

TEXTE

59/2013

Auswirkungen der verschiedenen NEC- Abschätzungen auf die Immissionen in Deutschland

UMWELTFORSCHUNGSPLAN DES
BUNDESMINISTERIUMS FÜR UMWELT,
NATURSCHUTZ UND REAKTORSICHERHEIT

Forschungskennzahl 206 43 200/01
UBA-FB 001524/ANH,17

Auswirkungen der verschiedenen NEC- Abschätzungen auf die Immissionen in Deutschland

**Teilbericht zum F&E-Vorhaben „Strategien zur
Verminderung der Feinstaubbelastung - PAREST“**

von

Rainer Stern

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

Im Auftrag des Umweltbundesamtes

UMWELTBUNDESAMT

Diese Publikation ist ausschließlich als Download unter
<http://www.uba.de/uba-info-medien/4534.html>
verfügbar.

Die in der Studie geäußerten Ansichten
und Meinungen müssen nicht mit denen des
Herausgebers übereinstimmen.

ISSN 1862-4804

Durchführung der Studie:	Freie Universität Berlin Institut für Meteorologie Troposphärische Umweltforschung Carl-Heinrich-Becker-Weg 6-10 12165 Berlin
Abschlussdatum:	September 2009
Herausgeber:	Umweltbundesamt Wörlitzer Platz 1 06844 Dessau-Roßlau Tel.: 0340/2103-0 Telefax: 0340/2103 2285 E-Mail: info@umweltbundesamt.de Internet: http://www.umweltbundesamt.de http://fuer-mensch-und-umwelt.de/
Redaktion:	Fachgebiet II 4.1 Grundsatzfragen der Luftreinhaltung Johanna Appelhaus

Dessau-Roßlau, Juni 2013

Inhaltsverzeichnis

1	EINLEITUNG.....	1
2	BASISLAUF 2005.....	5
3	REFERENZJAHR 2010.....	7
4	REFERENZJAHR 2015.....	14
5	REFERENZJAHR 2020.....	21
6	ZUSAMMENFASSUNG.....	35
7	LITERATUR	37
8	ANHANG A: PAREST-EMISSIONSABSCHÄTZUNGEN FÜR EUROPA UND DEUTSCHLAND, BEZUGSJAHRE 2005, 2010, 2011, 2015	38
9	ABBILDUNGSVERZEICHNIS	48
10	TABELLENVERZEICHNIS	50

1 Einleitung

Ziel des vom Umweltbundesamt vergebenen F&E-Vorhabens „Strategien zur Verminderung der Feinstaubbelastung“ (Acronym PArtikel-REduktions-Strategien, „PAREST“) ist es, emissionsmindernde Maßnahmen zur Reduzierung der Feinstaubbelastung zu identifizieren, um die gegenwärtig noch auftretenden Überschreitungen der PM10-Grenzwerte und des geplanten PM2.5-Grenzwerts zukünftig zu vermeiden. Die immissionsseitigen Auswirkungen der geplanten Maßnahmen sollen mit Ausbreitungsrechnungen auf der Basis von Chemie-Aerosol-Transportmodellen bestimmt werden. Als Ausbreitungsmodell wird hauptsächlich das im Institut für Meteorologie der Freien Universität mit Unterstützung des Umweltbundesamts entwickelte REM-CALGRID-Modell (RCG-Modell, Stern, 2003; 2004) verwendet.

Ausbreitungsrechnungen für Deutschland erfordern die Berücksichtigung des Ferntransports aus dem europäischen Ausland. Dazu wurden im Rahmen des FE-Vorhabens neben den deutschen Emissionen auch die Emissionen im europäischen Ausland erhoben. Abbildung 1 zeigt die PM10- und NO_x-Emissionen für das Erhebungsgebiet. Die zukünftige Immissionsentwicklung in Deutschland wird anhand von Ausbreitungsrechnungen auf der Basis von Emissionsprognosen für die Jahre 2010, 2015 und 2020 abgeschätzt. Für Deutschland wurde dazu von IER und IZT ein Energiereferenzszenario unter Einbeziehung der Abgasnormen Euro 5 und Euro 6 entwickelt (Jörß et al., 2010). Die entsprechenden Emissionsdatensätze für die Jahre 2010, 2015 und 2020 stehen zur Verfügung. Für das Ausland ist die Definition eines Referenzszenarios schwieriger, da verschiedene Emissionsprognosen existieren. Aus diesem Grund wurden von der TNO (Denier van der Gon, 2009) für die Projektionen 2010, 2015 und 2020 verschiedene Emissionsdatensätze zusammengestellt, die auf unterschiedlichen Entwicklungsannahmen beruhen:

NEC4: Grundlage sind die im „NEC Scenario Analysis Report Nr. 4“ (Amann et al., 2007) fortgeschriebenen Emissionsprojektionen für die „National Emission Ceilings Directive“ (NEC4_NEC_NAT_EUVI_HDV_V4).

NEC6_CP: Grundlage sind die im „NEC Scenario Analysis Report Nr. 6“ (Amann et al., 2008) fortbeschriebenen Emissionsprojektionen für die „National Emission Ceilings Directive“. In diesen Emissionsprojektionen ist das sog. „Climate and Energy Package“ berücksichtigt (C&E package current policy, ID: PRBSH_6_CLEip_CEIL_EUVI_V5).

NEC6_MMRV5: Emissionsprojektionen auf der Basis des NEC6-Reports unter Berücksichtigung der maximalen Emissionsminderungen nach dem Rains-Modell von IIASSA (C&E package MRRV5 (ID: PRBSH_6_ip_MRRV5)).

NEC6_OPTV5: Eine weitere Optimierung des NEC6_CP-Szenarios (C&E package OPTV5 (ID: PRBSH_6_ip_OPTV5)).

Mit diesen verschiedenen Datensätzen wurden mit dem RCG-Modell die europäischen Hintergrundkonzentrationen berechnet. Das dazu verwendete Rechenggebiet zeigt die Abbildung 2. Die Emissionsangaben für die einzelnen Länder sind im Anhang A, Tabelle 1 bis Tabelle 9 zusammengestellt. Insgesamt wurden für das meteorologische Referenzjahr 2005 8 Rechenläufe durchgeführt:

NEC4 für 2010, 2015, 2020

NEC6_CP für 2010, 2015, 2020

NEC6_MMRV5 für 2020

NEC6_OPTV5 für 2020

Für die deutschen Emissionen wurden in allen Läufen jeweils die Emissionen des entsprechenden Referenzjahres verwendet. Ziel der Berechnung ist eine Aussage über die sich aus den verschiedenen NEC-Szenarien ergebenden Unterschiede im Beitrag der außer-deutschen Emissionen zu den Immissionen in Deutschland. Der Schwerpunkt der Auswertungen liegt dabei auf dem Referenzjahr 2020, da dieses Jahr die Referenz für die Wirkung der weiterführenden Maßnahmen bildet. Es sei angemerkt, dass diese Berechnungen nur in dem Europa-Gitter ausgeführt werden, da es lediglich um die Ermittlung der Hintergrundkonzentrationen geht. Die hier vorgestellten Immissionsprognosen sollten also nur bedingt zur Bewertung der zukünftigen Luftqualität in Deutschland verwendet werden. Eine detaillierte Bewertung kann erst auf Basis der hoch aufgelösten Rechnungen vorgenommen werden.

Eine zusammenfassende Darstellung aller im Rahmen des F&E-Vorhabens ausgeführten Arbeiten kann in Builtjes et al. (2010) gefunden werden.

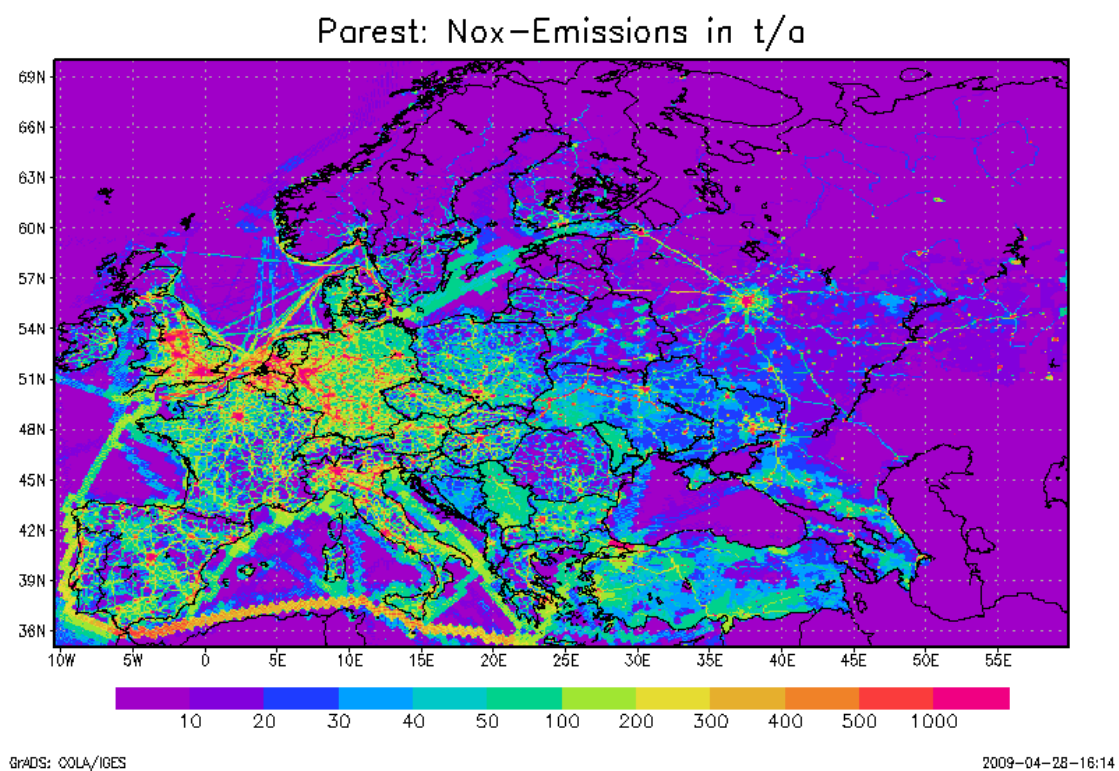
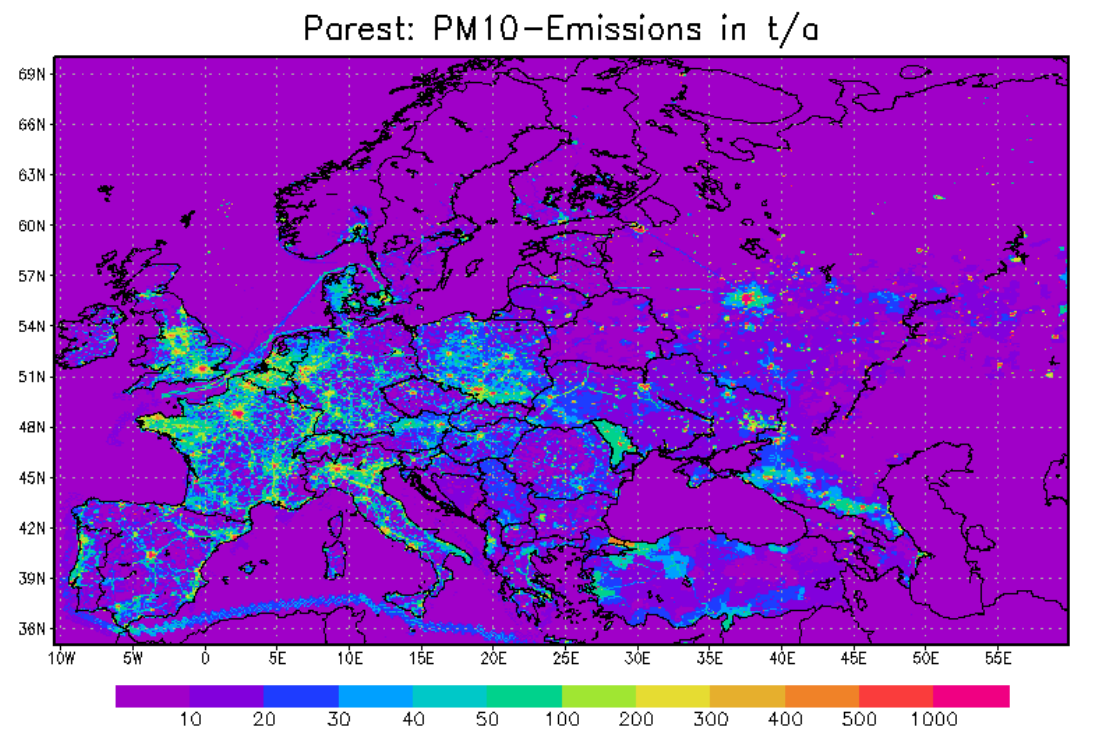


Abbildung 1 Parest-Emissionen für PM10 und NOx in t/a. Referenzjahr ist 2005.

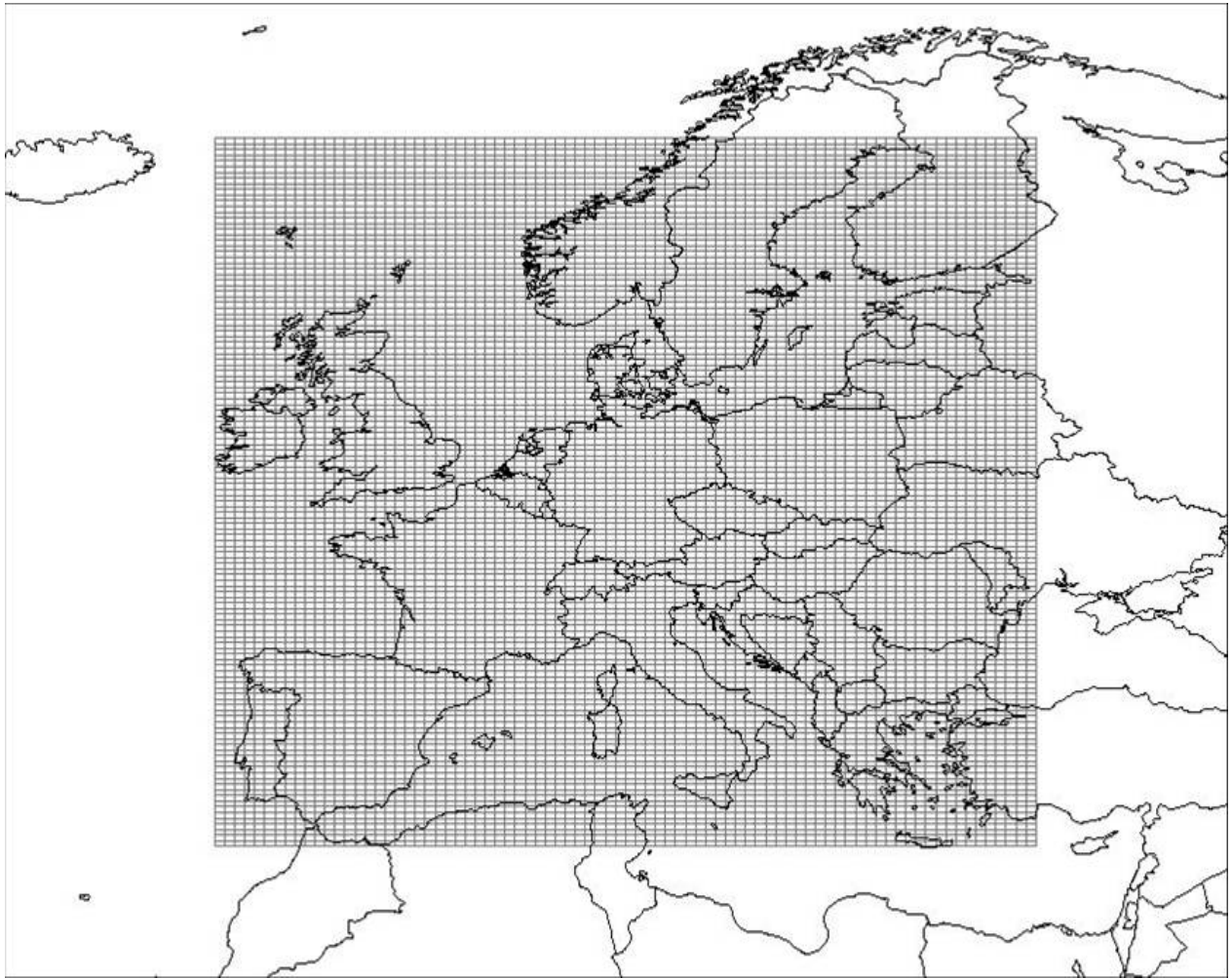


Abbildung 2 RCG-Rechengebiet Nest 0 (N0): Europäischer Hintergrund, Auflösung circa 32x28 km², 0.25° Breite, 0.5° Länge, 82 x 125 Gitterzellen, Rechengebiet: -10°W bis 30° Ost, 35.25° N bis 66.0° N

2 Basislauf 2005

Die Abbildung 3 zeigt die in Europa auf Basis der PAREST-Emissionen berechneten Jahresmittelwerte im Referenzjahr 2005 für NO₂ bzw. PM10. Die Auflösung der Rechnungen beträgt circa 30 km x 30 km.

In den berechneten Immissionsfeldern sind alle Emissionsschwerpunkte in den Ballungsräumen Europas deutlich zu erkennen. Besonders im NO₂-Konzentrationsfeld wird auch der Beitrag der hohen Schiffsemissionen im Ärmelkanal deutlich. Das PM10-Konzentrationsfeld ist flacher als das NO₂-Konzentrationsfeld, da PM10 zu einem großen Teil aus sekundären Aerosolen besteht, die sich erst während des Transports über komplexe physikalisch/chemische Zusammenhänge aus den gasförmigen Vorläuferstoffen Ammoniak, Schwefeldioxid und Stickoxid bilden und großflächig über weite Strecken transportiert werden. Die hohen PM10-Konzentrationen über der Nordsee haben ihre Ursache in dem hohen Anteil der Seesalzkomponenten, deren Emission windgeschwindigkeitsabhängig ist. NO₂- und PM10-Spitzenwerte werden in Deutschland im Ruhrgebiet berechnet. In Europa ergeben sich die höchsten Werte in den Ballungsräumen London, Paris und Mailand.

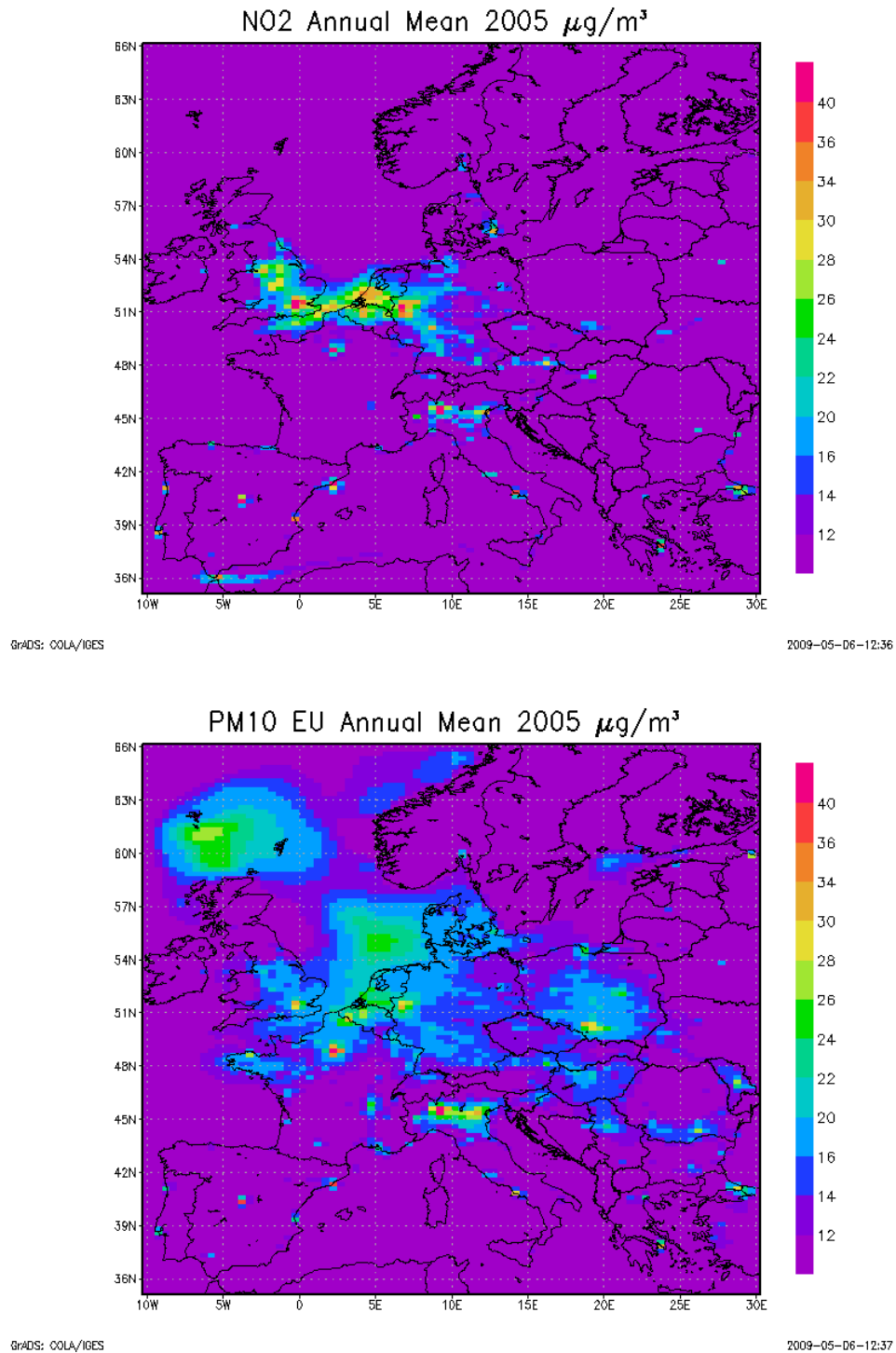


Abbildung 3 NO₂- und PM₁₀-Jahresmittelwert in $\mu\text{g}/\text{m}^3$, Referenzemissionen 2005.

3 Referenzjahr 2010

Die Immissionsprognose für 2010 wurde für das meteorologische Referenzjahr 2005 mit 2 verschiedenen Emissionsdatensätzen berechnet:

NEC4 und NEC6_CP

In Deutschland werden in beiden Datensätzen dieselben Emissionen verwendet, d.h. Unterschiede in den Emissionsprojektionen gibt es nur außerhalb von Deutschland (vergleiche Tabelle 2 mit Tabelle 3). Als Beispiel sei hier Frankreich angeführt: Die NEC4-Projektion für 2010 beträgt für die NO_x -Emissionen 1187 kt/a, für die PM_{10} -Emissionen 340 kt/a. Das NEC6_CP-Szenario dagegen geht für 2010 von 907 kt/a NO_x -Emissionen und 460 kt/a PM_{10} -Emissionen aus. Die Emissionsunterschiede zwischen den beiden Szenarien sind für die Nachbarländer Deutschlands in Abbildung 4 gezeigt.

Abbildung 5 und Abbildung 6 zeigen die in Europa aufgrund der Emissionsänderungen zwischen 2005 und 2010 berechneten Änderungen der NO_2 - bzw. PM_{10} -Jahresmittelwerte für das NEC4 und das NEC6_CP-Szenario. In Deutschland ergeben sich bis 2010 NO_2 -Abnahmen zwischen 2 und 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, die Unterschiede zwischen den beiden Emissionsprognosen sind gering. Größere Unterschiede sind hauptsächlich in England und Frankreich ersichtlich. Ähnliches gilt für die berechneten PM_{10} -Abnahmen, die in großen Teilen Deutschland bei 1 bis 2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ liegen. Das NEC6_CP-Emissionsszenario führt im Süden und in der Mitte Deutschlands zu leicht größeren Abnahmen. Hier zeigen sich die Auswirkungen der im NEC6_CP-Szenario geringeren NO_x - und SO_2 -Emissionen in Frankreich, die im Vergleich zum NEC4-Szenario eine Verringerung des Ferntransports von sekundären Aerosolen nach Deutschland bewirken. In den Abbildung 7 und Abbildung 8 sind die aus den beiden Emissionsprojektionen für 2010 resultierenden Änderungen der NO_2 - und PM_{10} -Jahresmittelwerte noch einmal nur für Deutschland dargestellt. Die höchsten NO_2 -Abnahmen werden in den Ballungsgebieten Deutschlands berechnet. Die geringfügig höheren Abnahmen im Großteil Deutschlands für das NEC6_CP-Szenario sind erkennbar. Bemerkenswert sind die NO_2 -Zunahmen im Grenzgebiet zu Luxemburg. Sie haben ihre Ursache in den von 2005 nach 2010 zunehmenden NO_x -Emissionen dieses Landes. Die Unterschiede zwischen den auf Basis der beiden Szenarien berechneten Jahresmittelwerten zeigt die Abbildung 9. Verwendet man für die ausländischen Emissionsprojektionen das Szenario NEC6_CP anstatt NEC4, ist in Deutschland für 2010 mit einer circa 0.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ geringeren NO_2 -Hintergrundbelastung zu rechnen. Im Grenzgebiet zu Frankreich führt das NEC6_CP-Szenario zu einer circa 1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ niedrigeren NO_2 -Hintergrundbelastung. Lediglich im Grenzgebiet zu Luxemburg kommt es für das NEC6_CP-Szenario zu einer höheren NO_2 -Hintergrundbelastung als für das NEC4-Szenario, da dieses in Luxemburg geringe NO_x -Emissionen ausweist als das NEC6_CP-Szenario. An der französisch-deutschen Grenze ergeben sich für das NEC4-Szenario dagegen etwas niedrigere PM_{10} -Hintergrundkonzentrationen als für das NEC6_CP-Szenario. Die PM_{10} -Emissionen in Frankreich sind für das NEC6_CP-Szenario im Gegensatz zu den anderen Stoffen höher als für das NEC4-Szenario. Wie sich die Erhöhung bzw. Erniedrigung der Emissionen der einzelnen Stoffe auf die PM_{10} -Konzentrationen in Deutschland auswirkt hängt ab von der regionalen Verteilung der Emissionen.

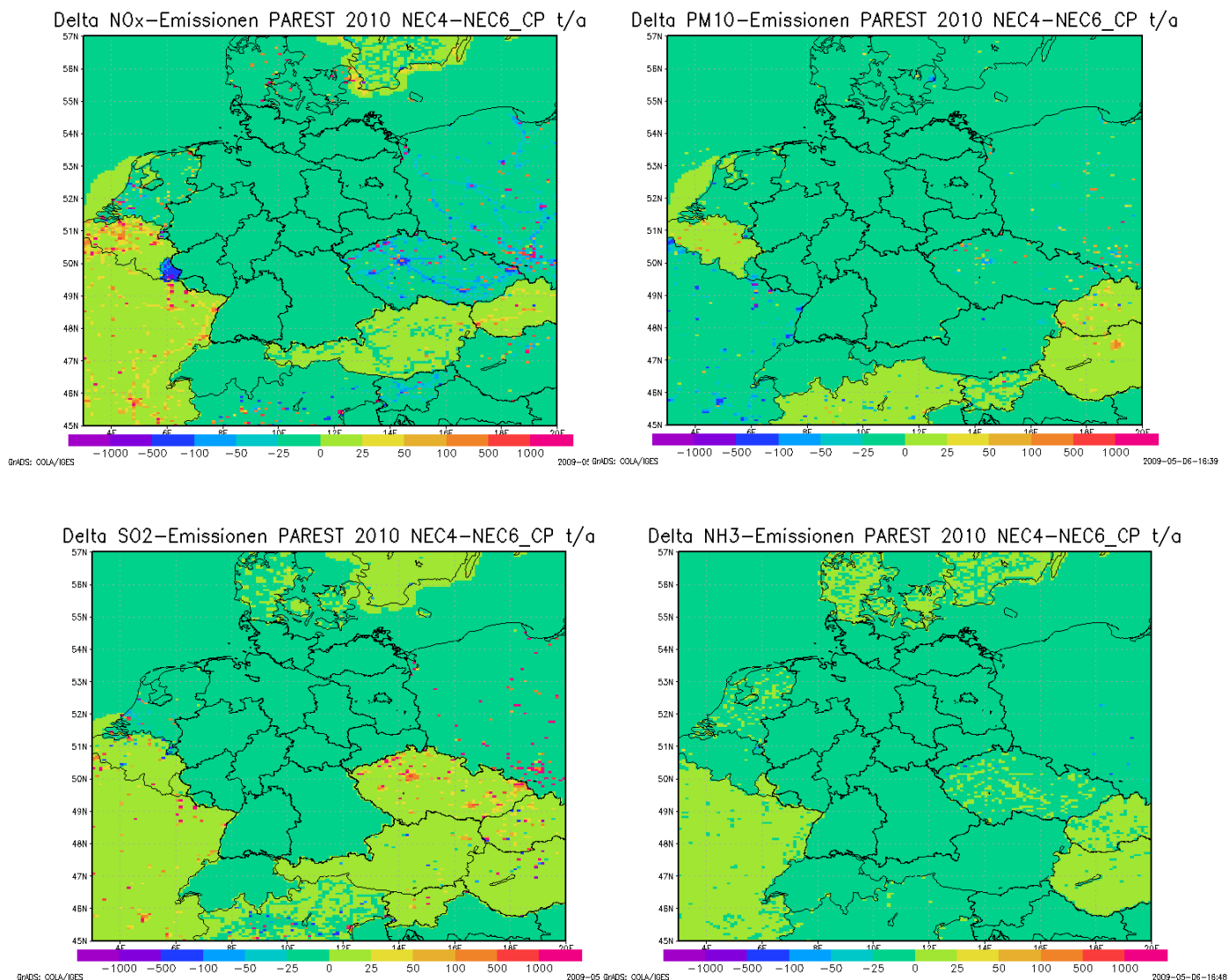


Abbildung 4 Emissionsunterschiede in t/a zwischen den Emissionsprojektionen NEC4 und NEC6_CP in den Nachbarländern Deutschlands für das Referenzjahr 2010. Positive Differenzen bedeuten höhere Emissionen für das NEC4-Szenario, negative Differenzen höhere Emissionen für das NEC6_CP-Szenario.

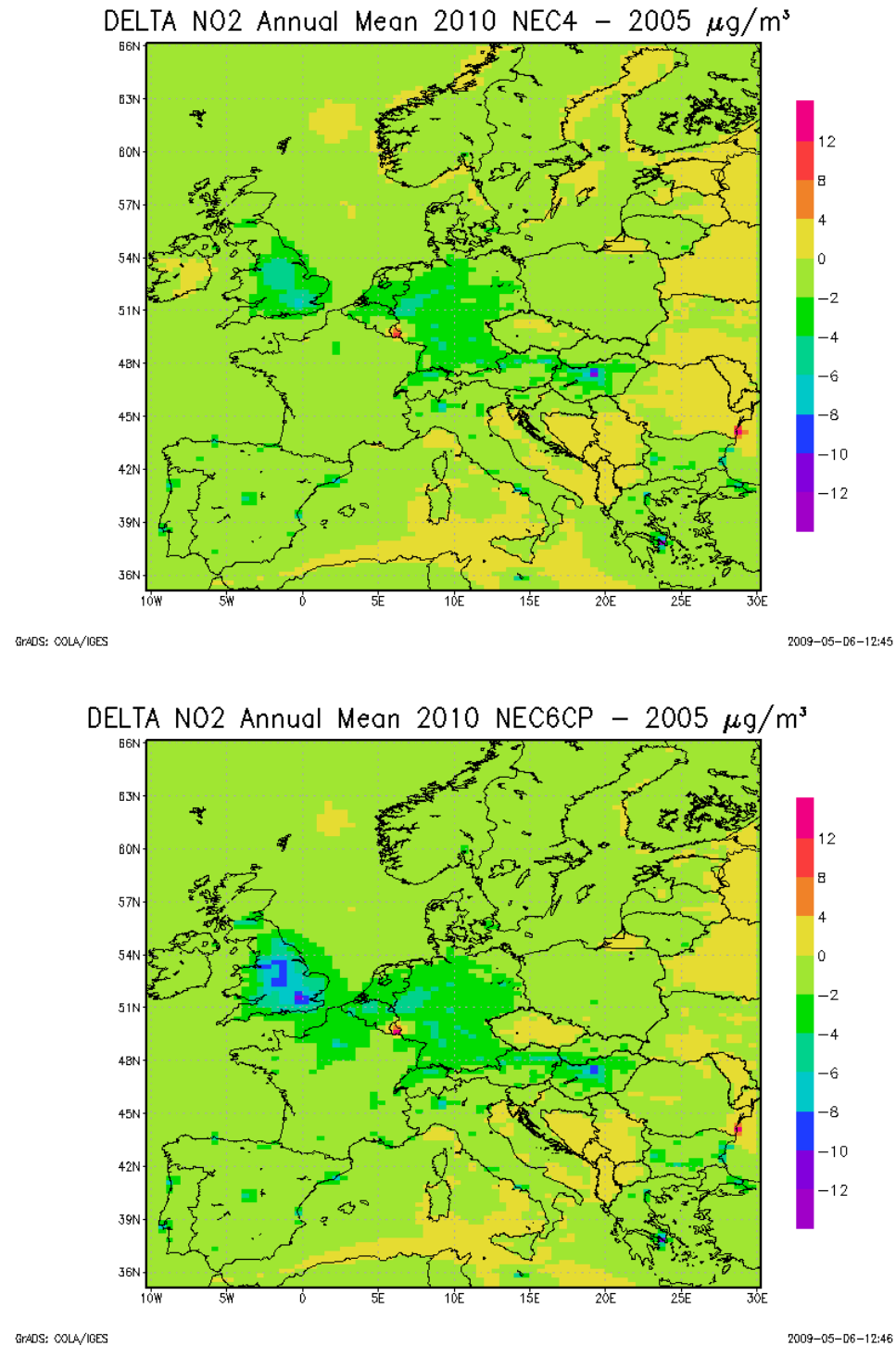


Abbildung 5 Änderung der NO₂-Jahresmittelwerte in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ von 2005 bis 2010. Emissionsprojektion NEC4 (oben) und NEC6_CP (unten).

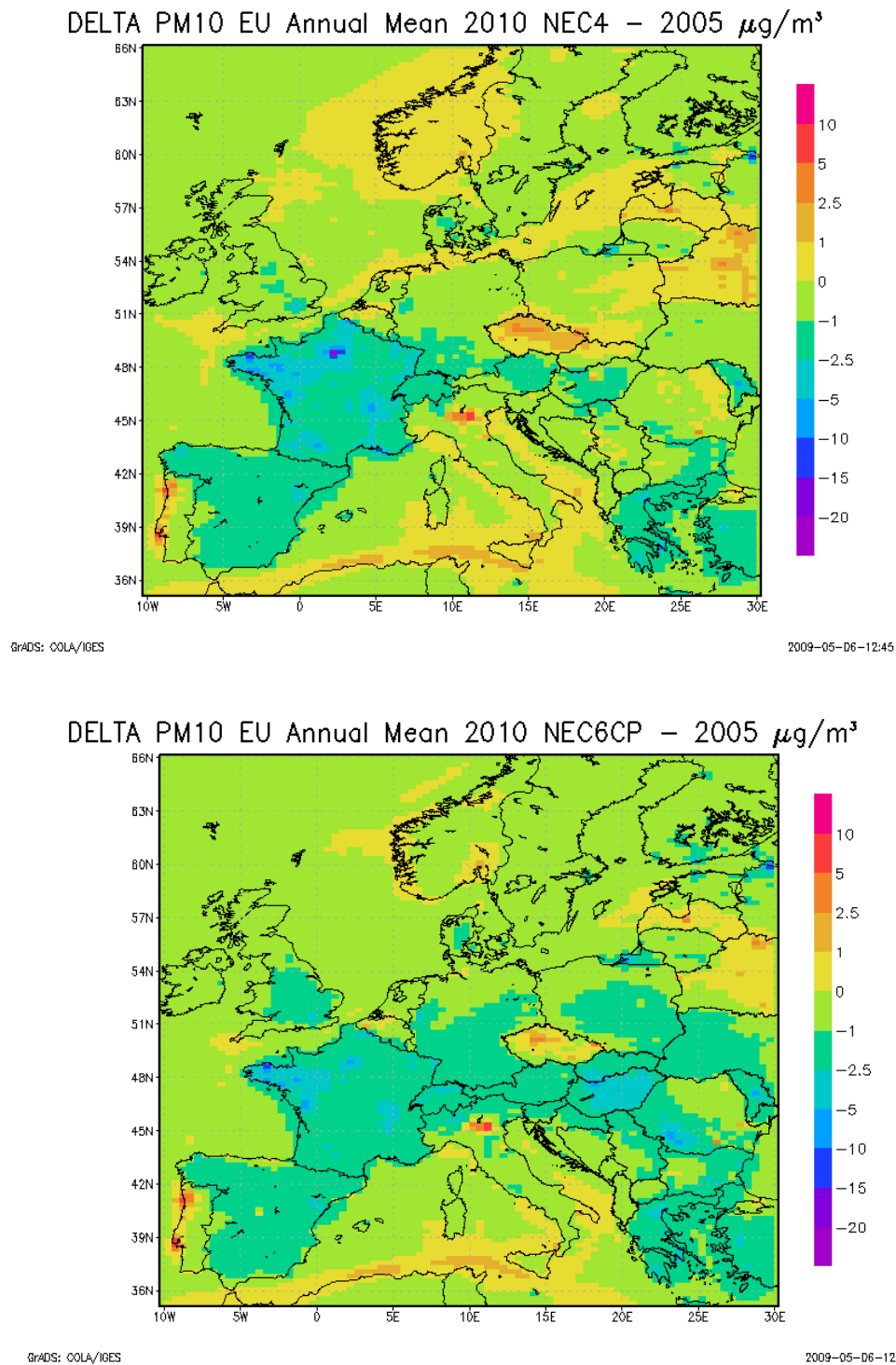


Abbildung 6 Änderung der PM10-Jahresmittelwerte in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ von 2005 bis 2010. Emissionsprojektion NEC4 (oben) und NEC6_CP (unten).

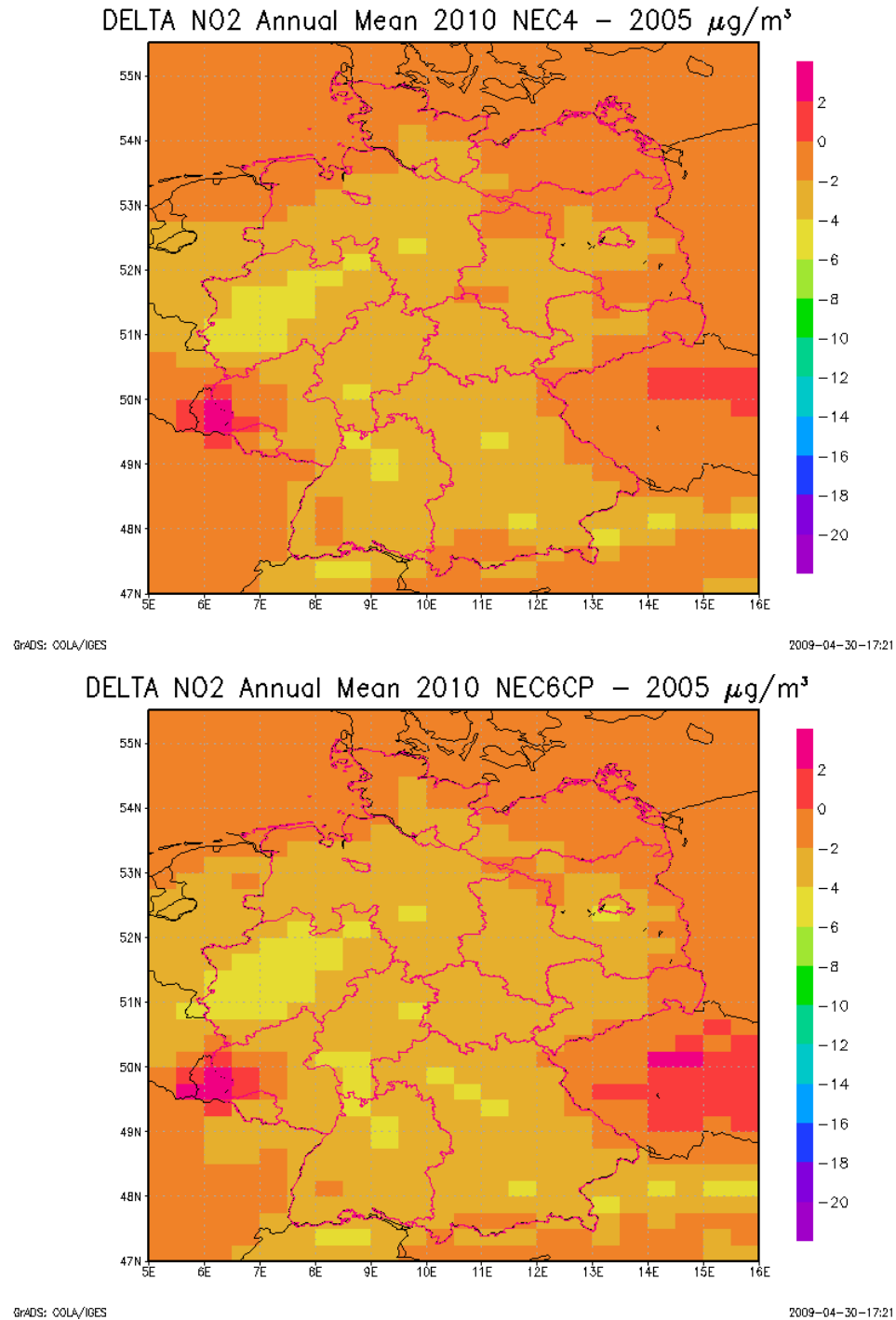


Abbildung 7 Änderung der NO₂-Jahresmittelwerte in Deutschland in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ von 2005 bis 2010. Emissionsprojektion NEC4 (oben) und NEC6_CP (unten).

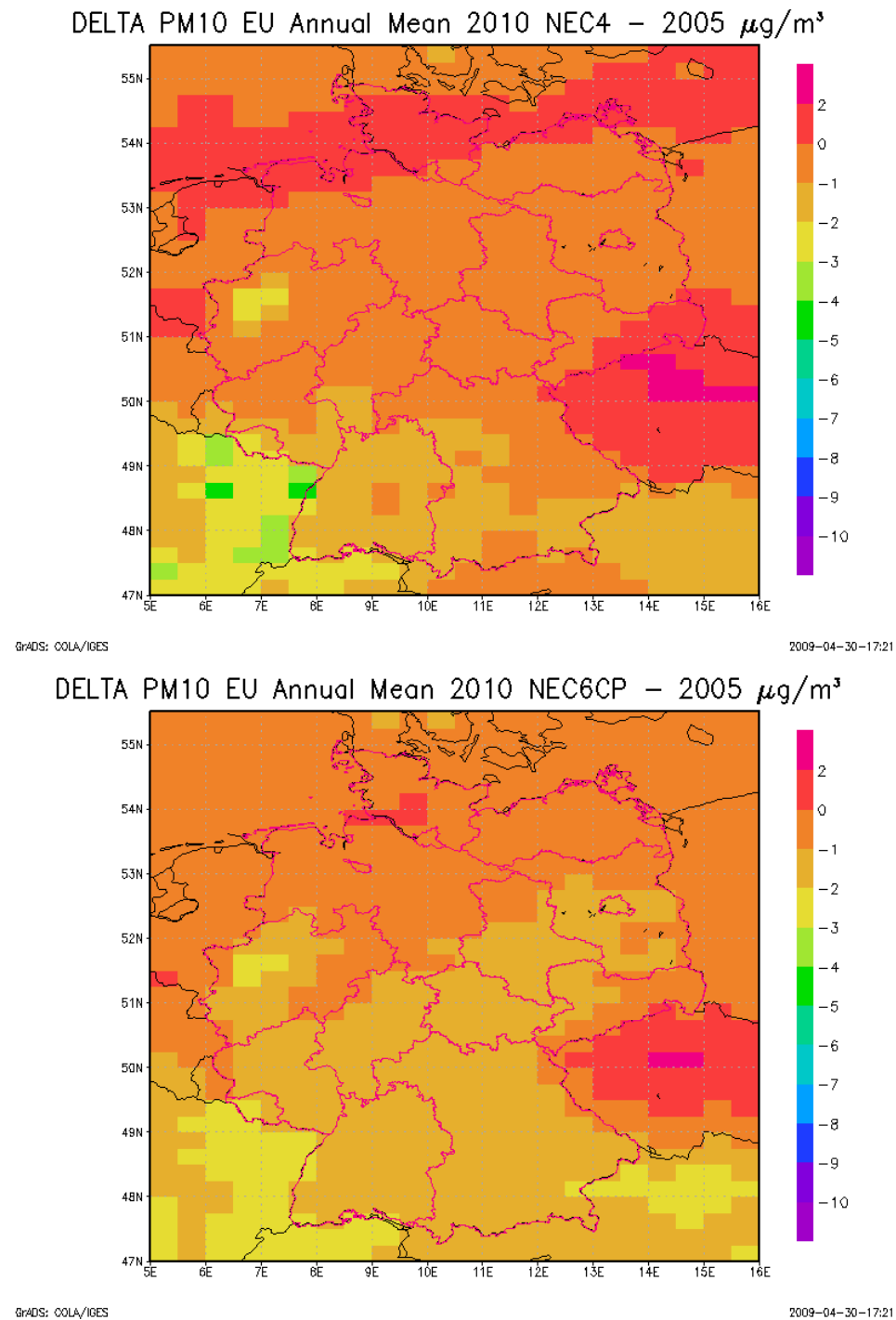


Abbildung 8 Änderung der PM10-Jahresmittelwerte in Deutschland in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ von 2005 bis 2010. Emissionsprojektion NEC4 (oben) und NEC6_CP (unten).

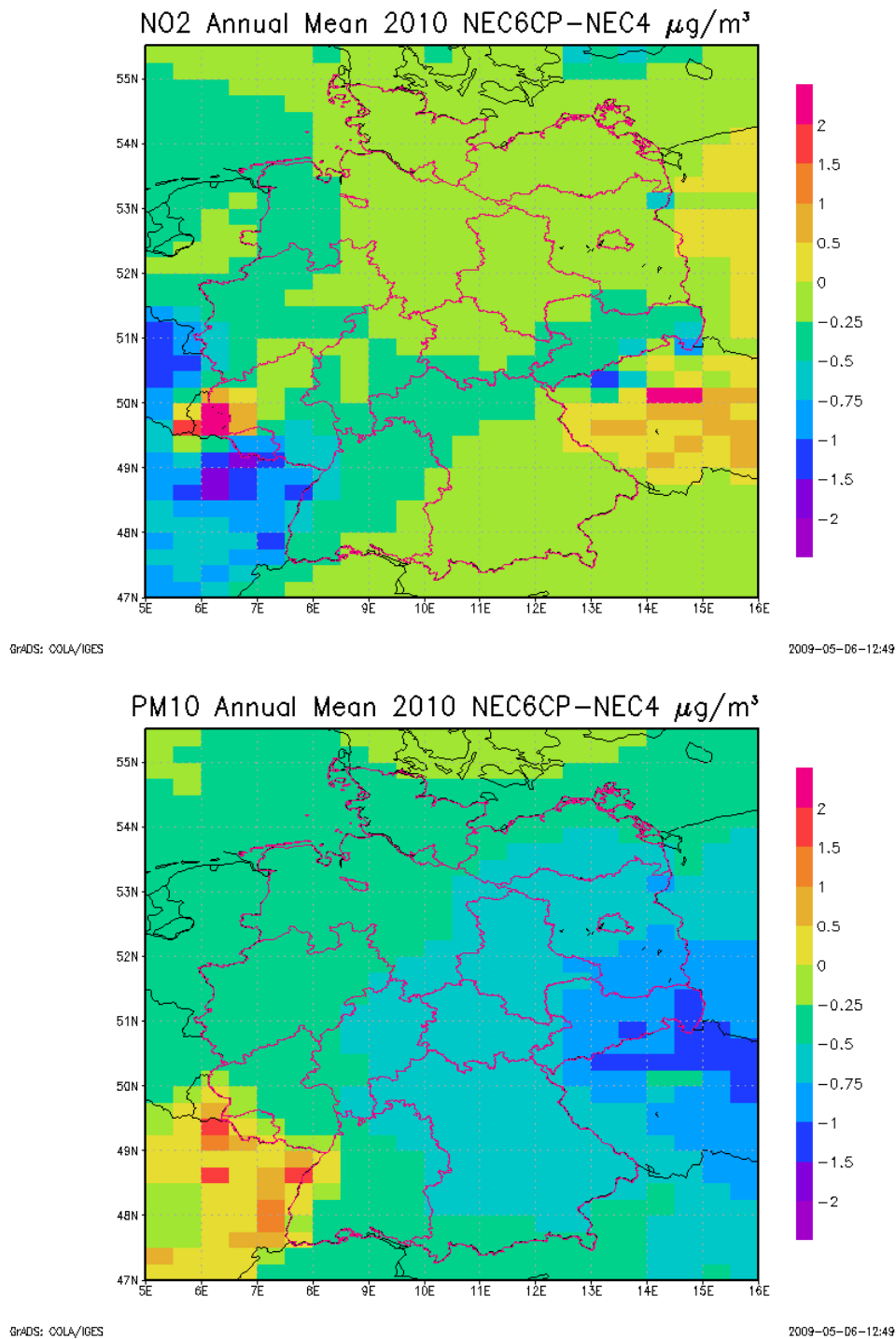


Abbildung 9 Differenz (NEC6_CP - NEC4) in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ der NO₂- und PM₁₀-Jahresmittelwerte 2010.

4 Referenzjahr 2015

Die Immissionsprognose für 2015 wurde für das meteorologische Referenzjahr 2005 ebenfalls mit 2 verschiedenen Emissionsdatensätzen berechnet:

NEC4 und NEC6_CP

In Deutschland werden wie schon für 2010 in beiden Datensätzen dieselben Emissionen für 2015 verwendet, d.h. Unterschiede in den Emissionsprojektionen gibt es nur außerhalb von Deutschland (vergleiche Tabelle 4 mit Tabelle 5 und Abbildung 10).

Abbildung 11 und Abbildung 12 zeigen die in Europa aufgrund der Emissionsänderungen zwischen 2005 und 2015 berechneten Änderungen der NO_2 - bzw. PM_{10} -Jahresmittelwerte für das NEC4 und das NEC6_CP-Szenario. In Abbildung 13 und Abbildung 14 sind die aus den beiden Emissionsprojektionen für 2010 resultierenden Änderungen der NO_2 - und PM_{10} -Jahresmittelwerte nur für Deutschland dargestellt. In Deutschland werden bis 2015 NO_2 -Abnahmen zwischen 2 und $12 \mu\text{g}/\text{m}^3$ berechnet, die Unterschiede zwischen den beiden Emissionsprognosen sind in Deutschland wie schon für das Referenzjahr 2010 relativ gering. Außerhalb von Deutschland sind größere Unterschiede wieder hauptsächlich in England und Frankreich ersichtlich. Ähnliches gilt für die berechneten PM_{10} -Abnahmen, die in Deutschland zwischen 1 und $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ liegen. Wie schon bei der Prognose 2010 führt das NEC6_CP-Emissionsszenario wieder im Süden und in der Mitte Deutschlands zu leicht größeren PM_{10} -Abnahmen. Die Unterschiede zwischen den Immissionsdeltas der beiden Szenarien zeigt die Abbildung 15. Verwendet man für die ausländischen Emissionsprojektionen das Szenario NEC6_CP anstatt NEC4, ergibt sich in Deutschland größtenteils eine etwas niedrigere NO_2 -Hintergrundbelastung. Das Immissionsdelta auf der Basis von NEC6_CP ist im Osten Deutschlands dabei nur geringfügig größer als das auf der Basis von NEC4. Nach Westen hin nehmen die Unterschiede zu. An den Grenzen zu den westlichen Nachbarländern wächst der Unterschied auf circa $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ an. Nur im direkten Grenzbereich zu Luxemburg führt das NEC6_CP-Emissionsszenario zu einem etwas kleineren Immissionsdelta als das NEC4-Szenario. Die berechnete PM_{10} -Hintergrundbelastung ist für das NEC6_CP-Szenario in den meisten Gebieten Deutschlands um etwa 0.5 bis $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ niedriger als diejenige für das NEC4-Szenario. Lediglich im Grenzbereich des Saarlands zu Frankreich werden größere Unterschiede berechnet, mit bis zu $1.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ niedrigeren Hintergrundkonzentrationen für das NEC6_CP-Szenario. Dieser größere Unterschied ist wahrscheinlich auf die deutlich niedrigen französischen NO_x -, SO_2 - und NH_3 -Emissionen des NEC6_CP-Szenarios zurückzuführen (Abbildung 10). An der elsäbisch-deutschen Grenze führt das NEC4-Szenario dagegen wie schon im Referenzjahr 2010 zu etwas niedrigeren PM_{10} -Hintergrundkonzentrationen als das NEC6_CP-Szenario, da die PM_{10} -Emissionen in Frankreich für das NEC4-Szenario im Gegensatz zu den anderen Stoffen niedriger sind als für das NEC6_CP-Szenario.

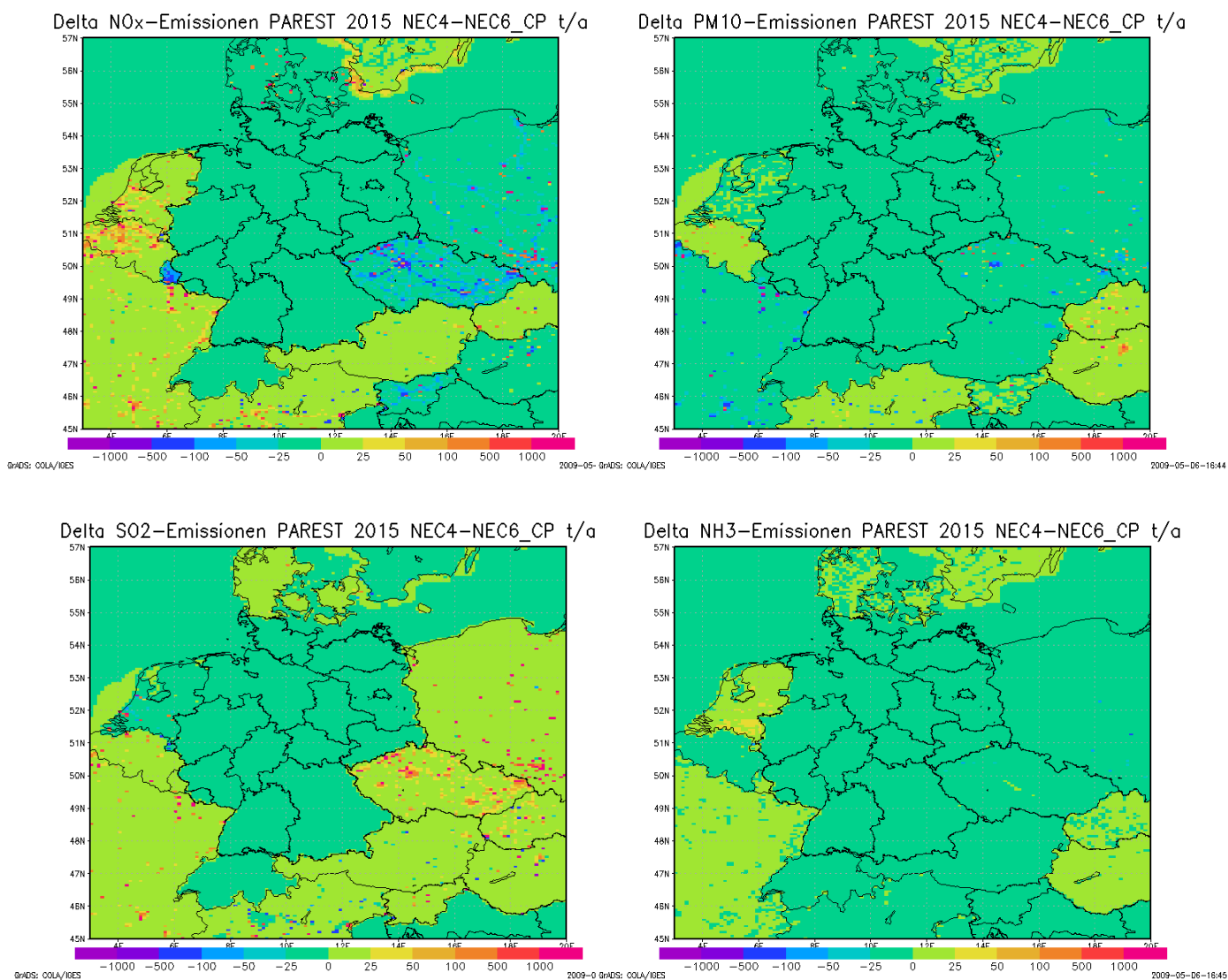


Abbildung 10 Emissionsunterschiede in t/a zwischen den Emissionsprojektionen NEC4 und NEC6_CP in den Nachbarländern Deutschlands für das Referenzjahr 2015. Positive Differenzen bedeuten höhere Emissionen für das NEC4-Szenario, negative Differenzen höhere Emissionen für das NEC6_CP-Szenario.

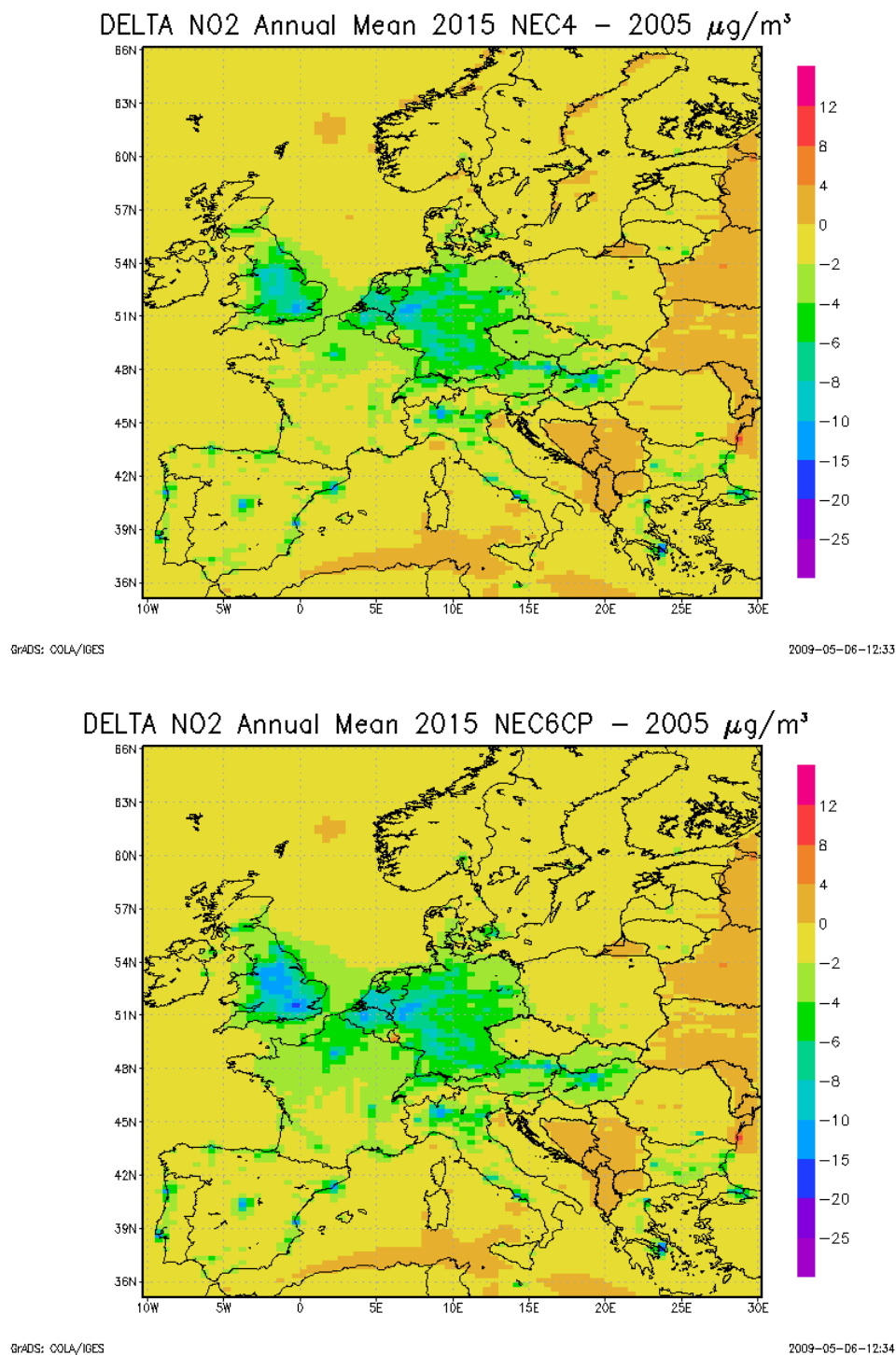


Abbildung 11 Änderung der NO_2 -Jahresmittelwerte in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ von 2005 bis 2015. Emissionsprojektion NEC4 (oben) und NEC6_CP (unten).

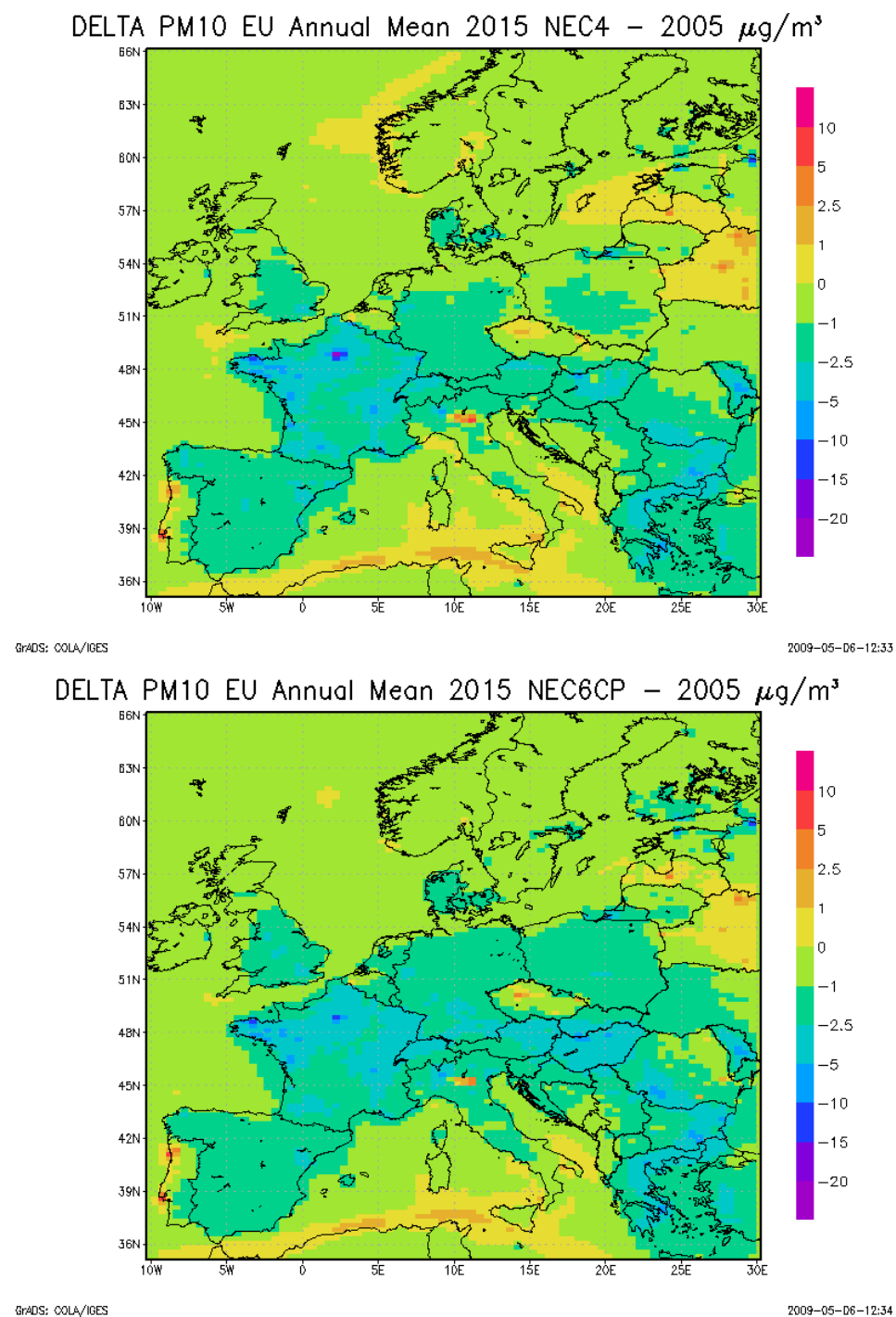


Abbildung 12 Änderung der PM10-Jahresmittelwerte in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ von 2005 bis 2015. Emissionsprojektion NEC4 (oben) und NEC6_CP (unten).

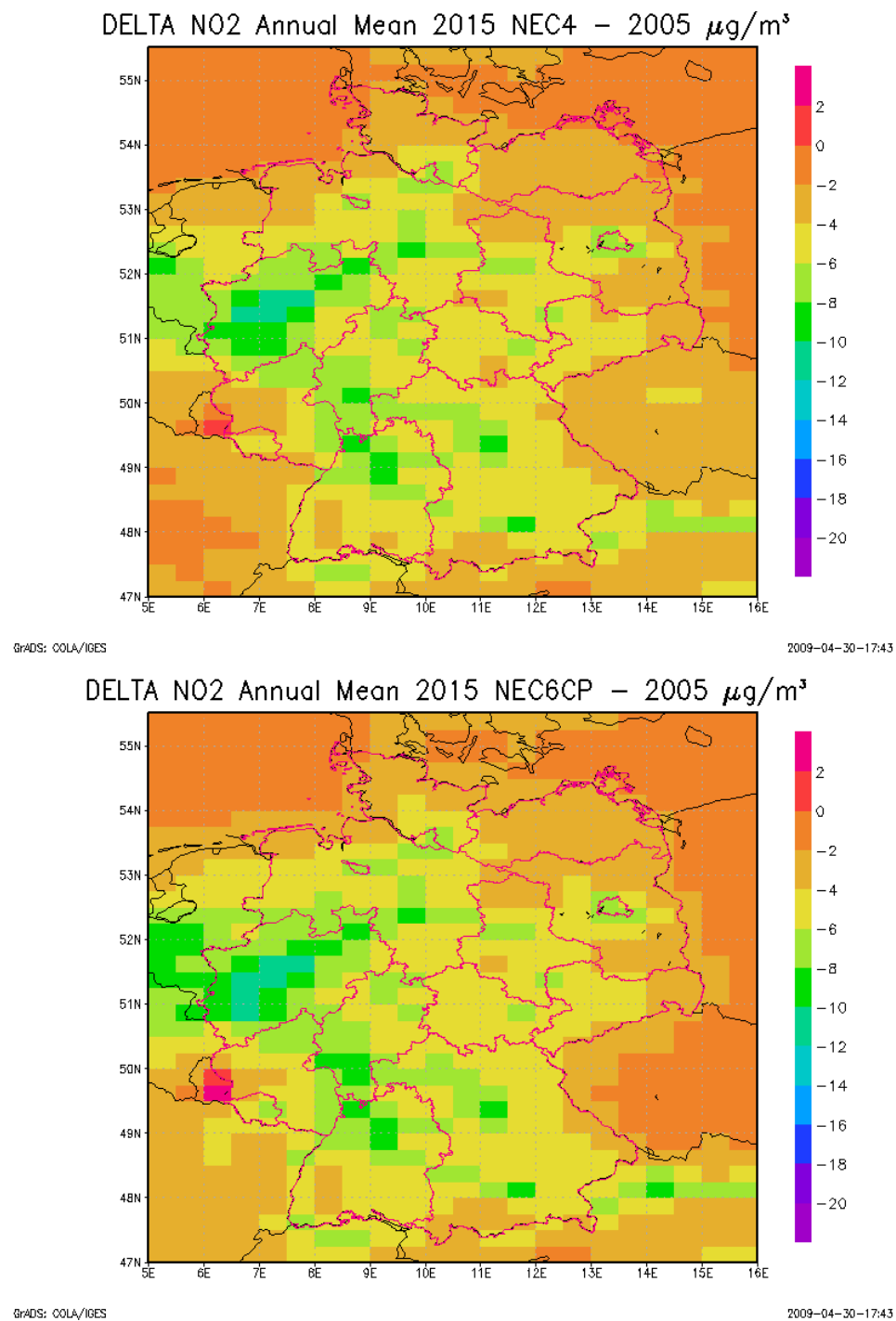


Abbildung 13 Änderung der NO₂-Jahresmittelwerte in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ von 2005 bis 2015. Emissionsprojektion NEC4 (oben) und NEC6_CP (unten).

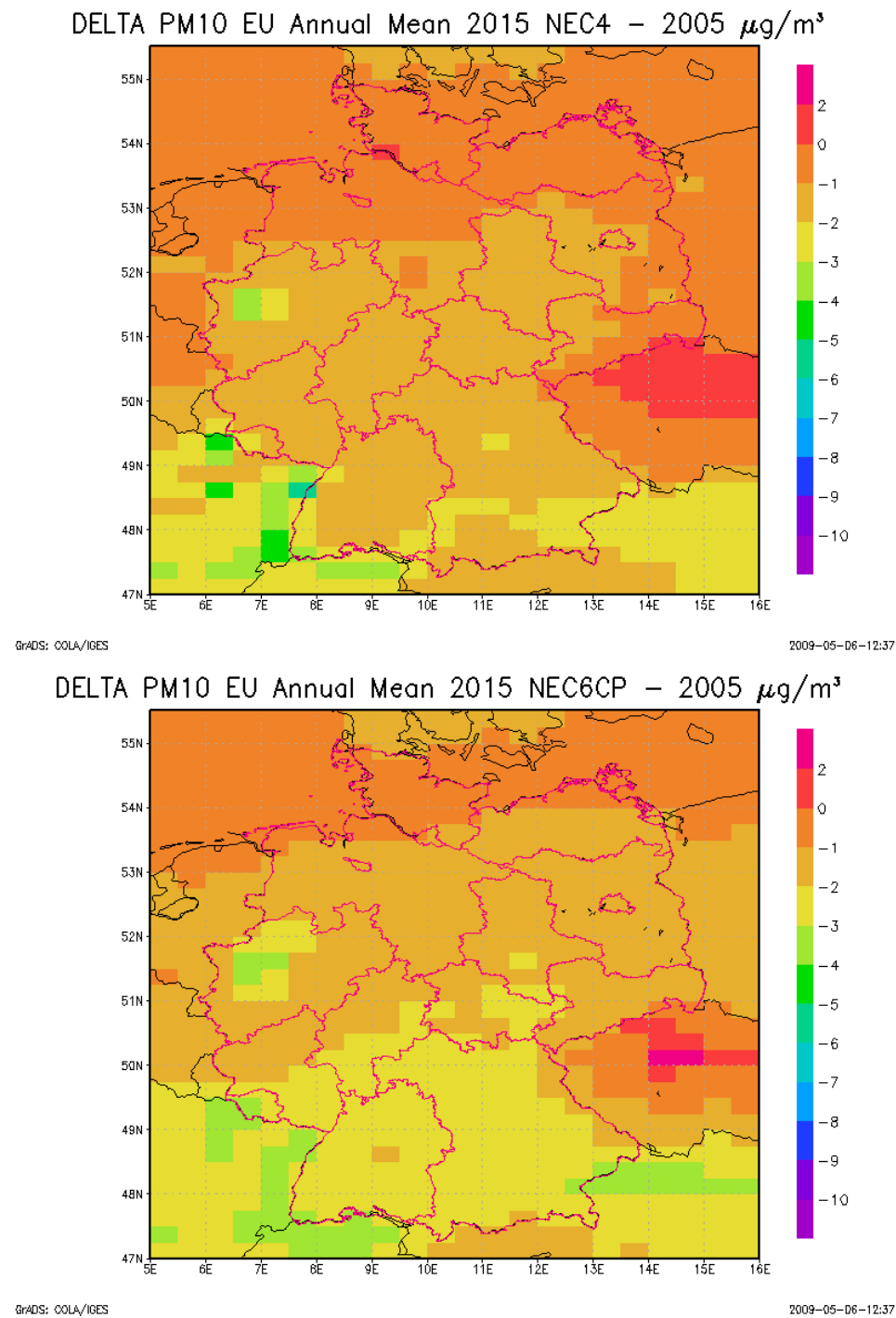


Abbildung 14 Änderung der PM10-Jahresmittelwerte in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ von 2005 bis 2015. Emissionsprojektion NEC4 (oben) und NEC6_CP (unten).

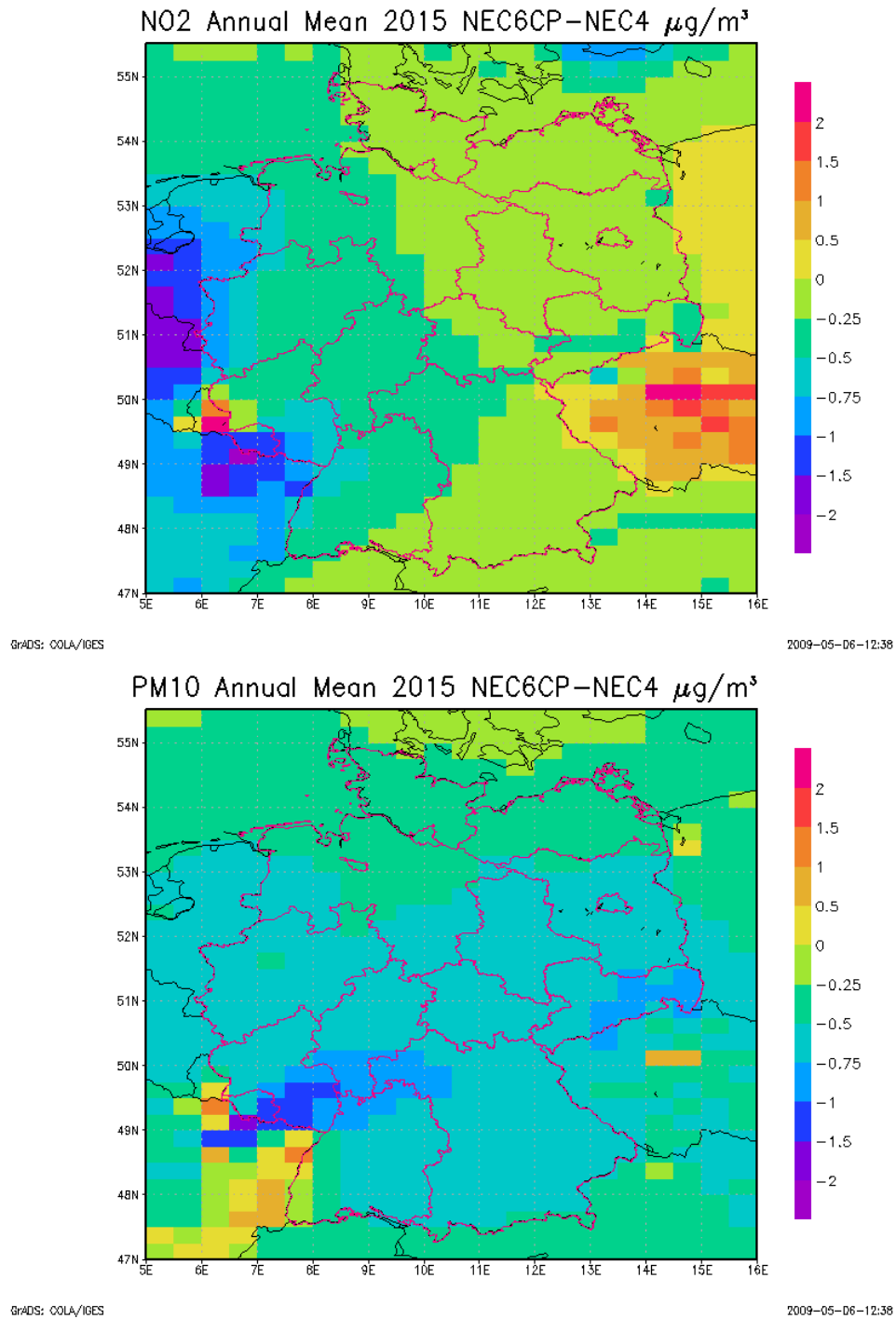


Abbildung 15 Differenz (NEC6_CP-NEC4) in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ der NO₂- und PM₁₀-Jahresmittelwerte 2015.

5 Referenzjahr 2020

Die Immissionsprognose für 2020 wurde für das meteorologische Referenzjahr 2005 mit 4 verschiedenen Emissionsdatensätzen berechnet:

NEC4, NEC6_CP, NEC6_MRRV5 und NEC6_OPTV5

In Deutschland werden wieder in allen Datensätzen dieselben Emissionen für 2020 verwendet, d.h. Unterschiede in den Emissionsprojektionen gibt es nur außerhalb von Deutschland (vergleiche Tabelle 6 bis Tabelle 9). Abbildung 16 zeigt die Emissionsunterschiede zwischen dem NEC4 und dem NEC6_CP-Szenario der Projektion 2020 für die Nachbarländer Deutschlands. Besonders in Frankreich aber auch in Belgien, den Niederlanden und Österreich sind die NO_x - und die SO_2 -Emissionen für das NEC4-Szenario höher als für das NEC6_CP-Szenario. Insbesondere für Frankreich verzeichnet das NEC4-Szenario dagegen niedrigere PM_{10} -Emissionen als das NEC6_CP-Szenario. Das NEC6_OPTV5-Szenario hat dagegen in den Nachbarländern Deutschlands durchweg niedrigere Emissionen als das NEC6_CP-Szenario (Abbildung 17) und das NEC6_MRRV5-Szenario wiederum niedrigere Emissionen als das NEC6_OPTV5-Szenario (Abbildung 18).

Abbildung 19 und Abbildung 20 zeigen die für die vier Emissionsszenarien in Europa berechneten NO_2 -Immissionsdeltas, Abbildung 21 zeigt dieselben Immissionsdeltas nur für den Deutschlandausschnitt. Bis 2020 werden die NO_2 -Jahresmittelwerte in Deutschland zwischen 2 und $18 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Hintergrundkonzentrationen) abnehmen. Die NO_2 -Immissionsdeltas sind am geringsten für das NEC4-Szenario gefolgt vom NEC6_CP-Szenario. NEC6_OPTV5 und NEC6_MRRV5 ergeben noch etwas größere Immissionsdeltas. Die sich daraus ergebenden NO_2 -Jahresmittelwerte für 2020 sind in Abbildung 22 zusammengestellt. Die Unterschiede zwischen den verschiedenen Emissionsprojektionen sind auch in 2020 relativ gering. Das NEC6_CP-Szenario führt zu etwas niedrigeren NO_2 -Jahresmittelwerten als das NEC4-Szenario. Die Unterschiede reichen von circa $0.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ in der östlichen Landeshälfte bis zu circa $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ in der westlichen Hälfte. Etwas höhere NO_2 -Jahresmittelwerte werden für das NEC6_CP-Szenario lediglich an der Grenze zu Tschechien und Luxemburg berechnet (Abbildung 23). Für das NEC6_OPTV5- und das NEC6_MRRV5-Szenario sind die Unterschiede zum NEC4-Szenario etwas größer. In der westlichen Hälfte sind die damit berechneten NO_2 -Jahresmittelwerte bis zu circa $1.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ niedriger als auf der Basis des NEC4-Szenarios.

Dieselbe Auswertung für PM_{10} zeigen die Abbildung 24 bis Abbildung 28. Bis 2020 werden die PM_{10} -Hintergrundkonzentrationen nach den Berechnungen in Deutschland zwischen 1 und $6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ abnehmen. Für die Effektivität der Szenarien gilt dieselbe Reihenfolge wie beim NO_2 : NEC4 gefolgt vom NEC6_CP, NEC6_OPTV5 und dem wirkungsvollsten Szenario NEC6_MRRV5. Die sich daraus ergebenden PM_{10} -Jahresmittelwerte für 2020 sind in Abbildung 27 zusammengestellt. Abbildung 28 zeigt die Unterschiede zwischen den verschiedenen Emissionsprojektionen für 2020. Das NEC6_CP-Szenario führt zu circa $0.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ bis $0.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ niedrigeren PM_{10} -Jahresmittelwerten als das NEC4-Szenario. Etwas höhere PM_{10} -Jahresmittelwerte werden für das NEC6_CP-Szenario lediglich an der Grenze zu Frankreich berechnet. Für das NEC6_OPTV5 werden im Mittel um circa $0.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ bis $1.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ niedrigere PM_{10} -Jahresmittelwerte berechnet als für das NEC4-Szenario, für das NEC6_MRRV5 um circa $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ bis knapp $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ niedrigere Jahresmittelwerte.

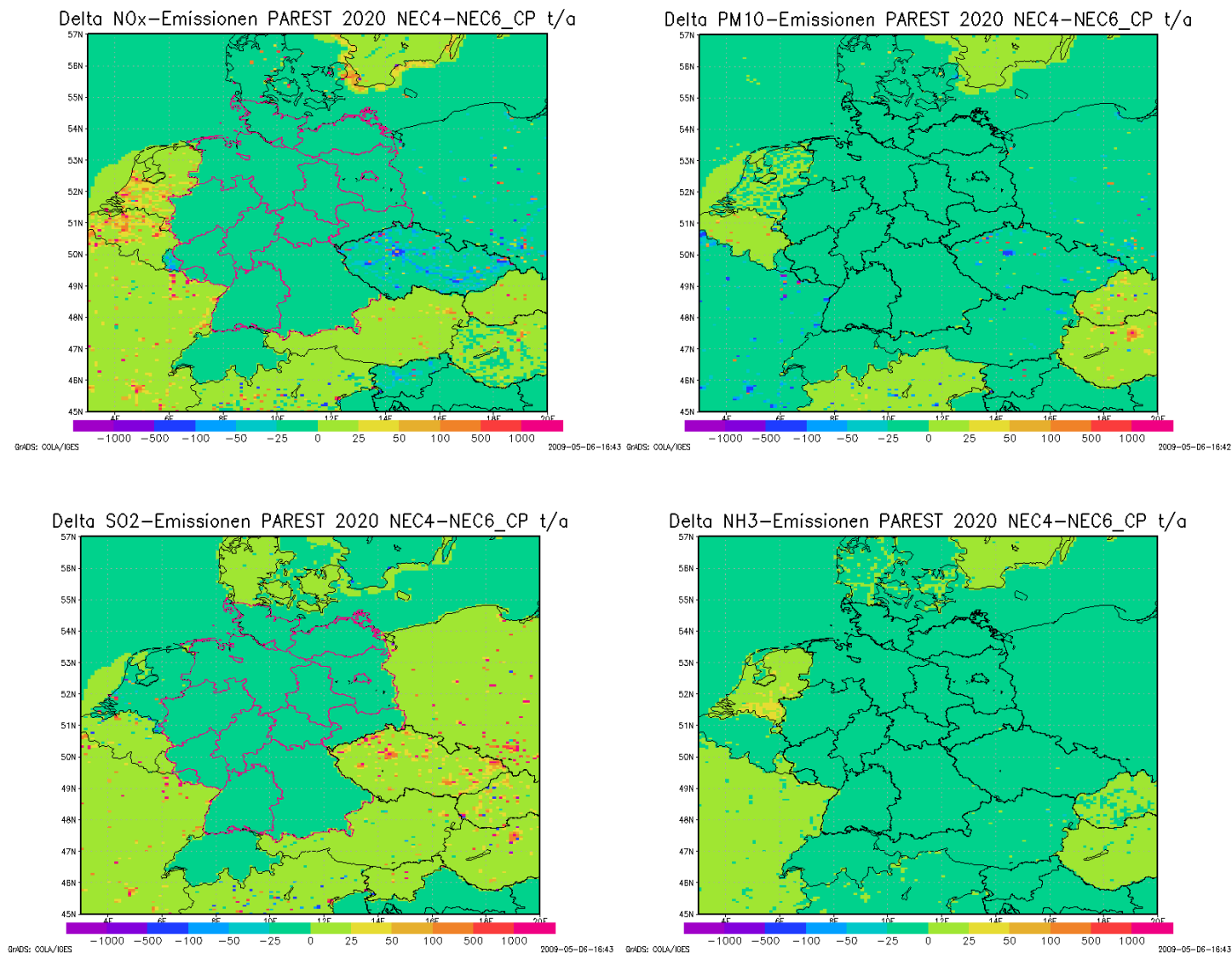


Abbildung 16 Emissionsunterschiede in t/a zwischen den Emissionsprojektionen NEC4 und NEC6_CP in den Nachbarländern Deutschlands für das Referenzjahr 2020. Positive Differenzen bedeuten höhere Emissionen für das NEC4-Szenario, negative Differenzen höhere Emissionen für das NEC6_CP-Szenario.

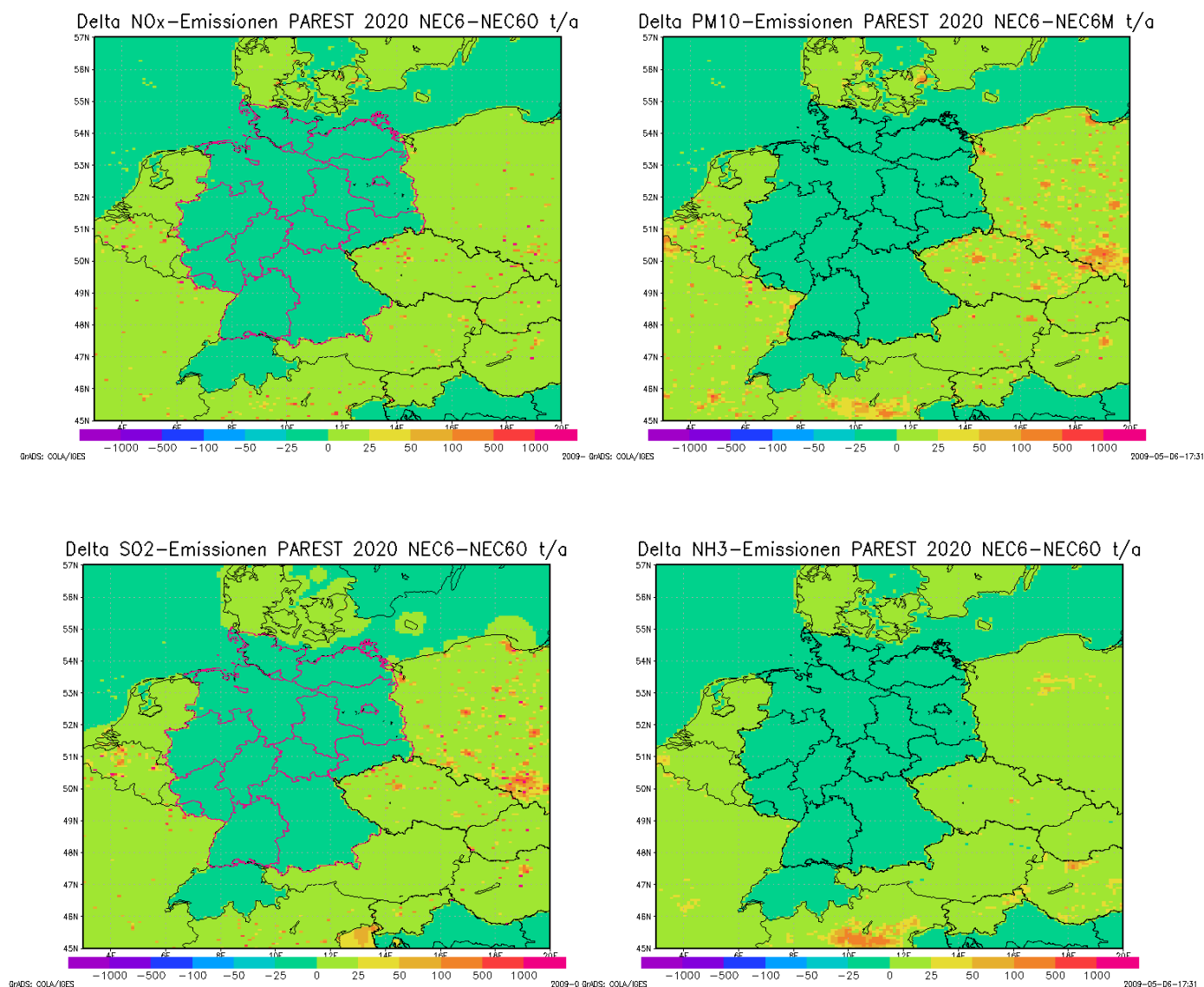


Abbildung 17 Emissionsunterschiede in t/a zwischen den Emissionsprojektionen NEC6_CP und NEC6_OPTV5 in den Nachbarländern Deutschlands für das Referenzjahr 2020. Positive Differenzen bedeuten höhere Emissionen für das NEC6_CP-Szenario, negative Differenzen höhere Emissionen für das NEC6_OPTV5-Szenario.

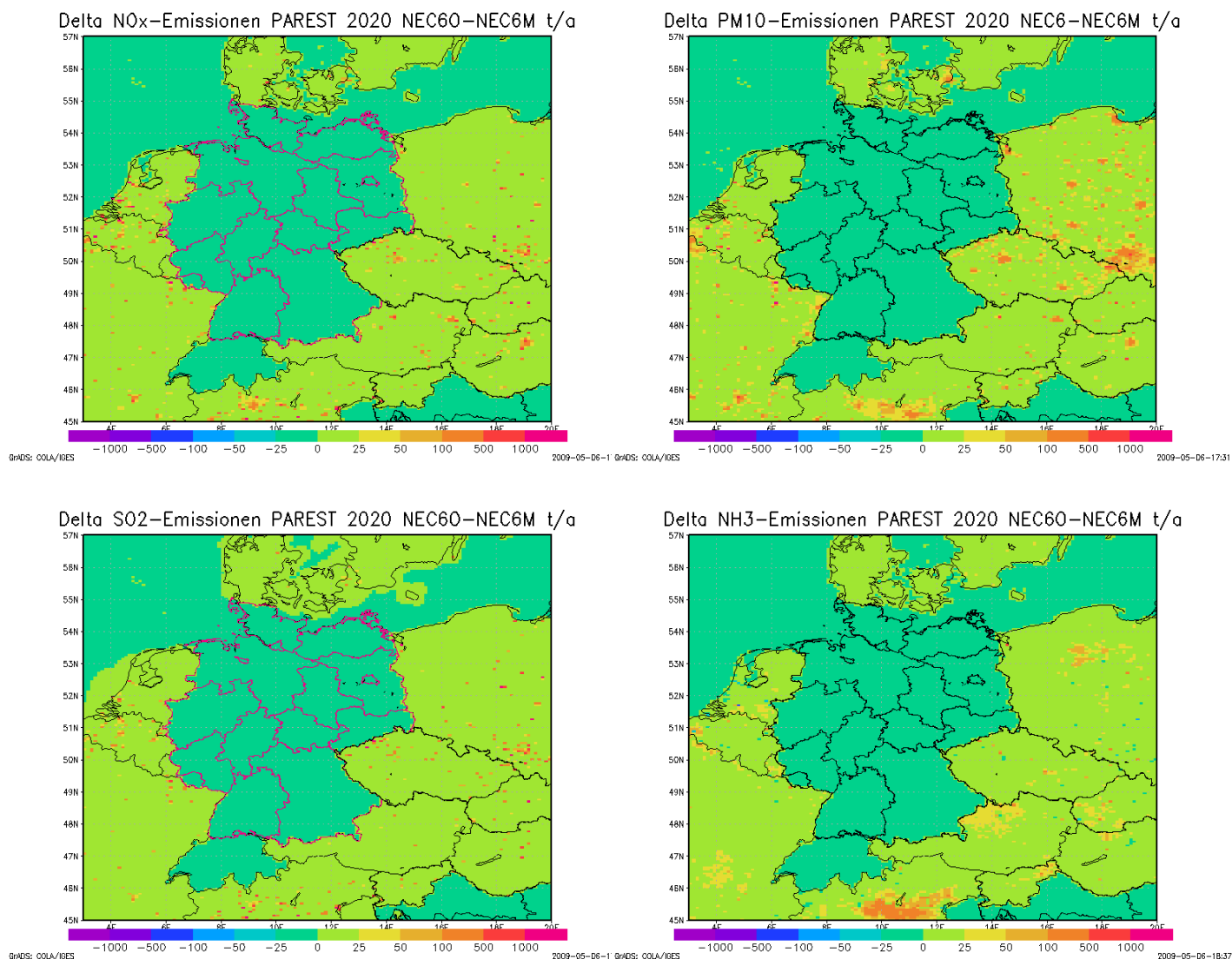


Abbildung 18 Emissionsunterschiede in t/a zwischen den Emissionsprojektionen NEC6_OPTV5 und NEC6_MRRV5 in den Nachbarländern Deutschlands für das Referenzjahr 2020. Positive Differenzen bedeuten höhere Emissionen für das NEC6_OPTV5-Szenario, negative Differenzen höhere Emissionen für das NEC6_MRRV5-Szenario.

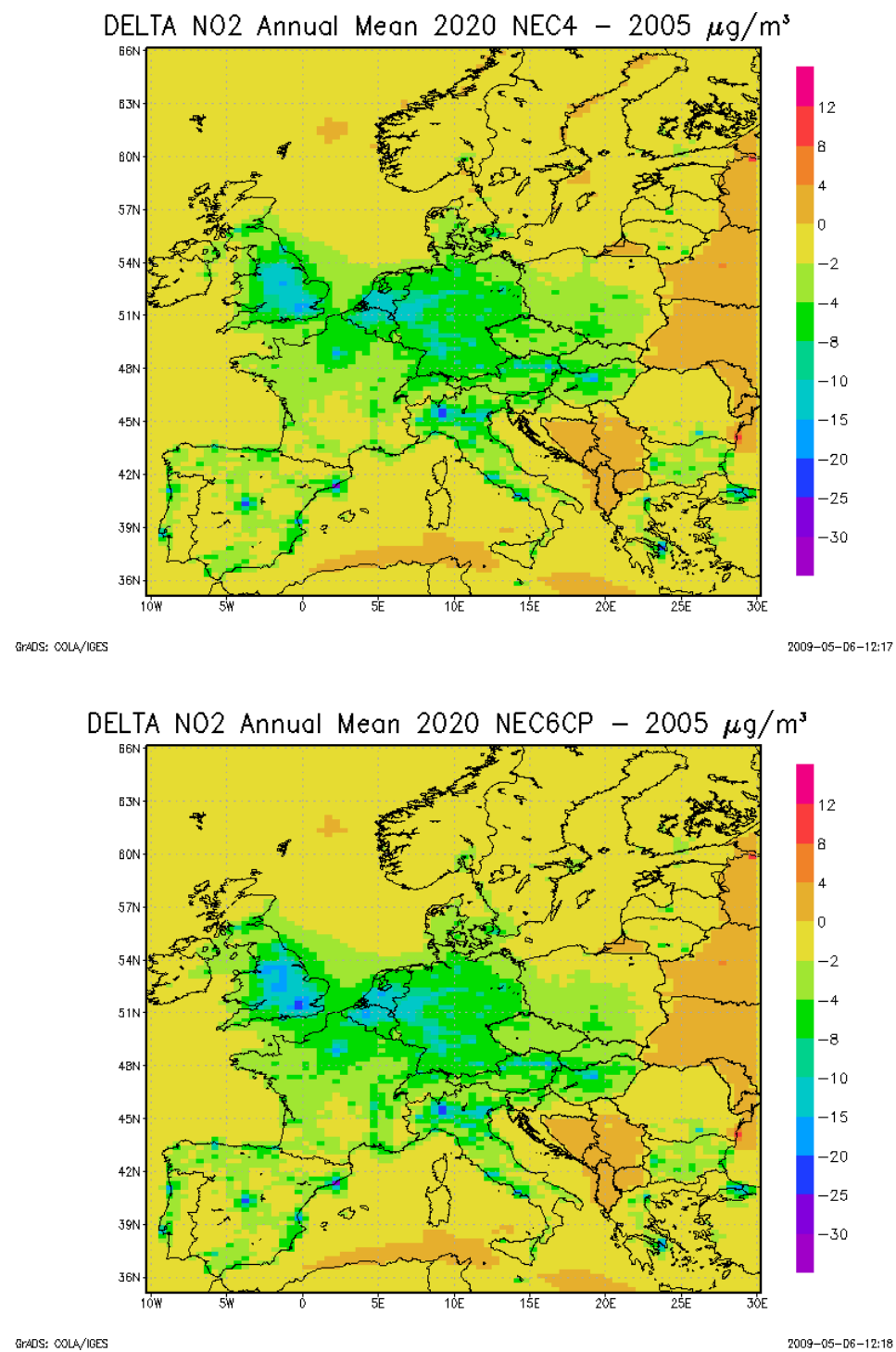


Abbildung 19 Änderung der NO_2 -Jahresmittelwerte in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ von 2005 bis 2015. Emissionsprojektion NEC4 (oben) und NEC6_CP (unten).

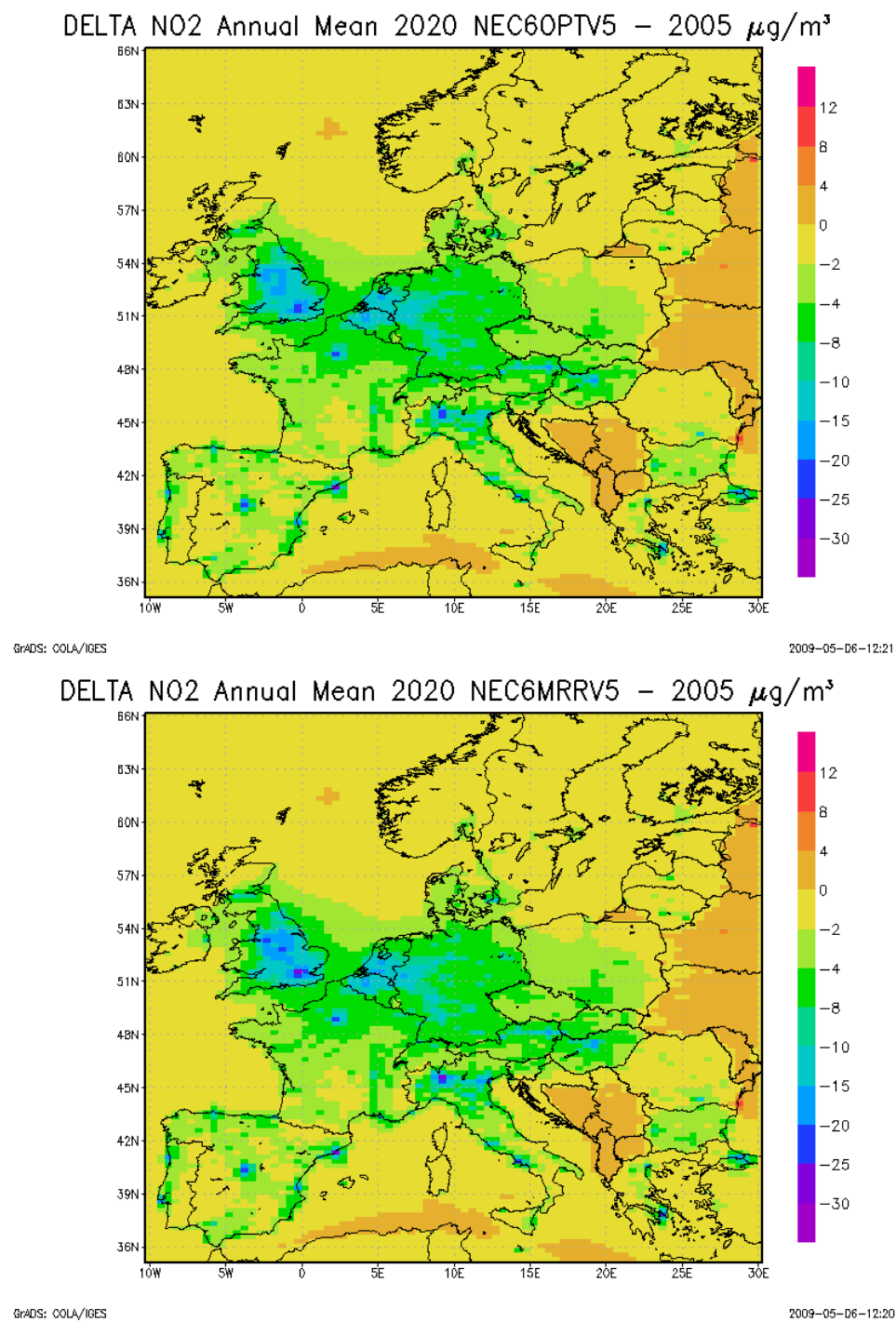


Abbildung 20 Änderung der NO₂-Jahresmittelwerte in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ von 2005 bis 2020. Emissionsprojektion NEC6OPTV5 (oben) und NEC6MRRV5 (unten).

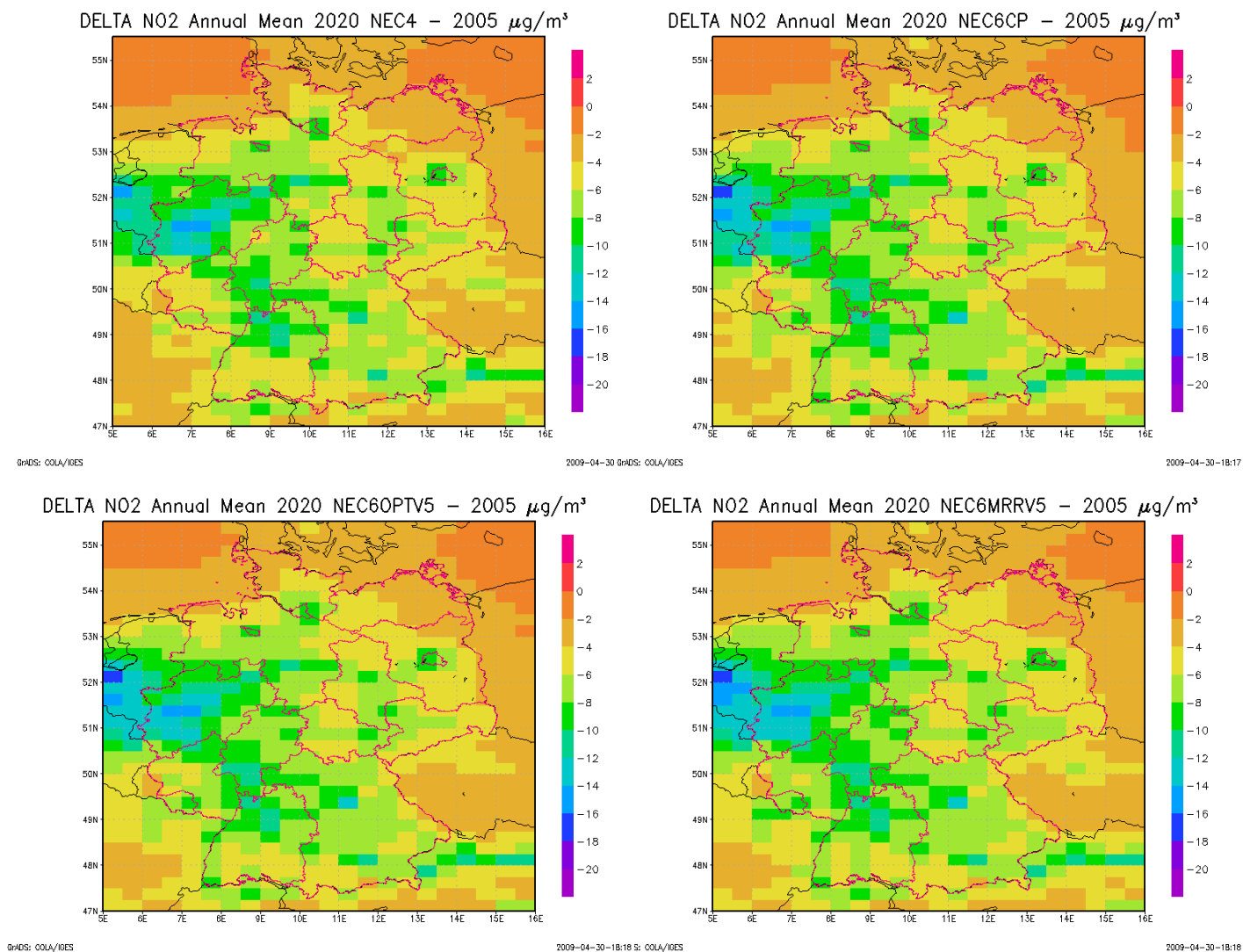


Abbildung 21 Änderung der NO_2 -Jahresmittelwerte in Deutschland in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ von 2005 bis 2020. Emissionsprojektion NEC4 (oben links) und NEC6_CP (oben rechts), Emissionsprojektion NEC6PTV5 (unten links) und NEC6MRRV5 (unten rechts).

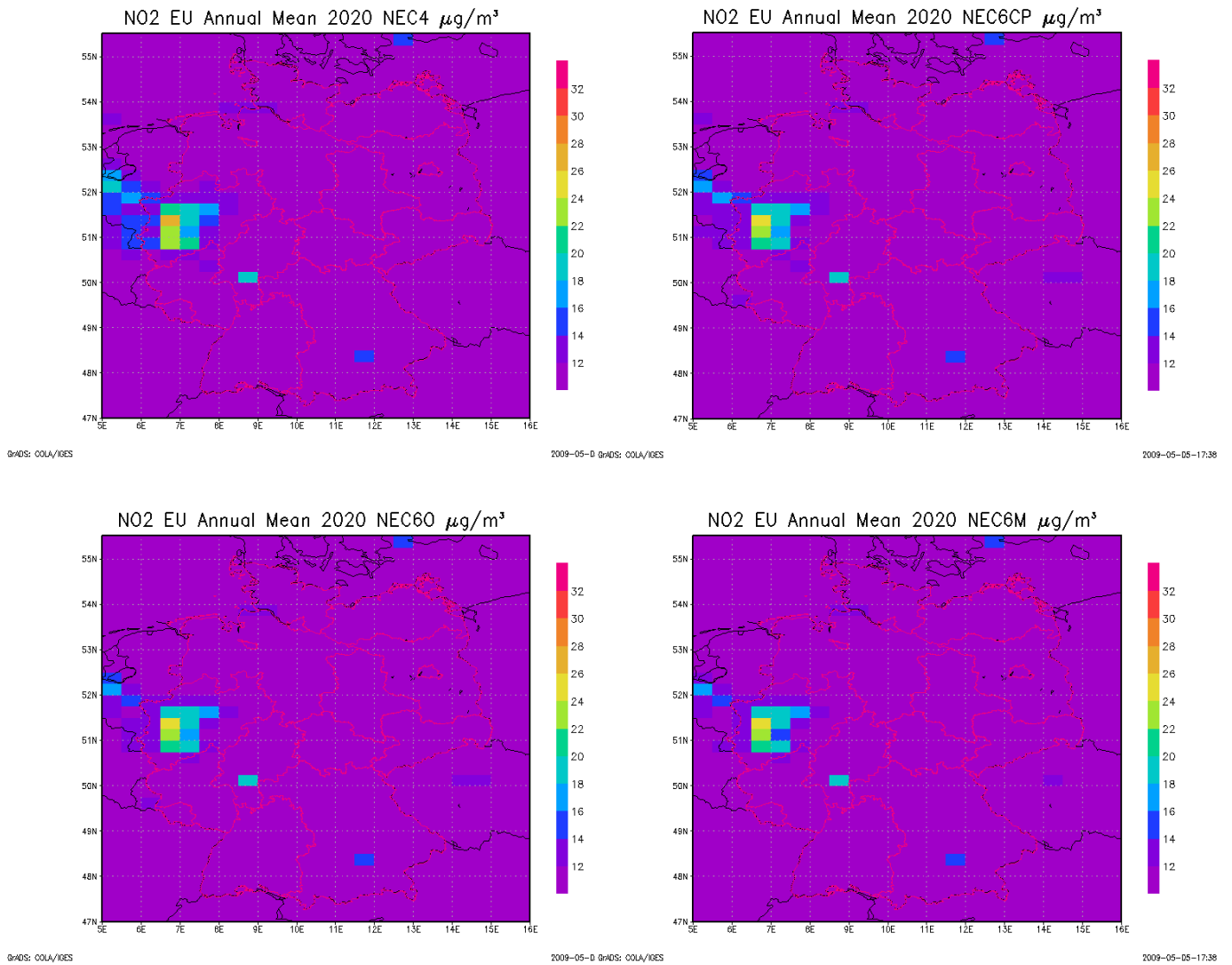


Abbildung 22 NO₂-Jahresmittelwerte 2020 in µg/m³, Emissionsprojektion NEC4 (oben links) und NEC6_CP (oben rechts), Emissionsprojektion NEC6OPTV5 (unten links) und NEC6MRRV5 (unten rechts).

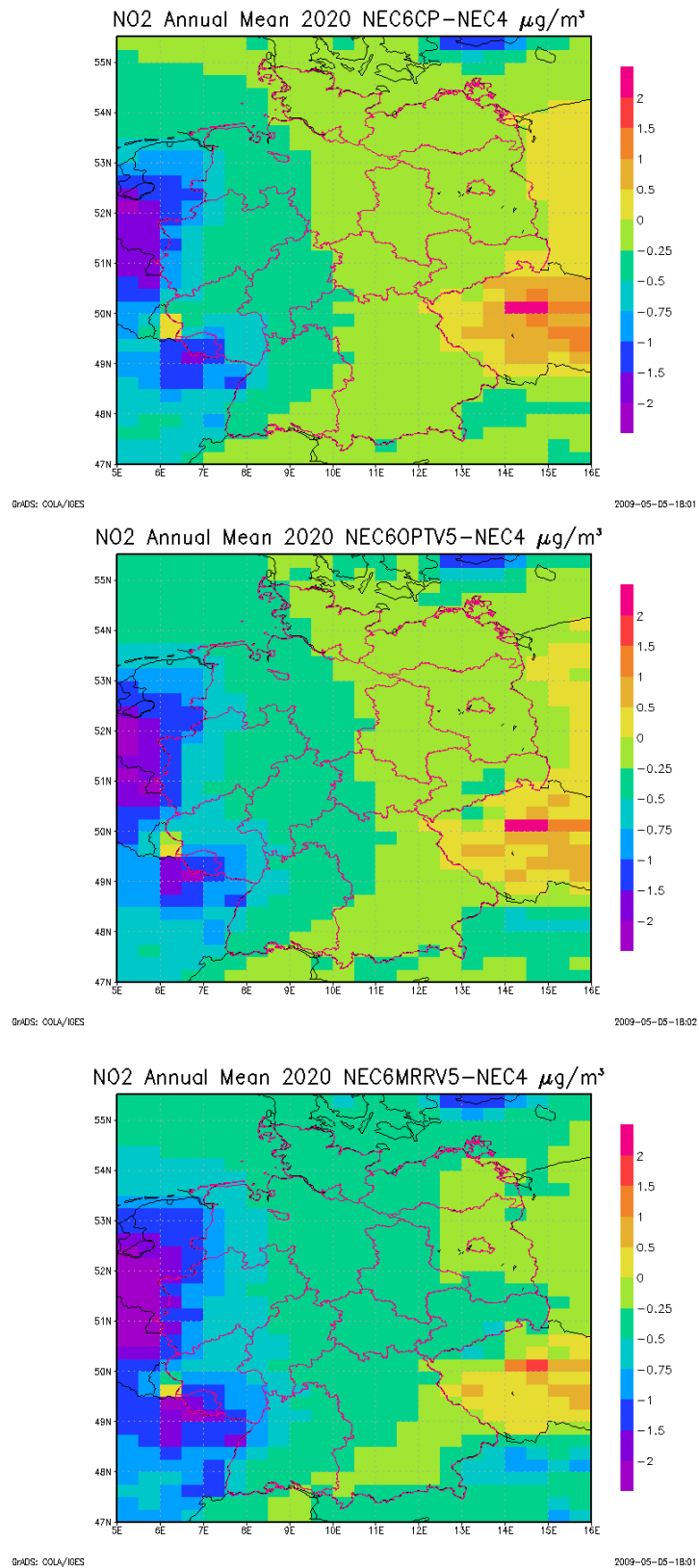


Abbildung 23 Differenz der NO₂-Jahresmittelwerte 2020 in $\mu\text{g}/\text{m}^3$: Emissionsprojektion NEC6_CP - NEC4 (oben), NEC6OPTV5 - NEC4 (Mitte) und NEC6MRRV5 - NEC4 (unten rechts).

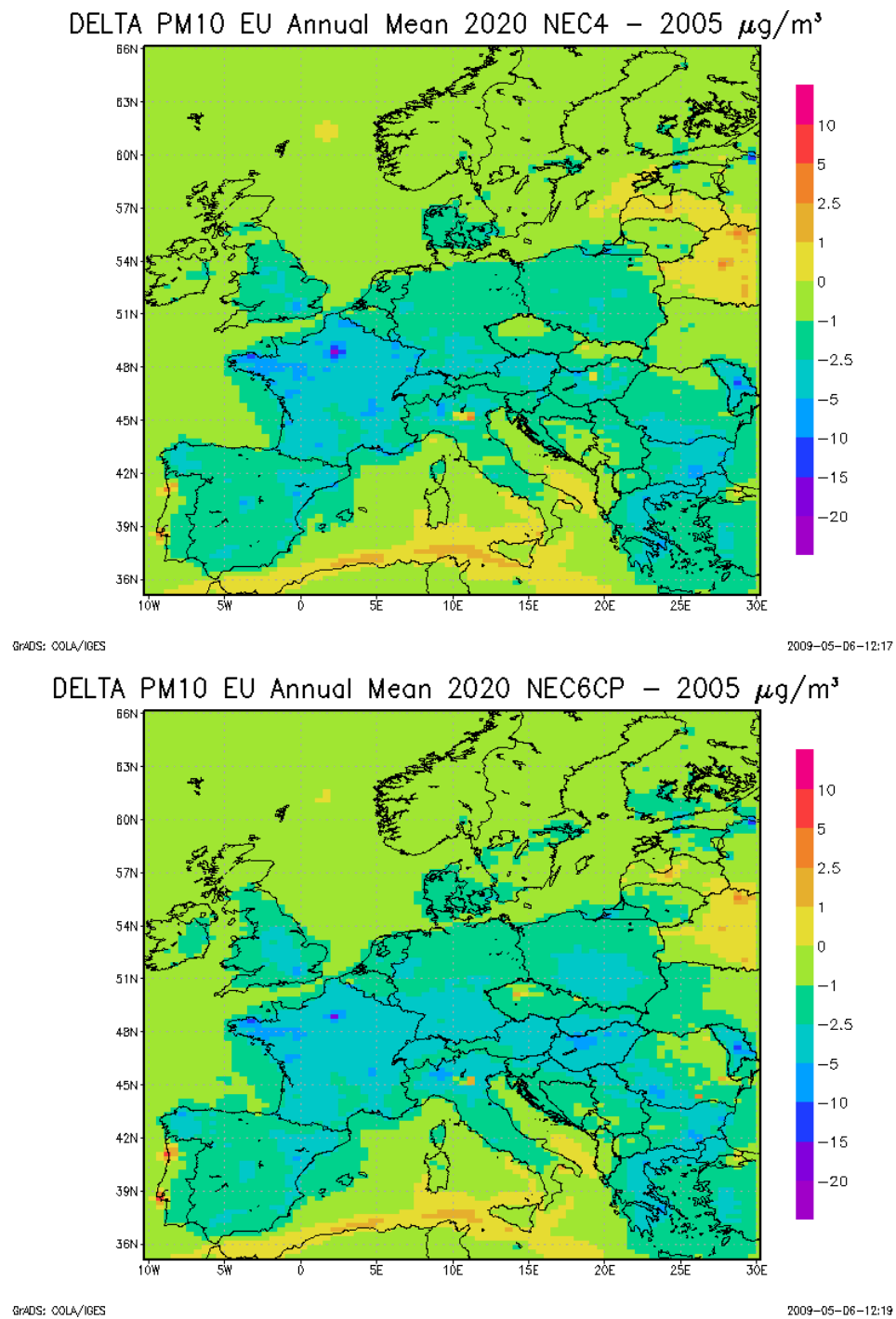


Abbildung 24 Änderung der PM10-Jahresmittelwerte in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ von 2005 bis 2020. Emissionsprojektion NEC4 (oben) und NEC6_CP (unten).

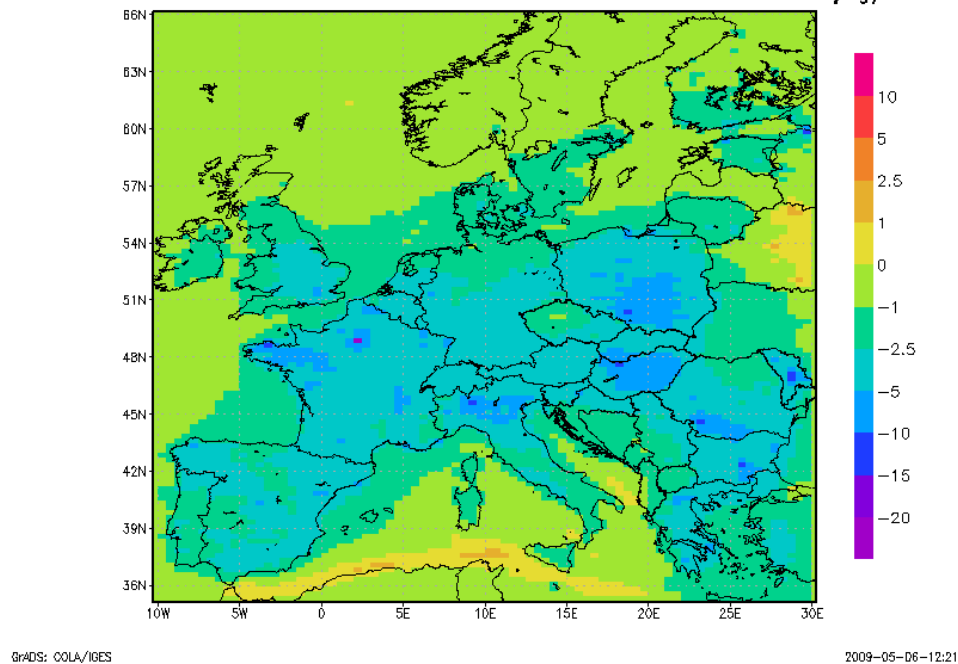
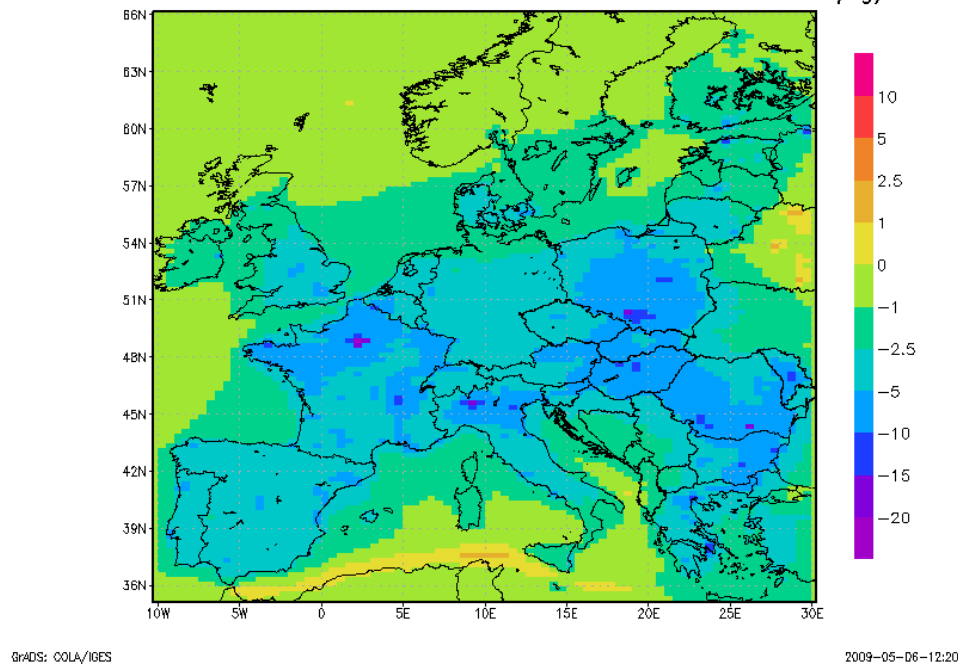
DELTA PM10 EU Annual Mean 2020 NEC60PTV5 – 2005 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ DELTA PM10 EU Annual Mean 2020 NEC6MRRV5 – 2005 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 

Abbildung 25 Änderung der PM10-Jahresmittelwerte in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ von 2005 bis 2020. Emissionsprojektion NEC60PTV5 (oben) und NEC6MRRV5 (unten).

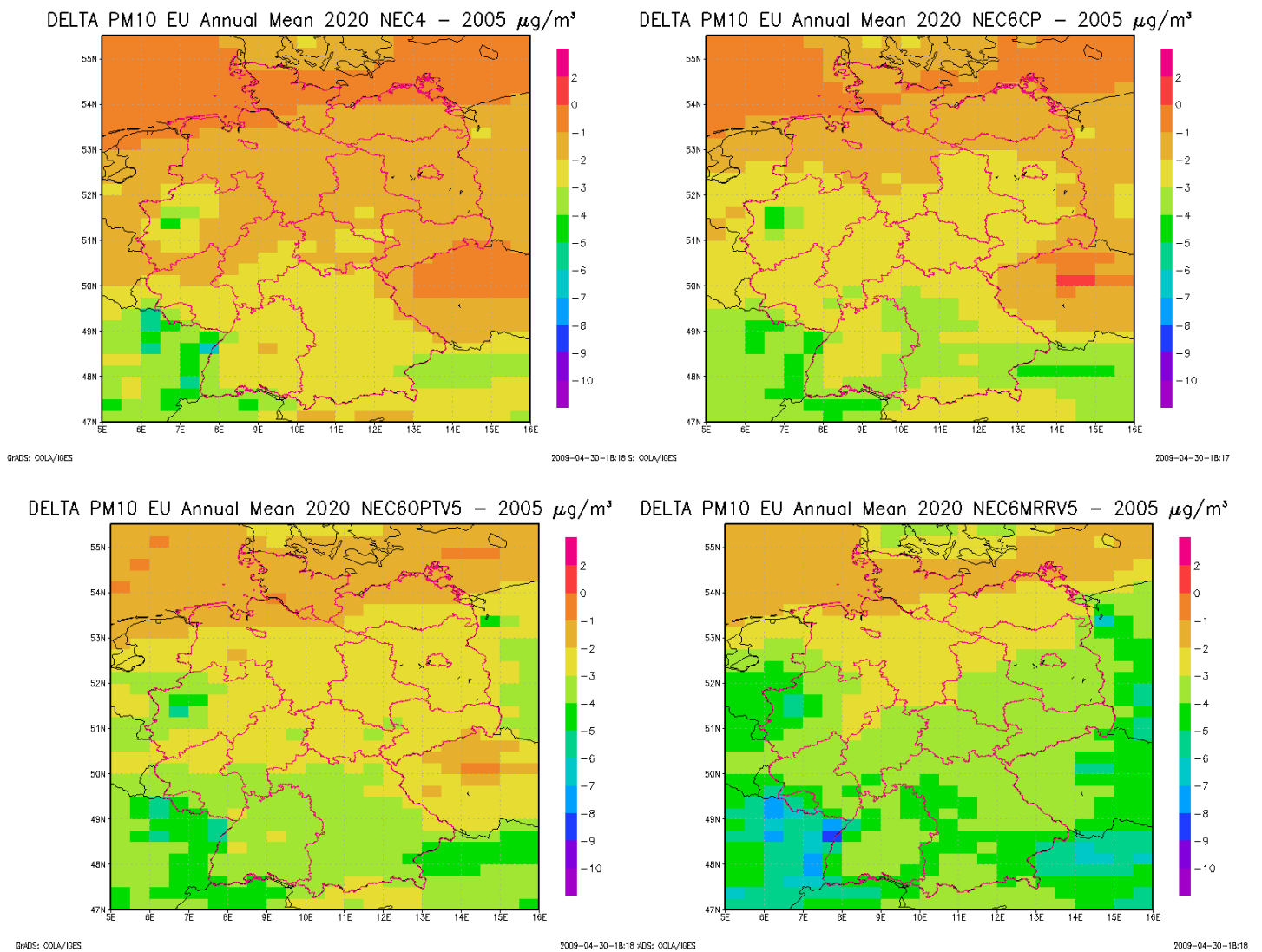


Abbildung 26 Änderung der PM10-Jahresmittelwerte in Deutschland in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ von 2005 bis 2020. Emissionsprojektion NEC4 (oben links), NEC6_CP (oben rechts), NEC6OPTV5 (unten links), NEC6MRRV5 (unten rechts).

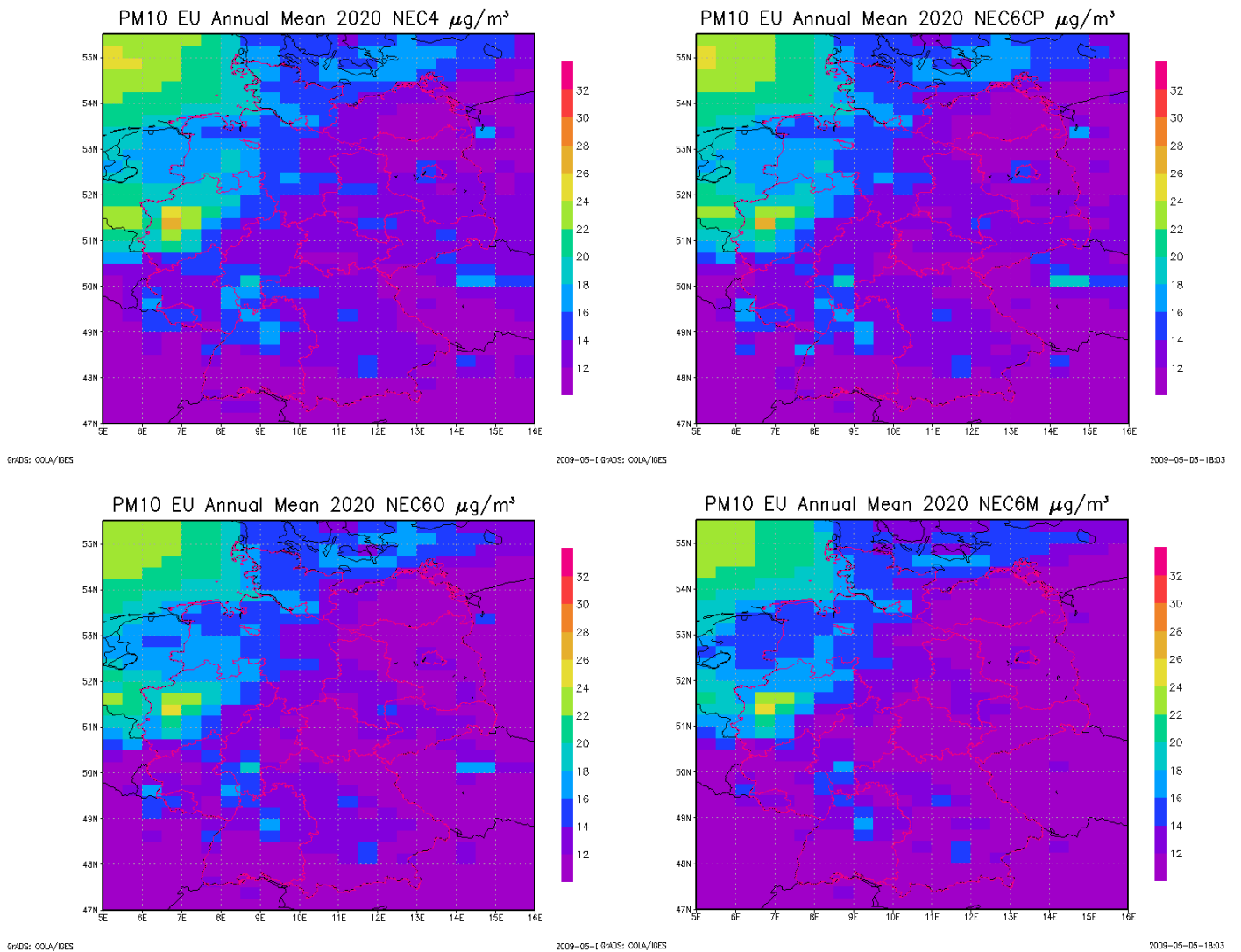


Abbildung 27 PM10-Jahresmittelwerte 2020 in $\mu\text{g}/\text{m}^3$, Emissionsprojektion NEC4 (oben links) und NEC6_CP (oben rechts), Emissionsprojektion NEC6OPTV5 (unten links) und NEC6MRRV5 (unten rechts).

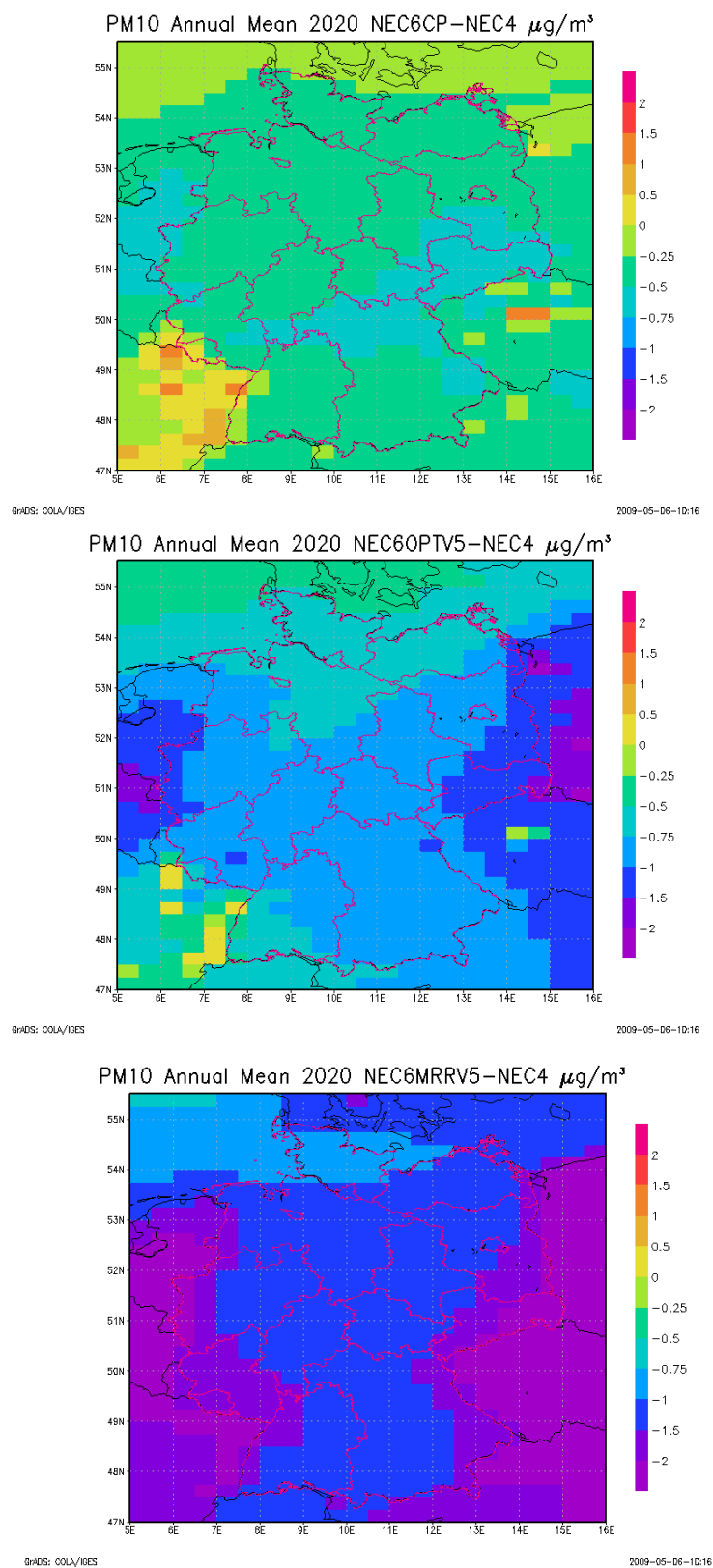


Abbildung 28 Differenz der PM10-Jahresmittelwerte 2020 in $\mu\text{g}/\text{m}^3$: Emissionsprojektion NEC6_CP - NEC4 (oben), NEC6OPTV5 - NEC4 (Mitte) und NEC6MRRV5 - NEC4 (unten rechts).

6 Zusammenfassung

Mit dem RCG-Modell wurde die zukünftige Immissionsentwicklung in Deutschland und Europa für die Jahre 2010, 2015 und 2020 auf der Basis von Emissionsprognosen abgeschätzt. Für Deutschland wurde dazu das von IER und IZT (Jörß et al., 2010) entwickelte Energierferenzszenario unter Einbeziehung der Abgasnormen Euro 5 und Euro 6 verwendet. Für das Ausland ist die Definition eines Referenzszenarios schwieriger, da verschiedene Emissionsprognosen existieren. Aus diesem Grund wurden für die Ausbreitungsrechnungen für die nicht-deutschen Emissionen verschiedene Emissionsdatensätze zusammengestellt, die auf unterschiedlichen Entwicklungsannahmen beruhen:

NEC4: Grundlage sind die im „NEC Scenario Analysis Report Nr. 4“ (Amann et al., 2007) fortgeschriebenen Emissionsprojektionen für die „National Emission Ceilings Directive“ (NEC4_NEC_NAT_EUVI_HDV_V4).

NEC6_CP: Grundlage sind die im „NEC Scenario Analysis Report Nr. 6“ (Amann et al., 2008) fortbeschriebenen Emissionsprojektionen für die „National Emission Ceilings Directive“. In diesen Emissionsprojektionen ist das sog. „Climate and Energy Package“ berücksichtigt (C&E package current policy, ID: PRBSH_6_CLEip_CEIL_EUVI_V5).

NEC6_MMRV5: Emissionsprojektionen auf der Basis des NEC6-Reports unter Berücksichtigung der maximalen Emissionsminderungen nach dem Rains-Modell von IIASSA (C&E package MRRV5 (ID: PRBSH_6_ip_MRRV5)).

NEC6_OPTV5: Eine weitere Optimierung des NEC6_CP-Szenarios (C&E package OPTV5 (ID: PRBSH_6_ip_OPTV5)).

Insgesamt wurden für das meteorologische Referenzjahr 2005 8 Rechenläufe durchgeführt:

NEC4 für 2010, 2015, 2020
NEC6_CP für 2010, 2015, 2020
NEC6_MMRV5 für 2020
NEC6_OPTV5 für 2020

Für die deutschen Emissionen wurden in allen Läufen jeweils die Emissionen des entsprechenden Referenzjahres verwendet, d.h. die jeweils verwendeten Emissionsdaten unterscheiden sich nur außerhalb von Deutschland. Ziel der Berechnung ist eine Aussage über die sich aus den verschiedenen NEC-Szenarien ergebenden Unterschiede im Beitrag der außerdeutschen Emissionen zu den Immissionen in Deutschland.

Es zeigte sich, dass die Verwendung des NEC4-Szenarios für alle Referenzjahre im Mittel zu den geringsten Abnahmen der Hintergrundkonzentrationen in Deutschland führt. Die Konzentrationsunterschiede zwischen den verschiedenen Emissionsszenarien sind relativ gering. Für NO₂ werden für das Referenzjahr 2020 auf der Basis des NEC6_CP-Szenarios zwischen circa 0.2 µg/m³ und 1 µg/m³ niedrigere Jahresmittelwerte berechnet als auf Basis des NEC4-Szenarios, für PM10 zwischen 0.2 µg/m³ und 0.7 µg/m³ niedrigere Jahresmittelwerte. Etwas höhere PM10-Konzentrationen für das NEC6_CP-Szenario ergeben sich lediglich an der Grenze zu Frankreich.

Bei Verwendung des NEC6_OPTV5- oder des NEC6_MMRV5-Szenarios wachsen die Unterschiede zum NEC4-Szenario an. Die damit berechneten NO₂-Jahresmittelwerte sind für 2020 bis zu circa 1.5 µg/m³ niedriger als auf der Basis des NEC4-Szenarios. Für PM10 werden auf der Basis von NEC6_OPTV5 im Mittel um circa 0.5 µg/m³ bis 1.5 µg/m³ niedrigere PM10-Jahresmittel berechnet als auf der Basis von NEC4, auf der Basis von NEC6_MMRV5 um circa 1 µg/m³ bis knapp 2 µg/m³ niedrigere Jahresmittelwerte.

Das Emissionsszenario NEC6_MRRV4 liefert also den geringsten Beitrag der ausländischen Emissionen zu den Immissionen in Deutschland. Zusätzliche Maßnahmen in Deutschland werden damit zu den niedrigsten Konzentrationen führen, wenn diese Emissionsprojektion für die nicht-deutschen Emissionen verwendet wird. Wie weit dieses Szenario, das die maximal möglichen Emissionsminderungen beschreibt, in den europäischen Ländern umgesetzt wird, kann hier nicht beurteilt werden. Will man aber die Wirkung zusätzlicher Maßnahmen in Deutschland auch für andere Referenzjahre als 2020 betrachten, muss berücksichtigt werden, dass ein NEC6_MRRV5-Szenario nur für 2020 existiert. Im Sinne einer Kontinuität wäre dann die Verwendung des NEC6_CP-Szenarios wohl der bessere Ansatz, da es für alle Referenzjahre definiert ist.

7 Literatur

Amann, M., W. Asman, I. Bertok, J. Cofala, C. Heyes, Z. Klimont, W. Schöpp and F. Wagner (2007). Updated Baseline Projections for the Revision of the Emission Ceilings Directive of the European Union. NEC Scenario Analysis Report #4. International Institute for Applied Systems Analysis (IIASA), Laxenburg, Austria,

Amann, M., W. Asman, I. Bertok, J. Cofala, C. Heyes, Z. Klimont, W. Schöpp and F. Wagner (2008). National Emission Ceilings for 2020 based on the 2008 Climate & Energy Package. NEC Scenario Analysis Report #6. International Institute for Applied Systems Analysis (IIASA), Laxenburg, Austria,

Builtjes, P., W. Jörß, W., R. Stern, J. Theloke (2010)

Strategien zur Verminderung der Feinstaubbelastung . PAREST-Endbericht, Schlussbericht an das Umweltbundesamt zum Forschungsvorhabens FKZ 206 43 200/01

Denier van der Gon, H.A.C., A.J.H. Visschedijk, H. van der Brugh, R. Droge (2010). A high resolution European emission data base for the year 2005. Forschungs-Teilbericht im Rahmen des PAREST-Vorhabens: FKZ 206 43 200/01 „Strategien zur Verminderung der Feinstaubbelastung“, TNO, Niederlande.

Denier van der Gon, H.A.C., A.J.H. Visschedijk, H. van der Brugh (2009). Gridded European emission data for the projection years 2010, 2015 and 2020 based on the IIASA GAINS NEC scenarios. TNO-report TNO-034-UT-2009-02306_RPT-ML. Forschungs-Teilbericht im Rahmen des PAREST-Vorhabens: FKZ 206 43 200/01 „Strategien zur Verminderung der Feinstaubbelastung“, TNO, Niederlande.

Jörß, W., U. Kugler, J. Theloke (2010). Emissionen im PAREST-Referenzszenario 2005 – 2020. Forschungs-Teilbericht an das Umweltbundesamt, im Rahmen des PAREST-Vorhabens: FKZ 206 43 200/01 „Strategien zur Verminderung der Feinstaubbelastung“, Berlin: IZT

Stern, R. (2003) Entwicklung und Anwendung des chemischen Transportmodells REM/CALGRID. Abschlussbericht zum F& E-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 F&E-Vorhaben 201 43 250 des Umweltbundesamts „Anwendung modellgestützter Beurteilungssysteme für die bundeseinheitliche Umsetzung der EU-Rahmenrichtlinie Luftqualität und ihrer Tochterrichtlinien“

8 Anhang A: PAREST-Emissionsabschätzungen für Europa und Deutschland, Bezugsjahre 2005, 2010, 2011, 2015

2005	kt/a	NOX	NM VOC	SOX	NH3	CO	PM25	PM10
BY	Belarus	158.6	188.8	77	135.5	531.7	25.3	39.4
AL	Albania	24.9	31.5	31.6	24.1	112.6	6.8	10.6
AM	Armenia	8.6	26.7	10.3	14.6	74.4	4.8	6.7
AT	Austria	225.7	157.2	26.4	63.9	720.3	26.8	52.7
GE	Georgia	52.2	53.2	14.4	38.1	347.5	7	10.3
BE	Belgium	295	200.5	146.6	74.2	875.5	30.2	53.7
BG	Bulgaria	233.9	158.1	900.3	57	740.3	56.2	95.6
BA	Bosnia and Herze-govi	51.9	47	426.8	17.3	182.3	19.4	46
CH	Switzerland	86.4	105.7	17.4	55	334.9	9.8	27.2
CY	Cyprus	4.8	5.7	2	3.2	19.7	0.8	1.9
CZ	Czech Republic	277.9	182.8	218.6	68.4	510.8	21.4	40.4
DE	Germany	1544	1437.5	561.6	606.9	4042.4	135.8	262.5
DK	Denmark	185.8	119.6	21.9	92.5	611.2	28.2	42.9
ES	Spain	1497.2	1069.9	1341.5	430.2	2296.6	148.6	295.9
EE	Estonia	32.1	36	77.2	9.3	158.1	20.6	28.5
FI	Finland	177.4	131.3	69.1	36.2	521.9	34.4	54.9
FR	France	1206.9	1443.2	465.5	735.2	5676.5	337.9	608.4
GB	United Kingdom	1626.9	978.3	706.2	317.5	2416.5	101.4	220.1
GR	Greece	316.6	360.1	536.5	72.8	636.4	55.3	89.8
HU	Hungary	204.3	177.1	485.5	80.1	587.1	39.1	62.1
IE	Ireland	116	61.5	70.1	112.7	222.3	15.5	29.9
IT	Italy	1173	1258.2	496.9	426	4206.9	125.6	270.8
LT	Lithuania	57.6	82.1	43.7	39.4	190.3	16.9	23.2
LU	Luxembourg	15.1	13.1	2.9	5.3	41.3	2.9	7
LV	Latvia	41.5	64.5	10.3	13.9	336.6	13.6	17.1
MD	Republic of Moldo-va	65.9	38.3	123.8	26.7	140.3	25.1	46.9
MK	The former Yugos-lav	39.1	25.5	105	7.4	103.9	9.1	20.2
NL	Netherlands	346.9	176.4	62.3	135.2	602.7	22.1	52.6
NO	Norway	190.2	219.7	23.9	23	441.4	49.3	60.1
PL	Poland	720.5	880.4	1222.1	326.5	3333.4	139.2	305.5
PT	Portugal	270.6	288.4	213.5	71.8	627	38.8	61.8
RO	Romania	309.1	402.3	685.8	194.1	1405.1	103.5	155.8
RU	Russian Federation	2742.1	2724.8	2701.6	764.1	13005.5	951	1566.5
SK	Slovakia	98	79.2	89	26.9	299.5	16.4	27.7
SI	Slovenia	57.7	43.4	41.8	18.3	82.5	7.2	10.4
SE	Sweden	204.8	196.2	39.7	52.4	602	33.4	58.4
TR	Turkey	931.7	785.3	1792.2	410	2825.1	272.2	424.2
UA	Ukraine	1183.3	703.5	1192.9	552.6	2923.4	306.6	526.9
YU	Yugoslavia	164.7	146.1	375.1	67.6	314.8	42.8	86.2
HR	Croatia	68.9	92.8	60.3	44.2	311.1	16.9	26.3
AZE	Azerbaijan	113.3	280.8	185.4	50.8	174.5	18.7	31.9
ATL	ALL OCEANS	3175	108.2	2227.7	0	320.8	242.5	256
MT	Malta	11.8	8.8	8.3	1	0	0.5	1.3

Tabelle 1 Emissionen in Europa. Referenzjahr 2005.

2010	kt/a	NOX	NMVOG	SOX	NH3	CO	PM25	PM10
BY	Belarus	217	245.7	172.9	126	646.6	47.4	66
AL	Albania	27.9	38.5	29.9	26.3	145.3	7.8	10.7
AM	Armenia	8.6	26.7	10.3	14.6	74.4	4.8	6.7
AT	Austria	171.9	136.4	21.2	57.6	666.8	25.7	43.6
GE	Georgia	52.2	53.2	14.4	38.1	347.5	7	10.3
BE	Belgium	258.7	141.1	98	80	709.7	29.9	63.8
BG	Bulgaria	156.2	132.9	440.7	66.5	1088.4	62.8	101.2
BA	Bosnia and Herze-govi	54	44.9	411.1	17.9	119.4	16.8	37.4
CH	Switzerland	66.1	103.3	18.5	45.3	209.8	9	20.8
CY	Cyprus	5.7	2.7	2.3	3.4	45.2	0.5	1.6
CZ	Czech Republic	297	193.6	236	79.1	591.3	49.8	74.4
DE	Germany	1246.5	1313.8	456.4	604.8	3016.1	116	239.9
DK	Denmark	168.4	92.5	19.1	58.3	477.2	20.4	33.7
ES	Spain	1160.5	815.4	500.7	360.2	1556	113.1	249.3
EE	Estonia	36.9	27.8	76	10.2	110.2	16	27.1
FI	Finland	168.8	111.4	66.4	30.6	373.6	26.2	37.9
FR	France	1186.9	949	494.5	654.5	4060.7	177.6	340.9
GB	United Kingdom	1203.7	920	457.6	269.9	1684.8	86.2	201.9
GR	Greece	232.5	170.8	175.4	48.6	394.3	42.7	76.3
HU	Hungary	139.6	122.3	143.5	82.1	302.4	32.9	53.3
IE	Ireland	100.2	57.3	35.1	105.1	158.2	10.5	23.8
IT	Italy	1073.9	869.8	340.3	395.2	3239.7	143.5	292.2
LT	Lithuania	51.3	53	39	37.2	103.9	11.8	18.2
LU	Luxembourg	24.9	7.9	1.7	6	79.7	2.2	6.3
LV	Latvia	42.3	57.6	22.5	14.4	335.6	17.4	23.3
MD	Republic of Moldo-va	64.4	40.1	116.5	45.2	140.4	19.9	34.4
MK	The former Yugos-lav	40.6	30.9	81.9	14.8	99.2	8	16.9
NL	Netherlands	287.2	158.5	48	126.7	467	22.1	53.6
NO	Norway	196	138.3	25.1	20.9	406.5	53.4	64.8
PL	Poland	683.3	400.4	1164.6	313.6	4778.3	174.8	273.2
PT	Portugal	211.3	174.9	132.5	70.9	406.5	53.2	95.9
RO	Romania	333.6	417.5	331	165.1	2292.8	142.8	203.8
RU	Russian Federation	2999.5	3319.6	2826	508.8	12927.1	587.6	887.3
SK	Slovakia	95.4	62.1	68.2	31.2	388.5	20.3	33.3
SI	Slovenia	51.6	34.7	26.7	20.8	58.3	9.9	14.9
SE	Sweden	181.5	155.7	43.3	51.4	556.8	19.4	34.4
TR	Turkey	794.5	664.2	1144.9	448.9	2572.1	253.9	405.1
UA	Ukraine	1236.9	946.3	1429.2	245.6	4038.3	274.5	429.1
YU	Yugoslavia	167.8	150.6	277	70.8	128.3	39	75.2
HR	Croatia	73	74	67.1	30	286.6	15.7	23.6
AZE	Azerbaijan	113.3	280.8	185.4	50.8	174.5	18.7	31.9
ATL	ALL OCEANS	3174.8	108.2	2227.8	0	320.7	242.5	256
MT	Malta	0	0	0	0	0	0.1	0.6

Tabelle 2 Emissionen in Europa. Referenzjahr 2010, NEC4-Szenario.

2010	kt/a	NOX	NMVO	SOX	NH3	CO	PM25	PM10
BY	Belarus	217	245.7	172.9	128	646.6	47.4	66
AL	Albania	27.9	38.5	29.9	26.6	145.3	7.8	10.7
AM	Armenia	8.6	26.7	10.3	14.6	74.4	4.8	6.7
AT	Austria	170.7	144.4	19.1	58.2	750	27.5	45.9
GE	Georgia	52.2	53.2	14.4	38.1	347.5	7	10.3
BE	Belgium	217.7	137.6	93.8	80.3	716.5	27.5	60.5
BG	Bulgaria	130.7	117	518	67.1	1345.7	47.4	66.5
BA	Bosnia and Herze-govi	54	45	411.1	18	119.4	16.8	37.4
CH	Switzerland	66.1	89	18.5	45.3	209.8	9	20.8
CY	Cyprus	5.3	3.4	1.2	3.4	39.4	0.5	1.6
CZ	Czech Republic	258.3	228.6	110.4	79.9	668.1	52.5	73
DE	Germany	1246.5	1313.8	456.4	604.8	3016.1	116	239.9
DK	Denmark	136.4	94.2	16.2	58.4	513.5	24.5	38
ES	Spain	1158.4	759.6	538.7	343.9	1719.5	136.2	278
EE	Estonia	30.4	27.8	18.8	10.4	114.1	10.7	15.2
FI	Finland	159.4	111	52	31.4	389.9	21.1	32.1
FR	France	907.2	893.3	225.1	653.6	4578.4	284.7	460.3
GB	United Kingdom	1026	938.8	254.1	269.7	1675	82.7	196.7
GR	Greece	227.6	177.1	169	50.2	427.8	41	71.8
HU	Hungary	133.3	110.5	138.7	81.9	272.7	25.2	41.8
IE	Ireland	90	56.5	38.1	105	151.5	11.2	24.5
IT	Italy	1041.7	855.7	282.1	400.4	2969	137.2	287.1
LT	Lithuania	46.8	62.7	26.2	37.8	109.6	12	18.4
LU	Luxembourg	34.5	9	1.5	6	85.5	2.8	7
LV	Latvia	37.9	56.1	8.7	14.7	339.4	18.9	24.3
MD	Republic of Moldo-va	64.4	40.1	116.5	45.8	140.4	19.9	34.4
MK	The former Yugos-lav	40.6	31	81.9	15	99.2	8	16.9
NL	Netherlands	277.6	157.8	43	126.9	470.4	23	54.9
NO	Norway	183.2	138.4	25.1	21	397.2	53.6	65
PL	Poland	525	422.5	513.5	316.1	5260	184.4	280.9
PT	Portugal	187.8	181.2	88.1	71.2	465.6	52.3	94.1
RO	Romania	271.9	423.2	157.6	169.2	2484.8	130.5	166.3
RU	Russian Federation	2999.5	3292.5	2826	523.2	12927.1	587.6	887.3
SK	Slovakia	75.1	54.7	47.6	31.1	214.6	12.5	23.5
SI	Slovenia	53.3	36	16.4	21	60.2	7.7	11.2
SE	Sweden	174.1	167.1	40.2	51.7	496.3	19.9	35.6
TR	Turkey	794.5	667.4	1144.9	428.1	2572.1	253.9	405.1
UA	Ukraine	1236.9	947.7	1429.2	255.1	4038.3	274.5	429.1
YU	Yugoslavia	167.8	150.8	277	72.4	128.3	39	75.2
HR	Croatia	73	73.4	67.1	30.6	286.6	15.7	23.6
AZE	Azerbaijan	113.3	280.8	185.4	50.8	174.5	18.7	31.9
ATL	ALL OCEANS	3174.8	108.2	2227.8	0	320.7	242.5	256
MT	Malta	0	0	0	0	0	0.1	0.6

Tabelle 3 Emissionen in Europa. Referenzjahr 2010, NEC6_CP-Szenario.

2015	kt/a	NOX	NMVOG	SOX	NH3	CO	PM25	PM10
BY	Belarus	227	244.1	177.2	127.8	670.2	46.9	65.6
AL	Albania	32.1	40.1	30.5	26.3	144	7.7	10.7
AM	Armenia	8.6	26.7	10.3	14.6	74.4	4.8	6.7
AT	Austria	138.1	123.9	20.4	58.6	592.8	23	40.8
GE	Georgia	52.2	53.2	14.4	38.1	347.5	7	10.3
BE	Belgium	221.1	132.2	95.3	78.9	662.7	28.3	62.7
BG	Bulgaria	131.4	108.2	158.2	66.8	975.7	58.7	94.5
BA	Bosnia and Herze-govi	55.7	47.4	395.3	17.9	93.3	16.3	36.2
CH	Switzerland	55.5	92.9	18.3	42.9	155.3	8.2	19.9
CY	Cyprus	4.6	2.5	2.1	3.4	37.1	0.5	1.5
CZ	Czech Republic	234.8	161.5	196.8	78	430.1	39.8	62.6
DE	Germany	1015.3	1328.3	455.6	606.7	4042.4	106.1	231
DK	Denmark	145.2	77.6	20.8	56.4	364.9	17.5	31.1
ES	Spain	1014.2	803.4	499.3	365.3	1247.8	99.6	236.6
EE	Estonia	28.7	23.9	47.7	10	87.2	16.8	30.8
FI	Finland	144.8	98.7	58	29.9	313.5	24.9	36.5
FR	France	1010	868.4	591.5	660.2	3502.8	178.8	415.6
GB	United Kingdom	1058.8	872.2	360.9	266.9	1551.8	75.7	188.8
GR	Greece	210.5	145.8	103.5	47.5	323.2	39.1	72
HU	Hungary	110.8	118.6	53.3	86	271.8	34.6	55.2
IE	Ireland	84.5	53.9	35.7	101.7	112.7	8.8	22
IT	Italy	929.3	738.6	335.5	389.1	2618.5	129.2	278.9
LT	Lithuania	44.7	46.3	40.6	38.2	84.9	11.3	17.8
LU	Luxembourg	17.8	7	1.8	5.9	52.5	2	6
LV	Latvia	36.6	46.9	22.2	14.5	299.6	17.1	23.3
MD	Republic of Moldo-va	63.4	40.4	109.1	45.1	139.4	16.1	27.3
MK	The former Yugos-lav	42	33.5	77.1	14.8	104.2	7.9	16.3
NL	Netherlands	252.3	159.5	48.7	131.9	388.9	20	51.9
NO	Norway	180.4	106.7	25.4	20.7	340.6	49.2	60.6
PL	Poland	593.1	350.6	959.9	311.1	4357.5	160.8	256
PT	Portugal	179.7	160.5	105.1	69.9	308.7	47.9	85.2
RO	Romania	283.5	358.4	130.8	168.7	2115.9	140.1	200.9
RU	Russian Federation	3148.9	3345.4	3052.3	517.9	13020.2	615.2	926.5
SK	Slovakia	86.8	61	74	31.7	388.2	20.8	34.2
SI	Slovenia	44.5	31.9	25.7	20.7	50.2	9.6	14.7
SE	Sweden	161	133.5	42.2	50.9	496.7	17.8	33
TR	Turkey	761.4	585	1026.4	472.2	2267	267.7	431.6
UA	Ukraine	1338.4	1084.6	1603.2	243.1	4630.8	300	461.6
YU	Yugoslavia	170.5	151.8	221.1	71.6	73	40.1	78.2
HR	Croatia	61.7	55.9	64.5	31.2	214.5	14.3	22.3
AZE	Azerbaijan	113.3	280.8	185.4	50.8	174.5	18.7	31.9
ATL	ALL OCEANS	3174.8	108.2	2227.8	0	320.7	242.5	256
MT	Malta	0	0	0	0	0	0.1	0.6

Tabelle 4 Emissionen in Europa. Referenzjahr 2015, NEC4-Szenario.

2015	kt/a	NOX	NMVOG	SOX	NH3	CO	PM25	PM10
BY	Belarus	227	244.1	177.2	129.9	670.2	46.9	65.6
AL	Albania	32.1	40.1	30.5	26.6	144	7.7	10.7
AM	Armenia	8.6	26.7	10.3	14.6	74.4	4.8	6.7
AT	Austria	135.6	132.2	19	59.1	693.7	25.4	43.9
GE	Georgia	52.2	53.2	14.4	38.1	347.5	7	10.3
BE	Belgium	178.7	131.2	89.5	79.1	676.3	26.2	59.6
BG	Bulgaria	112.2	100.5	138.4	67.4	1290.4	45.5	64.3
BA	Bosnia and Herze-govi	55.7	47.5	395.3	18	93.3	16.3	36.2
CH	Switzerland	55.5	81.7	18.3	42.9	155.3	8.2	19.9
CY	Cyprus	4.2	3.1	0.7	3.4	44.5	0.5	1.5
CZ	Czech Republic	216	198.6	88.5	78.6	566.4	46.5	66.2
DE	Germany	1015.3	1328.3	455.6	606.7	4042.4	106.1	231
DK	Denmark	112.2	79.7	16.4	56.5	402.8	20.5	34.2
ES	Spain	1008.3	696.4	542.9	349.4	1406.2	120.2	264.2
EE	Estonia	26.5	23.5	19	10.2	88	9.8	14.2
FI	Finland	132.4	97.1	38.7	30.5	321.2	18.8	29.6
FR	France	713	819.6	201	659.4	4155.2	261	437.9
GB	United Kingdom	874.8	898.5	243.6	267.1	1626.9	74.3	187.4
GR	Greece	190.6	149.1	71.7	48.9	348.5	34.3	63
HU	Hungary	111.7	103.1	61.2	85.8	236.8	23	39.3
IE	Ireland	72.3	53.2	36.4	104.7	104.6	9.8	23.2
IT	Italy	879	727.2	294.7	394.5	2354.6	124.8	276.3
LT	Lithuania	41.5	57.7	27.7	38.8	90.4	11.6	18
LU	Luxembourg	21.3	8	1.4	5.9	56.9	2.3	6.5
LV	Latvia	33.9	48	9.7	14.9	310.7	18.6	24
MD	Republic of Moldo-va	63.4	40.4	109.1	45.7	139.4	16.1	27.3
MK	The former Yugos-lav	42	33.5	77.1	15	104.2	7.9	16.3
NL	Netherlands	229.7	157.3	44.3	123.9	392.5	20.7	53
NO	Norway	162.1	106.6	25.3	20.7	327.2	49.2	60.6
PL	Poland	485.9	393.4	512.2	313.5	4982.2	178.2	271.8
PT	Portugal	156.3	169.8	87.4	70.2	389.2	49.6	86.6
RO	Romania	247.2	378.2	153.2	172.8	2501.4	135.9	174.2
RU	Russian Federation	3148.9	3314.5	3052.3	532.3	13020.2	615.2	926.5
SK	Slovakia	68	52.4	47.9	31.7	202.3	12.2	23.4
SI	Slovenia	43.7	32.7	14.4	20.9	52.8	6.8	10.1
SE	Sweden	138.7	137.9	47.2	51.3	390.8	16.9	32.7
TR	Turkey	761.4	589.6	1026.4	450.5	2267	267.7	431.6
UA	Ukraine	1338.4	1086.2	1603.2	252.7	4630.8	300	461.6
YU	Yugoslavia	170.5	151.9	221.1	73.3	73	40.1	78.2
HR	Croatia	61.7	55.3	64.5	31.8	214.5	14.3	22.3
AZE	Azerbaijan	113.3	280.8	185.4	50.8	174.5	18.7	31.9
ATL	ALL OCEANS	3174.8	108.2	2227.8	0	320.7	242.5	256
MT	Malta	0	0	0	0	0	0.1	0.6

Tabelle 5 Emissionen in Europa. Referenzjahr 2015, NEC6_CP-Szenario.

2020	kt/a	NOX	NM VOC	SOX	NH3	CO	PM25	PM10
BY	Belarus	239.1	252.3	181.9	130.5	698.8	46.9	65.5
AL	Albania	35.8	42.8	31.4	26.7	141.6	7.6	10.6
AM	Armenia	8.6	26.7	10.3	14.6	74.4	4.8	6.7
AT	Austria	110.5	112.9	19.7	59.2	518.3	21.3	38.9
GE	Georgia	52.2	53.2	14.4	38.1	347.5	7	10.3
BE	Belgium	184.7	124.9	85.9	77	632.9	27.1	61.6
BG	Bulgaria	105	84.9	115.1	67.6	862.2	42.2	65.1
BA	Bosnia and Herze- govi	57.5	50.8	380.2	18.3	88.2	15.9	35.3
CH	Switzerland	49.1	88.1	18.2	41.2	136.6	7.7	19.5
CY	Cyprus	3.8	2.3	0.8	3.4	29.8	0.5	1.5
CZ	Czech Republic	183.1	147.9	178.3	77	376.9	33	53.7
DE	Germany	904.2	1381	454.6	609.4	3016.1	101.5	228.2
DK	Denmark	123.3	70.7	20.9	53.2	308.2	15.3	29
ES	Spain	819.3	832.3	445.6	367.9	1087.7	91.4	229.5
EE	Estonia	22.7	21.5	47.6	10.6	77.5	15.9	29.8
FI	Finland	125.4	90	58.8	29.9	264.8	24.2	35.9
FR	France	816.2	854.7	493.2	650.7	3163.7	137.9	301.8
GB	United Kingdom	791	827.4	274.2	267	1318.7	66.6	177.5
GR	Greece	186.9	138	96.4	46.8	308.8	37.6	70
HU	Hungary	97.3	116.2	67.1	90.1	273.1	40	63
IE	Ireland	69.4	50.8	36.4	98.1	88.6	7.6	20.9
IT	Italy	740.4	698.5	345.1	385	2347.5	119.5	270
LT	Lithuania	40.1	42.2	38.8	39.6	78.2	10.9	17.6
LU	Luxembourg	12.9	6.4	1.7	5.9	44.8	1.9	6
LV	Latvia	30.3	43.3	18.8	14.6	284.5	16.1	22.8
MD	Republic of Moldo- va	62.6	41.1	101.7	45.2	139.8	12.8	21.3
MK	The former Yugos- lav	43.5	36.2	72.1	14.8	109.3	7.7	15.8
NL	Netherlands	208.5	165.6	49.8	138.3	353.6	18.5	50.9
NO	Norway	170.2	89.5	25.8	20.5	306.5	43.8	55.2
PL	Poland	412.2	316	857.4	311.8	3946.4	145.4	237.7
PT	Portugal	151.9	155.8	85.8	69.8	265	44.6	82.1
RO	Romania	249.3	295.6	138.8	172.7	1883	141.8	207.4
RU	Russian Federation	3294.9	3359.2	3110.6	523.9	13108	638.6	961.7
SK	Slovakia	74.2	60.6	81.3	32.1	388.3	21.2	35.1
SI	Slovenia	34.3	29.9	22.6	20.7	44.6	9.1	14
SE	Sweden	149	121.3	41.2	50.9	469.2	17.1	32.8
TR	Turkey	730.9	474.4	910.8	490.9	1949.3	294.1	477.7
UA	Ukraine	1368	1195.9	1866.1	253	5266.5	316.8	490.7
YU	Yugoslavia	173.1	154.6	167.6	73.4	76.4	41.9	82.3
HR	Croatia	52.8	42.3	62.4	32.4	151.4	13.4	21.5
AZE	Azerbaijan	113.3	280.8	185.4	50.8	174.5	18.7	31.9
ATL	ALL OCEANS	3174.8	108.2	2227.8	0	320.7	242.5	256
MT	Malta	0	0	0	0	0	0.1	0.6

Tabelle 6 Emissionen in Europa. Referenzjahr 2020, NEC4-Szenario.

2020	kt/a	NOX	NM VOC	SOX	NH3	CO	PM25	PM10
BY	Belarus	239.1	252.3	181.9	132.6	698.8	46.9	65.5
AL	Albania	35.8	42.8	31.4	26.9	141.6	7.6	10.6
AM	Armenia	8.6	26.7	10.3	14.6	74.4	4.8	6.7
AT	Austria	102.9	120.1	17	59.8	620.6	23.6	42.1
GE	Georgia	52.2	53.2	14.4	38.1	347.5	7	10.3
BE	Belgium	147.6	127.9	83.9	77.2	649.8	25.1	58.6
BG	Bulgaria	97.4	87	139.3	68.2	1238.2	45.4	64.7
BA	Bosnia and Herze- govi	57.5	50.9	380.2	18.5	88.2	15.9	35.3
CH	Switzerland	49.1	79.3	18.2	41.3	136.6	7.7	19.5
CY	Cyprus	3.4	3	0.4	3.4	43.7	0.5	1.5
CZ	Czech Republic	180.8	181.2	81.4	77.5	516.3	40.4	59.1
DE	Germany	904.2	1381	454.6	609.4	3016.1	101.5	228.2
DK	Denmark	95.4	73	17.1	53.4	341.3	17.9	31.7
ES	Spain	719.3	662.5	361.5	352.8	1181	104	247
EE	Estonia	20.8	21.3	16.1	10.8	81	8.5	12.6
FI	Finland	106.7	88.3	35.7	30.5	259.4	16.7	27.3
FR	France	541.4	755.8	188	649.7	3728.6	236.2	411.2
GB	United Kingdom	615	856.1	209.5	267.4	1411.9	66.2	178
GR	Greece	164.6	137.5	63	48.1	316.8	31.7	60.1
HU	Hungary	89.1	96.3	54.6	89.9	212.5	20.9	37.3
IE	Ireland	56.1	49.8	33.9	104	79.8	8.6	22
IT	Italy	699.9	680.8	290.3	389.8	2089.6	118.1	270.5
LT	Lithuania	34.7	53.8	29.4	40.3	82.2	11.3	17.8
LU	Luxembourg	12.8	6.8	1.3	5.9	44.3	2.1	6.4
LV	Latvia	28.8	41.8	10.4	15	278.6	17.4	23
MD	Republic of Moldo- va	62.6	41.1	101.7	45.9	139.8	12.8	21.3
MK	The former Yugos- lav	43.5	36.3	72.1	15	109.3	7.7	15.8
NL	Netherlands	177.6	160.7	44.5	129.5	356.4	18.9	51.5
NO	Norway	146.4	89.2	25.5	20.6	288.9	43.7	55.1
PL	Poland	424.4	360.8	497.6	313.1	4501.6	161.8	251.4
PT	Portugal	129.8	167.2	65.1	70.1	360.4	48.5	85.9
RO	Romania	228	339.1	166.8	177.1	2508.9	143.4	184.6
RU	Russian Federation	3294.9	3324.5	3110.6	538.2	13108	638.6	961.7
SK	Slovakia	58.2	51.8	49.6	32.1	198.6	11.9	23.1
SI	Slovenia	34.5	30.9	15.4	20.9	46.1	6.6	9.9
SE	Sweden	115.2	122.7	48.5	51.3	329.4	15.3	31.3
TR	Turkey	730.9	480.9	910.8	468.2	1949.3	294.1	477.7
UA	Ukraine	1368	1197.7	1866.1	262.6	5266.5	316.8	490.7
YU	Yugoslavia	173.1	154.8	167.6	75.1	76.4	41.9	82.3
HR	Croatia	52.8	41.6	62.4	33	151.4	13.4	21.5
AZE	Azerbaijan	113.3	280.8	185.4	50.8	174.5	18.7	31.9
ATL	ALL OCEANS	3174.8	108.2	2227.8	0	320.7	242.5	256
MT	Malta	0	0	0	0	0	0.1	0.6

Tabelle 7 Emissionen in Europa. Referenzjahr 2020, NEC6_CP-Szenario.

2020	kt/a	NOX	NM VOC	SOX	NH3	CO	PM25	PM10
BY	Belarus	239.1	252.3	181.9	132.6	698.8	46.9	65.5
AL	Albania	35.8	42.8	31.4	26.9	141.6	7.6	10.6
AM	Armenia	8.6	26.7	10.3	14.6	74.4	4.8	6.7
AT	Austria	90.3	77.1	15.9	35.3	382	17.1	32.8
GE	Georgia	52.2	53.2	14.4	38.1	347.5	7	10.3
BE	Belgium	121.2	109	57.7	68	609.7	18.4	45.4
BG	Bulgaria	65.4	43.8	51.3	53.3	459.8	13.8	24
BA	Bosnia and Herze- govi	57.5	50.9	380.2	18.5	88.2	15.9	35.3
CH	Switzerland	49.1	79.3	18.2	41.3	136.6	7.7	19.5
CY	Cyprus	3.1	2.4	0.2	1.9	10.1	0.4	1.4
CZ	Czech Republic	139.5	78	51.8	56	268	17.4	33
DE	Germany	904.2	1381	454.6	609.4	3016.1	101.5	228.2
DK	Denmark	81.5	46.8	13	47.1	226.5	8	18.6
ES	Spain	546.2	522.7	191.3	209.7	960.7	73.4	196.1
EE	Estonia	13.3	12.6	8.8	6.6	50	3.6	7
FI	Finland	87.7	56.7	32.1	24.6	223.8	7.6	16.1
FR	France	434.5	489	135.4	378.6	2654	122	273.3
GB	United Kingdom	445	657.3	144.3	197.7	1304.5	52.5	153
GR	Greece	132.7	77.8	28.7	33.7	231.8	16.7	41.8
HU	Hungary	57	52.2	18.2	48.8	174.8	9	22
IE	Ireland	42.5	28.4	20.5	83.5	67.4	6.4	18.2
IT	Italy	555.6	506.1	126.1	252.4	1737.7	81	218.8
LT	Lithuania	23.2	29.8	12	23.9	35	3.8	8.8
LU	Luxembourg	11.9	5.6	0.7	4.5	41.3	1.9	6
LV	Latvia	20.8	16.3	7.7	8.4	121.1	3.9	7
MD	Republic of Moldo- va	62.6	41.1	101.7	45.9	139.8	12.8	21.3
MK	The former Yugos- lav	43.5	36.3	72.1	15	109.3	7.7	15.8
NL	Netherlands	153	129.1	38.5	118.3	346.5	15.7	42.7
NO	Norway	146.4	89.2	25.5	20.6	288.9	43.7	55.1
PL	Poland	340	205.7	280.1	203.3	2205.6	72.7	136.1
PT	Portugal	103.8	109.5	32	41.5	180.4	15.4	38.5
RO	Romania	156.8	135	69.7	85.6	901.5	27.9	46.6
RU	Russian Federation	3294.9	3324.5	3110.6	538.2	13108	638.6	961.7
SK	Slovakia	36.8	33.9	23.5	17.3	167.3	6.9	15.1
SI	Slovenia	32.4	15.3	8.5	13.2	20.6	3.2	5.9
SE	Sweden	101.8	97.7	36	37.4	280.2	11.7	26.2
TR	Turkey	730.9	480.9	910.8	468.2	1949.3	294.1	477.7
UA	Ukraine	1368	1197.7	1866.1	262.6	5266.5	316.8	490.7
YU	Yugoslavia	173.1	154.8	167.6	75.1	76.4	41.9	82.3
HR	Croatia	52.8	41.6	62.4	33	151.4	13.4	21.5
AZE	Azerbaijan	113.3	280.8	185.4	50.8	174.5	18.7	31.9
ATL	ALL OCEANS	3174.8	108.2	2227.8	0	320.7	242.5	256
MT	Malta	0	0	0	0	0	0.1	0.6

Tabelle 8 Emissionen in Europa. Referenzjahr 2020, NEC6_MRRV5-Szenario.

2020	kt/a	NOX	NMVOG	SOX	NH3	CO	PM25	PM10
BY	Belarus	239.1	252.3	181.9	132.6	698.8	46.9	65.5
AL	Albania	35.8	42.8	31.4	26.9	141.6	7.6	10.6
AM	Armenia	8.6	26.7	10.3	14.6	74.4	4.8	6.7
AT	Austria	99.2	119.6	16.9	54.5	592.3	22.1	40.2
GE	Georgia	52.2	53.2	14.4	38.1	347.5	7	10.3
BE	Belgium	135.1	126.5	65	73.2	641.2	20.6	50.9
BG	Bulgaria	81	84.5	135.5	62.6	1156.4	25.7	38.5
BA	Bosnia and Herze-govi	57.5	50.9	380.2	18.5	88.2	15.9	35.3
CH	Switzerland	49.1	79.3	18.2	41.3	136.6	7.7	19.5
CY	Cyprus	3.3	3	0.4	2.7	43.7	0.5	1.5
CZ	Czech Republic	156.5	180.6	65.3	69	504.2	37.3	55.3
DE	Germany	904.2	1381	454.6	609.4	3016.1	101.5	228.2
DK	Denmark	88.1	72.8	15.9	51.6	337.5	16.9	30.8
ES	Spain	624.5	652.2	263.5	297.2	1166.5	88.5	223.8
EE	Estonia	16.1	20.3	16.1	9.6	80.4	7.4	11.4
FI	Finland	99.7	88.2	34.5	28.3	259.4	14.8	25.7
FR	France	507.3	755.6	162.5	535.6	3716.9	209.4	374.9
GB	United Kingdom	554.4	855	174.9	236.4	1377.2	58.1	165.5
GR	Greece	160	129.5	61.4	41.2	313.2	26.1	53.8
HU	Hungary	74.3	93.8	23.1	64.6	208.8	17.2	32.6
IE	Ireland	53	49.8	28.1	95	74.1	7.8	20.9
IT	Italy	648.1	669.1	223.8	331.1	2054.4	95	242.6
LT	Lithuania	29.9	50.3	23.7	33.8	79.5	8.5	14.5
LU	Luxembourg	12.7	6.8	1.1	5.5	44.1	2	6.3
LV	Latvia	22.9	40.4	10.2	11.4	276.9	12.5	16.3
MD	Republic of Moldo-va	62.6	41.1	101.7	45.9	139.8	12.8	21.3
MK	The former Yugos-lav	43.5	36.3	72.1	15	109.3	7.7	15.8
NL	Netherlands	176.9	160.6	44.4	125	353.7	17.5	49.7
NO	Norway	146.4	89.2	25.5	20.6	288.9	43.7	55.1
PL	Poland	390.8	358	327.3	267.2	3446.5	118.4	190.2
PT	Portugal	118.2	166.6	49.6	60	360.4	30.1	56.2
RO	Romania	192.3	313.5	107.5	140.8	2473	87.7	113.6
RU	Russian Federation	3294.9	3324.5	3110.6	538.2	13108	638.6	961.7
SK	Slovakia	49.1	51.2	35.5	28.4	198.2	8.6	17.9
SI	Slovenia	33.4	30.2	10.4	17.4	45.7	5.7	8.7
SE	Sweden	110.4	122.5	48.5	46.3	329.4	14.9	31.1
TR	Turkey	730.9	480.9	910.8	468.2	1949.3	294.1	477.7
UA	Ukraine	1368	1197.7	1866.1	262.6	5266.5	316.8	490.7
YU	Yugoslavia	173.1	154.8	167.6	75.1	76.4	41.9	82.3
HR	Croatia	52.8	41.6	62.4	33	151.4	13.4	21.5
AZE	Azerbaijan	113.3	280.8	185.4	50.8	174.5	18.7	31.9
ATL	ALL OCEANS	3174.8	108.2	2227.8	0	320.7	242.5	256
MT	Malta	0	0	0	0	0	0.1	0.6

Tabelle 9 Emissionen in Europa. Referenzjahr 2020, NEC6_OPTV5-Szenario.

9 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 Parest-Emissionen für PM10 und NO _x in t/a. Referenzjahr ist 2005.....	3
Abbildung 2 RCG-Rechengebiet Nest 0 (N0): Europäischer Hintergrund, Auflösung circa 32x28 km ² , 0.25° Breite, 0.5° Länge, 82 x 125 Gitterzellen, Rechengebiet: -10°W bis 30° Ost, 35.25° N bis 66.0° N	4
Abbildung 3 NO ₂ - und PM10-Jahresmittelwert in µg/m ³ , Referenzemissionen 2005.....	6
Abbildung 4 Emissionsunterschiede in t/a zwischen den Emissionsprojektionen NEC4 und NEC6_CP in den Nachbarländern Deutschlands für das Referenzjahr 2010. Positive Differenzen bedeuten höhere Emissionen für das NEC4-Szenario, negative Differenzen höhere Emissionen für das NEC6_CP-Szenario.....	8
Abbildung 5 Änderung der NO ₂ -Jahresmittelwerte in µg/m ³ von 2005 bis 2010. Emissionsprojektion NEC4 (oben) und NEC6_CP (unten).	9
Abbildung 6 Änderung der PM10-Jahresmittelwerte in µg/m ³ von 2005 bis 2010. Emissionsprojektion NEC4 (oben) und NEC6_CP (unten).	10
Abbildung 7 Änderung der NO ₂ -Jahresmittelwerte in Deutschland in µg/m ³ von 2005 bis 2010. Emissionsprojektion NEC4 (oben) und NEC6_CP (unten).	11
Abbildung 8 Änderung der PM10-Jahresmittelwerte in Deutschland in µg/m ³ von 2005 bis 2010. Emissionsprojektion NEC4 (oben) und NEC6_CP (unten).	12
Abbildung 9 Differenz (NEC6_CP - NEC4) in µg/m ³ der NO ₂ - und PM10-Jahresmittelwerte 2010. 13	
Abbildung 10 Emissionsunterschiede in t/a zwischen den Emissionsprojektionen NEC4 und NEC6_CP in den Nachbarländern Deutschlands für das Referenzjahr 2015. Positive Differenzen bedeuten höhere Emissionen für das NEC4-Szenario, negative Differenzen höhere Emissionen für das NEC6_CP-Szenario.....	15
Abbildung 11 Änderung der NO ₂ -Jahresmittelwerte in µg/m ³ von 2005 bis 2015. Emissionsprojektion NEC4 (oben) und NEC6_CP (unten).	16
Abbildung 12 Änderung der PM10-Jahresmittelwerte in µg/m ³ von 2005 bis 2015. Emissionsprojektion NEC4 (oben) und NEC6_CP (unten).	17
Abbildung 13 Änderung der NO ₂ -Jahresmittelwerte in µg/m ³ von 2005 bis 2015. Emissionsprojektion NEC4 (oben) und NEC6_CP (unten).	18
Abbildung 14 Änderung der PM10-Jahresmittelwerte in µg/m ³ von 2005 bis 2015. Emissionsprojektion NEC4 (oben) und NEC6_CP (unten).	19
Abbildung 15 Differenz (NEC6_CP-NEC4) in µg/m ³ der NO ₂ - und PM10-Jahresmittelwerte 2015. 20	
Abbildung 16 Emissionsunterschiede in t/a zwischen den Emissionsprojektionen NEC4 und NEC6_CP in den Nachbarländern Deutschlands für das Referenzjahr 2020. Positive Differenzen bedeuten höhere Emissionen für das NEC4-Szenario, negative Differenzen höhere Emissionen für das NEC6_CP-Szenario.....	22
Abbildung 17 Emissionsunterschiede in t/a zwischen den Emissionsprojektionen NEC6_CP und NEC6_OPTV5 in den Nachbarländern Deutschlands für das Referenzjahr 2020. Positive Differenzen bedeuten höhere Emissionen für das NEC6_CP-Szenario, negative Differenzen höhere Emissionen für das NEC6_OPTV5-Szenario.....	23
Abbildung 18 Emissionsunterschiede in t/a zwischen den Emissionsprojektionen NEC6_OPTV5 und NEC6_MRRV5 in den Nachbarländern Deutschlands für das Referenzjahr 2020. Positive Differenzen bedeuten höhere Emissionen für das NEC6_OPTV5-Szenario, negative Differenzen höhere Emissionen für das NEC6_MRRV5-Szenario.	24
Abbildung 19 Änderung der NO ₂ -Jahresmittelwerte in µg/m ³ von 2005 bis 2015. Emissionsprojektion NEC4 (oben) und NEC6_CP (unten).	25
Abbildung 20 Änderung der NO ₂ -Jahresmittelwerte in µg/m ³ von 2005 bis 2020. Emissionsprojektion NEC6OPTV5 (oben) und NEC6MRRV5 (unten).....	26
Abbildung 21 Änderung der NO ₂ -Jahresmittelwerte in Deutschland in µg/m ³ von 2005 bis 2020. Emissionsprojektion NEC4 (oben links) und NEC6_CP (oben rechts), Emissionsprojektion NEC6OPTV5 (unten links) und NEC6MRRV5 (unten rechts).....	27
Abbildung 22 NO ₂ -Jahresmittelwerte 2020 in µg/m ³ , Emissionsprojektion NEC4 (oben links) und NEC6_CP (oben rechts), Emissionsprojektion NEC6OPTV5 (unten links) und NEC6MRRV5 (unten rechts).....	28

Abbildung 23 Differenz der NO ₂ -Jahresmittelwerte 2020 in µg/m ³ : Emissionsprojektion NEC6_CP - NEC4 (oben), NEC6OPTV5 - NEC4 (Mitte) und NEC6MRRV5 - NEC4 (unten rechts).....	29
Abbildung 24 Änderung der PM10-Jahresmittelwerte in µg/m ³ von 2005 bis 2020. Emissionsprojektion NEC4 (oben) und NEC6_CP (unten).	30
Abbildung 25 Änderung der PM10-Jahresmittelwerte in µg/m ³ von 2005 bis 2020. Emissionsprojektion NEC6OPTV5 (oben) und NEC6MRRV5 (unten).	31
Abbildung 26 Änderung der PM10-Jahresmittelwerte in Deutschland in µg/m ³ von 2005 bis 2020. Emissionsprojektion NEC4 (oben links), NEC6_CP (oben rechts), NEC6OPTV5 (unten links), NEC6MRRV5 (unten rechts).	32
Abbildung 27 PM10-Jahresmittelwerte 2020 in µg/m ³ , Emissionsprojektion NEC4 (oben links) und NEC6_CP (oben rechts), Emissionsprojektion NEC6OPTV5 (unten links) und NEC6MRRV5 (unten rechts).	33
Abbildung 28 Differenz der PM10-Jahresmittelwerte 2020 in µg/m ³ : Emissionsprojektion NEC6_CP - NEC4 (oben), NEC6OPTV5 - NEC4 (Mitte) und NEC6MRRV5 - NEC4 (unten rechts).	34

10 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 Emissionen in Europa. Referenzjahr 2005.	39
Tabelle 2 Emissionen in Europa. Referenzjahr 2010, NEC4-Szenario.....	40
Tabelle 3 Emissionen in Europa. Referenzjahr 2010, NEC6_CP-Szenario.....	41
Tabelle 4 Emissionen in Europa. Referenzjahr 2015, NEC4-Szenario.....	42
Tabelle 5 Emissionen in Europa. Referenzjahr 2015, NEC6_CP-Szenario.....	43
Tabelle 6 Emissionen in Europa. Referenzjahr 2020, NEC4-Szenario.....	44
Tabelle 7 Emissionen in Europa. Referenzjahr 2020, NEC6_CP-Szenario.....	45
Tabelle 8 Emissionen in Europa. Referenzjahr 2020, NEC6_MRRV5-Szenario.....	46
Tabelle 9 Emissionen in Europa. Referenzjahr 2020, NEC6_OPTV5-Szenario.	47