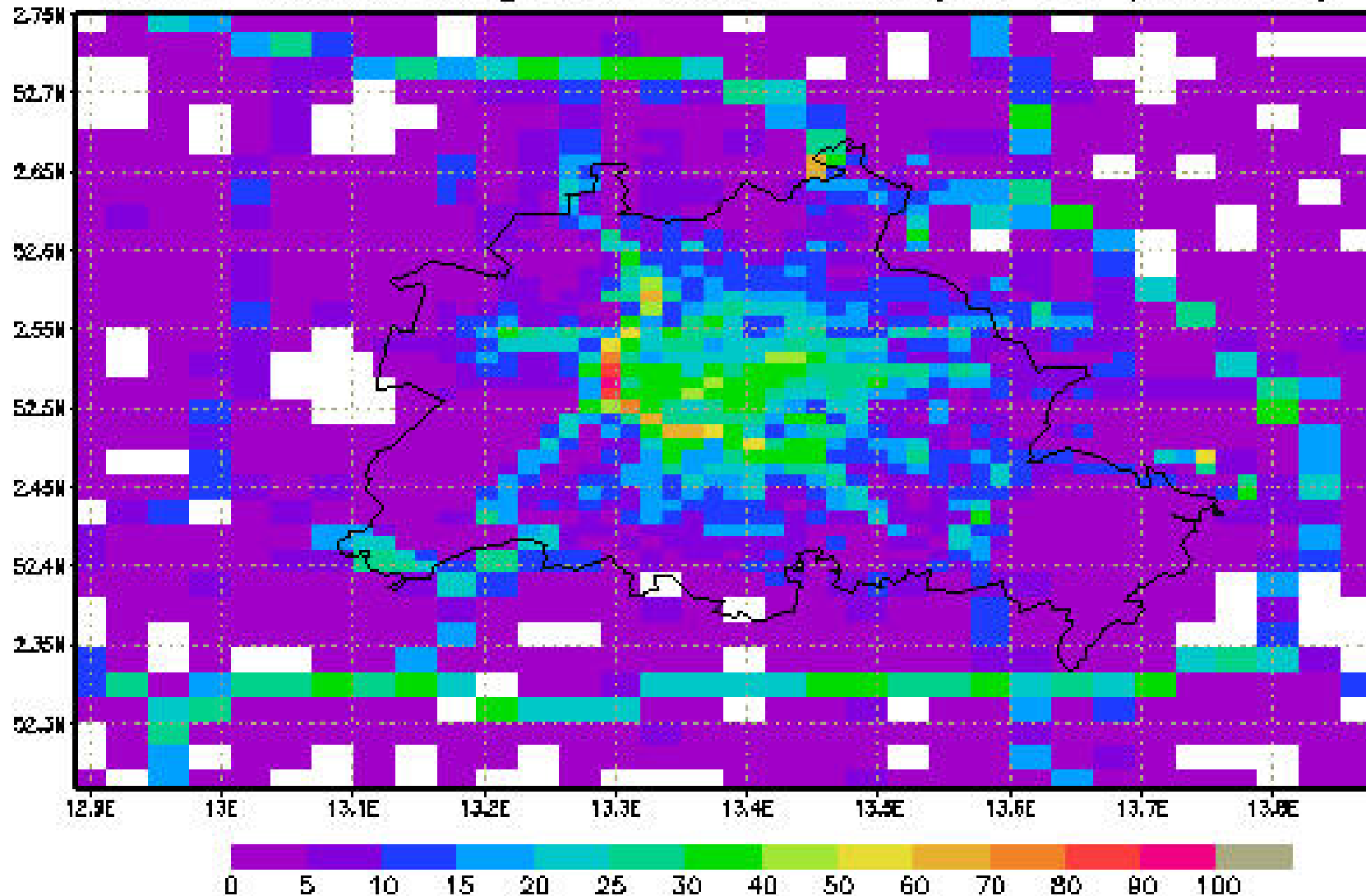


Stern/Kerschbaumer, 16.9. 2004

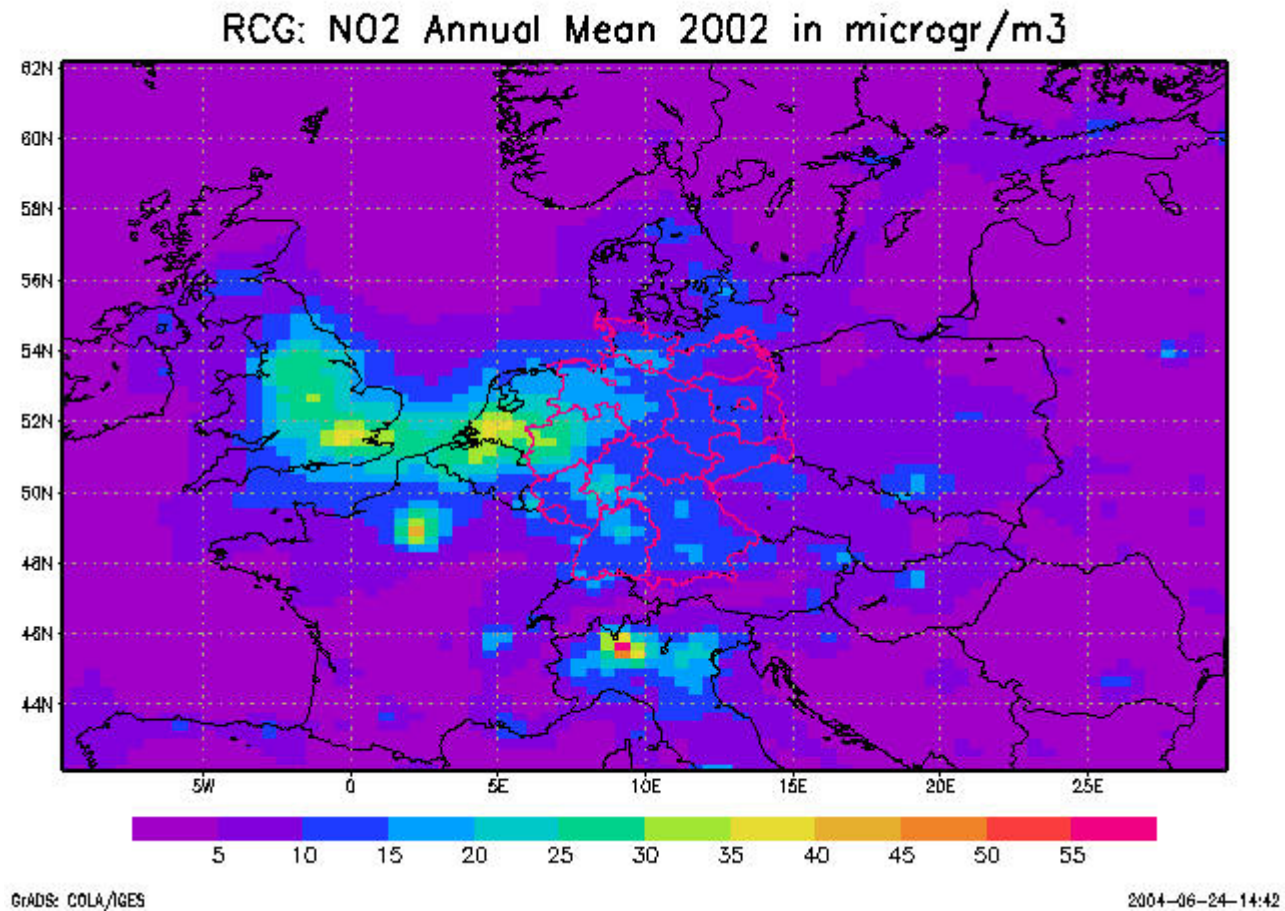
Berlin NOX 2002 t/a, 1x1 (BRA 2x2)



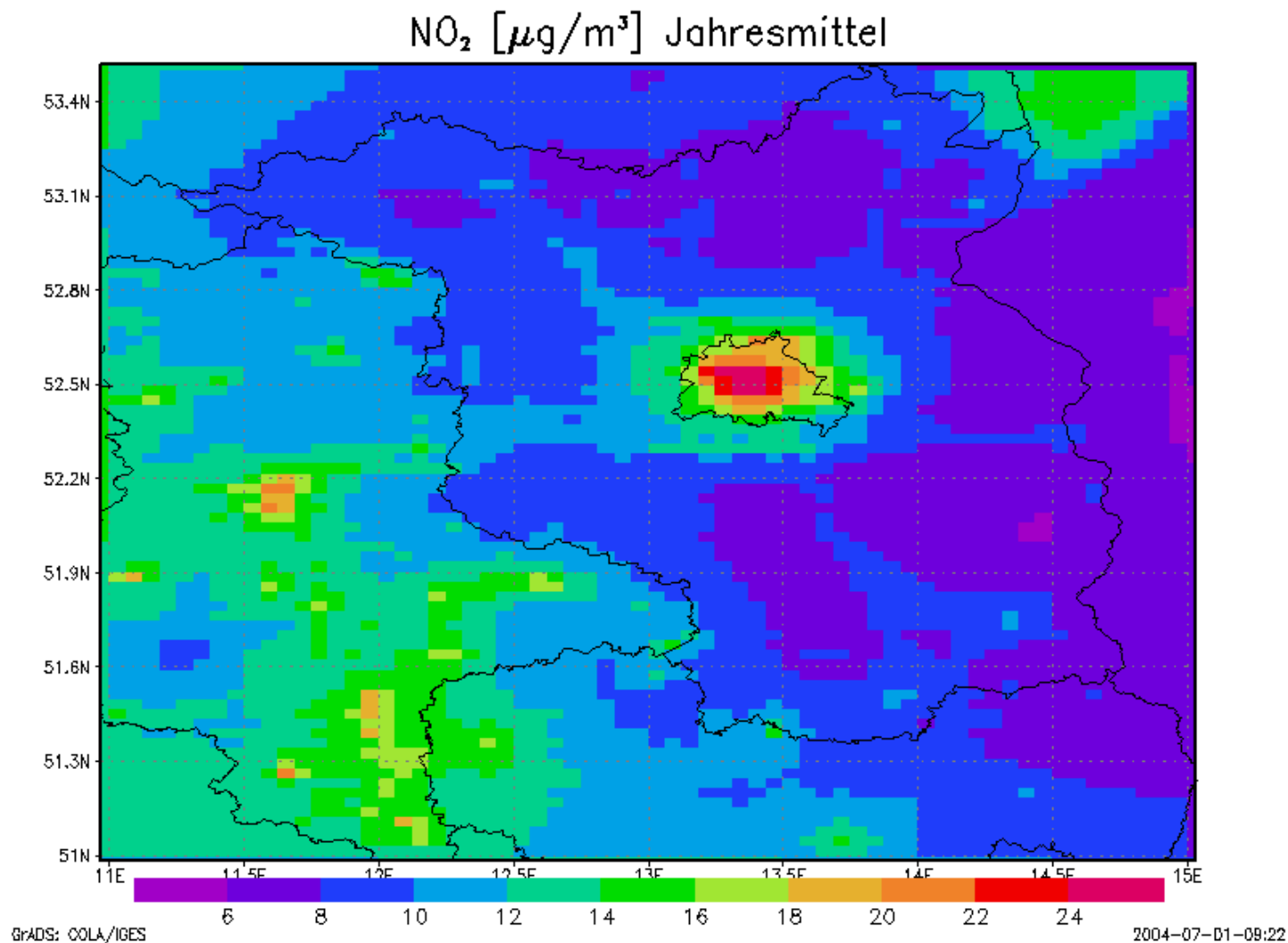
Berlin-Brandenburg NO_x Verkehr 2002t/a, 1x1 (BRA 2x2)



NO₂ Jahresmittelwert (µg/m³) 2002: REM-CALGRID RUN, 0.5°x0.25°-grid

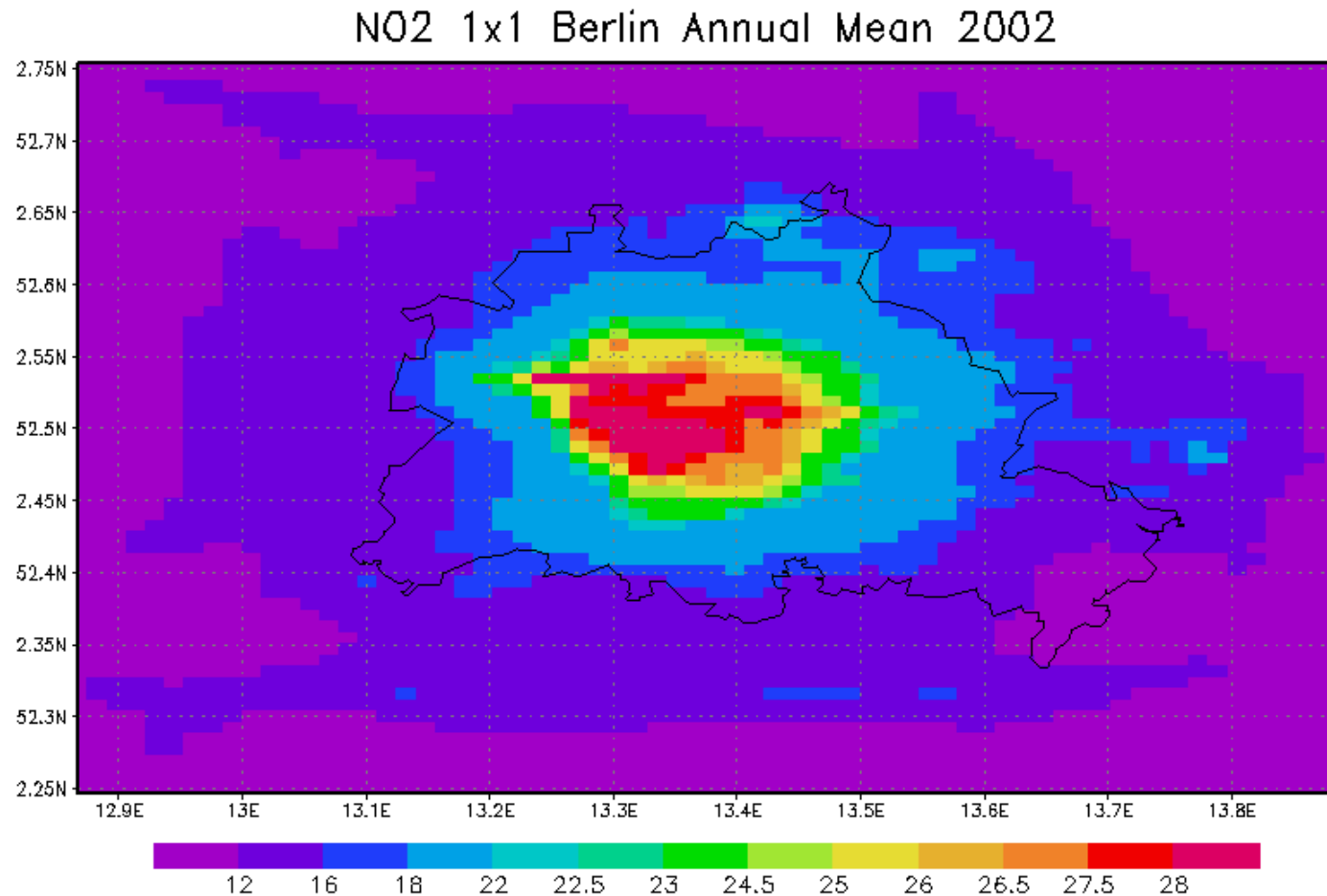


NO₂ Annual Mean ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) 2002: REM-CALGRID RUN, 4x4 km²-grid



Stern/Kerschbaumer, 16.9. 2004

NO₂ Jahresmittelwert (µg/m³) 2002: REM-CALGRID RUN, 1x1 km²-grid

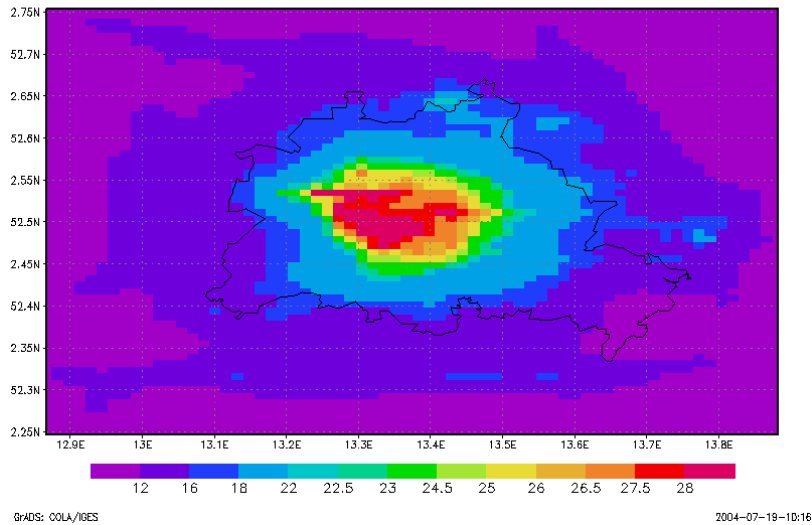


GrADS: COLA/IGES

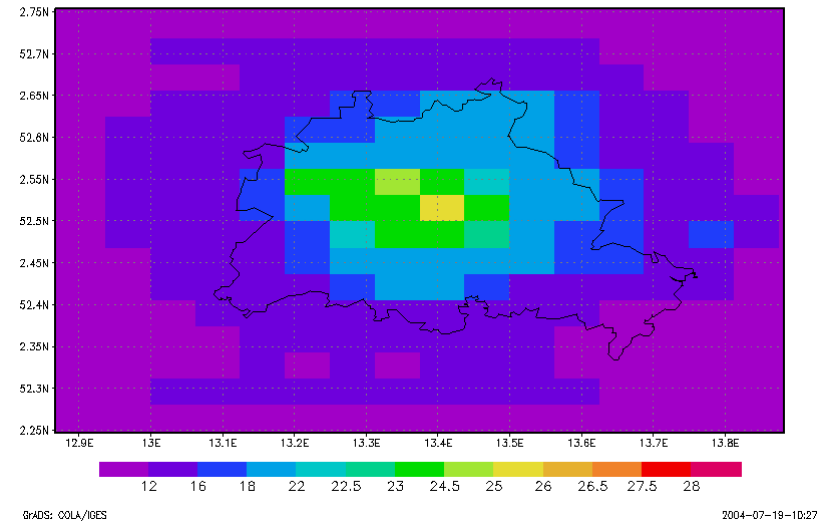
2004-07-19-10:16

Stern/Kerschbaumer, 16.9. 2004

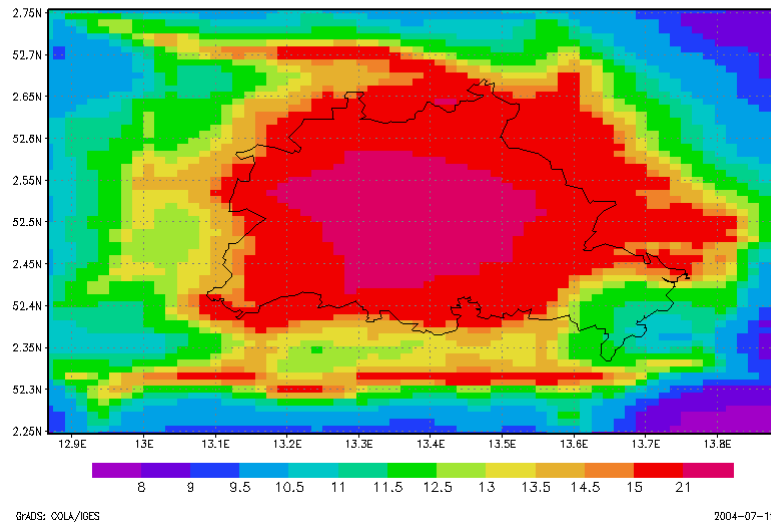
N02 1x1 Berlin Annual Mean 2002



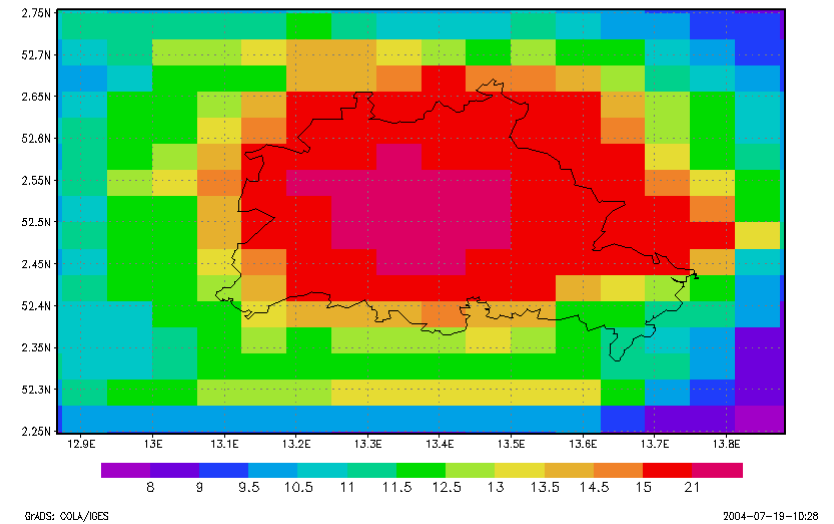
N02 4x4 Berlin Annual Mean 2002



N02 1x1 Berlin Annual Mean 2002

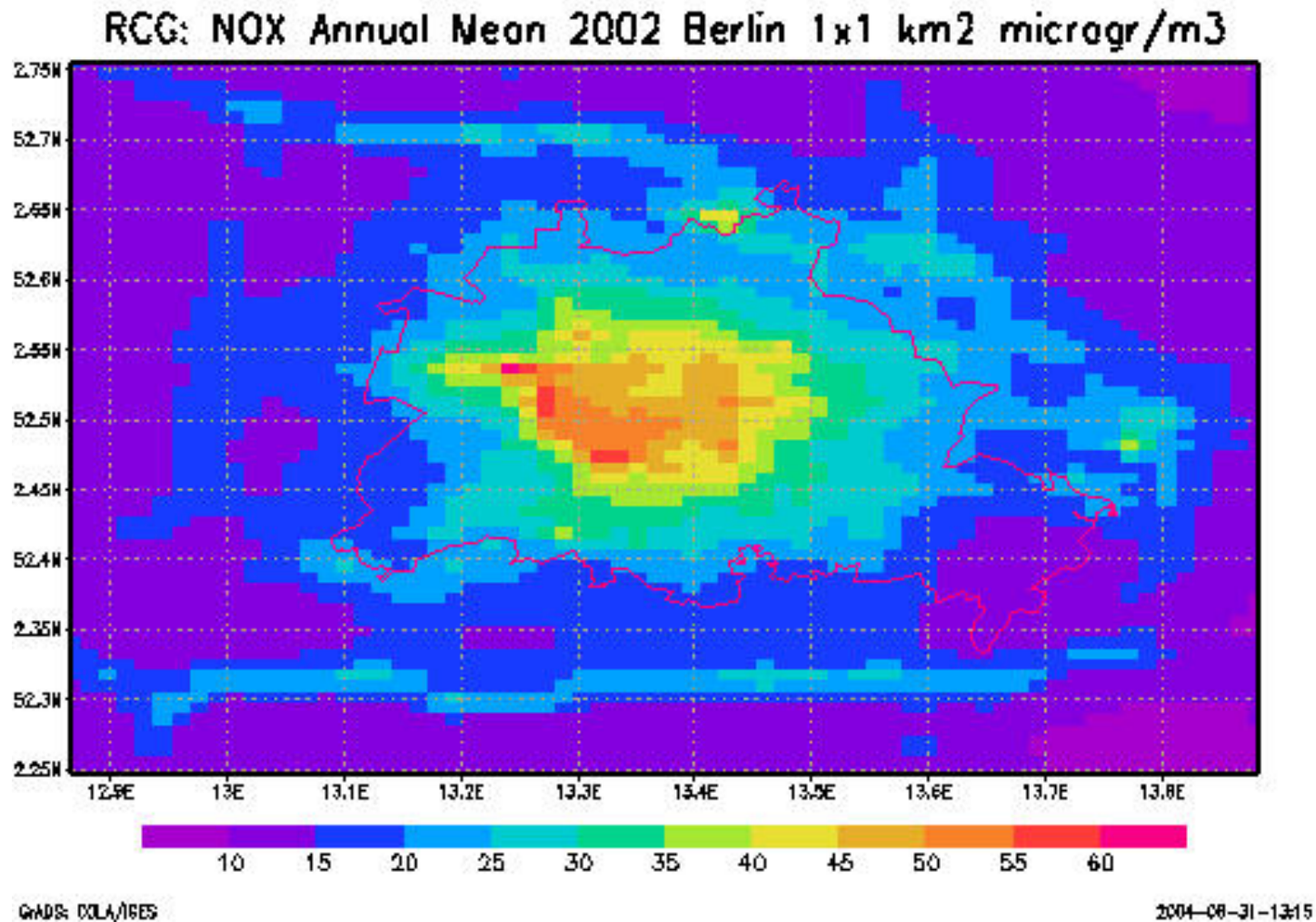


N02 4x4 Berlin Annual Mean 2002



Stern/Kerschbaumer, 16.9. 2004

NOX Jahresmittelwert ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) 2002: REM-CALGRID RUN, 1x1 km²-grid



Chemical speciation of PM₁₀ emissions

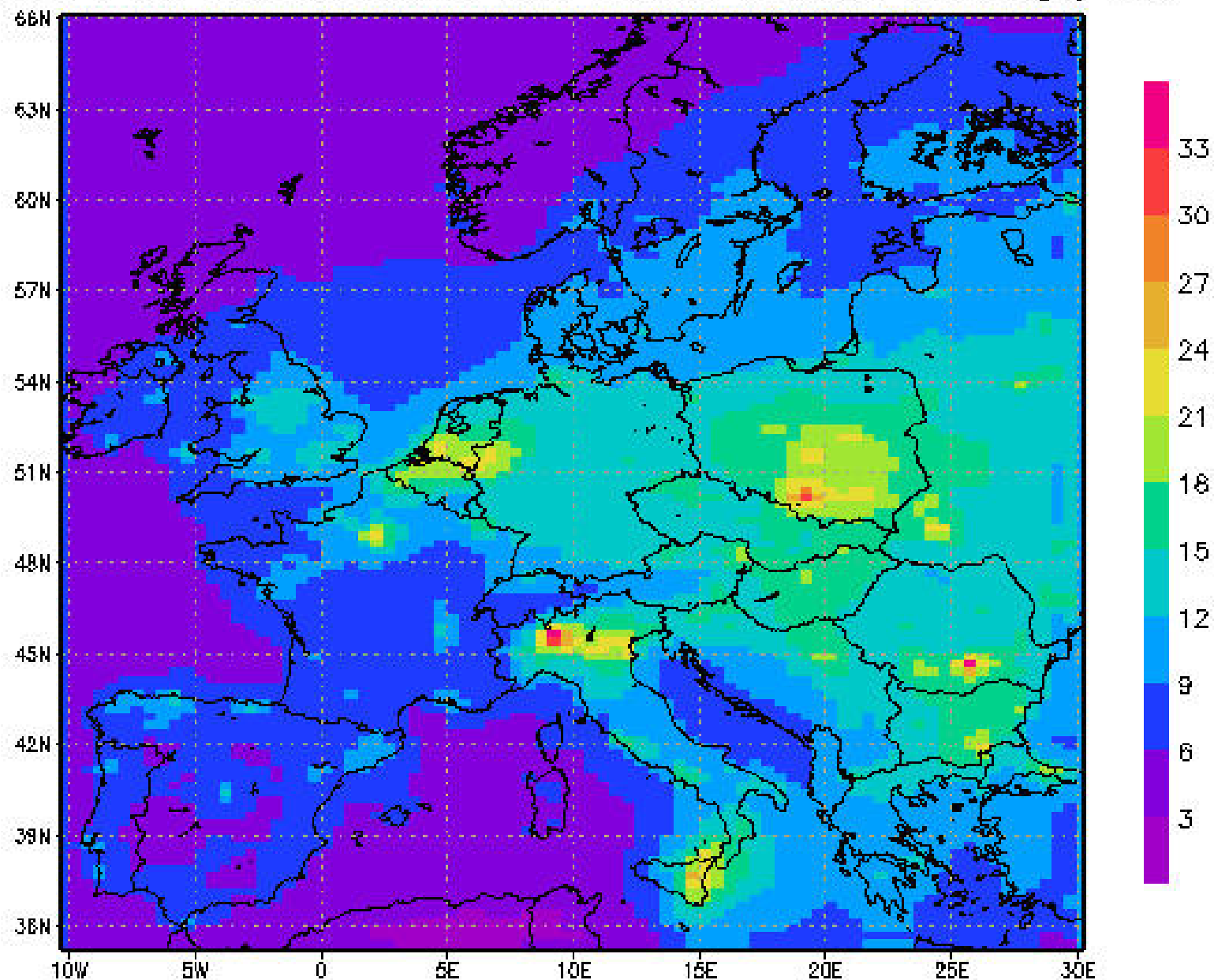
- Two modes: PM₂₅ and PM_{coarse} (PM₁₀ - PM₂₅)
- Sector dependent split factors (TNO):
- $PM_{25} = EC + OC + PM_{25MD}$ (inorganic material,
=mineral dust)
- $PM_{coarse} = PM_{CO_{MD}}$ (inorganic material,
=mineral dust)

Treatment of PM10

- Inorganic (SIA) and organic (SOA) secondary aerosols are assigned to the PM2.5 fraction
- Anthropogenic PM emissions are allocated to the primary model species: PMCO and the fine mode species EC, OC, INORGANICS (PM25MD, Mineral Dust)
- Wind blown dust is allocated to the primary model species PM25_{MD} and PMCO_{MD}
- Sea salt is assigned to the model species Na and Cl

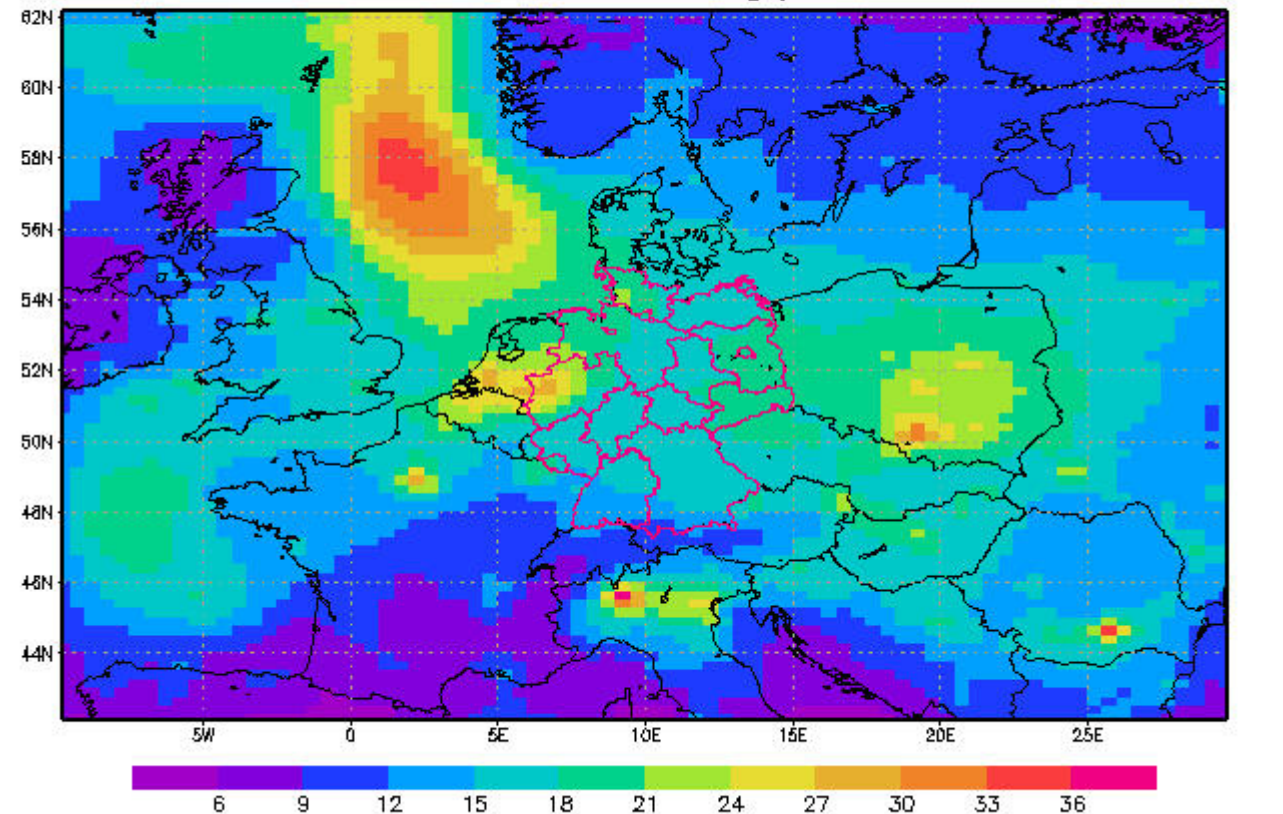
$$\text{Total PM10 mass} = \text{EC} + \text{OC} + \text{PM25}_{\text{MD}} + \text{PMCO}_{\text{MD}} + \text{SIA} + \text{SOA} + \text{Na} + \text{Cl}$$

RCG: P10 Annual Mean MET 2001, E2000, microgr/m3



PM10 Annual Mean ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) 2002: REM-CALGRID RUN, $0.5^\circ \times 0.25^\circ$ -grid

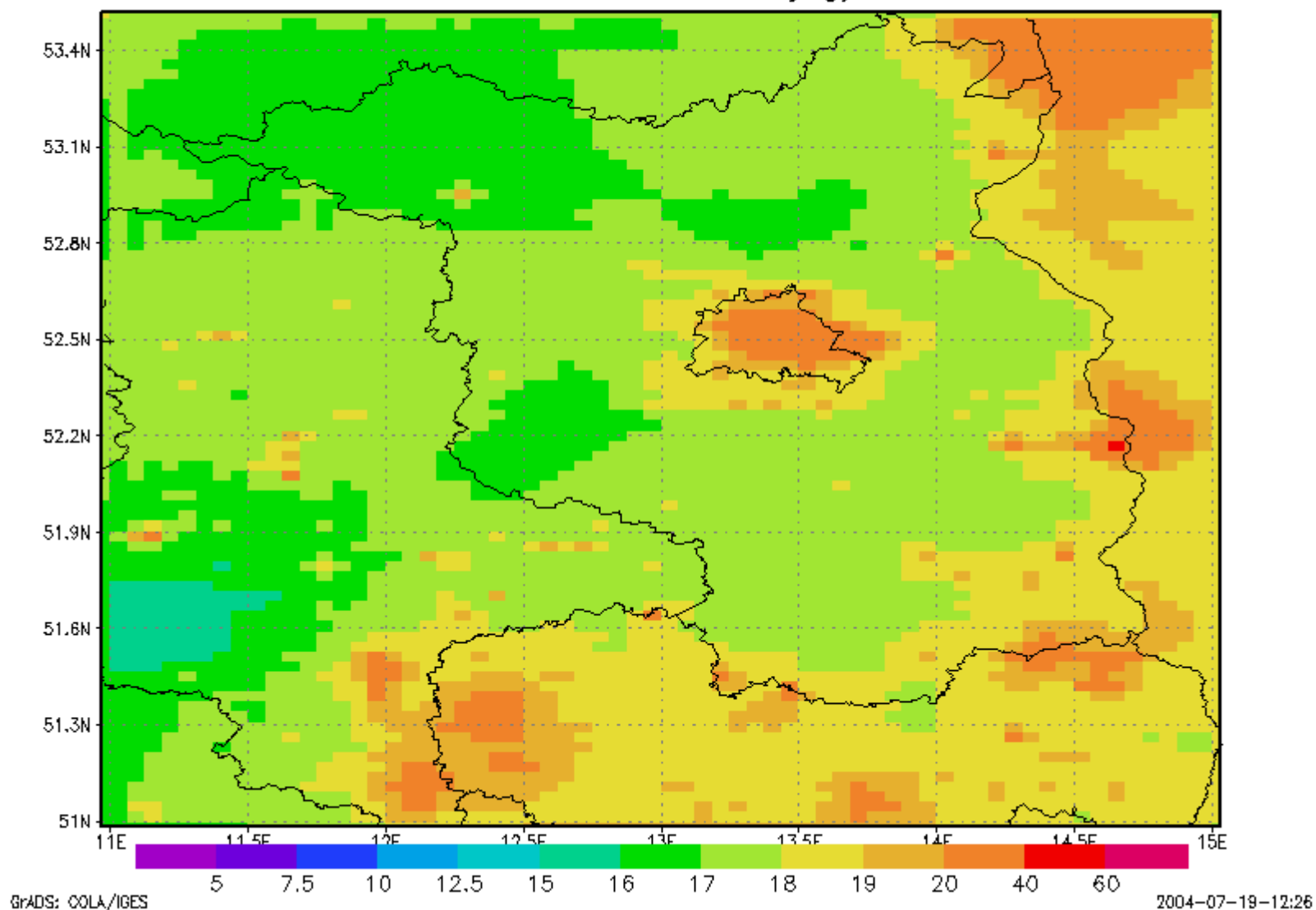
RCG: PM10 Annual Mean 2002 in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ incl. sea salt aerosol:



GrADS: COLA/IGES

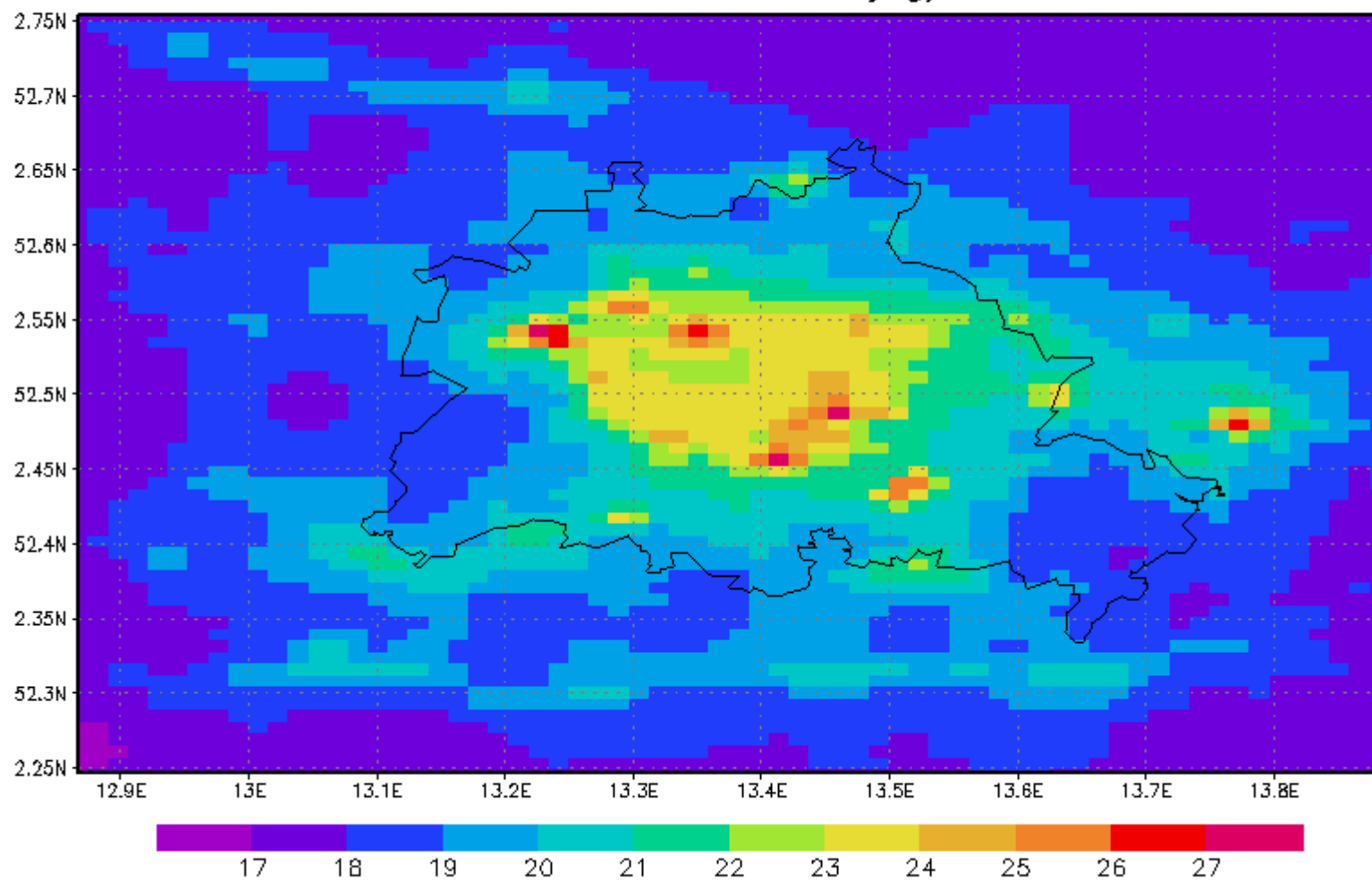
2004-06-24-14:46

RCG: PM10 Annual Mean 2002 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 4x4 Berlin



Stern/Kerschbaumer, 16.9. 2004

RCG: PM10 Annual Mean 2002 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 1x1 Berlin



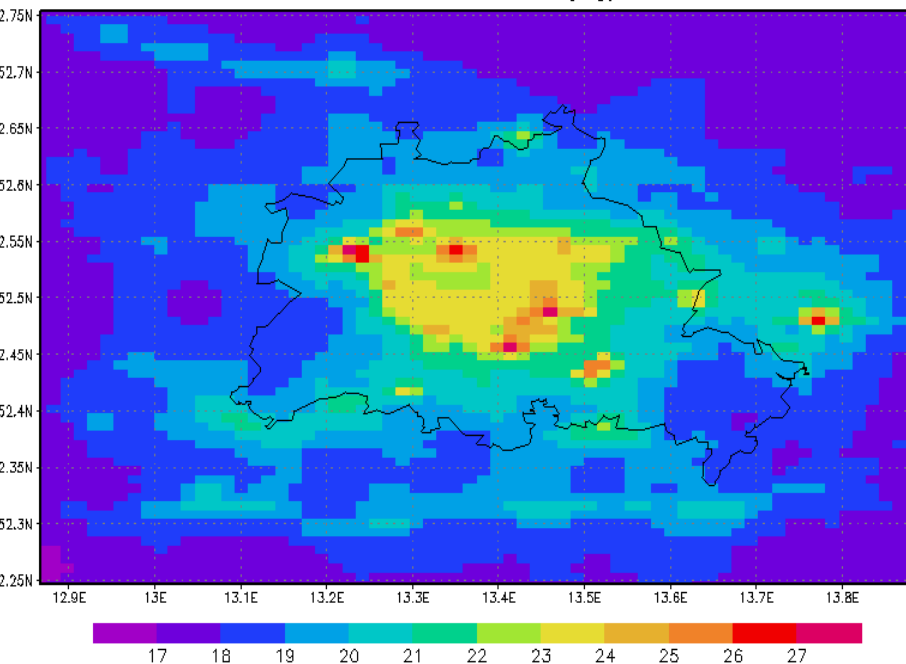
GrADS: COLA/IGES

2004-07-19-12:16

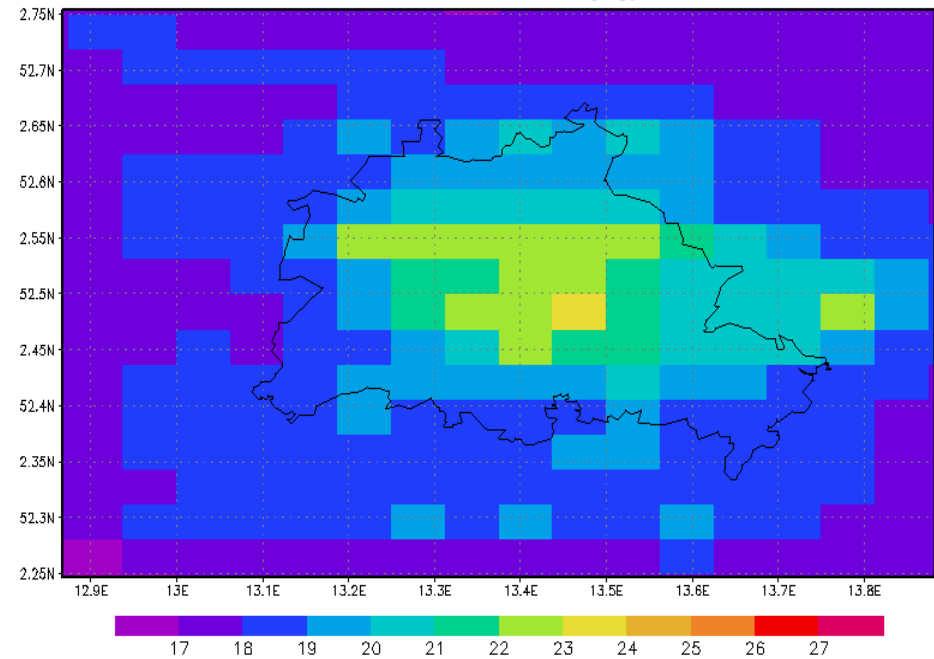
Stern/Kerschbaumer, 16.9. 2004

Vergleich 1x1- gegen 4x4 -Rechnung: PM10

RCG: PM10 Annual Mean 2002 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 1x1 Berlin

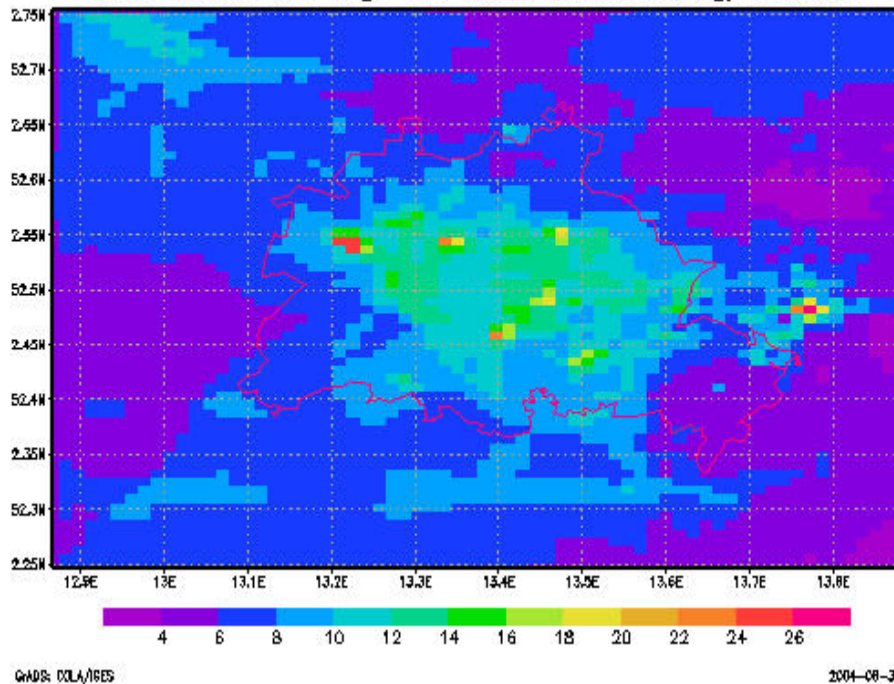


RCG: PM10 Annual Mean 2002 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 4x4 Berlin

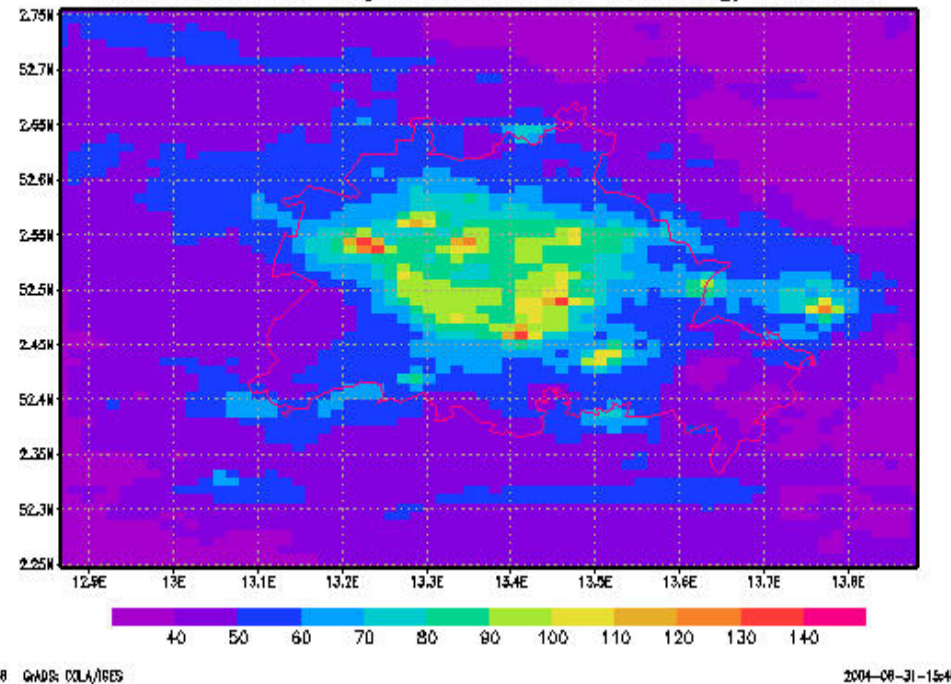


RCG-Berechnung: PM10: Anzahl der Tage mit PM10 TM > 50, bzw. > 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

RCG: Anzahl der Tage mit PM10 TM > 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 2002

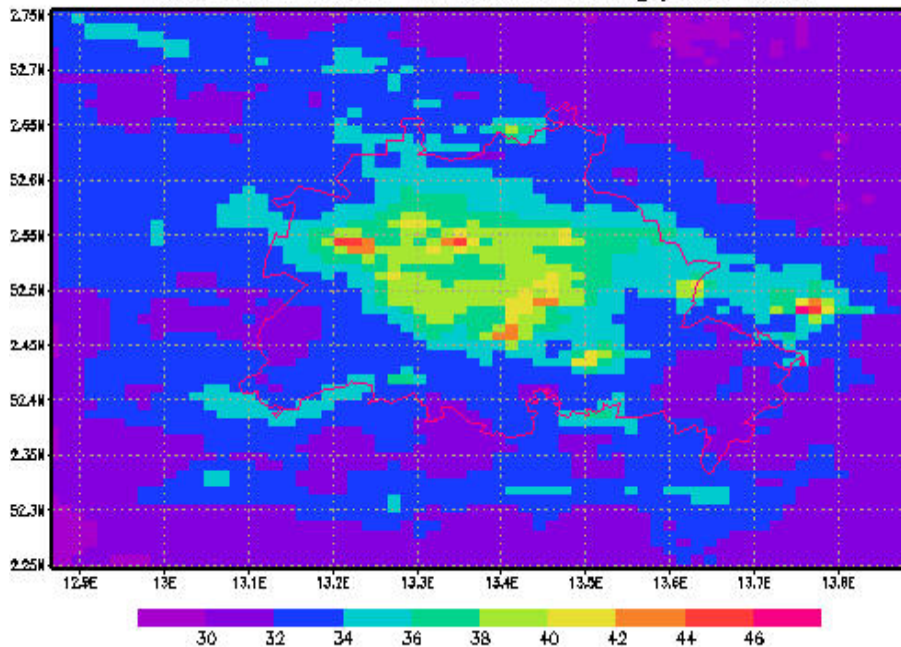


RCG: Anzahl der Tage mit PM10 TM > 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 2002



RCG-Berechnung: PM10: 90.41-Perzentil und 98.08-Perzentil der Tagesmittelwerte

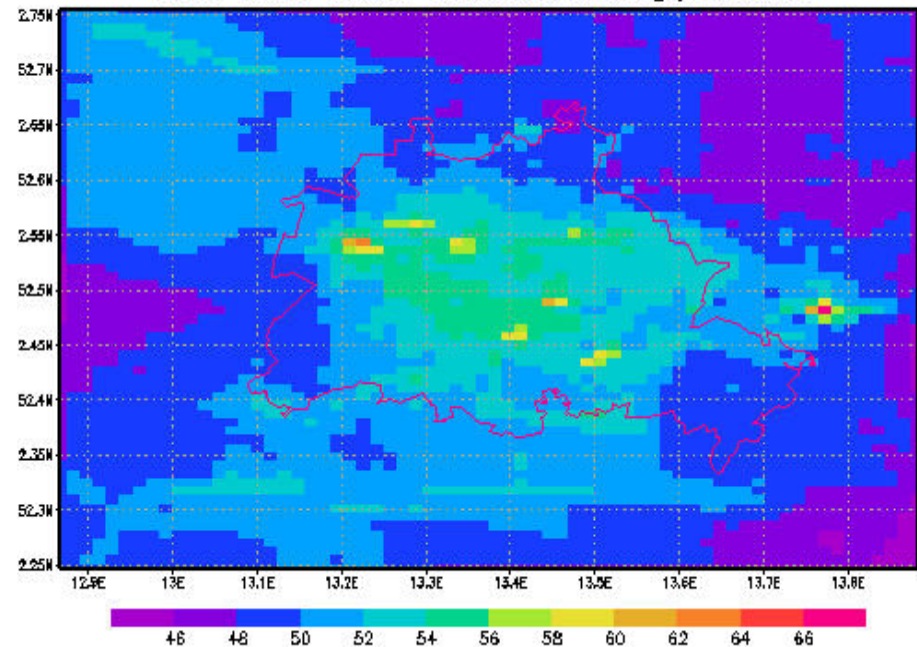
RCG: PM10 90.41-Perzentile microgr/m³, 2002



QADS: DOLA/RES

2004-08-31-15:51 QADS: DOLA/RES

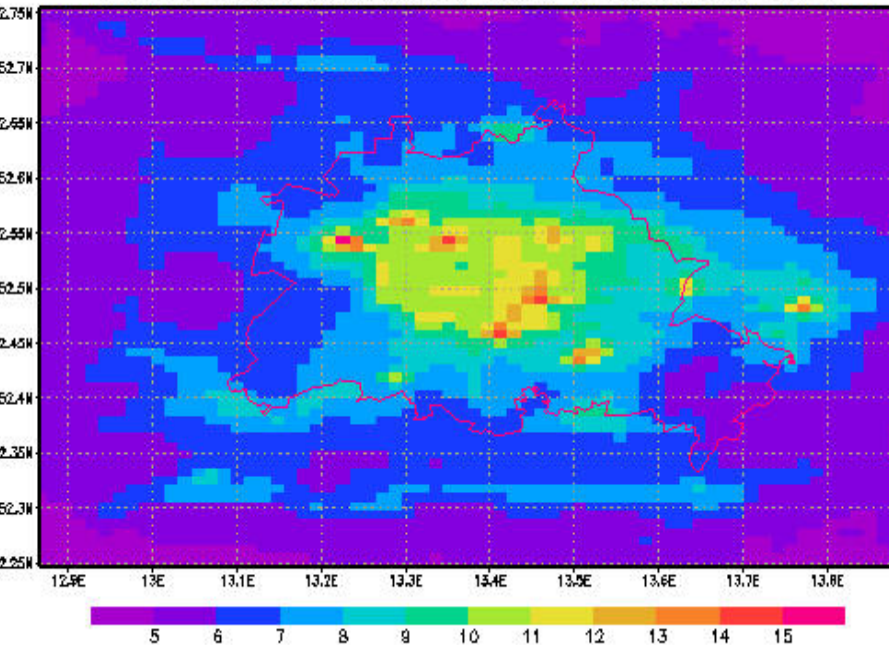
RCG: PM10 98.08-Perzentile microgr/m³, 2002



2004-08-31-15:53

Vergleich der PM10- Anteile Primärkomponenten gegen Sekundärkomponenten

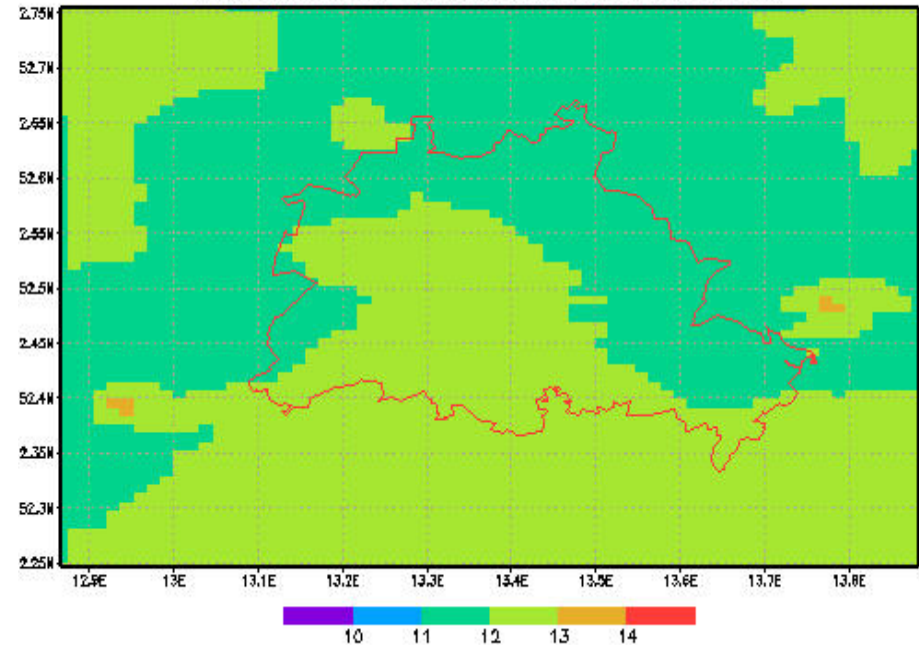
RCG: Primary Components PM10 microgr/m³, 2002



QADS: DOLA/RES

2004-08-01-13:29

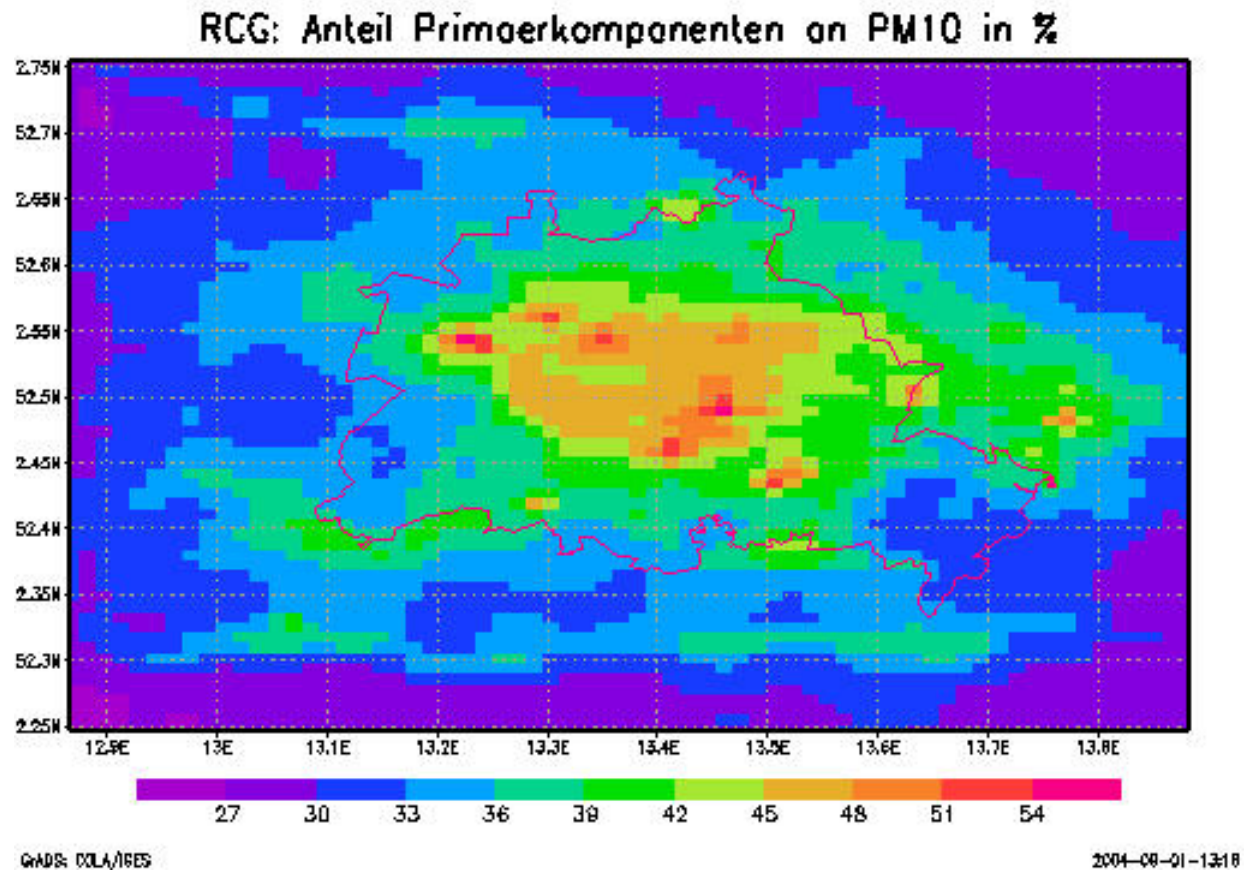
RCG: SIA+SOA Aerosols microgr/m³, 2002



QADS: DOLA/RES

2004-08-01-13:28

Anteil der Primärkomponenten am Gesamten PM10

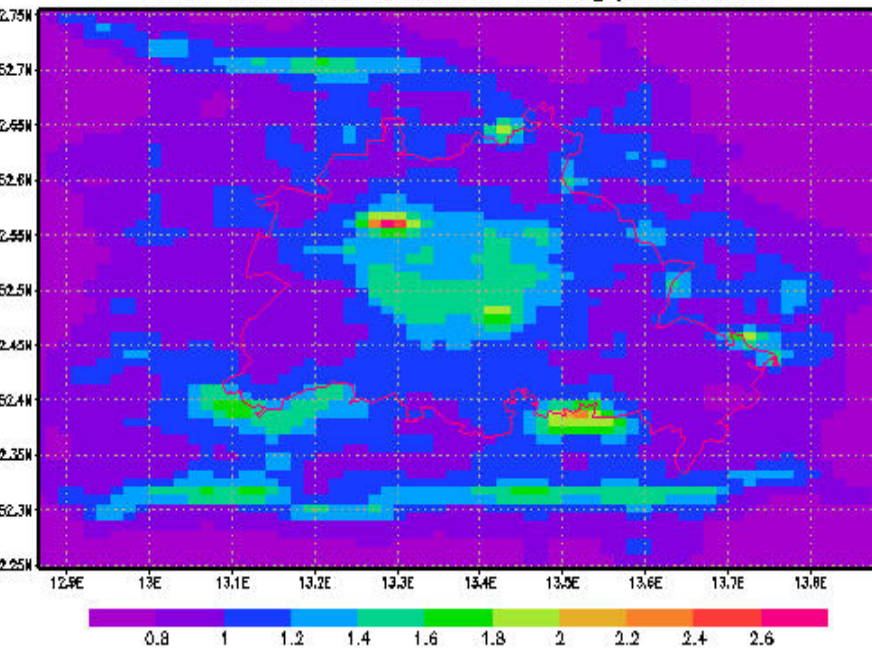


Stern/Kerschbaumer, 16.9. 2004

EC (Ruß)

OM (Organische Aerosol-Verbindungen)

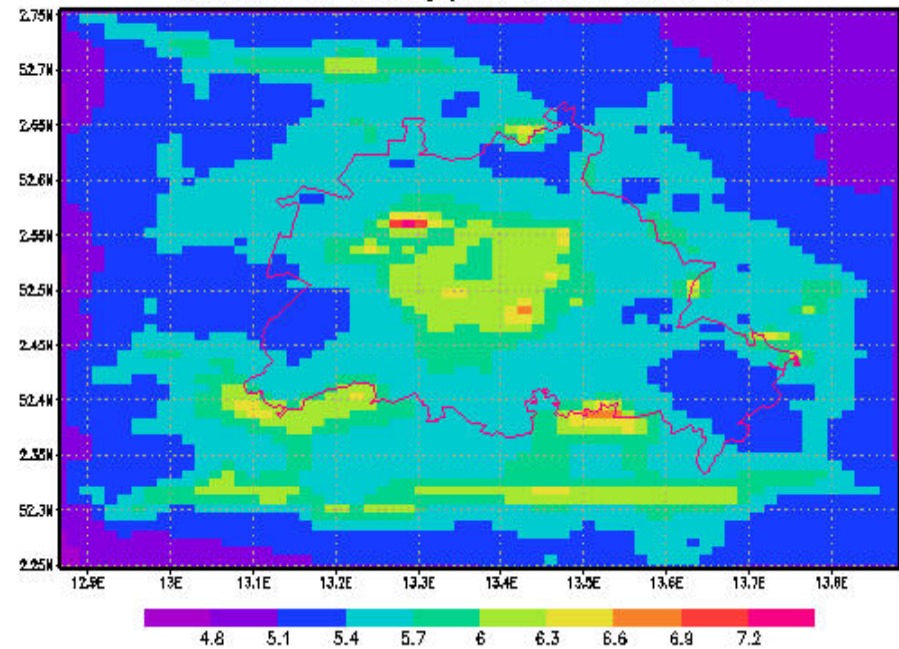
RCG: Elemental Carbon in microgr/m³, 2002



GRADS: DOLA/RES

2004-08-08-17:19

RCG: OM in microgr/m³ annual mean 2002



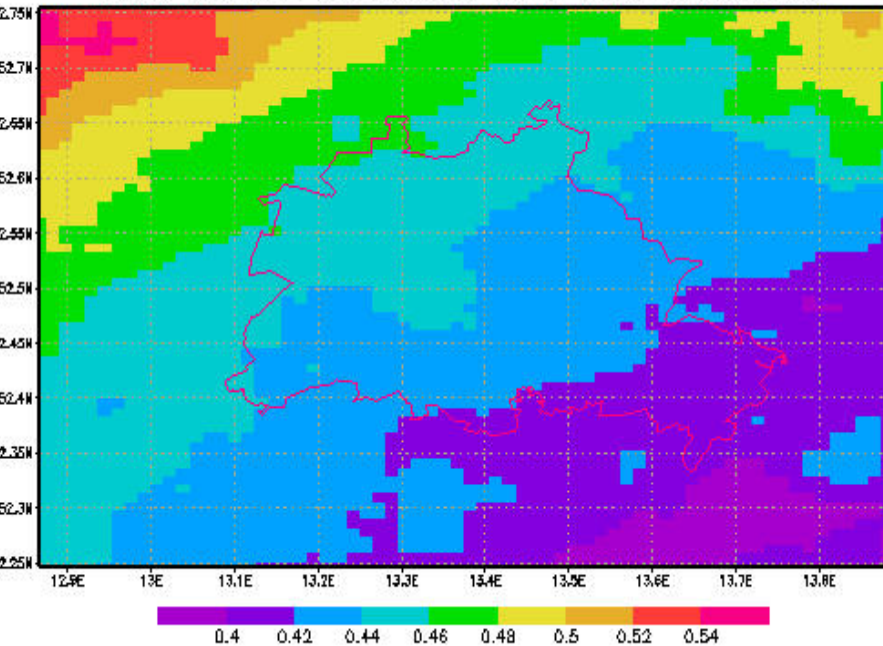
GRADS: DOLA/RES

2004-08-08-17:20

See Salz Aerosole Na+Cl

Aufgewirbelter PM10 Staub

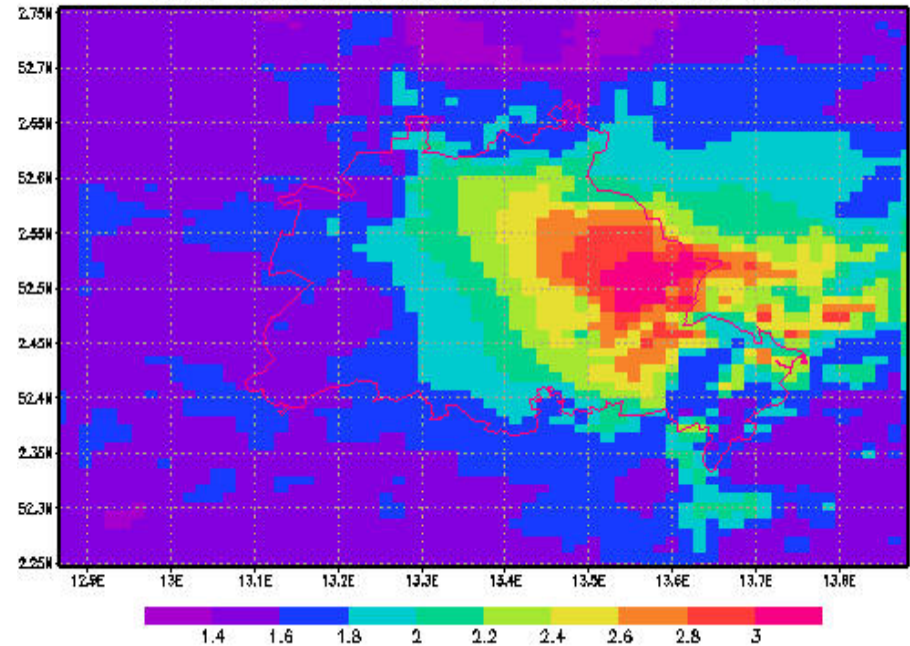
RCG: Sea Salt components Na + Cl in microgr/m³



GADS: COLA/RES

2004-08-01-1353

RCG: PM10 wind blown dust microgr/m³, 2002

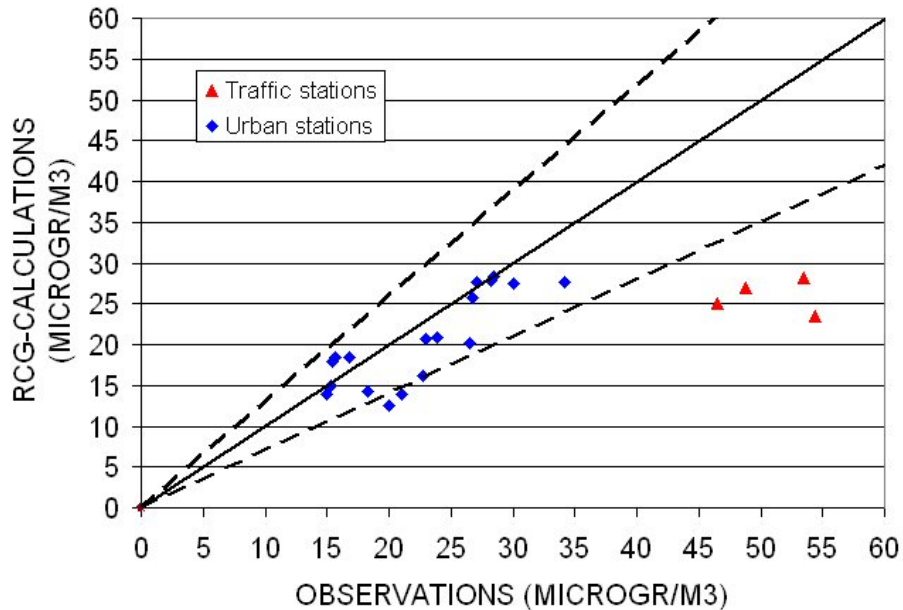


GADS: COLA/RES

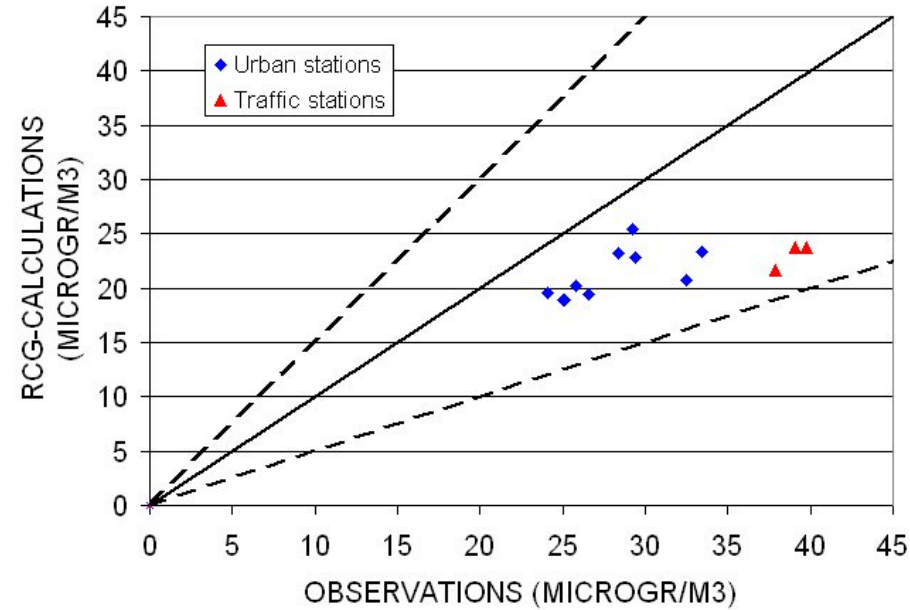
2004-08-01-1318

Vergleich mit Messungen

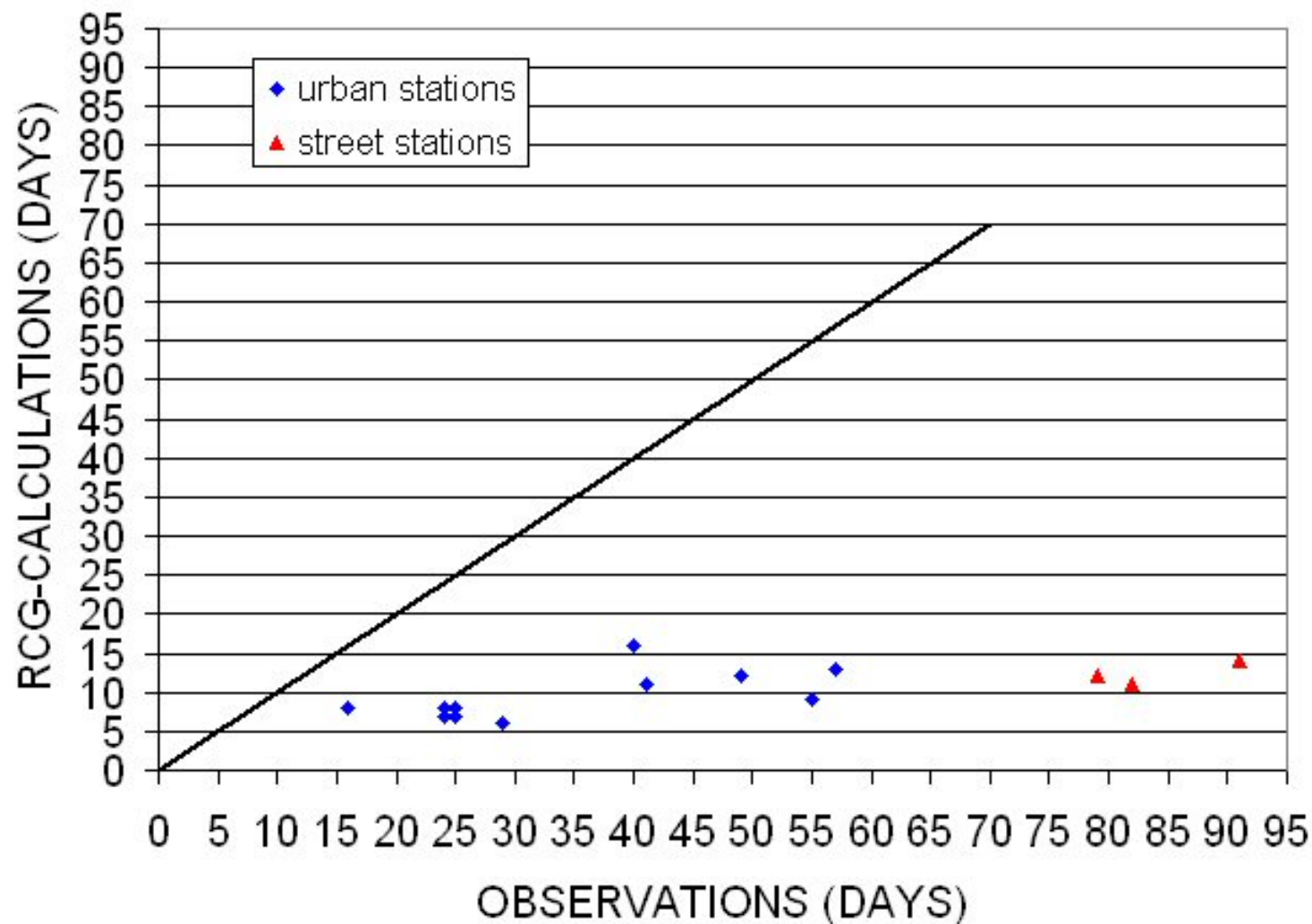
REM-CALGRID 1x1 km²: ANNUAL MEAN NO₂, 2002
23 station in Berlin, Brandenburg



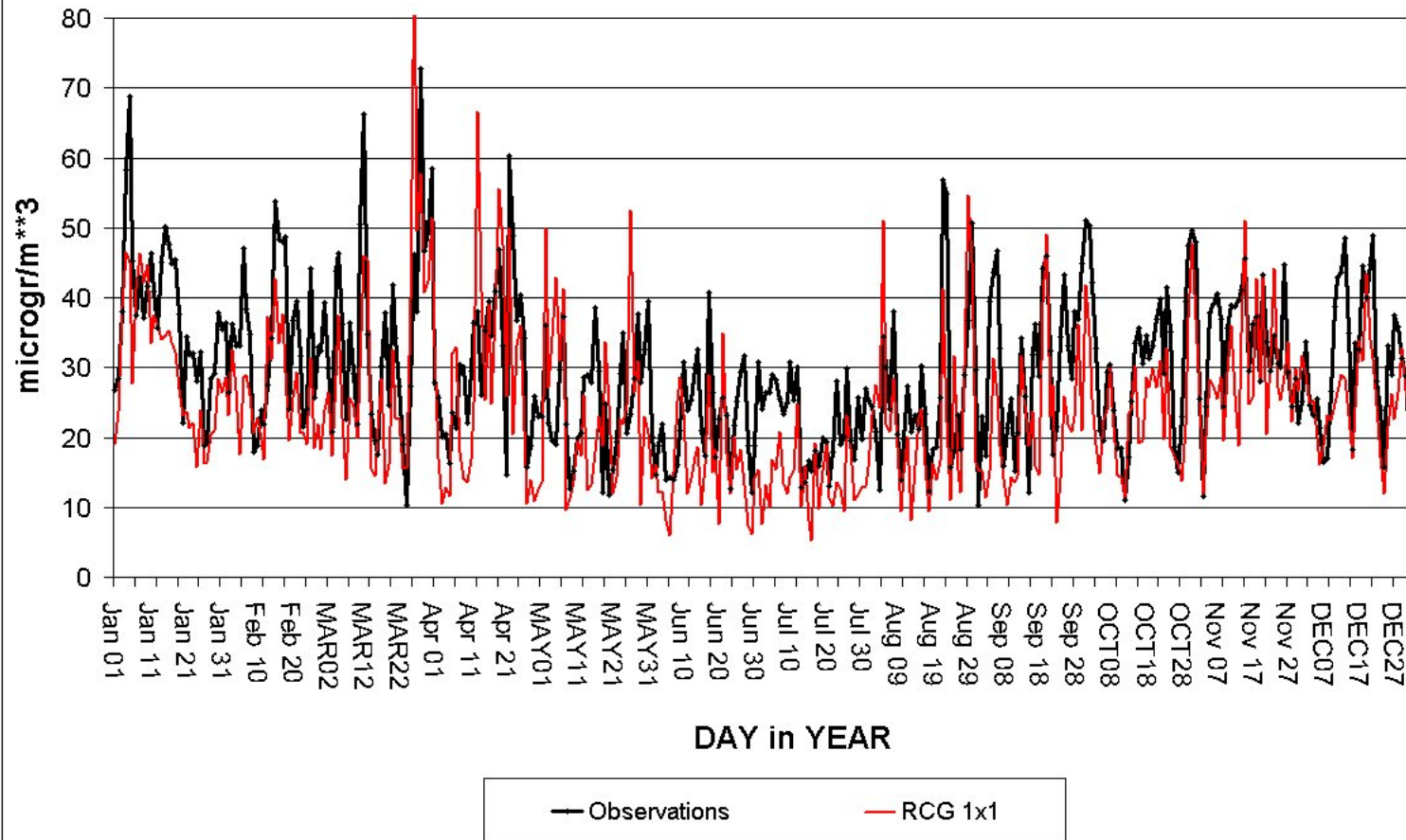
REM-CALGRID 1x1 km²: ANNUAL MEAN PM₁₀, 2002
13 stations in Berlin, Brandenburg



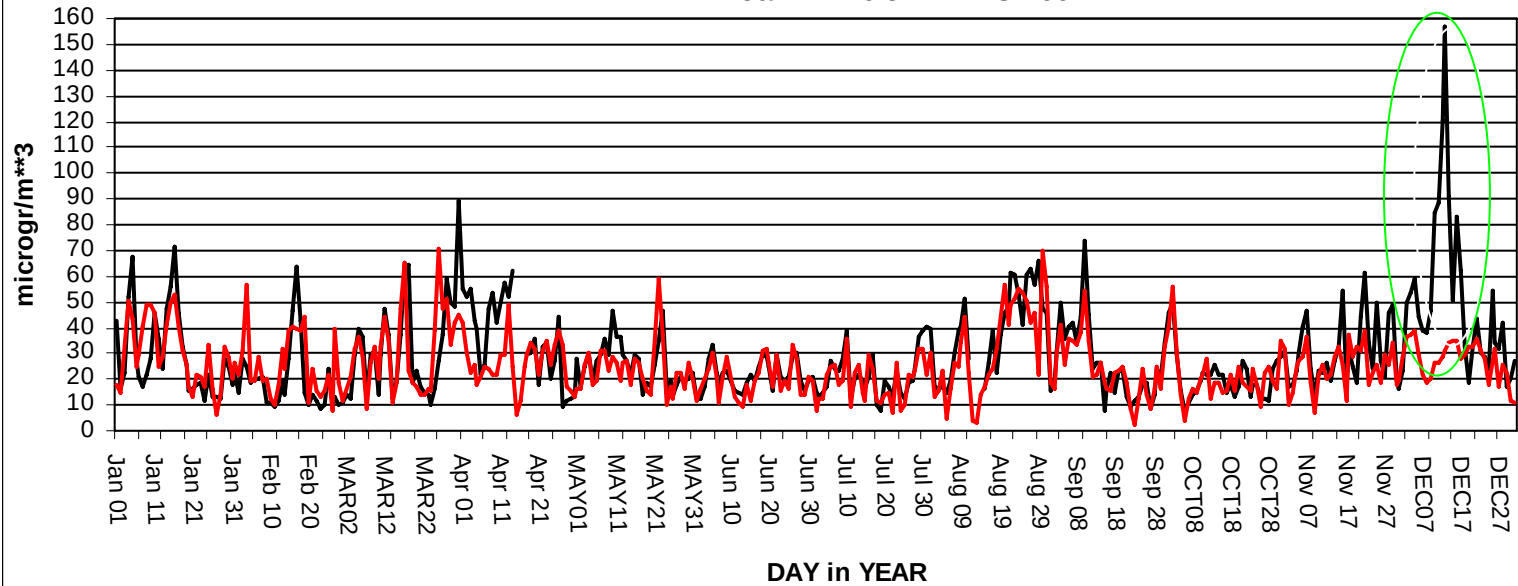
REM-CALGRID 1x1 km²: ANZAHL TAGE MIT PM₁₀ TM > 50 µg/m³ 13 stations in Berlin, Brandenburg



Berlin: Nansenstrasse: 24 h Mean NO₂ JAN-DEC 2002



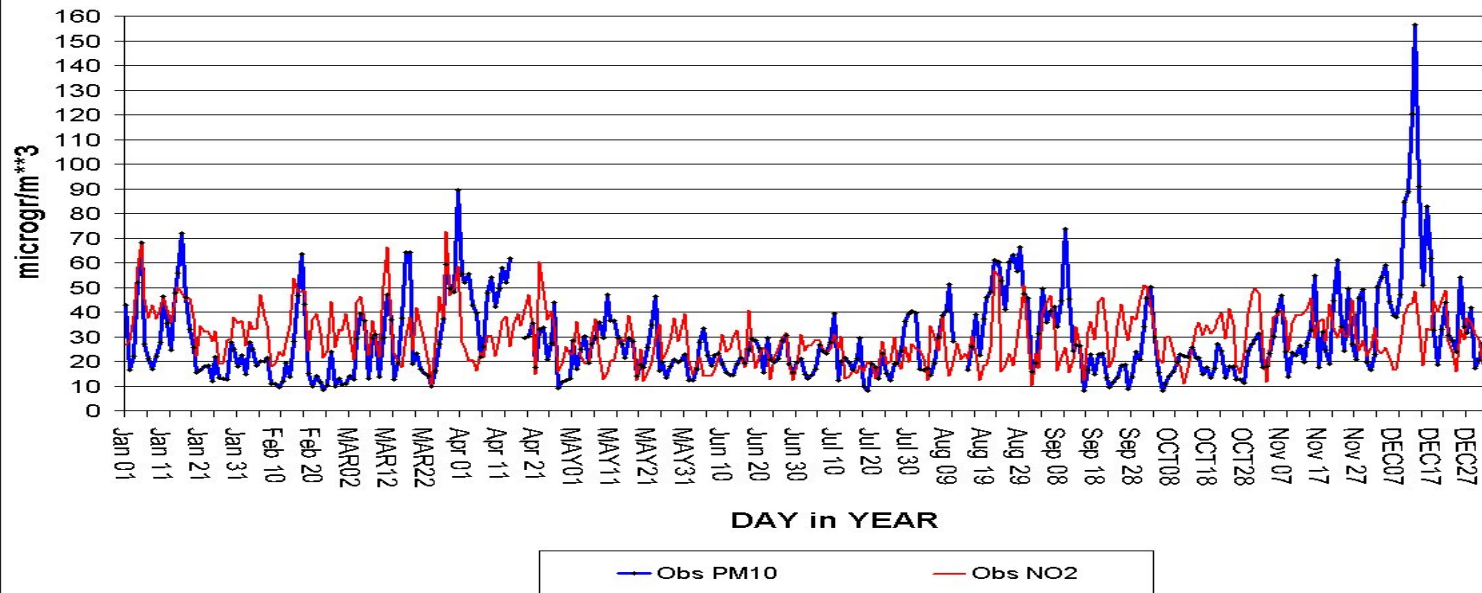
Urban Background station Berlin-Nansenstr.
24 h Mean PM10 JAN-DEC 2002



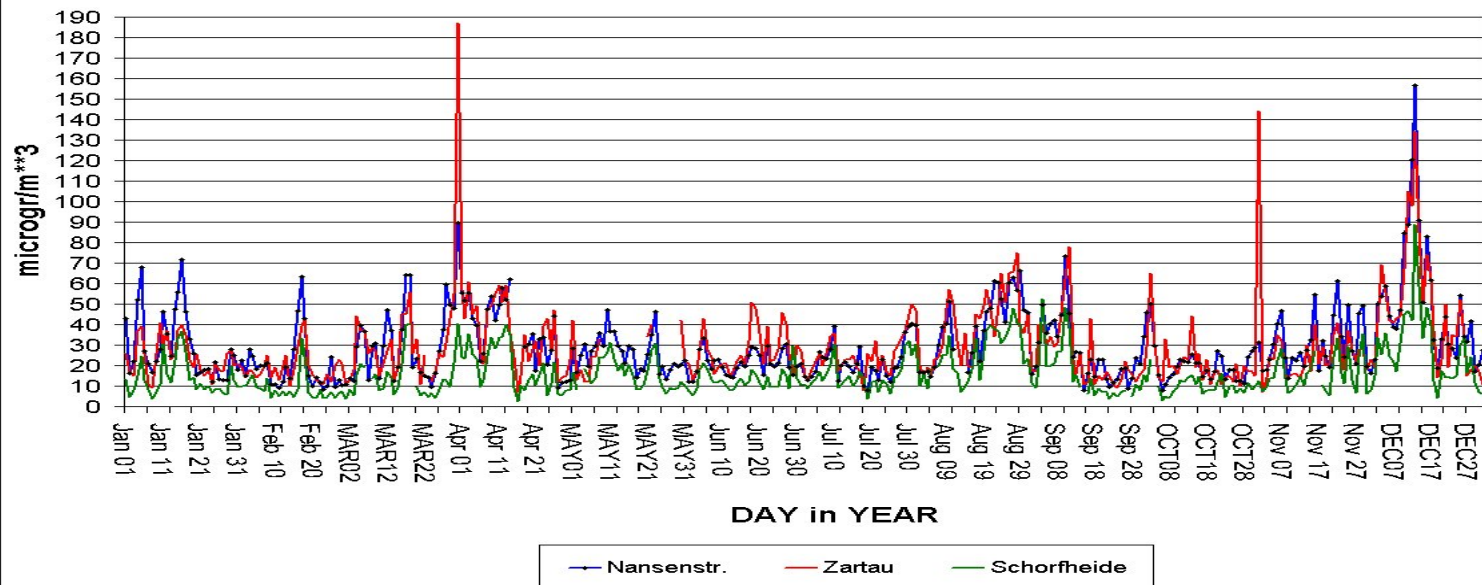
— OBSERVATION Nansenstr.

— RCG 1x1, Nansenstr

Berlin: Nansenstrasse: 24 h Mean PM10, NO2 JAN-DEC 2002

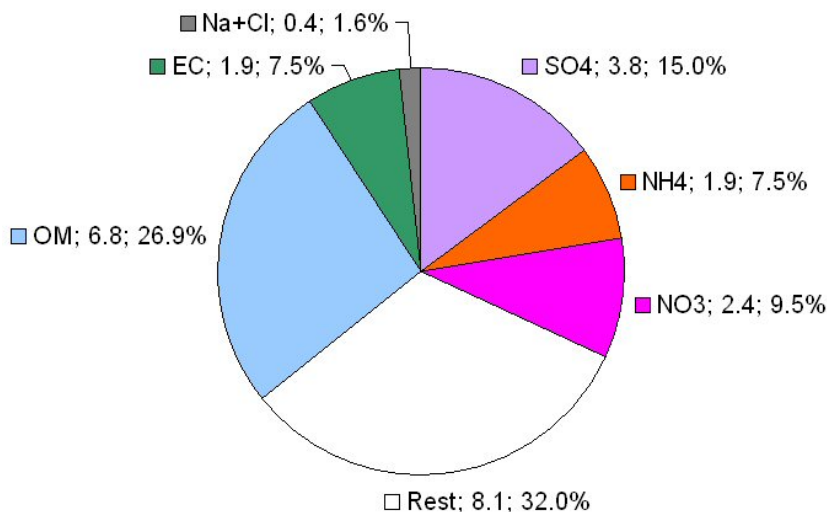


OBSERVED 24 h Mean PM10 JAN-DEC 2002



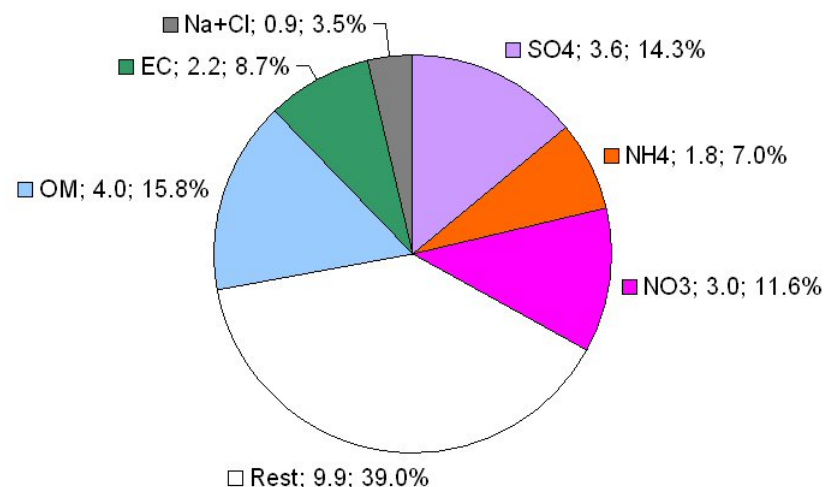
Vergleich der PM10-Zusammensetzung Nansenstr. RCG (1.1.2002-31.12.2002) und HOVERT-Messung (15.9.2001-15.9.2002)

RCG: BERLIN-NANSENSTRASSE: PM10 COMPOSITION 2002, $\mu\text{gr}/\text{m}^3$ and % of total PM10



PM10-Jahresmittelwert 2002:
25.4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

HOVERT (15.9.2001-15.9.2002): BERLIN-NANSENSTRASSE: PM10 COMPOSITION 2002, $\mu\text{gr}/\text{m}^3$, and % of total PM10



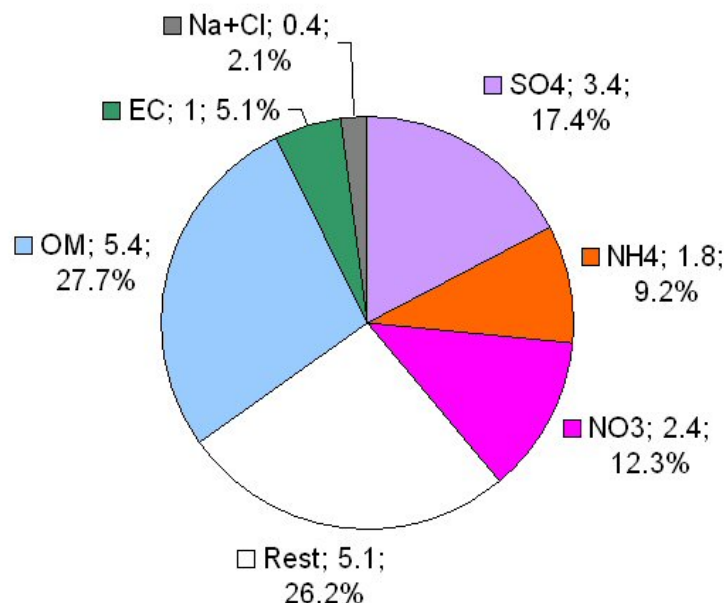
PM10-Jahresmittelwert HOVERT:
24.4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

PM10-Jahresmittelwert 2002 BLUME:
29.2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Stern/Kerschbaumer, 16.9. 2004

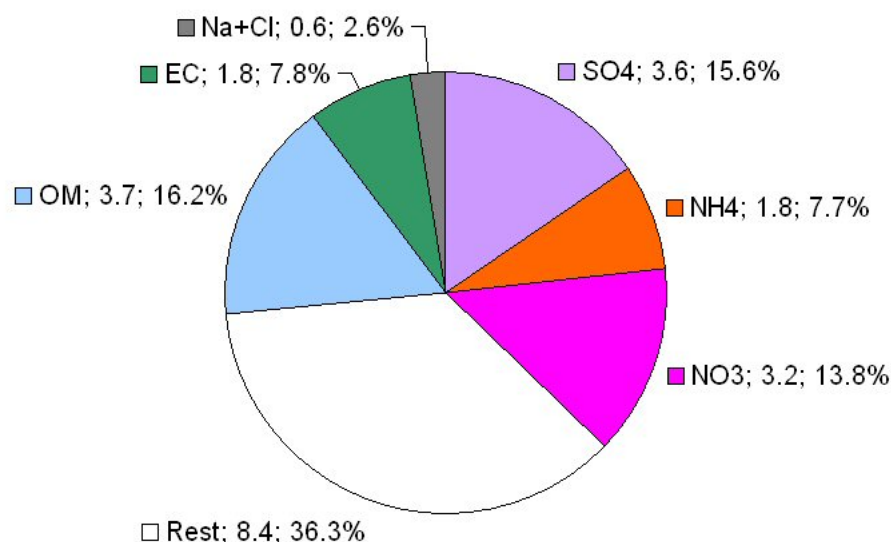
Vergleich der PM10-Zusammensetzung Buch RCG (1.1.2002-31.12.2002) und HOVERT-Messung (15.9.2001-15.9.2002)

RCG: BERLIN-Buch: PM10 COMPOSITION 2002, $\mu\text{gr}/\text{m}^3$ and % of total PM10



PM10-Jahresmittelwert 2002:
19.6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

HOVERT (15.9.2001-15.9.2002): BERLIN-Buch: PM10 COMPOSITION 2002, $\mu\text{gr}/\text{m}^3$, and % of total PM10

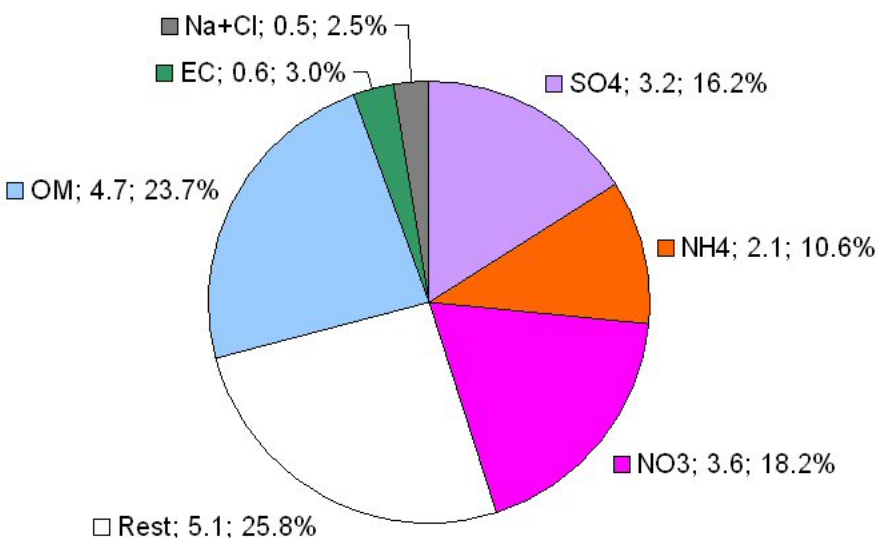


PM10-Jahresmittelwert HOVERT:
22.6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

PM10-Jahresmittelwert 2002 BLUME:
24.1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

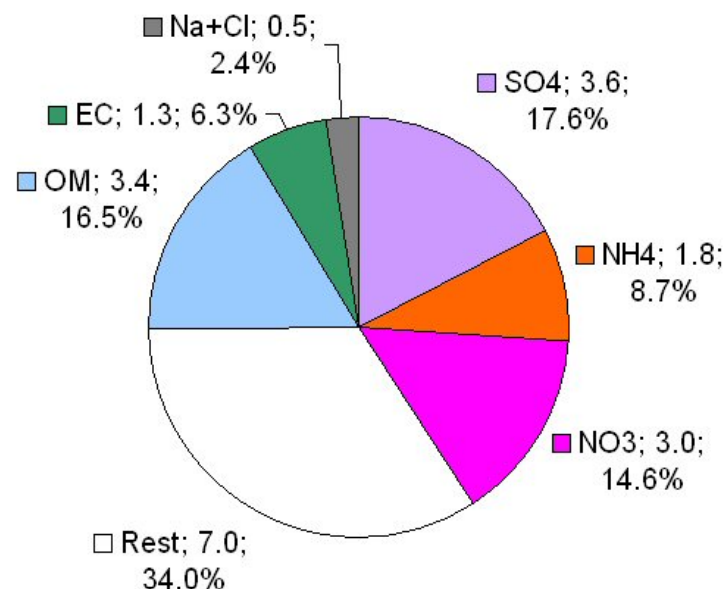
Vergleich der PM10-Zusammensetzung Paulinenaue RCG (1.1.2002-31.12.2002) und HOVERT-Messung (15.9.2001-15.9.2002)

RCG, Paulinenaue: PM10 COMPOSITION 2002, $\mu\text{g}/\text{m}^3$ and % of total PM10



PM10-Jahresmittelwert 2002:
19.8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

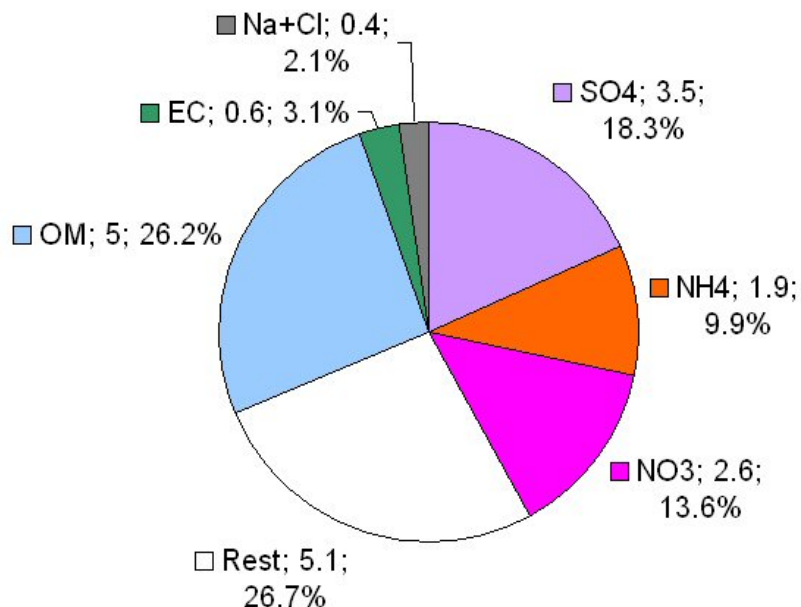
HOVERT (15.9.2001-15.9.2002): Paulinenaue: PM10 COMPOSITION 2002, $\mu\text{g}/\text{m}^3$, and % of total PM10



PM10-Jahresmittelwert HOVERT:
20.6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

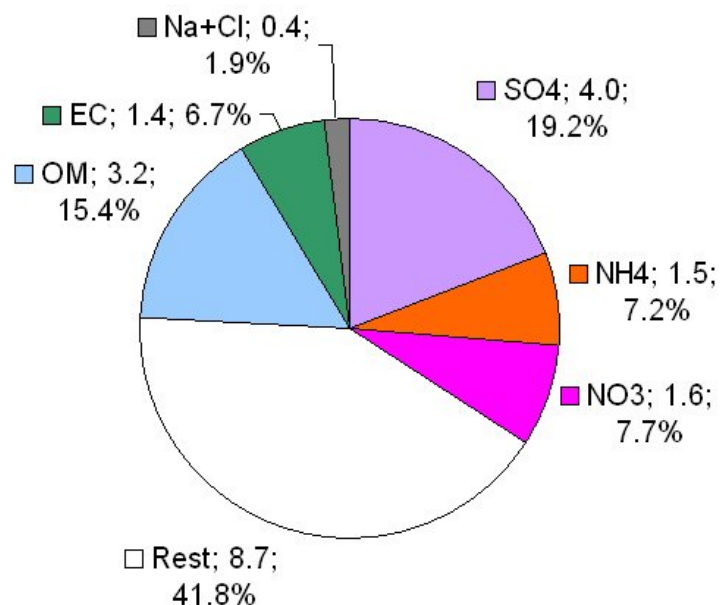
Vergleich der PM10-Zusammensetzung Hasenholz RCG (1.1.2002-31.12.2002) und HOVERT-Messung (15.9.2001-15.9.2002)

RCG, Hasenholz: PM10 COMPOSITION 2002, $\mu\text{gr}/\text{m}^3$ and % of total PM10



PM10-Jahresmittelwert 2002:
19.1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

HOVERT (15.9.2001-15.9.2002): Hasenholz: PM10 COMPOSITION 2002, $\mu\text{gr}/\text{m}^3$, and % of total PM10



PM10-Jahresmittelwert HOVERT:
20.8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Bewertung der RCG-Simulation der PM10-Zusammensetzung

- EC unterschätzt, OM überschätzt

Hinweis auf fehlerhafte Splitfaktoren bei der Emission, SOA-Beitrag unsicher

- Rest unterschätzt

Hinweis auf fehlende Quellen

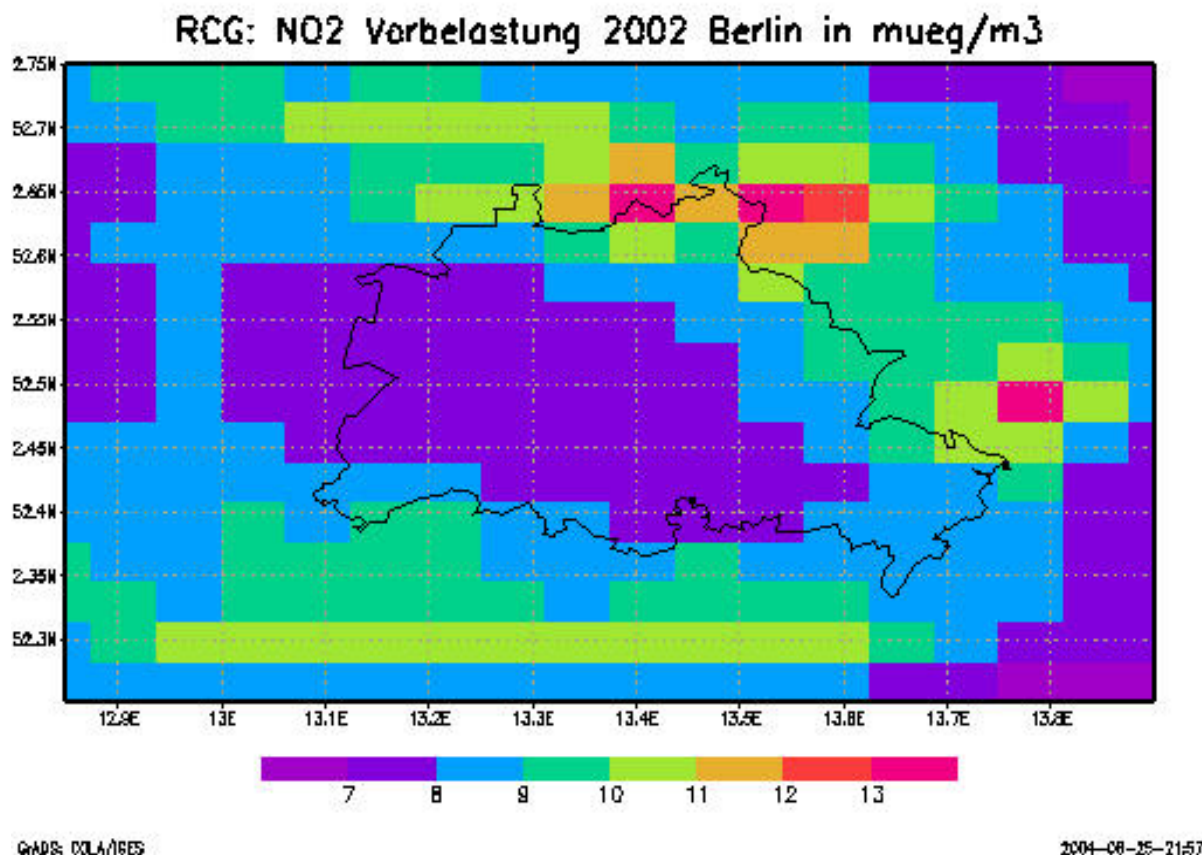
- Anorganische Sekundäre Aerosole

Gut getroffen

- Na, Cl

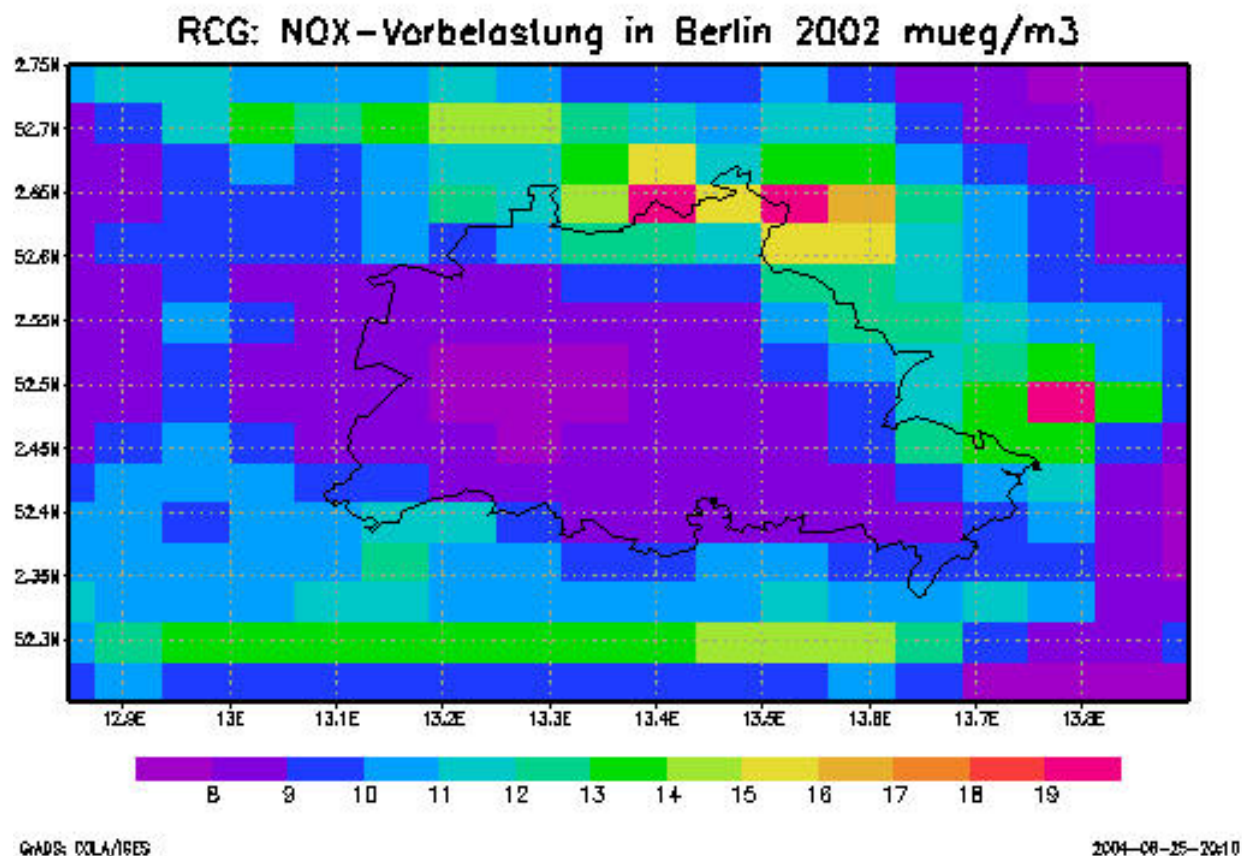
Gut getroffen

Berechnete NO₂-Vorbelastung Berlin 2002



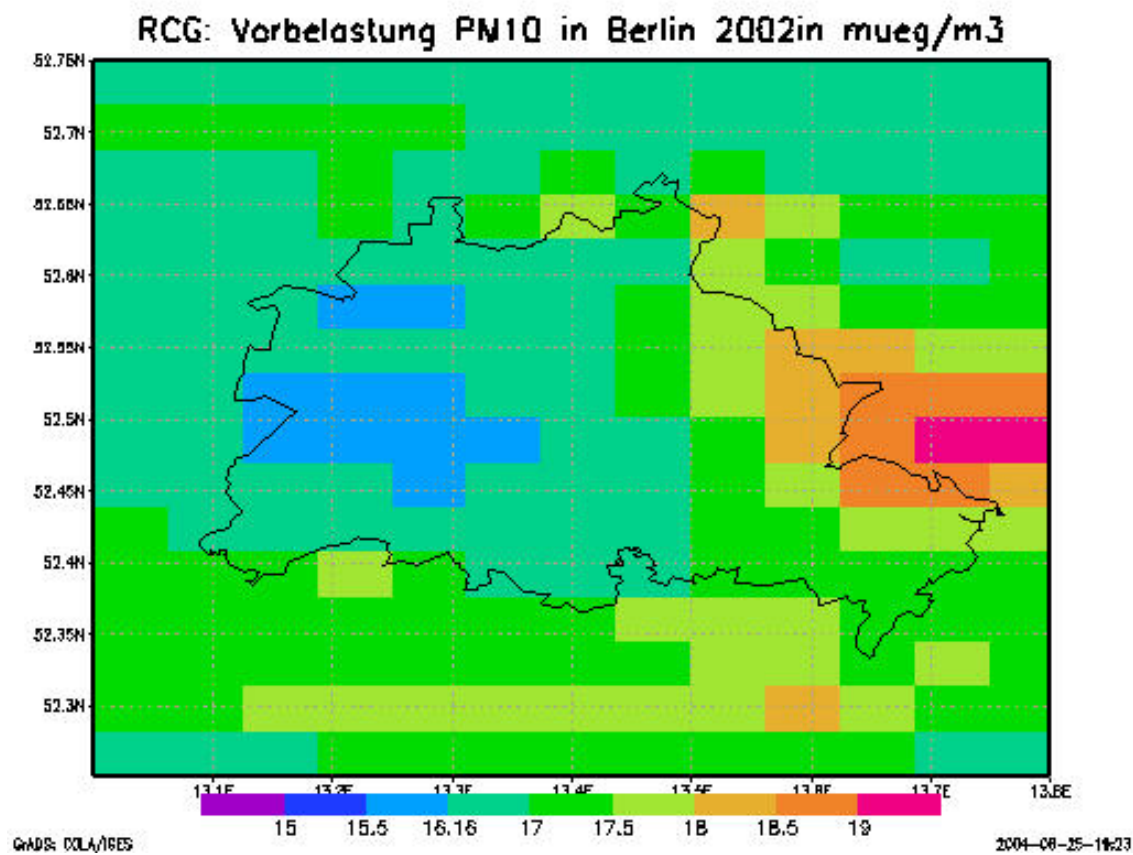
Stern/Kerschbaumer, 16.9. 2004

Berechnete NOX-Vorbelastung Berlin 2002



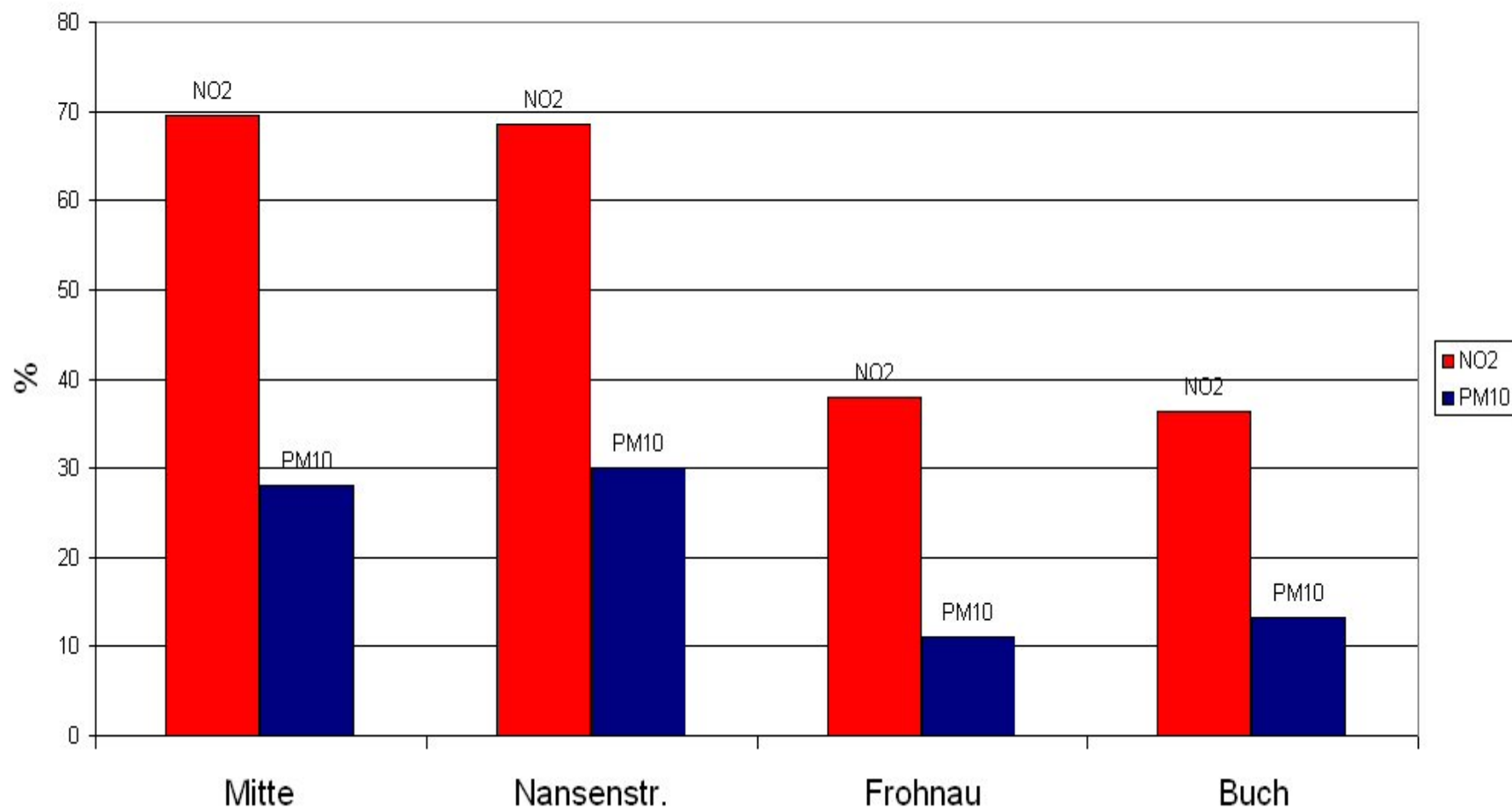
Stern/Kerschbaumer, 16.9. 2004

Berechnete PM10-Vorbelastung Berlin 2002

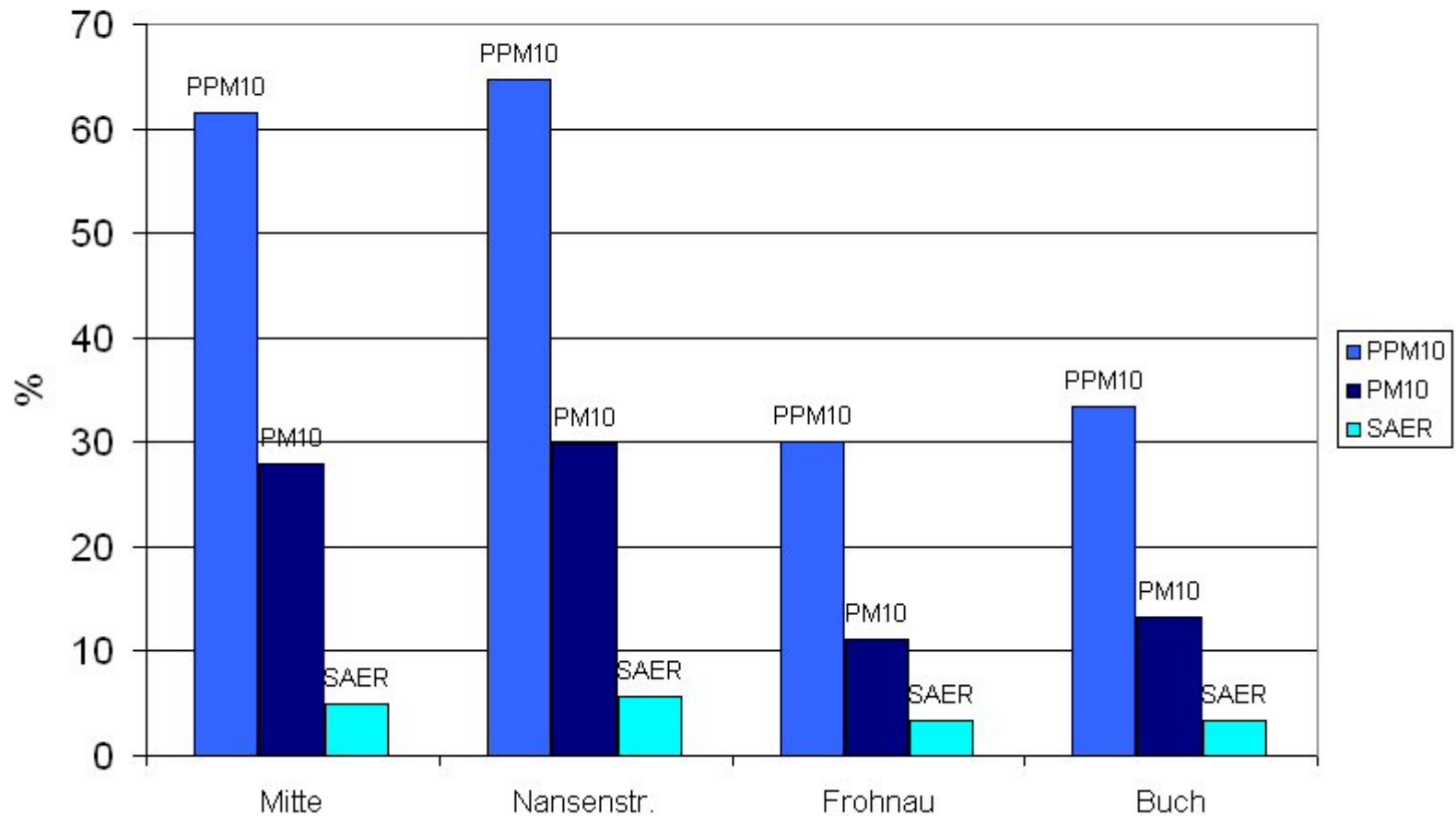


Stern/Kerschbaumer, 16.9. 2004

RCG: Beitrag der Berliner Emissionen zu den Immissionen 2002



RCG: Beitrag der Berliner Emissionen zu den PM10 Immissionen 2002



RCG-Abschätzung: Beitrag der Berliner Emissionen zu den Immissionen 2002

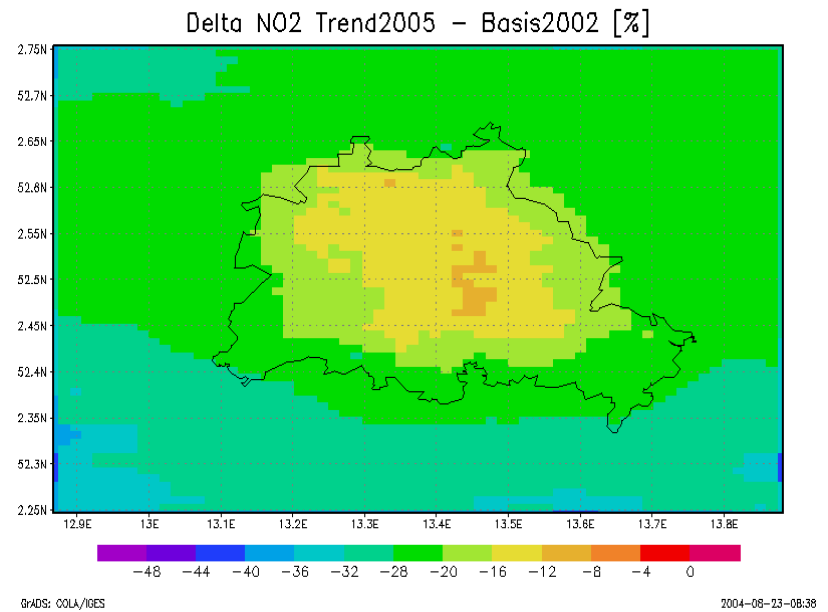
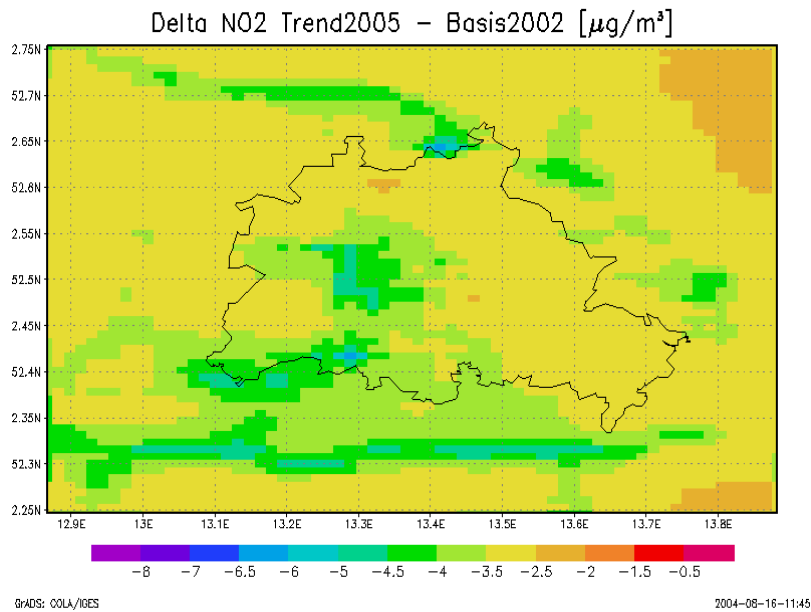
	Stadtzentrum → Stadtrand		
NO ₂	2/3	--->	1/3
PM ₁₀	1/3	--->	1/10
Primär PM ₁₀ PPM ₁₀	2/3	--->	1/3
Sekundär PM ₁₀ SAER	1/20	--->	1/25
Stern/Kerschbaumer, 16.9. 2004			

Trendszenario 2005, 2010

Europaweit und Berlin

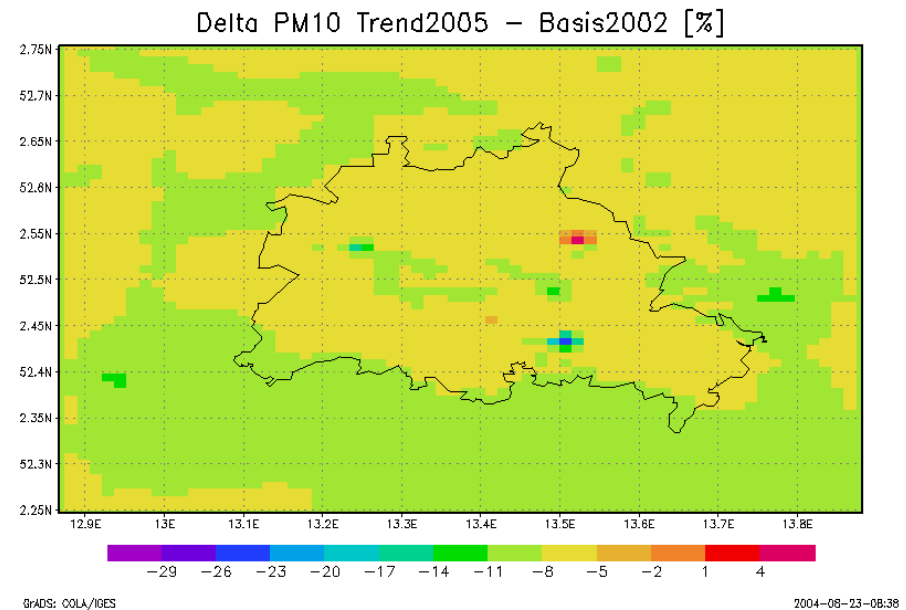
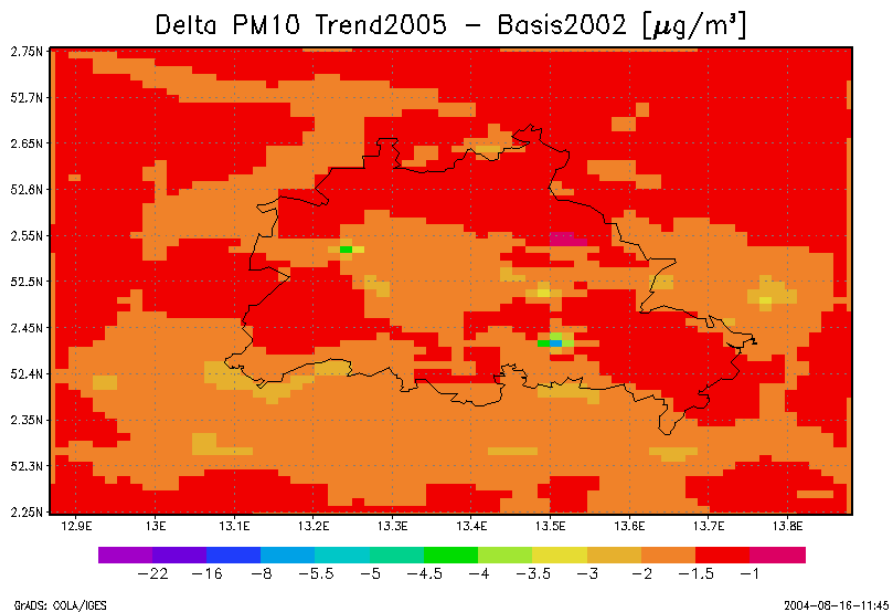
Änderung der Berliner Emissionen in %	TREND 2005	TREND 2010
NOX	-12.3 %	-21.5%
PM10	-4.2%	-7.0%

RCG-Szenario : Trend 2005 – Basis 2002 NO2



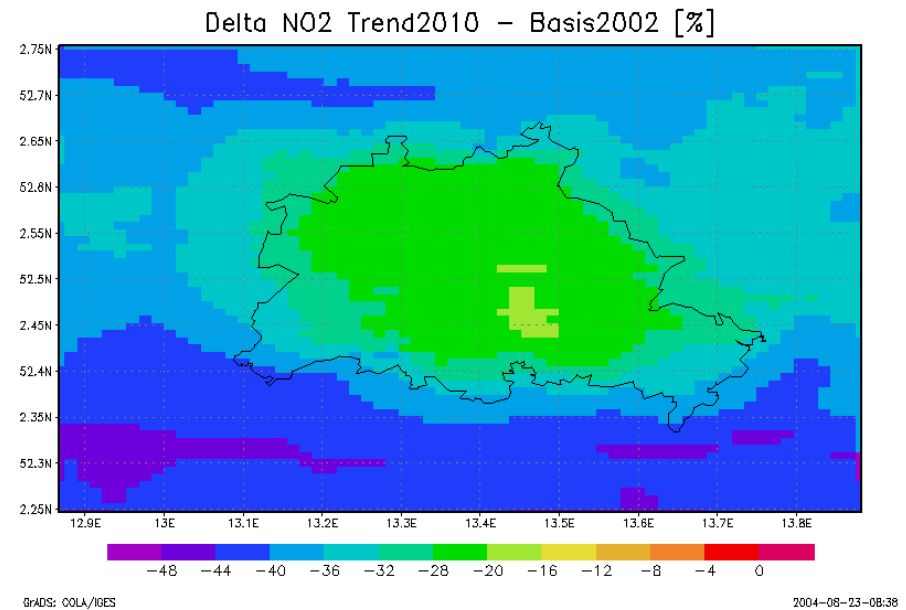
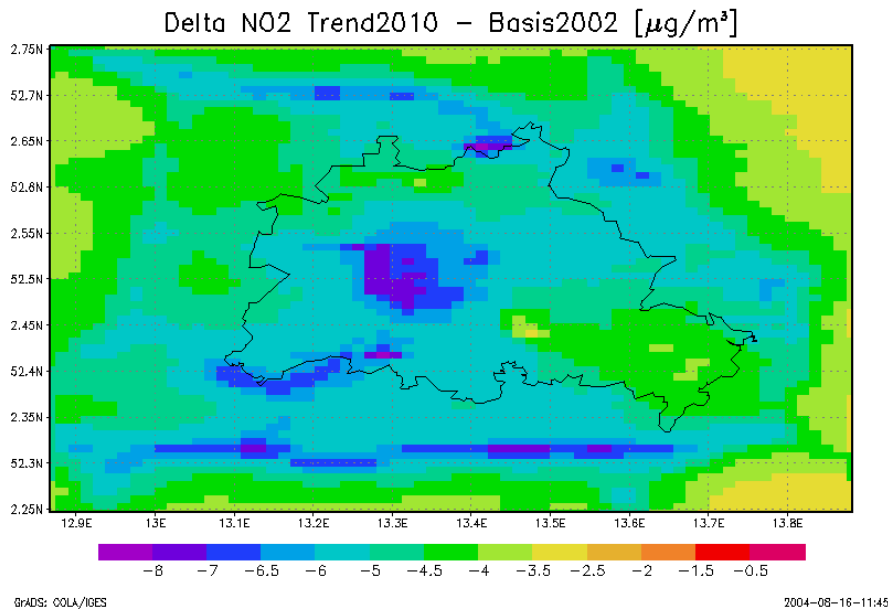
Stern/Kerschbaumer, 16.9. 2004

RCG-Szenario : Trend 2005 – Basis 2002 PM10



Stern/Kerschbaumer, 16.9. 2004

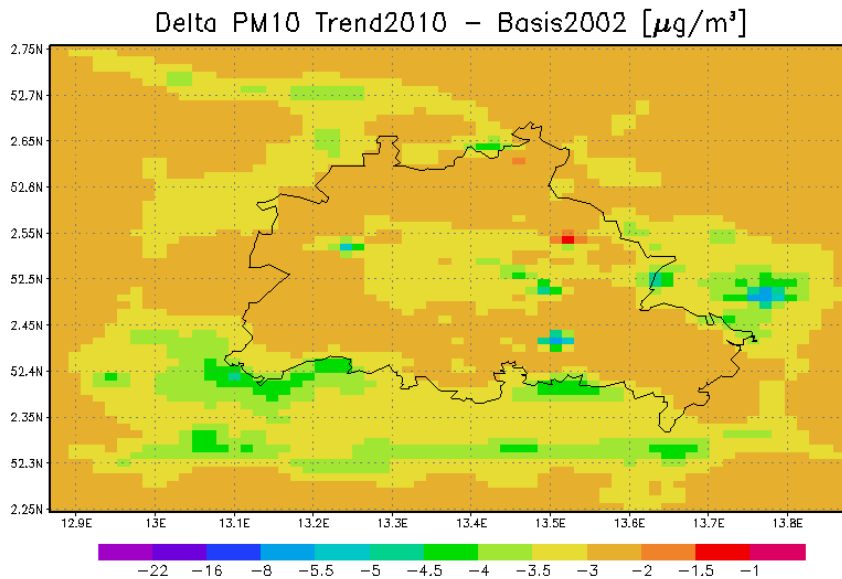
RCG-Szenario : Trend 2010 – Basis 2002 NO₂



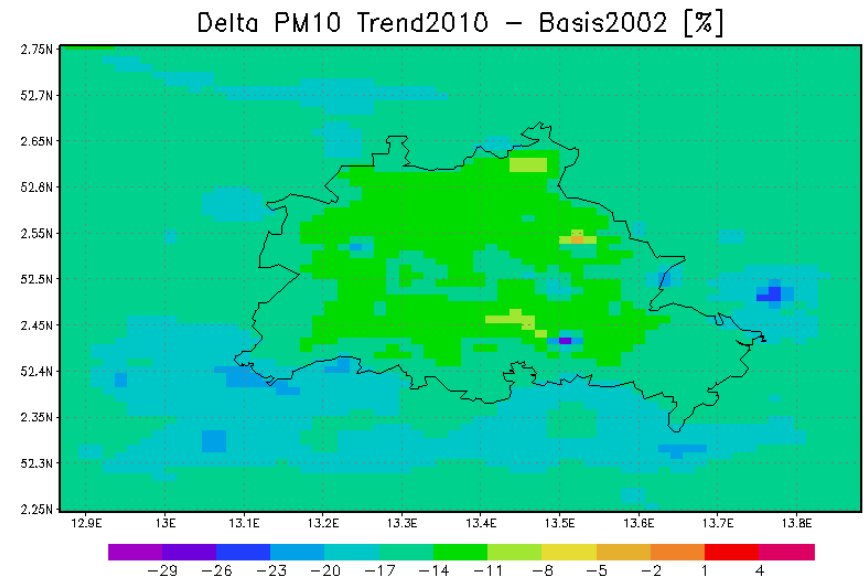
Stern/Kerschbaumer, 16.9. 2004

RCG-Szenario : Trend 2010 – Basis 2002

PM10

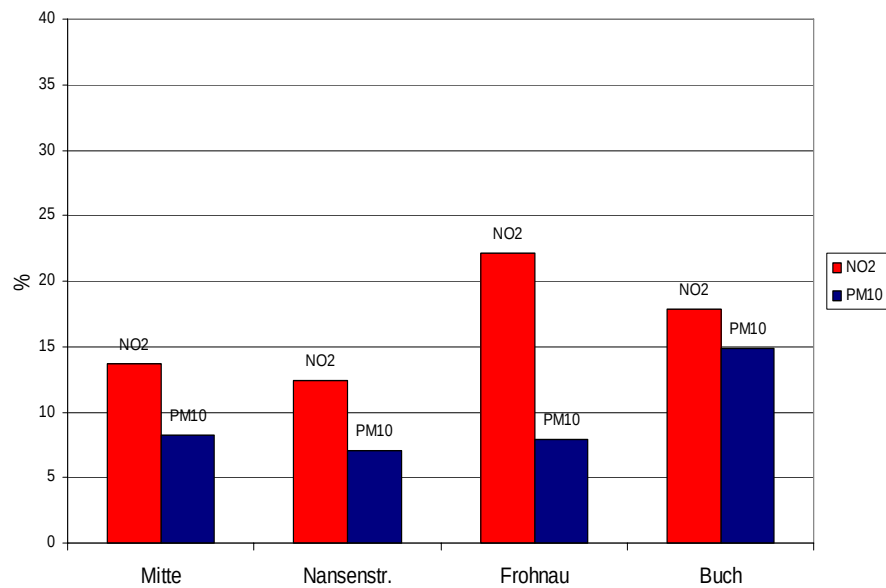


2004-08-16-11:45 GrADS: COLA/IGES

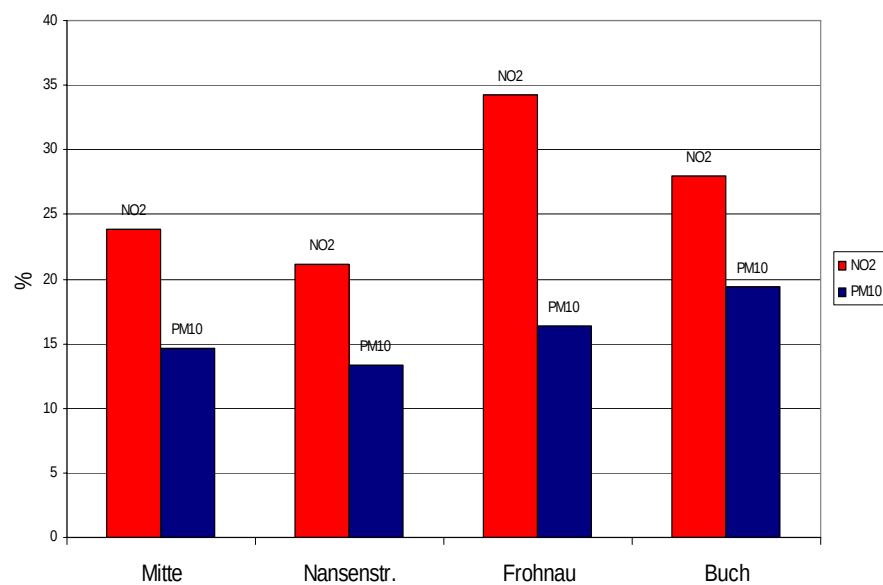


Stern/Kerschbaumer, 16.9. 2004

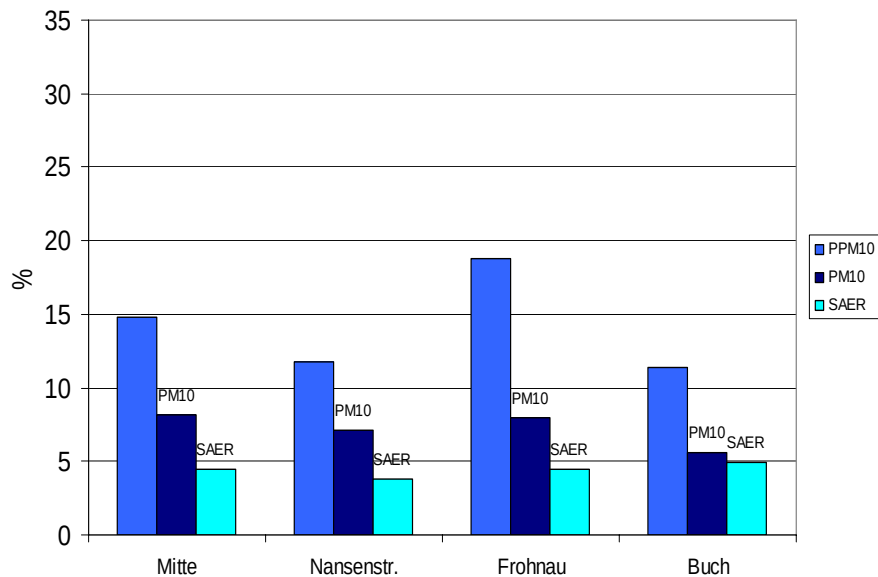
RCG: Minderungspotenzial des Trendszenarios 2005 zu den Immissionen 2002



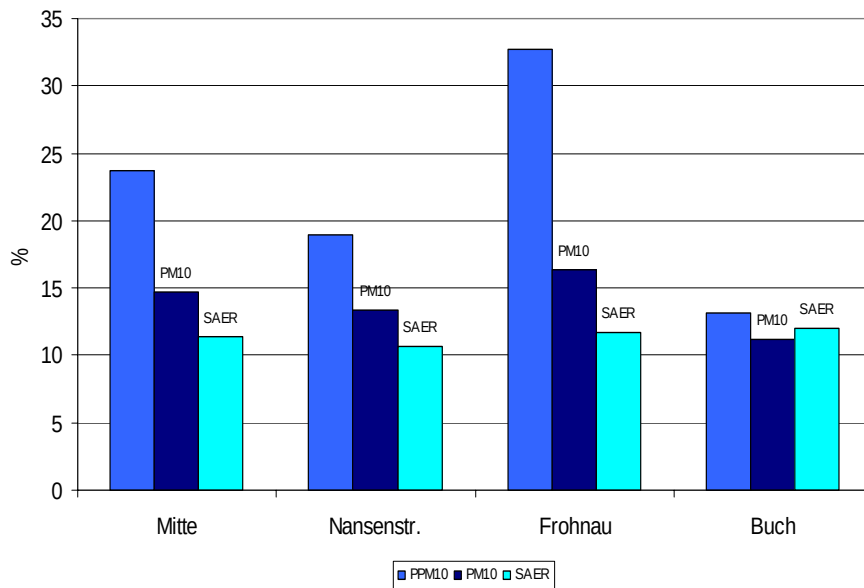
RCG: Minderungspotenzial des Trendszenarios 2010 zu den Immissionen 2002



RCG: Minderungspotenzial des Trendszenarios 2005 zu den PM10 Immissionen 2002



RCG: Minderungspotenzial des Trendszenarios 2010 zu den PM10 Immissionen 2002



Weitere Arbeiten

- Auswertung der Szenarien:

Ermittlung klassifizierter Minderungsraten aus den Szenarienrechnungen („Deltas“)

Übertragung der Minderungsraten („Deltas“) auf die Messungen

Konstruktion von fiktiven Messreihen 2005, 2010

Auswertung dieser Messreihen nach EU-RRL für 2005 und 2010