

Luftgüteziele und Emissionsentwicklung bei Kraftfahrzeugen

Wunschvorstellung oder reale Zielvorgaben?

a.o.Univ.-Prof. Dr. Peter Sturm
a.o.Univ.-Prof. Dr. Stefan Hausberger



P. Sturm, S. Hausberger; November 2012

Einleitung

Aufgrund medizinischer Erkenntnisse wurden und werden Grenzwerte für Schadstoffe in der Luft verschärft.

Derzeit werden in der EU Grenzwerte für PM10 und NO₂ überschritten sowie Zielwerte für Treibhausgasemissionen verfehlt.

Im Gegensatz zu früheren Jahren haben Überschreitungen dieser Grenzwerte rechtliche Folgen.

Das führt dazu, dass technische Maßnahmen notwendig sind, um die Emissionen zu reduzieren.

Auf den KFZ-Verkehr bezogen, waren bzw. sind Vorgaben für die Luftgüte treibende Kraft auf die Entwicklung der Emissionsgrenzwerte.

Die Ziele für die Luftgüte und die aus der Emissionsgesetzgebung zu erwartenden Trends erscheinen jedoch nicht abgestimmt.

P. Sturm, S. Hausberger; November 2012

Luftgüteziele

Luftgüteziele sind in der EU Tochterrichtlinie vorgegeben und im IG-L für Österreich umgesetzt.

Stickstoffdioxid (NO₂)

	EU (2008-50-EG)	IG-L
Jahresmittelwert	40 µg/m ³	30 µg/m ³ (ab 1.1.2012) 35 µg/m ³ (1.1.2010 – 31.12. 2011)*
Kurzzeitmittelwert	200 µg/m ³ (1h-Mittelwert) 18 Überschreitungen zulässig	200 µg/m ³ (0,5 h Mittelwert) Keine Überschreitung zulässig

* IG-L Novelle 2010

Evaluierung der Toleranzmarge von 5 µg/m³ im Jahr 2012

Luftgüte – NO₂ Status 2011

	EU (2008-50-EG)	IG-L
Jahresmittelwert (2011)	<i>GW 40 µg/m³</i> Überschreitungen an 7 Messstellen Maximum: 56 µg/m ³ (A1 Parkplatz Enns/Kristein)	<i>GW 35 µg/m³ bzw. 30 µg/m³</i> Überschreitungen an 27 bzw. 40 Messstellen
Halbstundenmittelwert (2011)	<i>GW 200 µg/m³ als Stundenmittelwert</i> 15 Überschreitungen zulässig 1 Überschreitung (Linz)	<i>GW 200 µg/m³</i> Überschreitungen an 15 Messstellen Klagenfurt Sterneckerstr. 336 µg/m ³ (1Ü) Linz Römerberg 264 µg/m ³ (19 Ü)

Luftgüteziele

Luftgüteziele sind in der EU Tochterrichtlinie vorgegeben und im IG-L für Österreich umgesetzt.

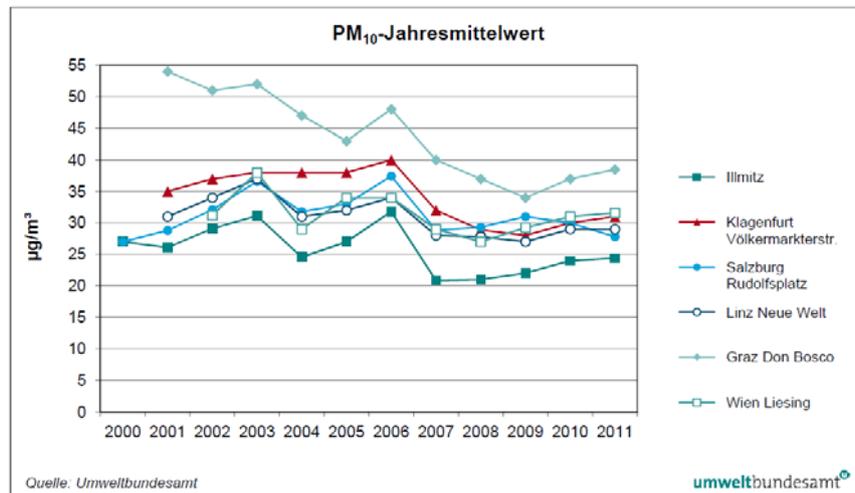
Feinstaub (PM10)

	EU (2008-50-EG)	IG-L
Jahresmittelwert	40 µg/m ³	40 µg/m ³
Kurzzeitmittelwert (Tagesmittelwert)	50 µg/m ³ (Tagesmittelwert) 35 Überschreitungen zulässig	50 µg/m ³ (Tagesmittelwert) 25 Überschreitungen zulässig

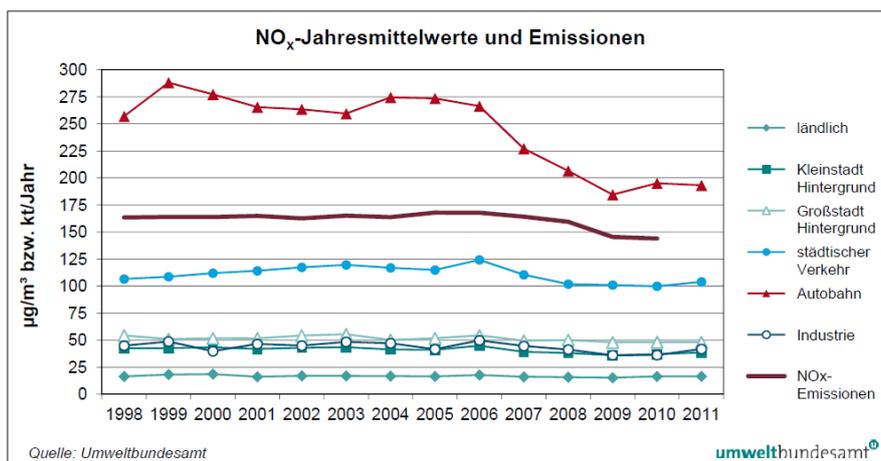
Luftgüte – PM10 Status 2011

	EU (2008-50-EG)	IG-L
Jahresmittelwert (2011) GW 40 µg/m ³	Überschreitungen an keiner Messstelle	Überschreitungen an keiner Messstelle Maximum: 38,5 µg/m ³ (Graz Don Bosco)
Tagesmittelwert (2011) GW 50 µg/m ³	35 ÜT zulässig Überschreitungen an 43 Messstellen (von 140)	25 ÜT zulässig Überschreitungen an 80 von 140 Messstellen Maximum: 78 ÜT Don Bosco 76 ÜT Leibnitz

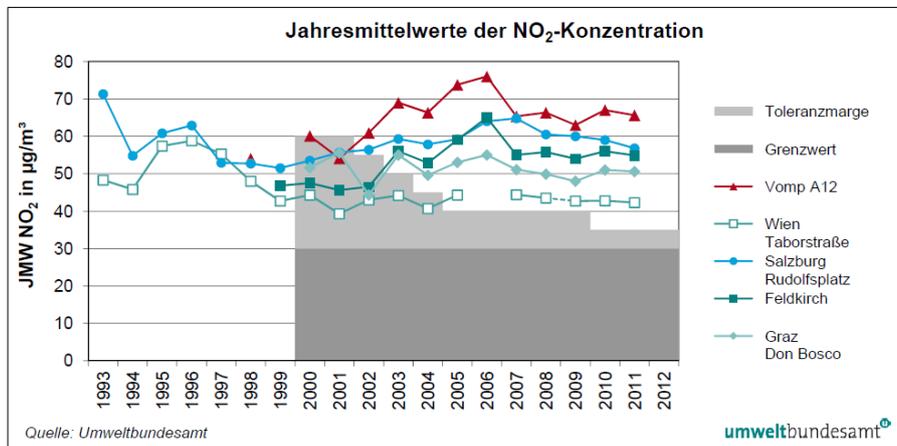
Luftgüte – PM10 JMW



Luftgüte – NOx JMW



Luftgüte – NO₂ JMW

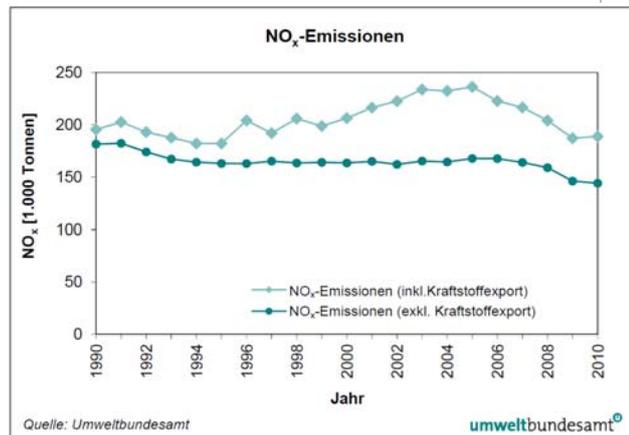


Nichteinhaltung von Luftgütezielen

Folgen der Grenzwertüberschreitungen:

- Stuserhebung notwendig (*wer ist für was verantwortlich*)
- Festlegung von Sanierungsgebieten (*wo sind Maßnahmen zu setzen*)
- Definition von Maßnahmenplänen (*was ist zu tun, damit Grenzwertüberschreitungen langfristig gesehen unterbleiben*)

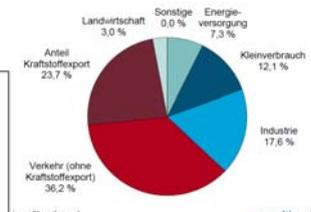
Emittentenzuordnung Österreich NO_x



Quelle: Umweltbundesamt

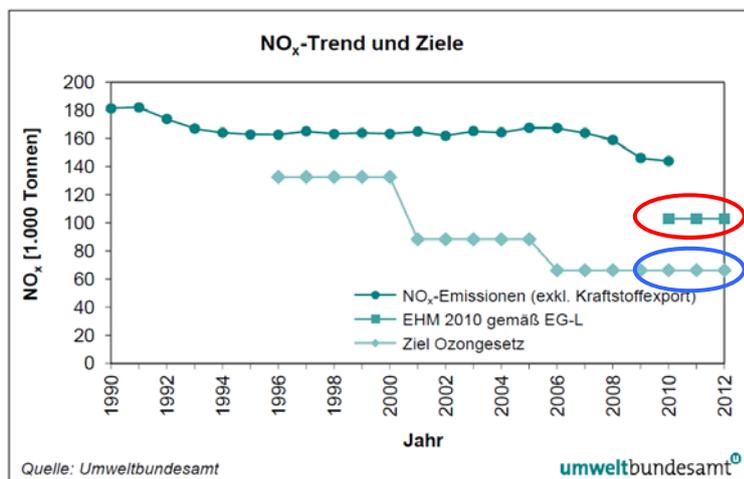
umweltbundesamt

NO_x-Verursacher 2010



Umweltbundesamt | umweltbunde

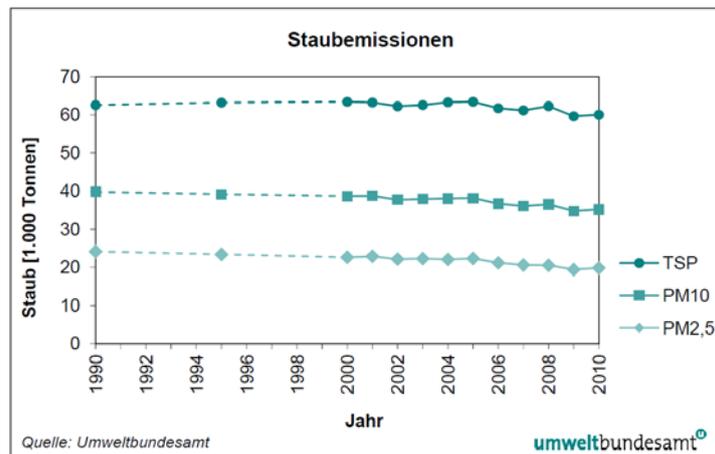
NO_x – Zielvorgaben Emissionen



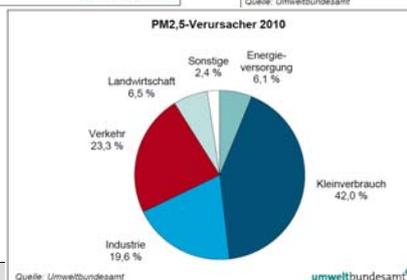
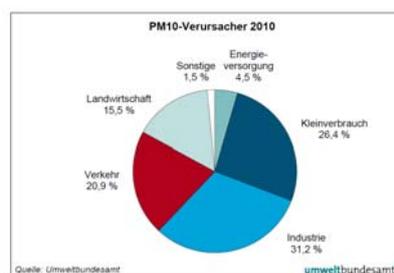
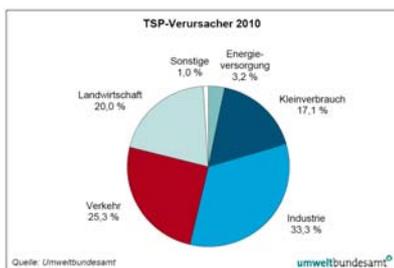
Quelle: Umweltbundesamt

umweltbundesamt

Emittentenzuordnung Österreich PM



Emittentenzuordnung Österreich PM



Anteil des Verkehrs an der Luftgütesituation Maßnahmen und Wirksamkeit

NOx: Verkehrsanteil dominierend

→ emissionsseitige Maßnahmen bei Fahrzeugen für langfristige Reduktion

→ lokale zusätzliche Maßnahmen zur Reduktion der Aktivität (= Anzahl der gefahrenen km)

Hohe Wirksamkeit zu erwarten

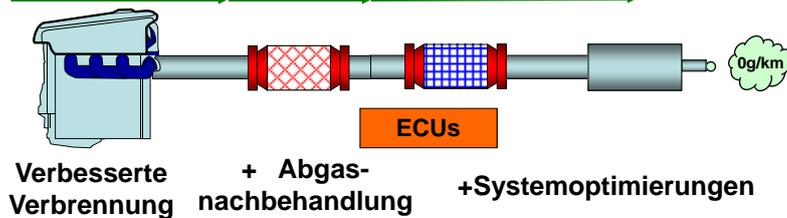
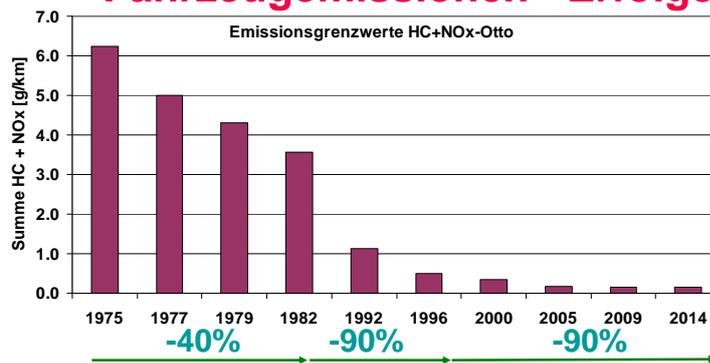
PM10: Verkehrsanteil 20 bis 25%

→ emissionsseitige Maßnahmen bei Fahrzeugen für langfristige Reduktion vor allem der kleinen Partikel (<1 µm)

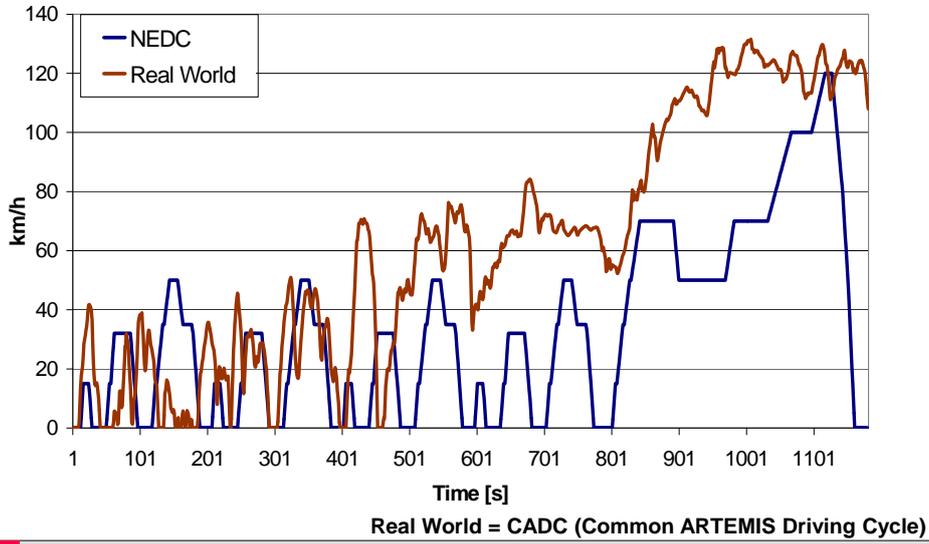
→ lokale zusätzliche Maßnahmen zur Reduktion der Aktivität (= Anzahl der gefahrenen km)

Bezogen auf PM10 und PM2.5 eher geringe(re) Wirksamkeit zu erwarten

Fahrzeugemissionen - Erfolge



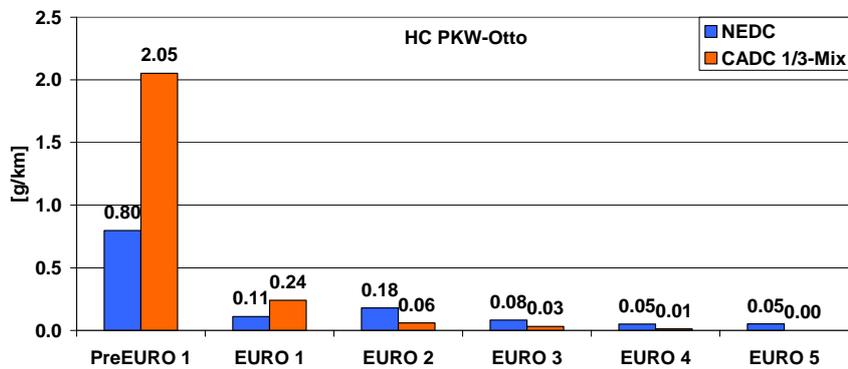
Testzyklen für PKW Rollenprüfstand



P. Sturm, S. Hausberger; November 2012

Fahrzeugemissionen - Erfolge

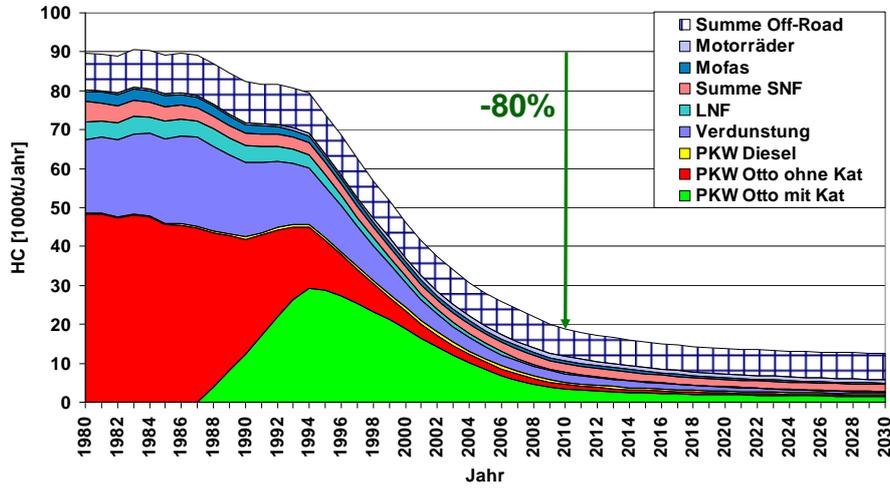
HC Emissionen 1420 PKW Otto im NEDC und im real world Zyklus CADC



P. Sturm, S. Hausberger; November 2012

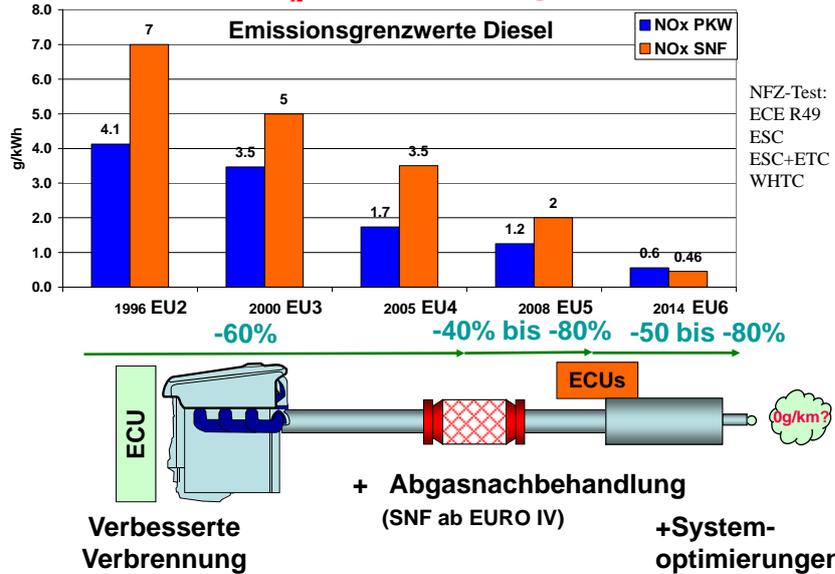
Fahrzeugemissionen

HC Emissionen des Verkehrs in Österreich



P. Sturm, S. Hausberger; November 2012

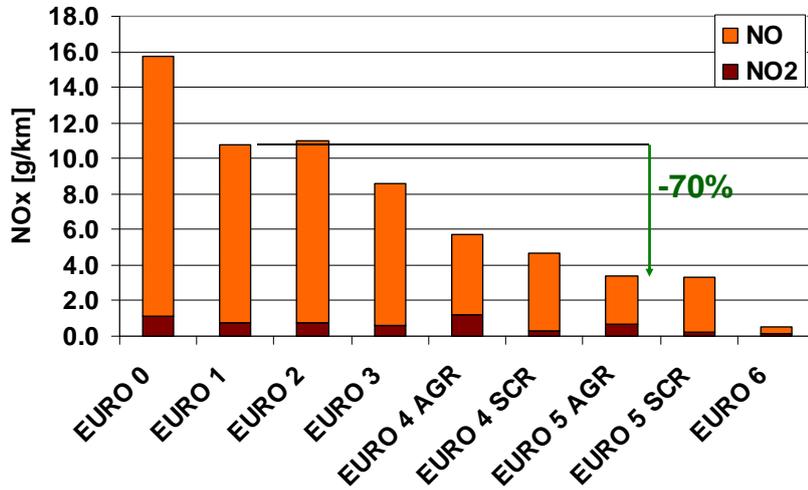
NO_x Dieselfahrzeuge



P. Sturm, S. Hausberger; November 2012

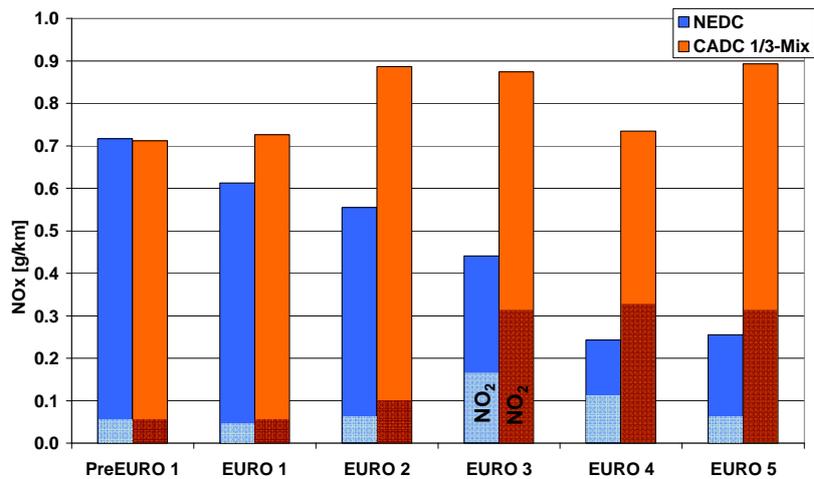
Fahrzeugemissionen – partielle Probleme

NOx Emissionen SNF im realen Betrieb (Bsp. 40t Lastzug, 50% beladen)



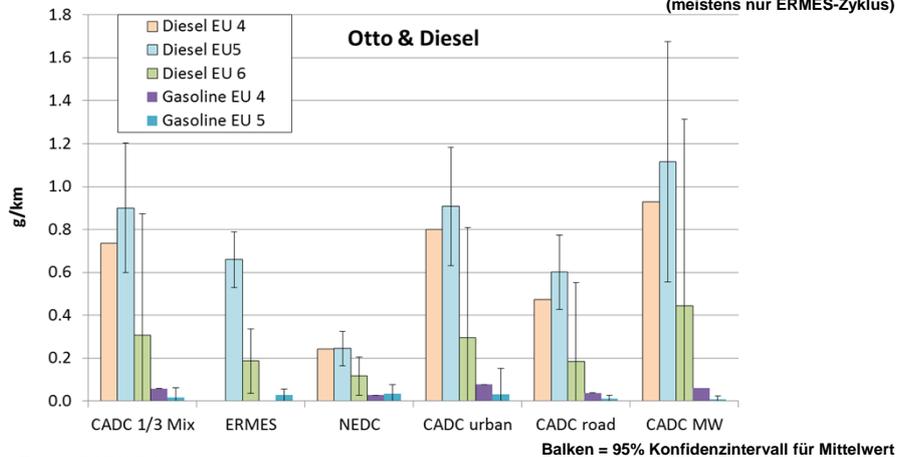
Fahrzeugemissionen - Probleme

NO_x von 154 Diesel-PKW im NEDC und im CADC real world Zyklus



Ergebnisse PKW NOx

Status= EU 5 Diesel: 16 PKW
 EU 6 Diesel: 5 PKW
 EU 5 Otto: 8 PKW
 (meistens nur ERMES-Zyklus)

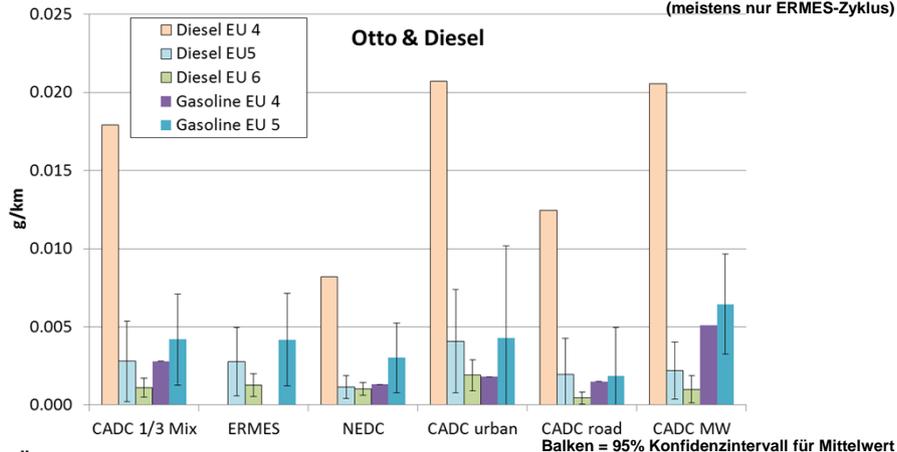


Resümee PKW-Diesel:

EURO 5 / EURO 4 ~ +20% NOx im realen Betrieb (je nach Verkehrssituation)
EURO 6 / EURO 4 ~ -50% bis -60%. Achtung: PKW-Samplpe nicht repräsentativ für Flotte!

Ergebnisse PKW Partikel

Status= EU 5 Diesel: 16 PKW
 EU 6 Diesel: 5 PKW
 EU 5 Otto: 8 PKW
 (meistens nur ERMES-Zyklus)

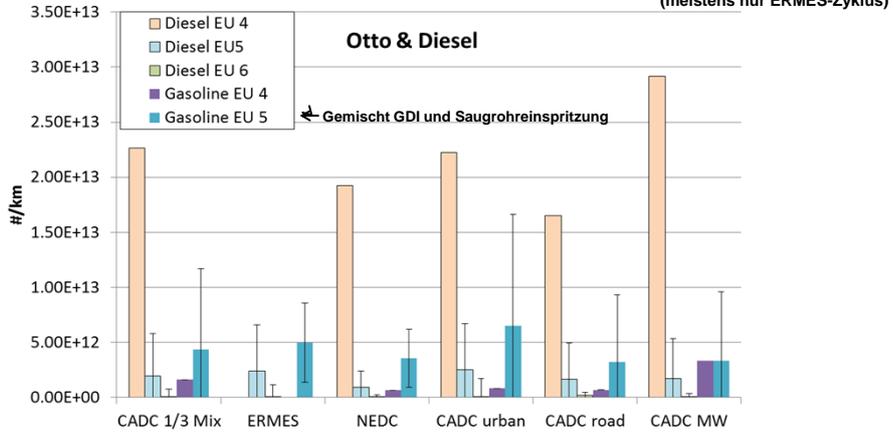


Resümee:

Diesel EURO 5 / EURO 4 ~ -85% PM im realen Betrieb (je nach DPF Durchdringung in EU4)
Diesel EURO 6 / EURO 4 ~ -95% Achtung: PKW-Samplpe nicht repräsentativ für Flotte!
Otto zeigt steigende Tendenz Richtung EURO5 aber auf niedrigerem Niveau

Ergebnisse PKW Partikelanzahl

Status= EU 5 Diesel: 16 PKW
 EU 6 Diesel: 5 PKW
 EU 5 Otto: 8 PKW
 (meistens nur ERMES-Zyklus)



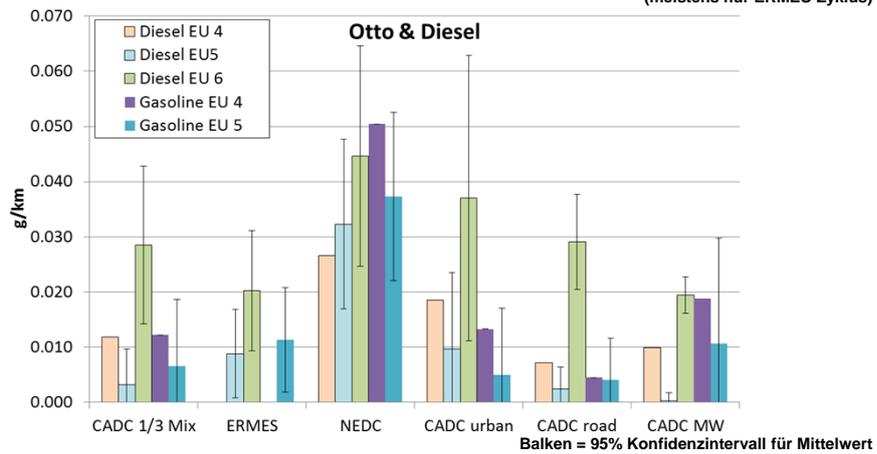
Resümee:

Diesel: PN sinkt gegenüber EURO 4 deutlich (EU 5: -90%, EU 6: -99%)

Otto: PN steigt deutlich stärker als PM allerdings auch auf niedrigem Niveau (~20% von Diesel EU4) eventuell bei EURO 4 und 5 noch Messartefakte

Ergebnisse PKW HC

Status= EU 5 Diesel: 16 PKW
 EU 6 Diesel: 5 PKW
 EU 5 Otto: 8 PKW
 (meistens nur ERMES-Zyklus)

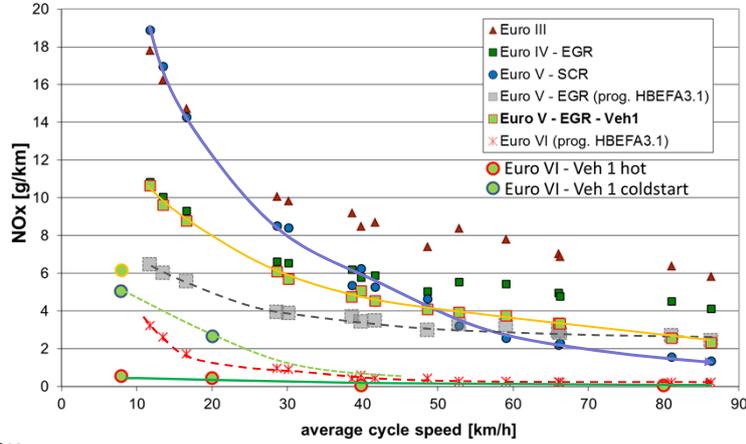


Resümee:

HC-Emissionen generell niedriger, bei Diesel zu EURO 6 steigend.

Ergebnisse Schwere Nutzfahrzeuge NOx

Vergleich Messung erstes EU VI Sattelzugfahrzeug versus HBEFA 3.1



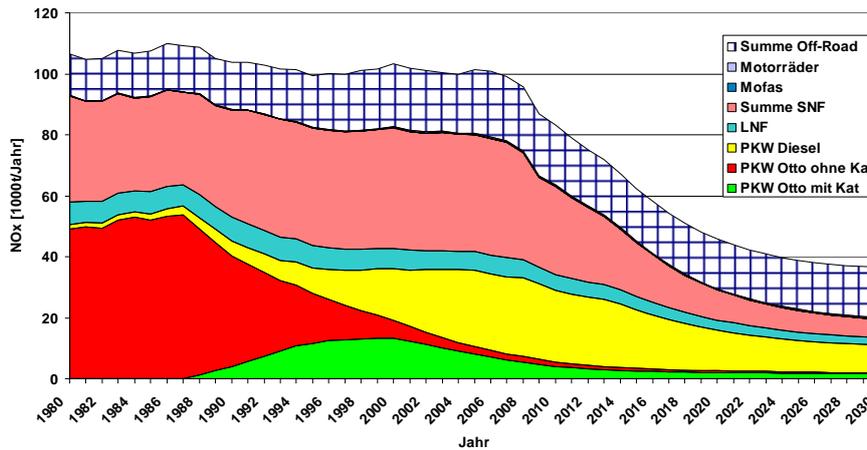
Resümee:

Gemessenes EURO VI Zugfahrzeug liegt auf Niveau wie für HBEFA 3.1 angenommen
 EURO V mit AGR-Technologie liegt etwas höher als für HBEFA 3.1 angenommen

P. Sturm, S. Hausberger; November 2012

NOx Fahrzeugemissionen

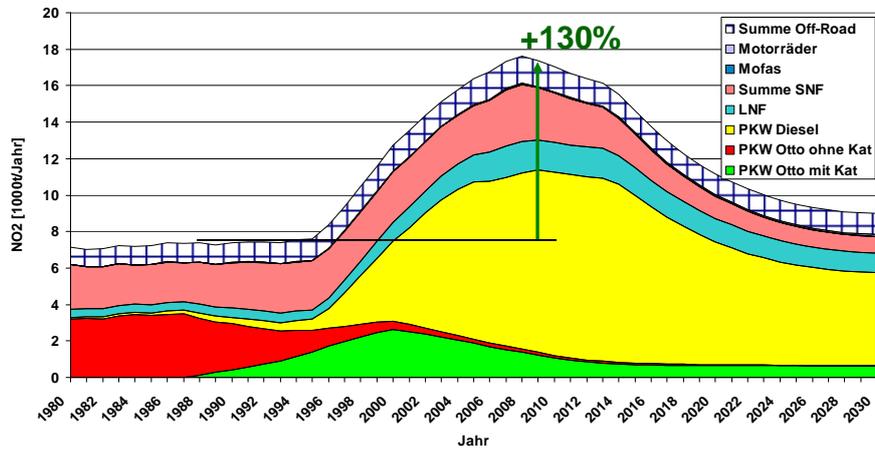
NOx Emissionen des Verkehrs in Österreich



P. Sturm, S. Hausberger; November 2012

NO₂ Fahrzeugemissionen

NO₂ Emissionen des Verkehrs in Österreich

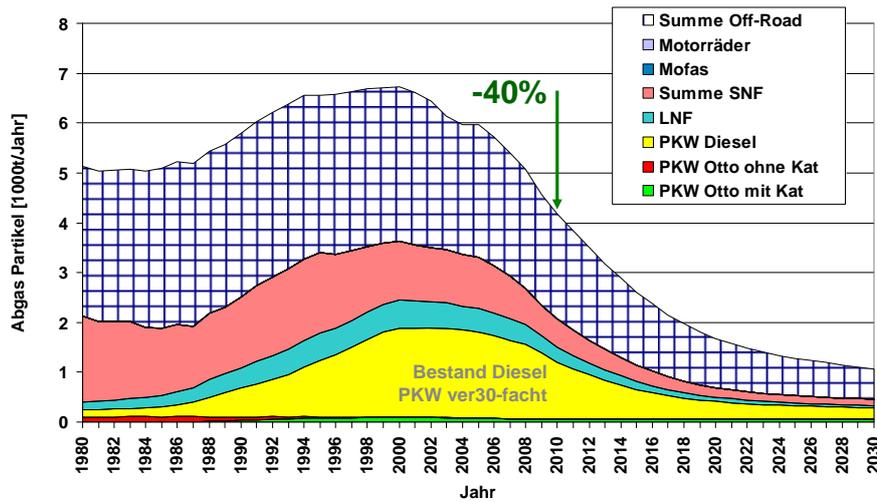


P. Sturm, S. Hausberger; November 2012

36

Fahrzeugemissionen - PM

Abgas Partikelemmissionen des Verkehrs in Österreich

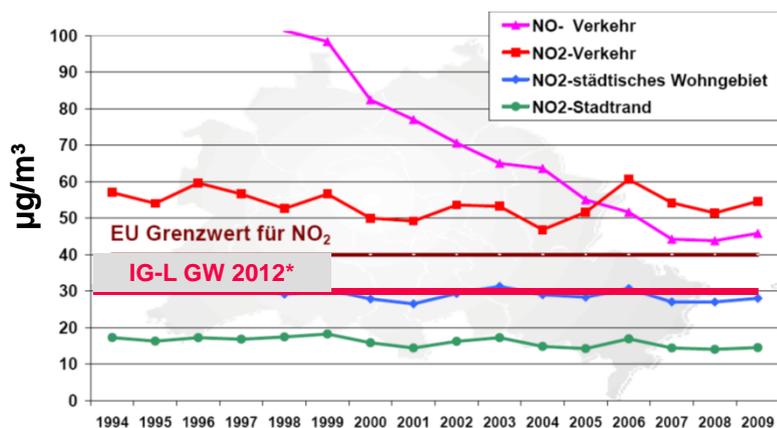


P. Sturm, S. Hausberger; November 2012

37

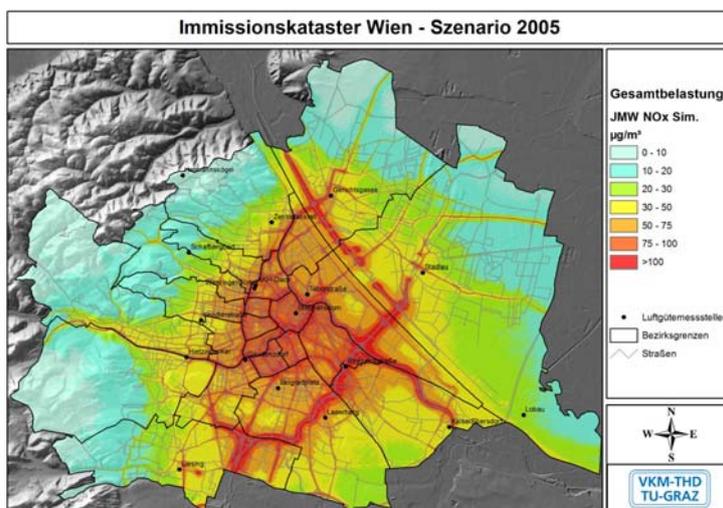
NO₂ – Problemschadstoff trotz NO_x Emissionsreduktion

Trend – Berlin (Quelle: M. Lutz Senatsverwaltung für Gesundheit, Umwelt und Verbraucherschutz)

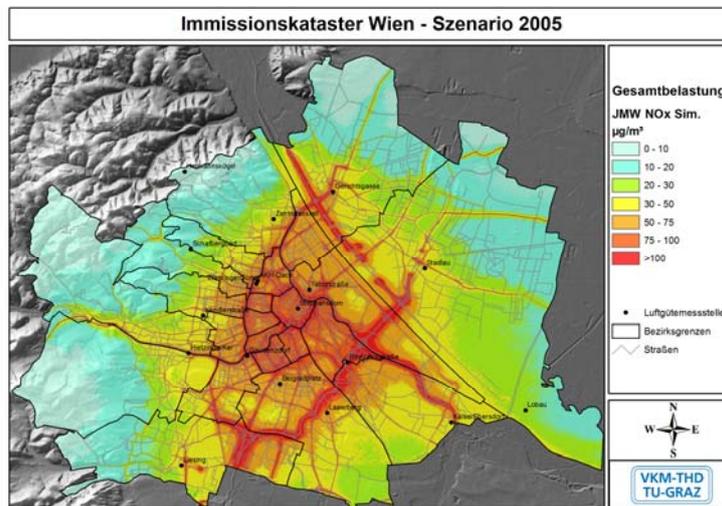


* dzt. 30+5 µg/m³, Evaluierung 2012

Szenario 2005 JMW NO_x – Wien gesamt



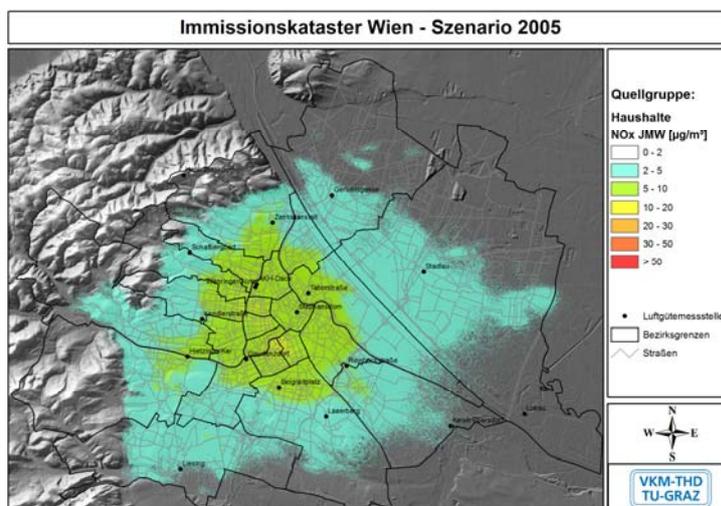
Szenario 2005 JMW NOx – Wien



P. Sturm, S. Hausberger; November 2012

40

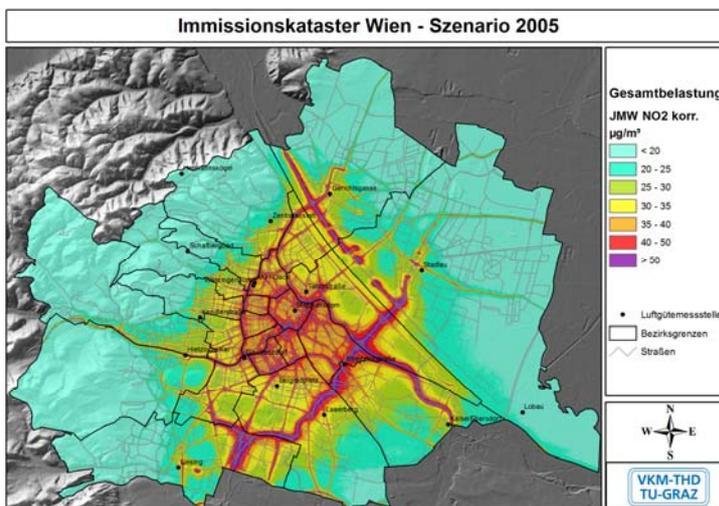
Szenario 2005 JMW NOx – Wien



P. Sturm, S. Hausberger; November 2012

41

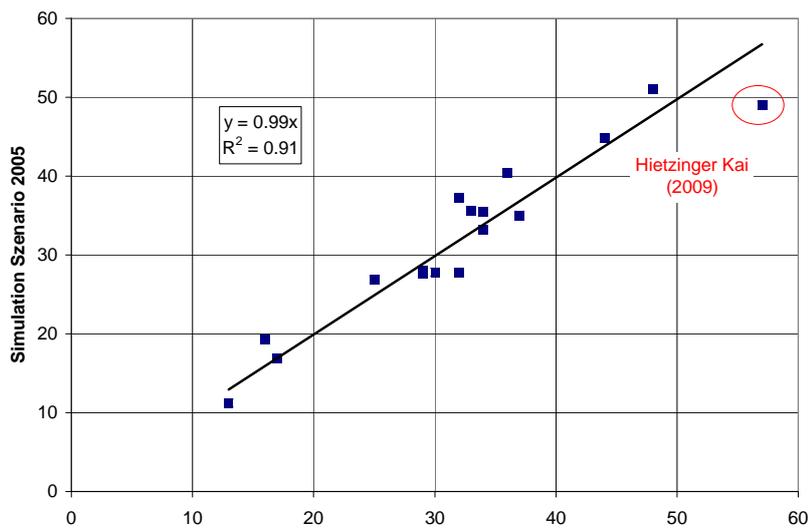
Szenario 2005 JMW NO2 – Wien



P. Sturm, S. Hausberger; November 2012

42

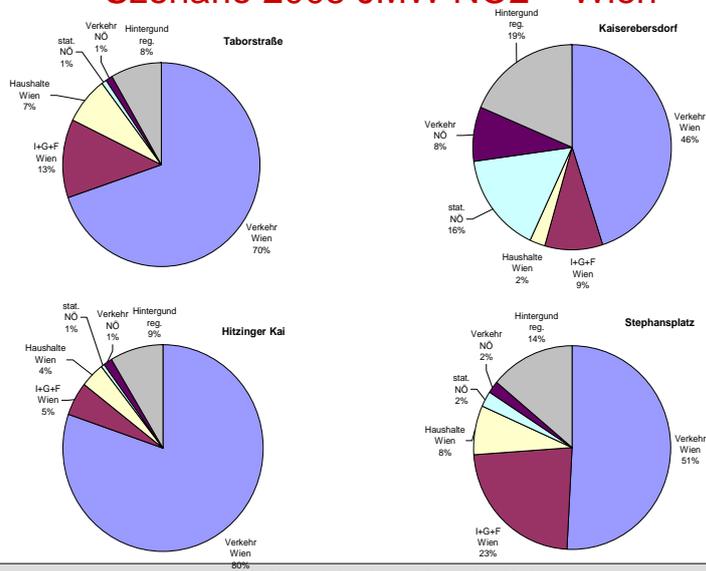
Validierung 2005 JMW NO2 – Wien



P. Sturm, S. Hausberger; November 2012

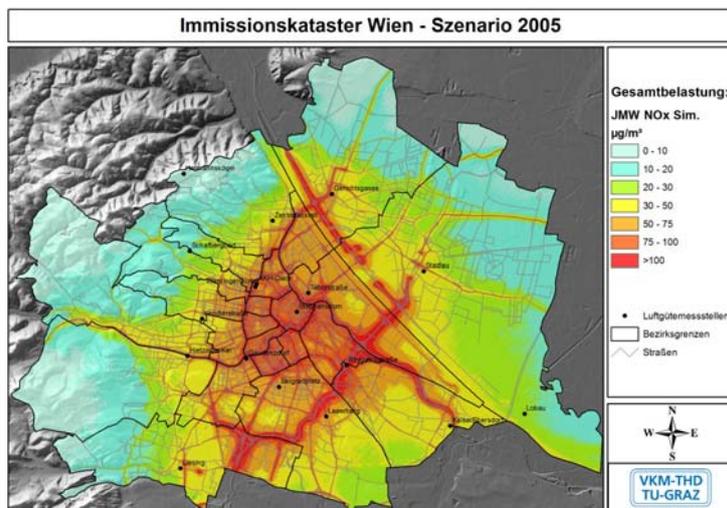
43

Szenario 2005 JMW NO₂ – Wien



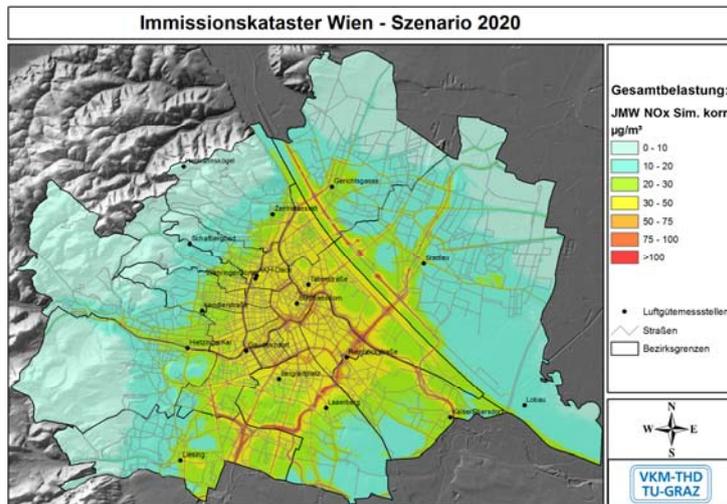
P. Sturm, S. Hausberger; November 2012

Szenario 2005 JMW NO_x – Wien



P. Sturm, S. Hausberger; November 2012

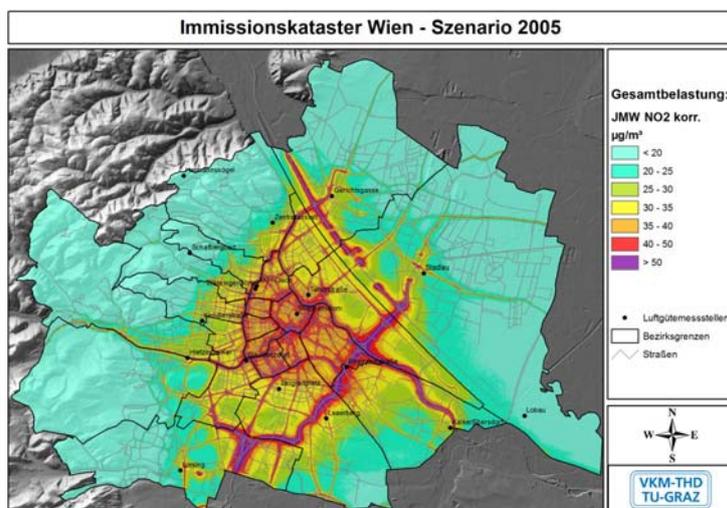
Szenario 2020 JMW NOx – Wien



P. Sturm, S. Hausberger; November 2012

46

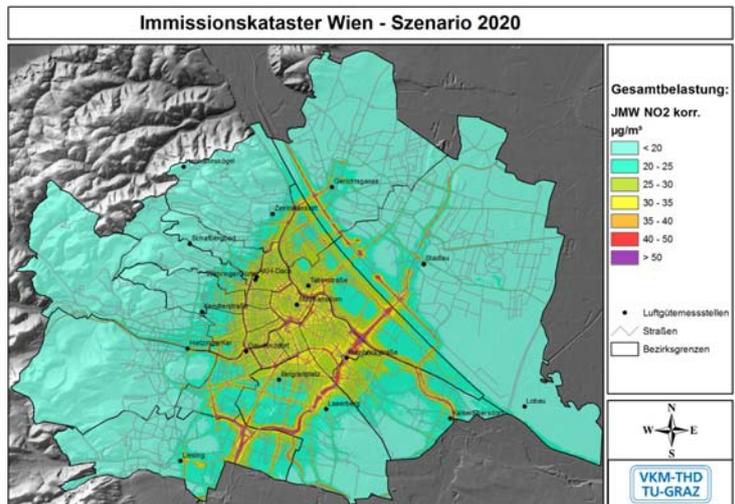
Szenario 2005 JMW NO₂ – Wien



P. Sturm, S. Hausberger; November 2012

47

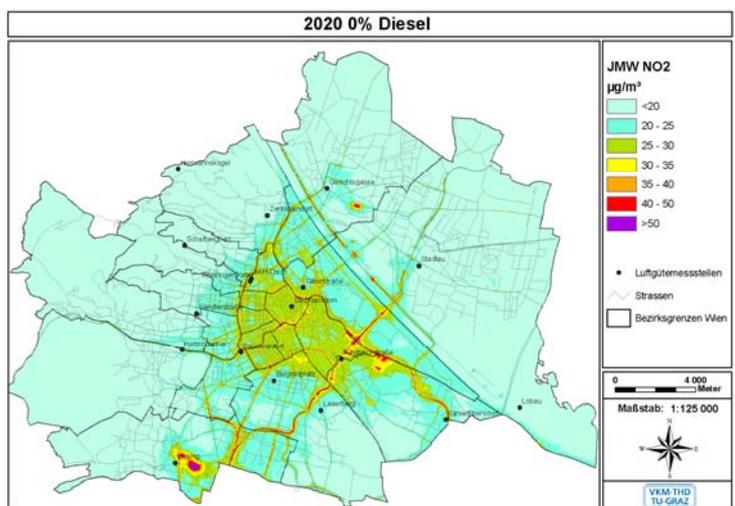
Szenario 2020 JMW NO2 – Wien



P. Sturm, S. Hausberger; November 2012

48

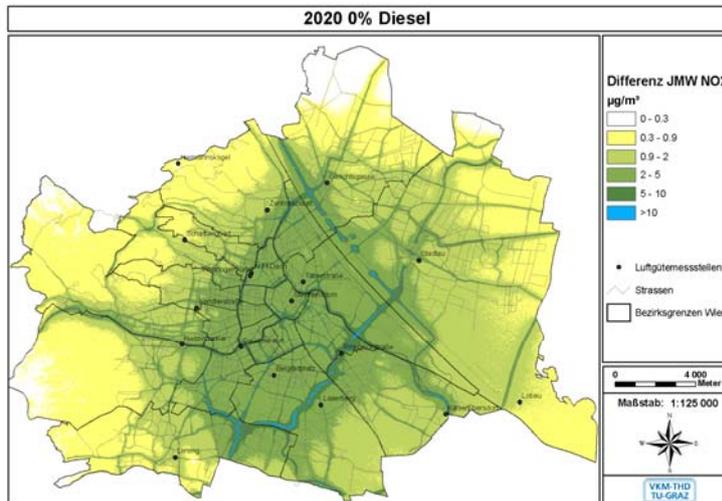
Szenario 2020-0% Diesel PKW JMW NO2 – Wien



P. Sturm, S. Hausberger; November 2012

49

Szenario 2020 JMW NO₂ – Wien Differenz zu BAU

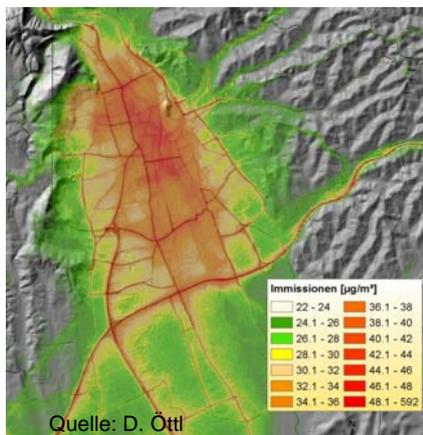


P. Sturm, S. Hausberger; November 2012

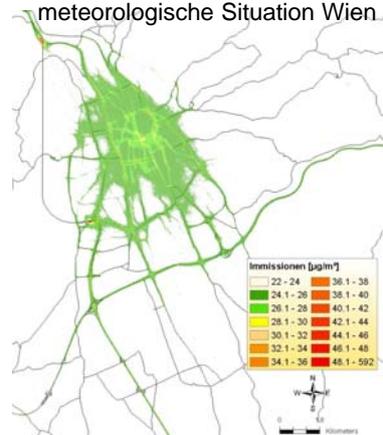
50

PM₁₀ JMW (2006), Graz

Graz



Emissionen Graz aber meteorologische Situation Wien

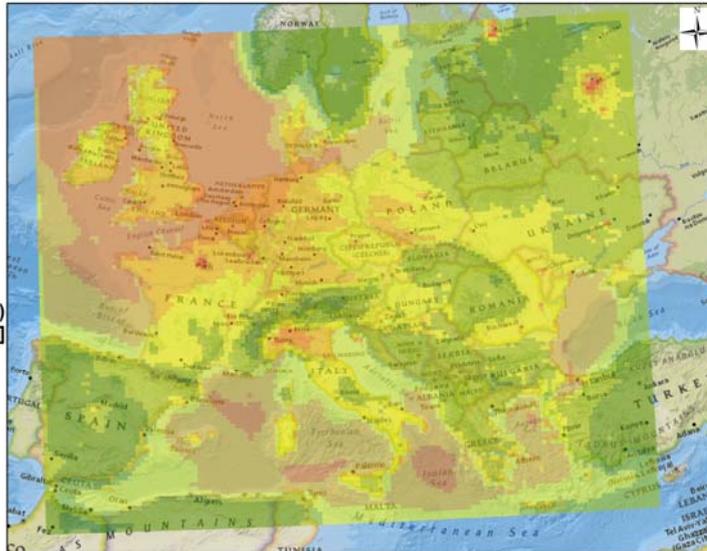


P. Sturm, S. Hausberger; November 2012

51

PM 10 Jänner-Mittelwert 2010

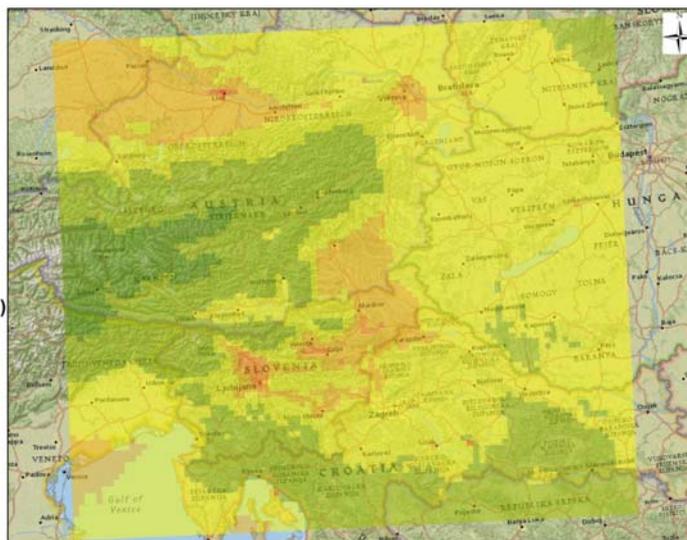
D01 (Europa)
PM10 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]



52

PM 10 Jänner-Mittelwert 2010

D02 (Ostalpen)
PM10 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]

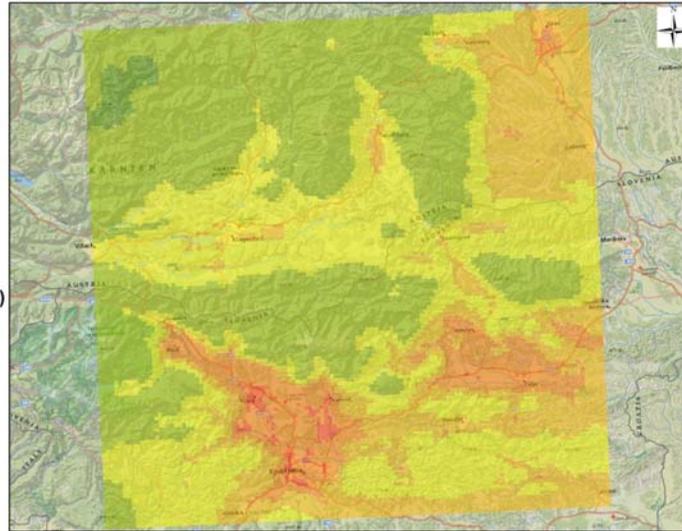


53

PM 10 Jänner-Mittelwert 2010

D03 (Klagenfurt)
PM10 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]

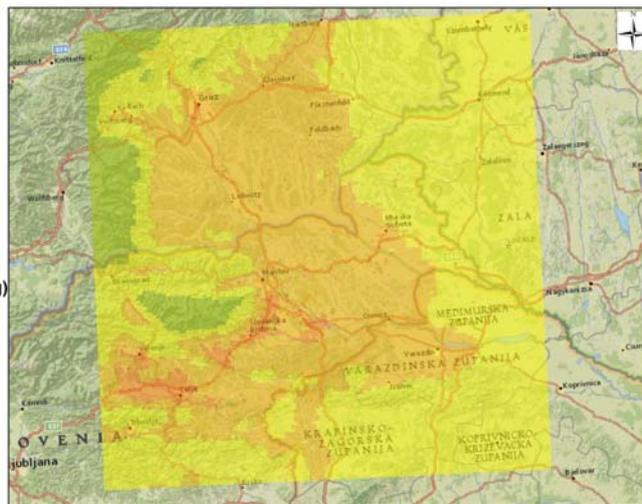
- 0 - 5
- 6 - 10
- 11 - 15
- 16 - 20
- 21 - 25
- 26 - 35
- 36 - 60



PM 10 Jänner-Mittelwert 2010

D04 (Leibnitz/Marburg)
PM10 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]

- 0 - 5
- 6 - 10
- 11 - 15
- 16 - 20
- 21 - 25
- 26 - 35
- 36 - 60



Vergleich Primär-/Sekundäraerosol Mittelwert Jänner 2010

	Domain 01 (Europa)	Domain 02 (Ostalpen)	Domain 03 (Klagenfurt)	Domain 04 (Leibnitz/Marb.)
PM ₁₀ [µg/m ³]	19.45	19.04	21.45	23.10
Sekundär [µg/m ³]	5.43	8.89	9.32	10.96
Sekundär/PM ₁₀ [%]	27.93	46.69	43.47	47.45

Nicht-technische Maßnahmen zur Emissionsreduktion (Straßenverkehr)

VBA-Umwelt

Festlegung der höchstzulässigen
Fahrgeschwindigkeit



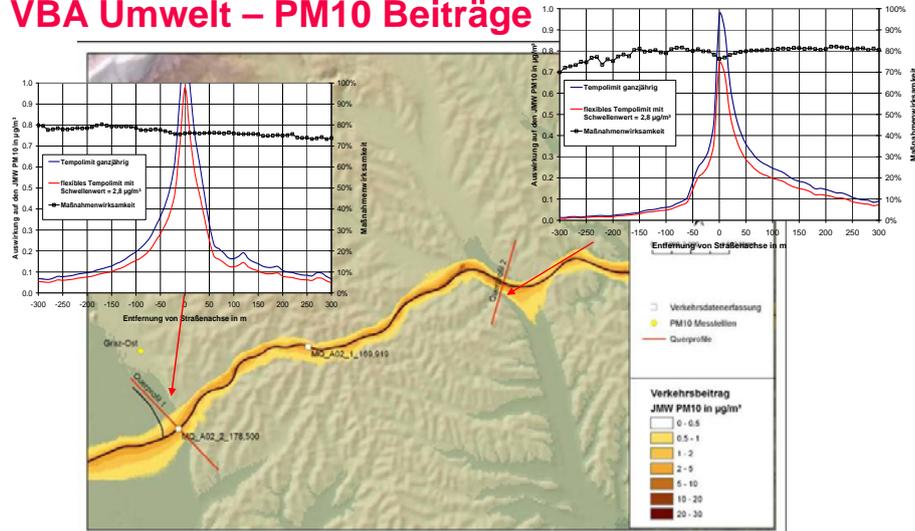
Erste Anlage A2 Süd im Bereich Gleisdorf → Lärm

Anlagen nun in T, OÖ, S, → NO₂ Problem JMW
St, K` → PM₁₀ Überschreitungstage

Hohe Maßnahmenwirksamkeit bei CO₂ und NO_x

Relativ geringe Maßnahmenwirksamkeit bei PM₁₀, vor
allem im Bereich der Anzahl der Überschreitungstage

Aktuelles Beispiel zu nicht-technischen Maßnahmen VBA Umwelt – PM10 Beiträge



P. Sturm, S. Hausberger; November 2012

58

Nicht-technische Maßnahmen zur Emissionsreduktion (Straßenverkehr)

Reduktion der Fahrleistung

- Effektive Zugangsbeschränkungen zu bestimmten Bereichen für **ALLE** KFZ
 - hohe Maßnahmenwirkung CO₂ sowie gasf. Schadstoffe (und PM)
- Zugangsbeschränkungen verbunden mit City Maut
 - reine Frage der Höhe der Maut

Umweltzonen

- Z.b. Zufahrtbeschränkung für Diesel PKW ohne DPF und Otto EURO 0
 - Haupteffekt ist beschleunigte Flottenerneuerung, dh. vorgezogener Fahrzeugneukauf
 - Nachrüstaktionen sind in der Regel kaum dauerhaft emissionswirksam

P. Sturm, S. Hausberger; November 2012

59

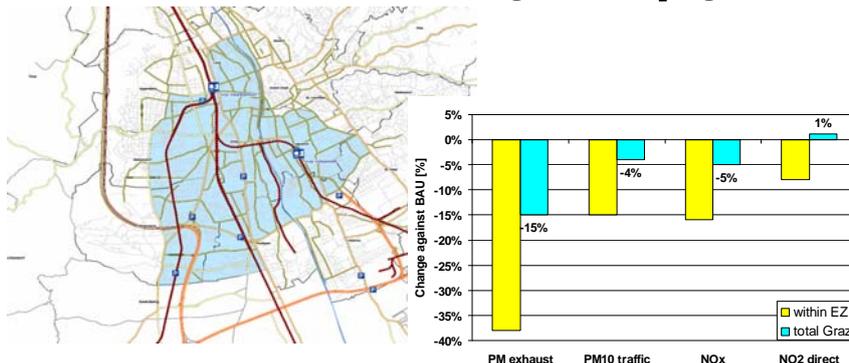
Beispiel zu nicht-technischen Maßnahmen

Umweltzone als Maßnahme Reduktion PM₁₀

Z.b. Zufahrtbeschränkung für Diesel bis EURO3 und Otto EURO 0 simuliert.
Haupteffekt ist beschleunigte Flottenerneuerung.

Effekt auf NO₂-Emissionen gering, da EURO 5 kaum geringeres NO₂ produziert als EURO 1 bis EURO 3.

Bei zusätzlichem Anreiz für Filternachrüstungen kann NO₂ sogar zunehmen.



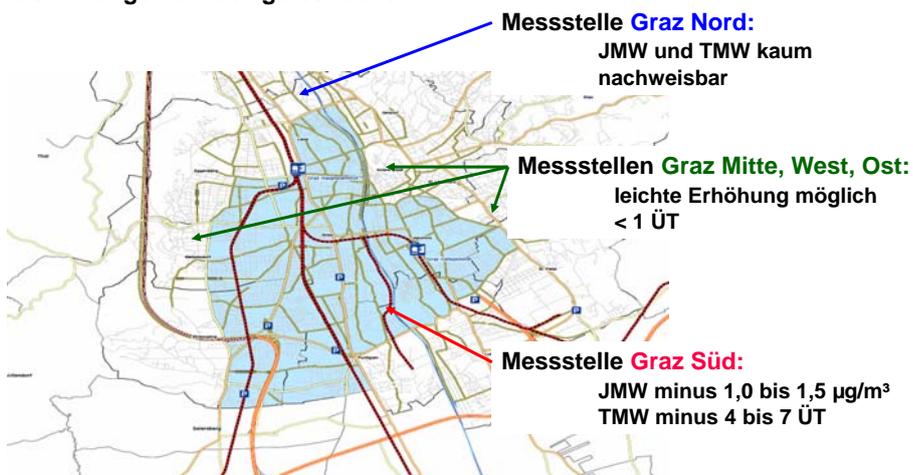
P. Sturm, S. Hausberger; November 2012

60

Beispiel zu nicht-technischen Maßnahmen

Umweltzone als Maßnahme Reduktion PM₁₀

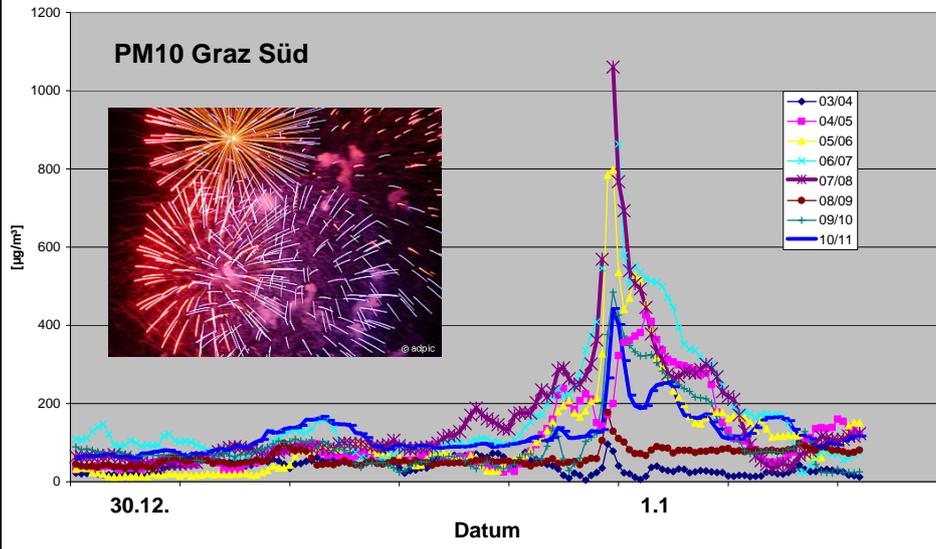
Auswirkungen auf Luftgütesituation



P. Sturm, S. Hausberger; November 2012

61

Aktuelles Beispiel zu nicht-technischen Maßnahmen



P. Sturm, S. Hausberger; November 2012

62

Zusammenfassung

- Kfz-Emissionen nehmen bei HC, CO, PM, SO₂ deutlich ab.
- Unzureichende Typprüf-Testverfahren und Trade Off NO_x-Verbrauch führen zu geringen NO_x-Reduktionen abseits des Typprüfzyklus.
- Typprüf-Testverfahren müssen ggf. bei PKW und LNF regelmäßiger an Stand der Technik angepasst werden.
- Wirkung EURO 6 auf NO_x nur sehr unsicher abschätzbar.
- NO_x und CO₂ werden die nächsten Entwicklungsziele prägen. NO_x ist durch Abgasnachbehandlung und Systemoptimierung lösbar, CO₂ ausschließlich durch Änderung des Verbraucherverhaltens.
- Prognostizierte Emissionsreduktionen bei den Fahrzeugen erfolgen etliche Jahre zu spät, um die vorgegebenen Luftgüteziele – vor allem bei NO₂ – zu erreichen.
- Nachhaltige Verbesserung der Luftgüte im urbanen Gebiet durch:
 - alternative Antriebe? (Energieerzeugung ist nicht emissionslos!)
 - Reduktion der Fahrleistung

P. Sturm, S. Hausberger; November 2012

63

Effiziente Nutzung der Transportsysteme



Danke für Ihre Aufmerksamkeit!

© Roberto Neumiller/SOS SAHEL