



Maßnahmen zur Luftreinhaltung – Luftreinehaltepläne und die verkehrlichen Wirkungen

Vortragsveranstaltung
Wissenschaftlicher Verein für
Verkehrswesen e.V.

Dr.-Ing. Andreas Brandt

Telefon: 0201/7995-1889

E-Mail: andreas.brandt@lanuv.nrw.de

Internet: www.lanuv.nrw.de

27. Mai 2014
Haus der Technik
Essen



Neununddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes

- Verordnung über Luftqualitätsstandards und Emissionshöchstmengen

39. BImSchV - vom 2. August 2010

- Teil 1 Allgemeine Vorschriften
- Teil 2 Immissionswerte**
- Teil 3 Beurteilung der Luftqualität
- Teil 4 Kontrolle der Luftqualität
- Teil 5 Pläne**
- Teil 6 Unterrichtung der Öffentlichkeit und Berichtspflichten
- Teil 7 Emissionshöchstmengen, Programme der Bundesregierung
- Teil 8 Gemeinsame Vorschriften
- Anlage 1
- ...
- Anlage 18
- Artikel 2 Inkrafttreten, Außerkrafttreten

Aktuell relevante Stoffe in der Luftreinhaltung

PM₁₀	Feinstaub
NO₂	Stickstoffdioxid

Grenzwerte

Schadstoff	Zeitbezug	Grenzwert [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
PM_{10}	Jahresmittelwert (ab 1.1.2005)	40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
	Tagesmittelwert (ab 1.1.2005)	50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, maximal 35 Überschreitungen/a
NO_2	Jahresmittelwert (ab 1.1.2010)	40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
	Stundenmittelwert (ab 1.1.2010)	200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ maximal 18 Überschreitungen/a

Was ist Feinstaub?

Feinstaub, Particulate Matter (PM₁₀):

Durchmesser < 10 Tausendstel mm
(\cong 1/10 Durchmesser eines Haars)

→ Dringen in die **Lunge** vor

PM_{2,5}:

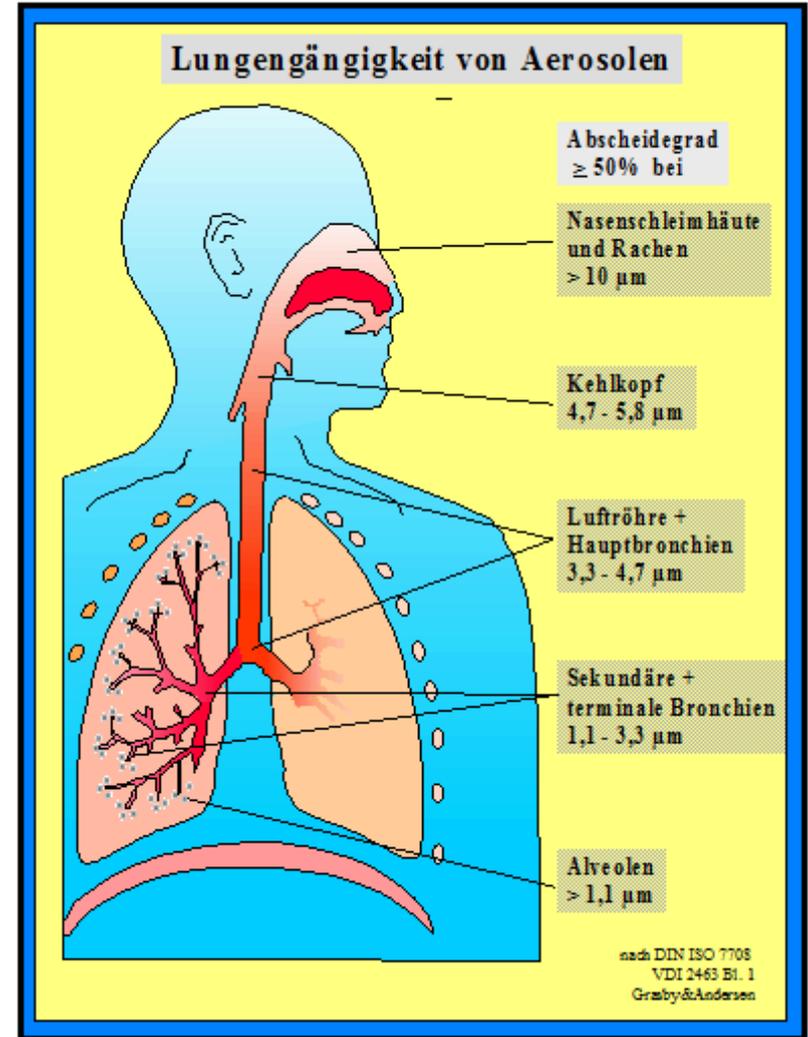
Durchmesser < 2,5 Tausendstel mm

→ Dringen in **Lungenbläschen** vor

Ultrafeine Partikel:

Durchmesser < 1/10 Tausendstel mm

→ Dringen über Lungenbläschen in **Blutkreislauf**

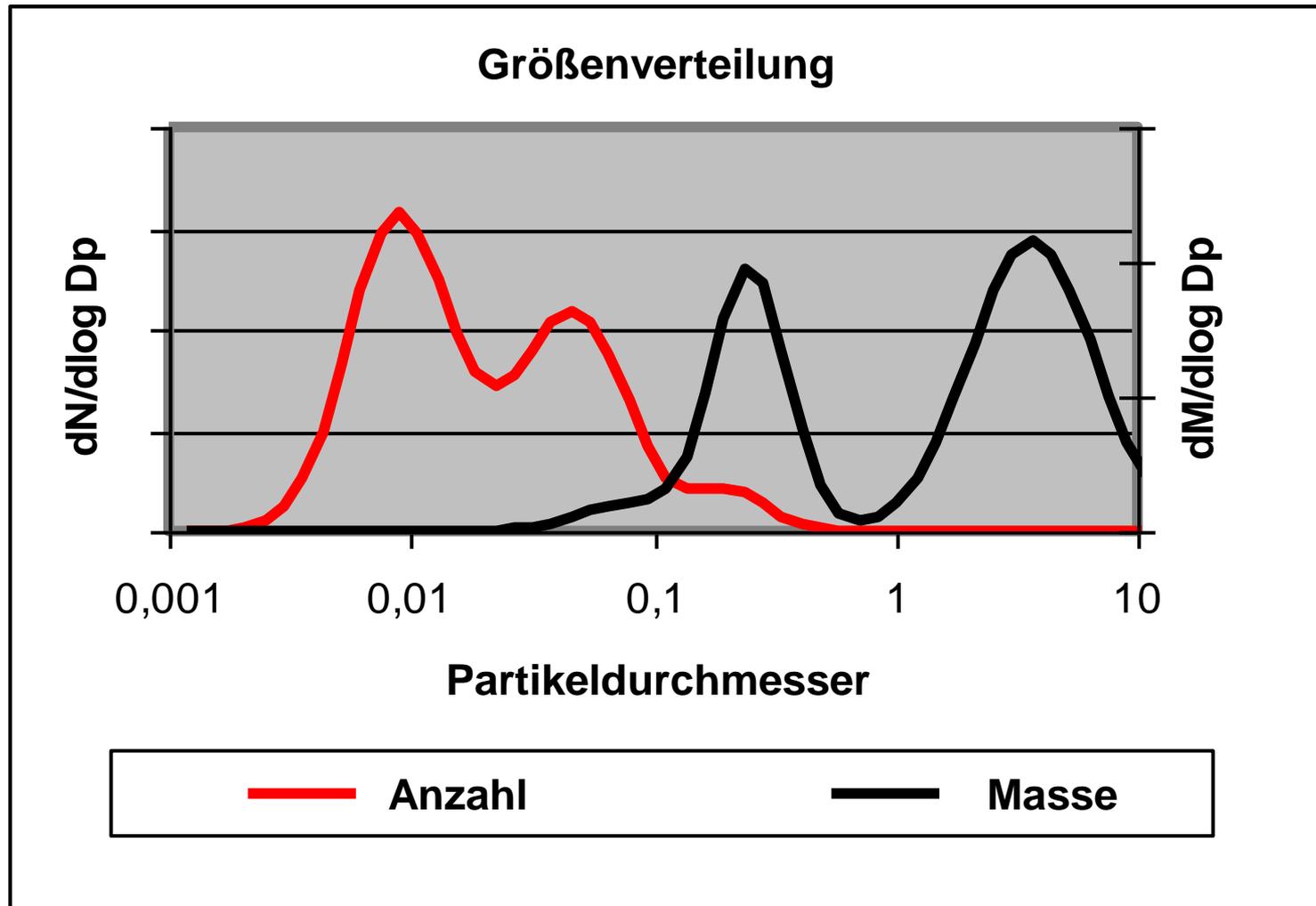


Bewertung von Feinstaub (WHO, 2005)

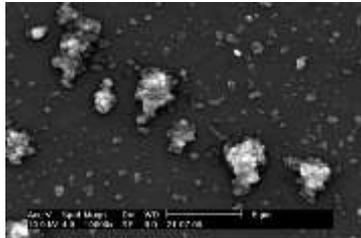
- Sowohl **Kurzzeit-** als auch **Langzeiteffekte**
- Keine Wirkungsschwelle

- Zunahme **Atemwegserkrankungen** (chronische Bronchitis)
- Zunahme **Herz-/Kreislaufkrankungen**
- Anstieg der **Mortalität** um 0,5 % pro $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ PM_{10} (24 h)

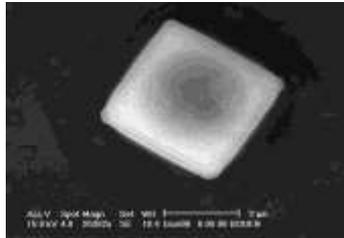
Typische Verteilung von Partikelanzahl und Partikelmasse bei Feinstaub



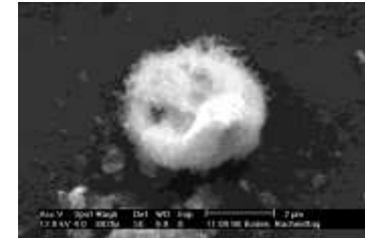
Einzelpartikel: Elektronenmikroskopische Aufnahmen* zur Quellenidentifizierung



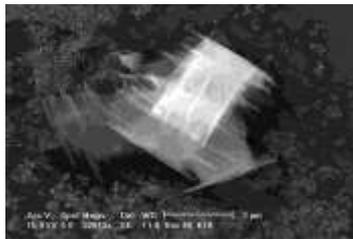
Ammoniumsulfat



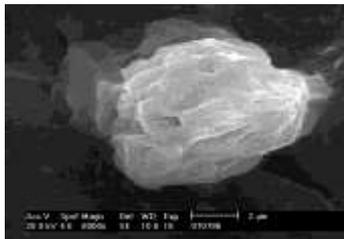
Seesalz



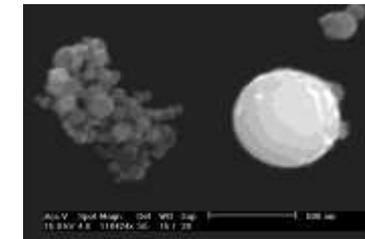
Karbonat



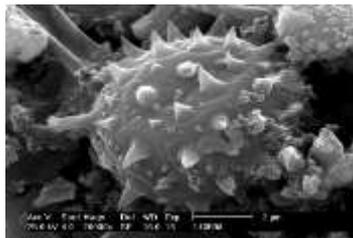
Kalziumsulfat



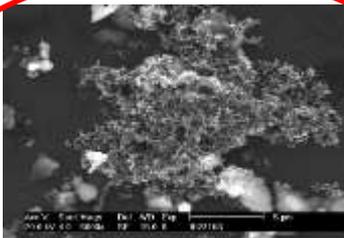
Silikat



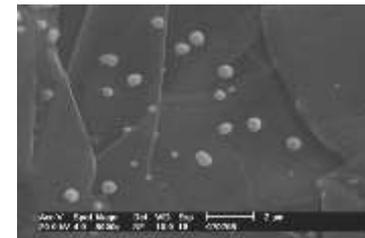
Metalloxid



Biologisches Material (z.B. Pollen)



Ruß



Ruß/Sulfat

* M. Ebert, M., Institut für Umweltmineralogie der TU-Darmstadt

Stickstoffdioxid - NO₂

giftiges, stechend riechendes Reizgas

Emittenten:

- Kfz-Verkehr
- Verbrennungsvorgänge in Industrie und Energieerzeugungsanlagen



Messen der Luftqualität

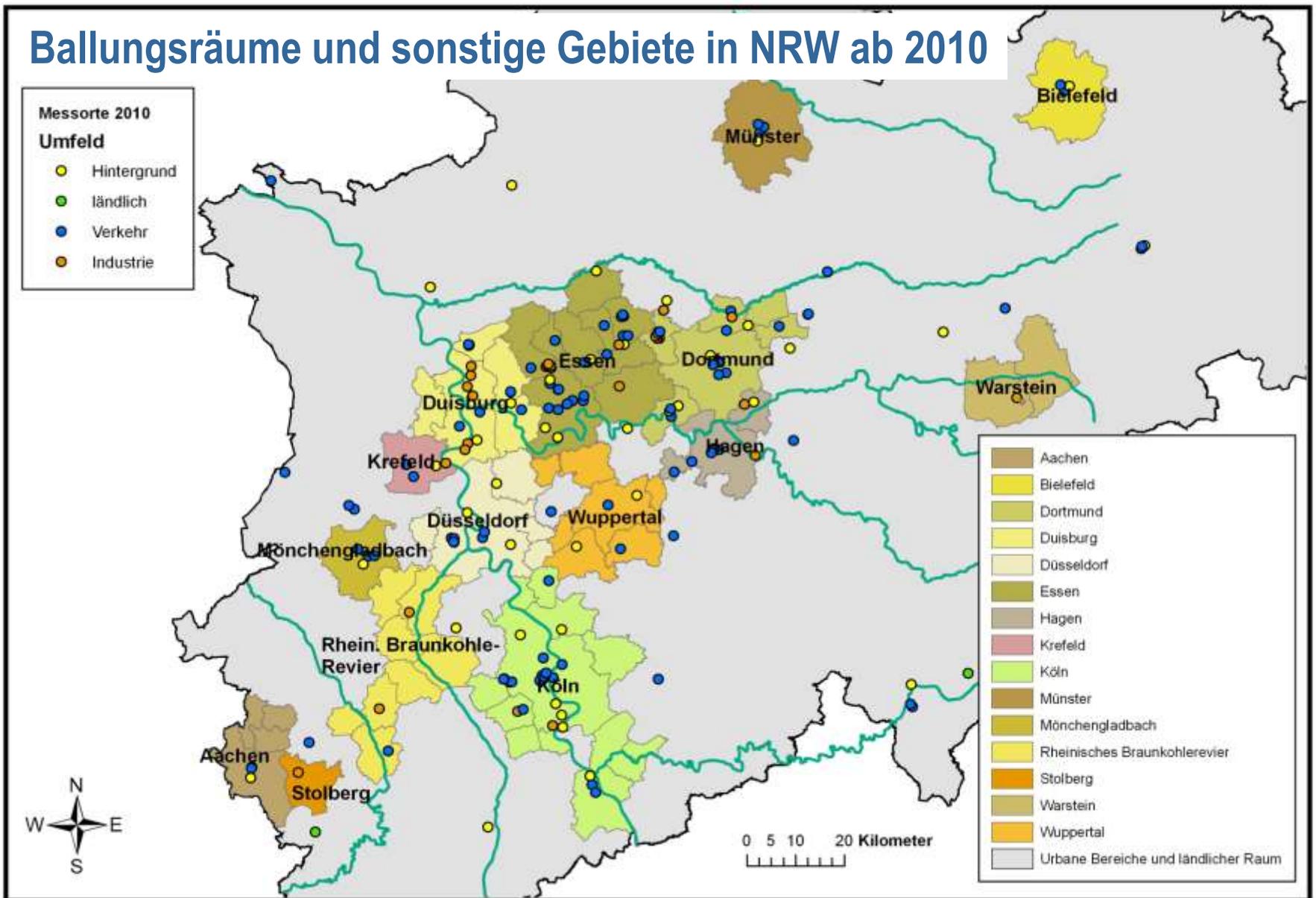
Umgebungsluft (Außenluft) im gesamten Hoheitsgebiet der Mitgliedsstaaten

- Messorte **höchster relevanter Exposition**
- Messorte, die **repräsentativ** sind für die Exposition der Bevölkerung

Ausgenommen von der Beurteilung

- Gebiete ohne Zutritt für Öffentlichkeit und ohne Wohnbebauung
- Werksgelände
- Fahrbahnen, Mittelstreifen (ohne Zugang)

Ballungsräume und sonstige Gebiete in NRW ab 2010



© Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz NRW, Topografische Grundlagenkarte: GEObasisdaten Land NRW, Bonn

Luftschadstoff-Messnetz 2013



Hintergrund

➤ 129 Messstellen Stickstoffdioxid



Industrie

➤ 69 Messstellen Feinstaub (PM₁₀)

➤ 24 Messstellen Feinstaub (PM_{2,5})



Verkehr

➤ 29 Messstellen Ozon

➤ 40 Messstellen Benzol



Waldstationen

Wie setzen sich Immissionen am Belastungsschwerpunkt zusammen ?



Beispiel: „Kleiner Messcontainer“ für Messungen in „Straßenschluchten“

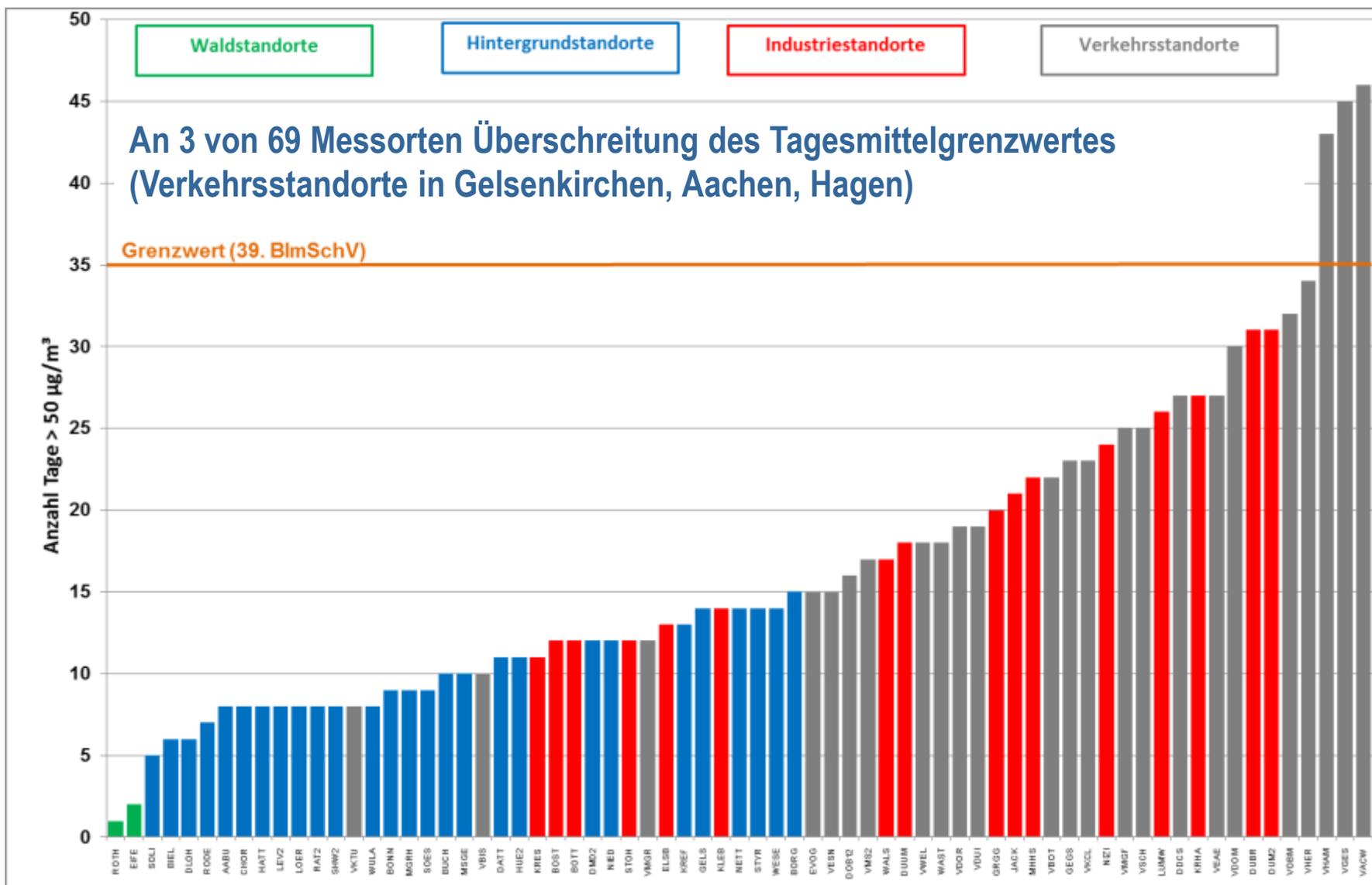


„Kleiner Messcontainer“



Beispiel: Straßenschlucht in Essen (B224)

PM₁₀-Überschreitungstage 2013



Luftqualität 2013 in NRW

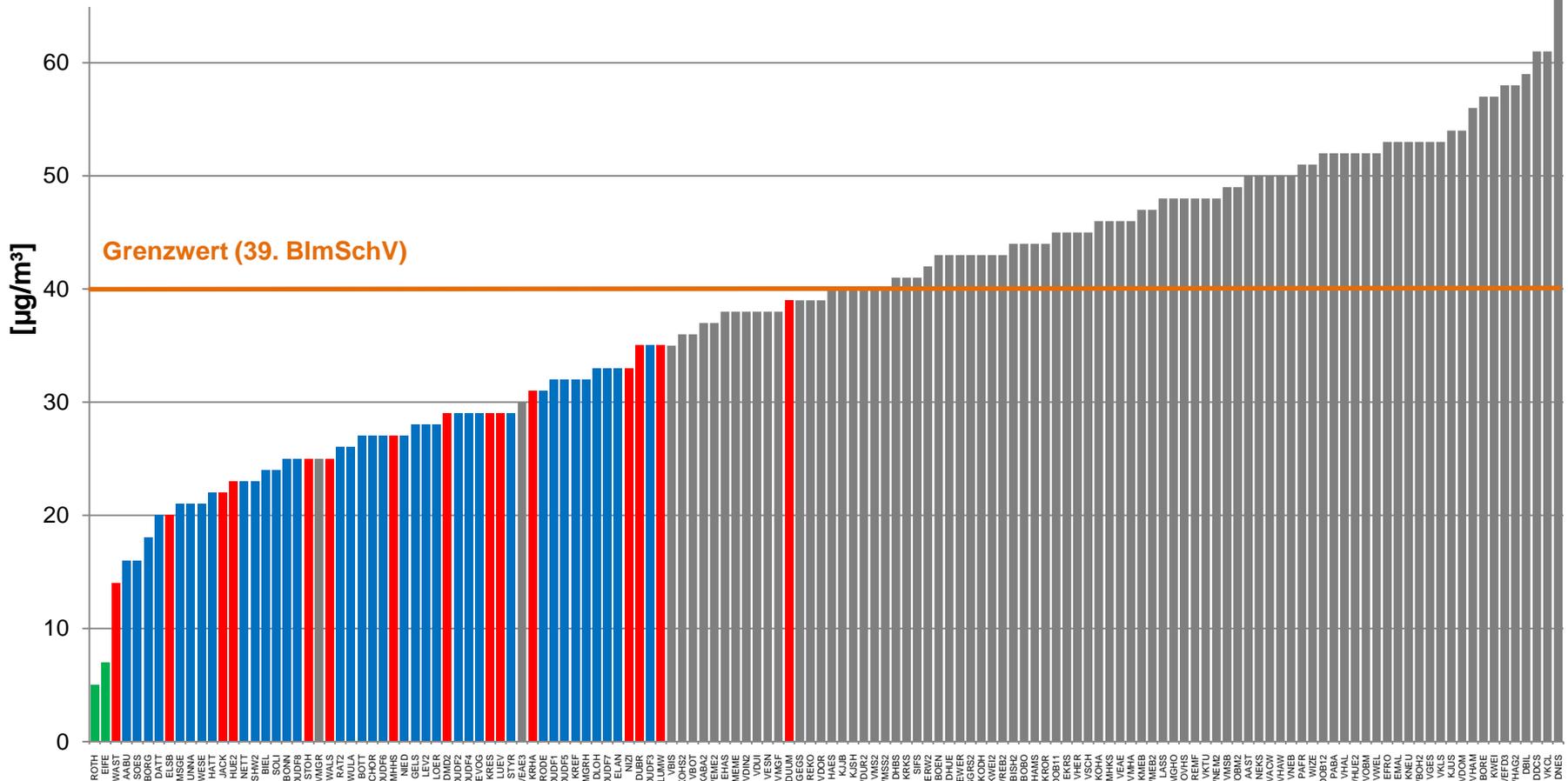
PM10

- **Jahresmittelwert** überall eingehalten, Belastung zurückgegangen
- An 3 von 69 Messorten **Überschreitung des Tagesmittelgrenzwertes** (Verkehrsstandorte in Gelsenkirchen, Aachen, Hagen)
- Überschreitungen der PM10-Tagesmittel bestätigen, dass **ergriffene Maßnahmen** innerhalb der Luftreinhaltepläne (noch) nicht zur Grenzwerteinhaltung ausreichen

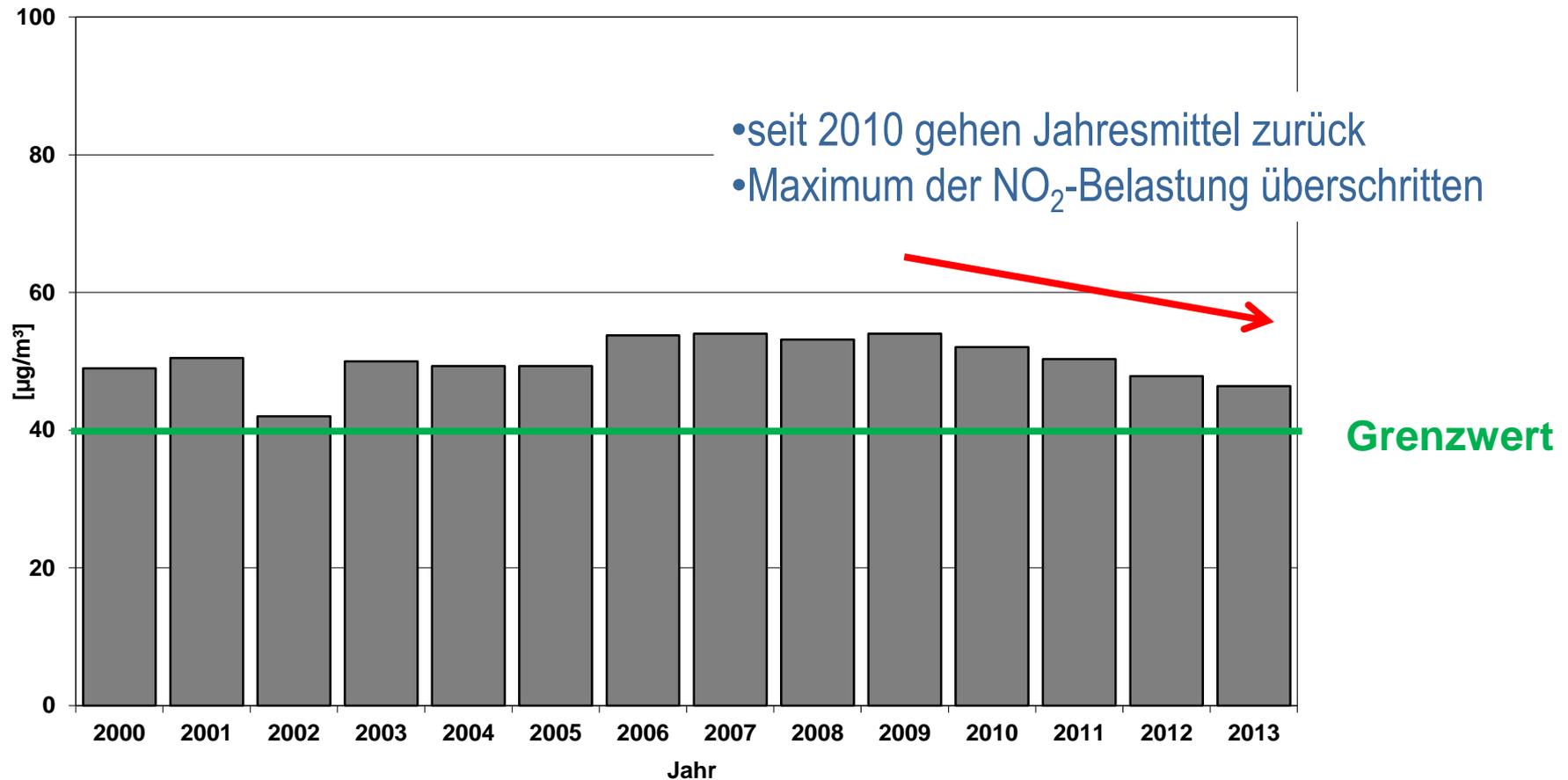
NO₂-Jahresmittelwerte aller Stationen 2013



63 von 129 Messstellen überschreiten NO₂-Jahresmittelwert (ausschließlich Verkehrsstationen)



Entwicklung der Jahresmittelwerte von NO₂ an Stationen mit hoher Verkehrsbelastung in NRW



Luftqualität 2013 in NRW

NO₂

- **Stundenmittelwert** an allen Stationen eingehalten
- **Jahresmittelwert** wird an vielen besonders verkehrsbelasteten Innenstadtstraßen (**63 von 129 Stationen**) überschritten
Anzahl der Überschreitungen rückläufig
- seit 2010 gehen Jahresmittel zurück
Maximum der NO₂-Belastung überschritten

Verursacheneranalyse

Frage 1

Welche **Emittenten** sind für die Überschreitung des Grenzwertes verantwortlich?

Frage 2

Welchen Beitrag leisten die Emittentengruppen zur Immissionsbelastung am Ort der Grenzwertüberschreitung?

Relevante Emittentengruppen

- Industrie
- Gewerbe/Kleingewerbe
- Kleinfeuerungsanlagen
- **Verkehr**
- Landwirtschaft und Nutztierhaltung
- Sonstige Quellen

Räumliche Auflösung:

- meist Punkt-, Linien-, Flächenquellen
- sonst Gemeinde-, Kreis-, Landesebene

Zeitliche Auflösung:

Stundenwerte bis Jahresfrachten (abhängig von der Emittentengruppe)

NO_x-Emissionen am Beispiel Düsseldorf

NO _x -Emissionen [t/a]								
Stadt	Emittenten							
	Bezugsjahr							
	Straße	Schiff	Schiene	Flug- verkehr	Offroad	Industrie	Klein- feuerungs- anlagen	Gesamt
	2005	2000	2005	2000	1997- 2000	2004	2004	
Düsseldorf	2.800	2.054	26	670	588	2.668	948	9.754
	28,7%	21,1%	0,3%	6,9%	6,0%	27,4%	9,7%	100,0%

Verursacheneranalyse

Frage 1

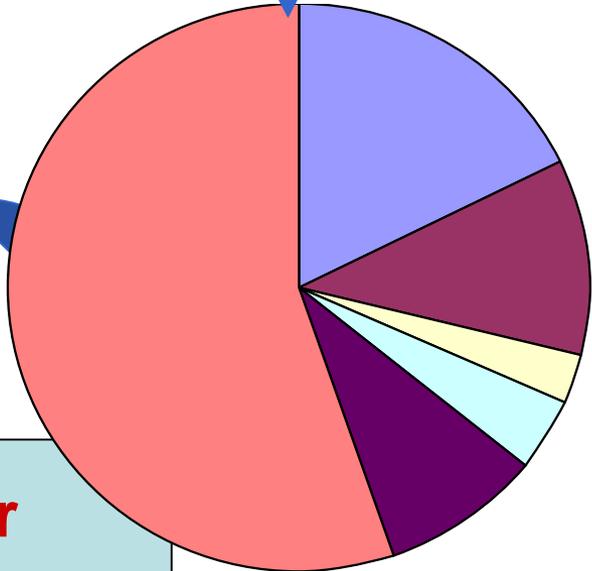
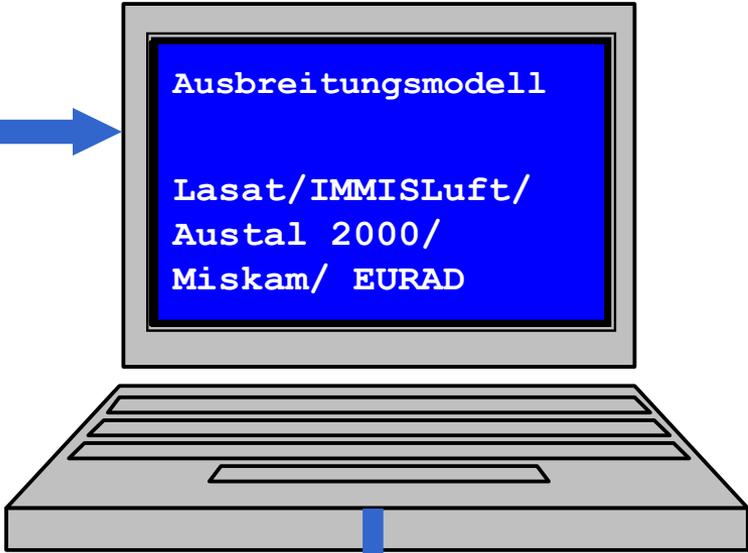
Welche Emittenten sind für die Überschreitung des Grenzwertes verantwortlich?

Frage 2

Welchen Beitrag leisten die Emittentengruppen zur **Immissionsbelastung** am Ort der Grenzwertüberschreitung?

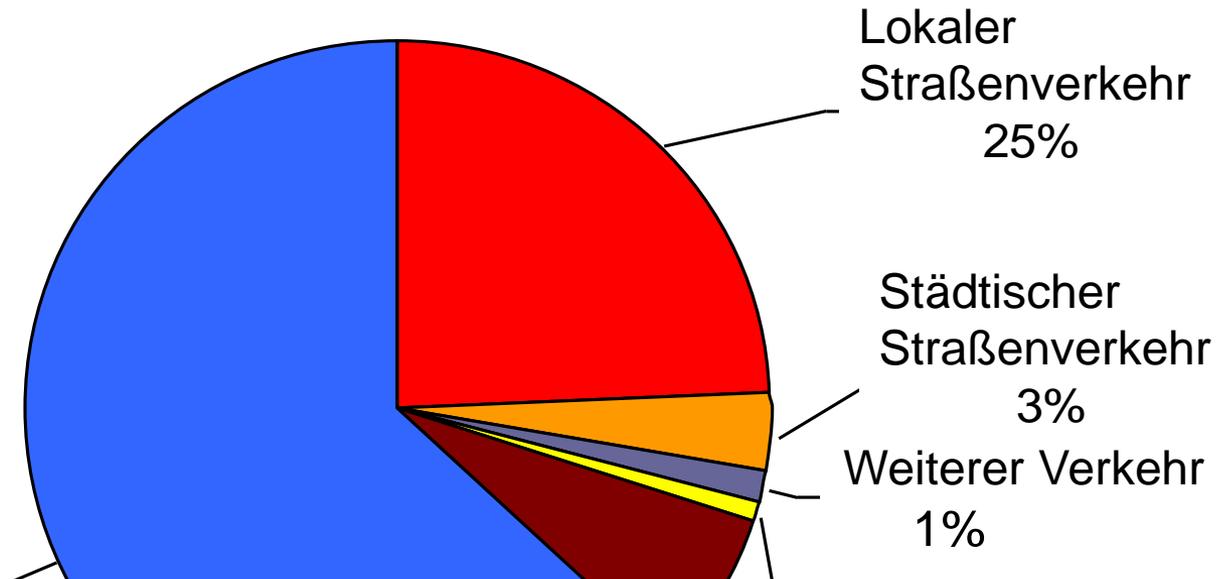
Immissionsmodellierung

- Regionaler Hintergrund
- Emissionsdaten
- Winddaten
- Geländedaten
- Bebauungsdaten
- Flächennutzung



Verursacheranteile im **Bezugsjahr**
(Basisjahr)

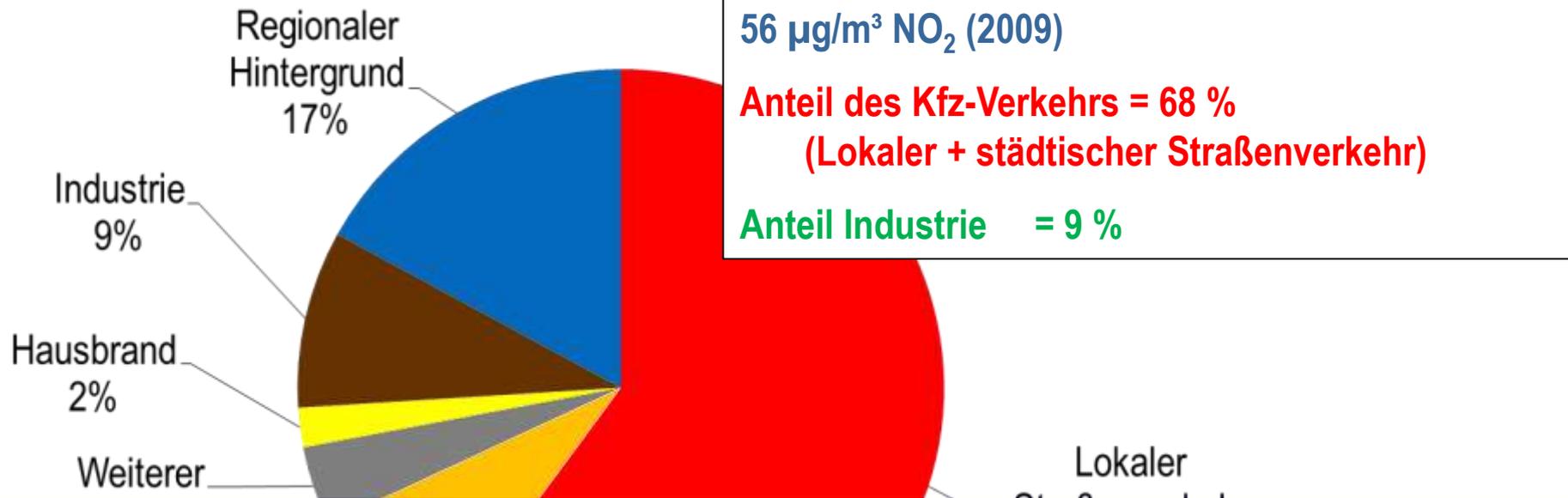
Verursacheranalyse Feinstaub (PM10) Beispiel : Verkehrsstation in Essen



- Hohe PM10-Hintergrundbelastung
- Geringer Spielraum für lokale Maßnahmen
- Lokaler Verkehr am Messort hat etwa 25 % Anteil
- Größtes Reduzierungspotential durch Maßnahmen beim lokalen Straßenverkehr

Beispiel für Verursacheranalyse NO_2

Essen, Gladbecker Straße



- **Straßenverkehr ist Hauptverursacher der NO_2 -Belastung**
- **Andere Emittenten haben geringere Anteile an der NO_2 -Belastung**

Identifikation und Festlegung von geeigneten Maßnahmen

Aufgabe der Projektgruppe

Leitung:

Bezirksregierung

Beteiligte:

Kommune

LANUV

ÖPNV

HK

ADAC

Regionale Verbände

Andere Betroffene



Folgende Kriterien bei der Maßnahmenabwägung beachten

1. Verschiedene Verursachergruppen sind entsprechend ihres Verursacheranteils an der Luftbelastung heranzuziehen.
2. Die Maßnahmen müssen zu einer dauerhaften Verminderung der Luftverunreinigung führen.
3. **Die Maßnahmen müssen verhältnismäßig,**

d.h. geeignet, erforderlich und angemessen sein.

Folgende Kriterien bei der Maßnahmenabwägung beachten

Geeignet:

Zweckorientiert, Maßnahme dient dem Erreichen des angestrebten Ziels und steht mit ihm in direktem Zusammenhang.

Erforderlich:

Wenn kein milderes geeignetes Mittel (gleicher Wirksamkeit) zur Verfügung steht.

Verhältnismäßig:

Im engeren Sinne, d.h. durch Maßnahmen hervorgerufene Belastungen dürfen nicht deutlich außer Verhältnis zu den erwartenden Erfolgen stehen. Sie müssen **zumutbar** und **angemessen** sein.

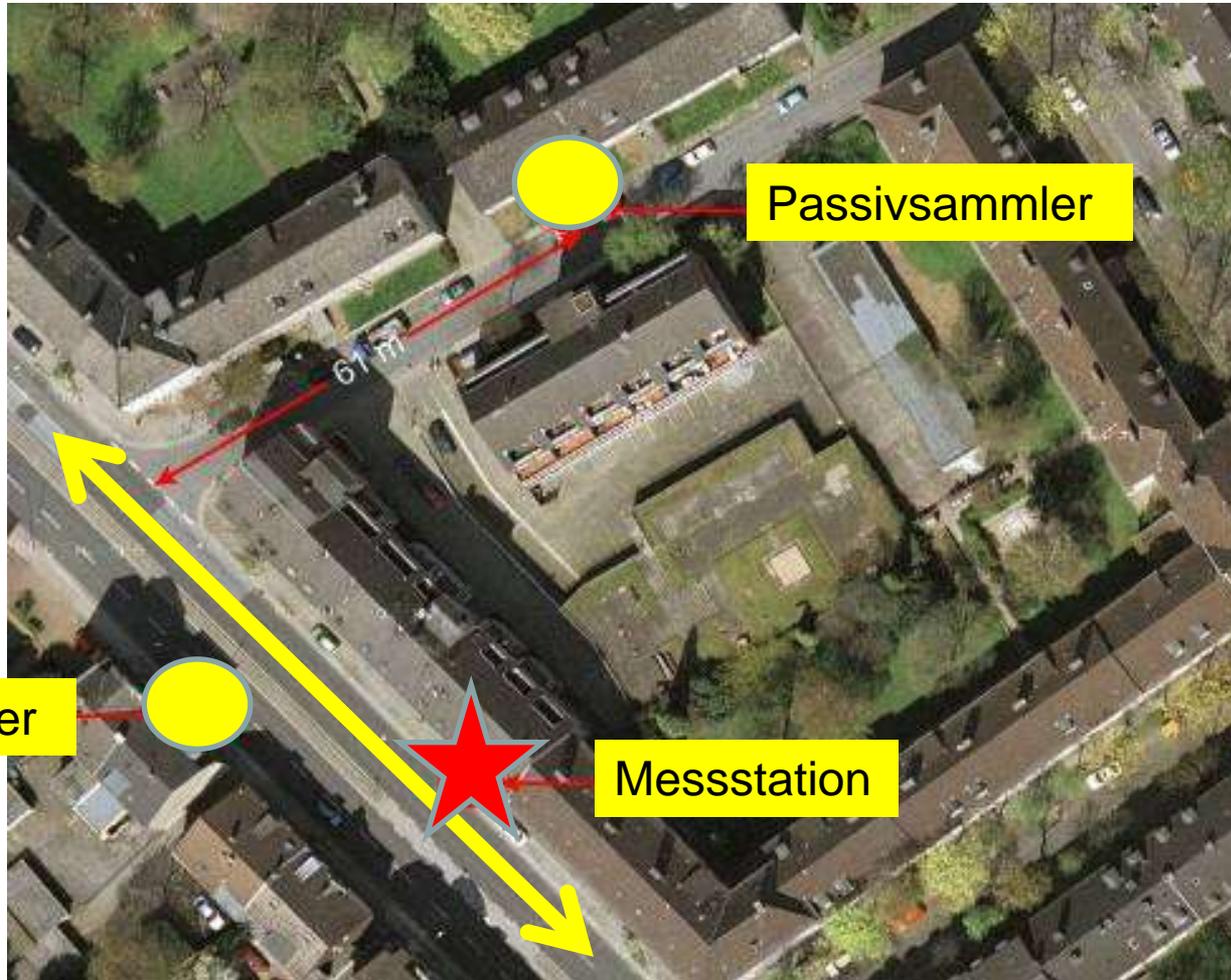
Vor Einführung der Maßnahme

→ Wirkungsanalyse

Beispiel:

Gladbecker Straße in Essen: NO₂ (PM10)

Modellierung, Gladbecker Straße, Essen, 2008



Gladbecker Straße, Essen, 2008

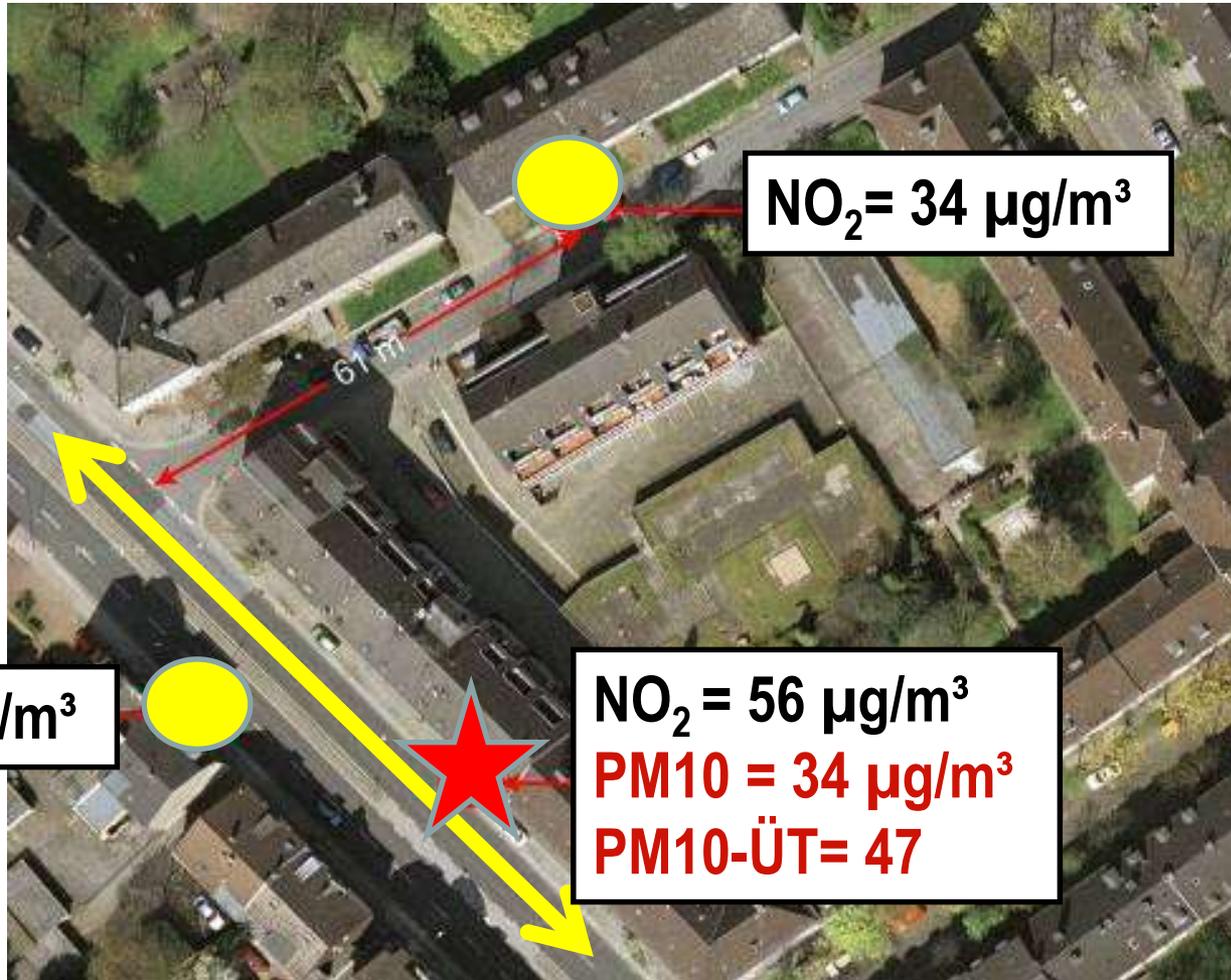
Straßenschlucht mit **hohem** Verkehrsaufkommen

- Täglicher Verkehrsfluss (DTV): 41.300 Fahrzeuge / Tag

Anteile der Fahrzeugtypen

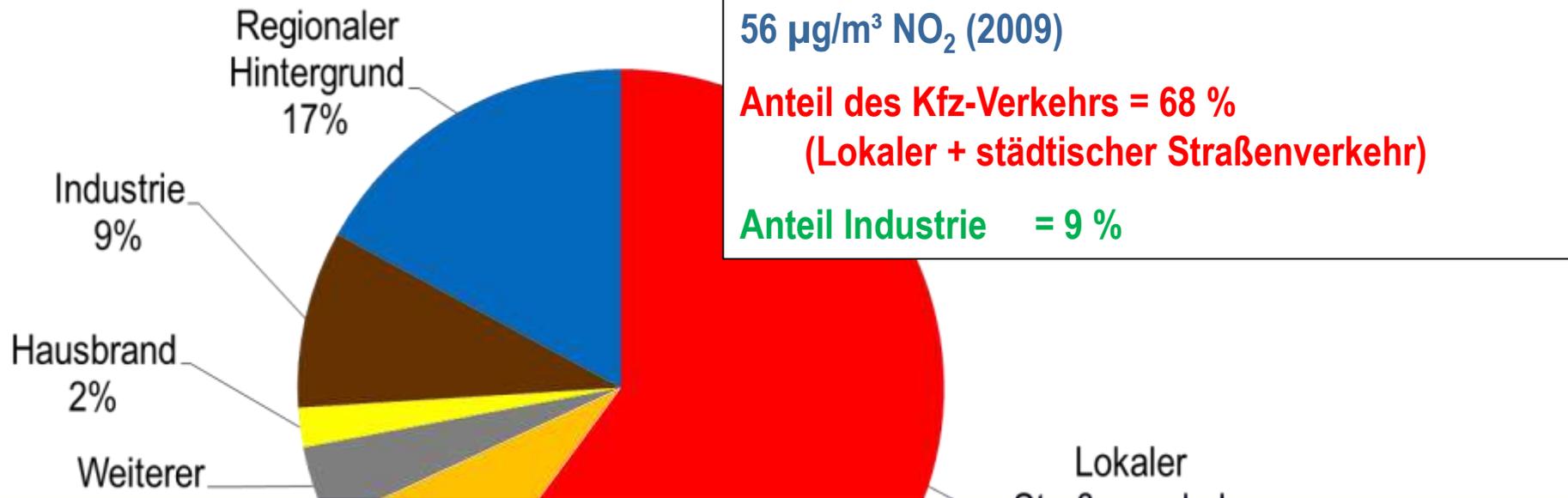
- Leichte Nutzfahrzeuge (lNfz) $\leq 3,5$ t 4,8 %
- Schwere Nutzfahrzeuge (sNfz) $> 3,5$ t 5,2 %
- Keine Linienbusse 0 %

Modellierung, Gladbecker Straße, Essen, 2008



Beispiel für Verursacherveranalyse NO_2

Essen, Gladbecker Straße

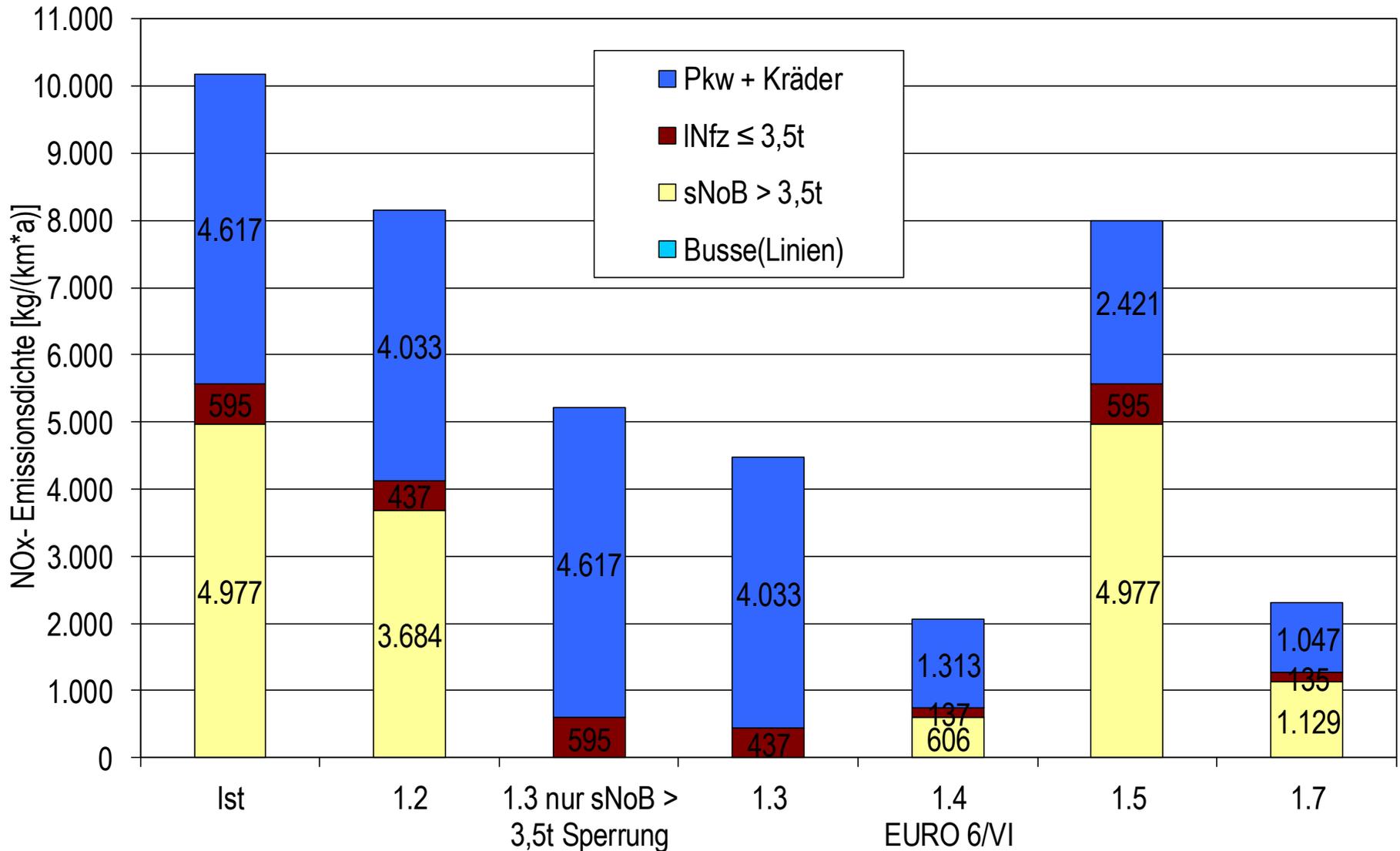


- Straßenverkehr ist Hauptverursacher der NO_2 -Belastung
- Andere Emittenten haben geringere Anteile an der NO_2 -Belastung

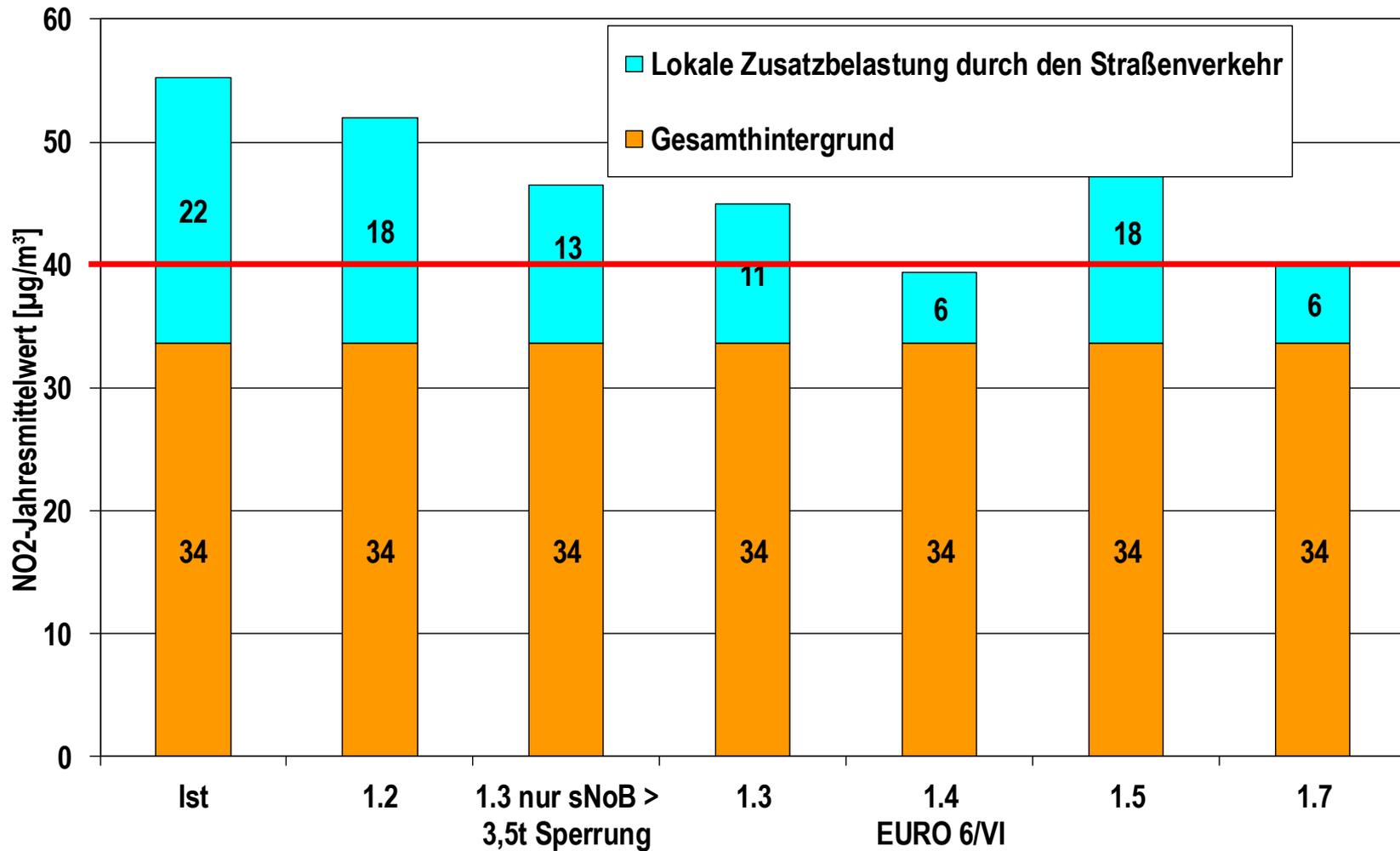
Untersuchte Maßnahmen in der Gladbecker Straßen Essen, 2008

	Maßnahme
Ist	
1.2	Grüne Umweltzone (UZ)
1.3	LKW-Durchfahrverbot
1.3	Grüne UZ + LKW-Durchfahrverbot
1.4	alle Kfz = EURO 6 bzw. EURO VI
1.5	alle Diesel-Pkw durch Otto-PKW Euro 4 ersetzt
1.7	Reduktion Verkehrsleistung zur Einhaltung Grenzwert

Vergleich der NO_x -Emissionen Gladbecker Straße, Essen, 2008



Vergleich der NO_2 -Immissionen Gladbecker Straße, Essen, 2008



NO₂-Minderungspotential der untersuchten Maßnahmen Gladbecker Straße, Essen, 2008

Maßnahme	NO ₂ -Minderung [µg/m ³]
1.2 Grüne UZ	- 4
1.3 LKW-Durchfahrverbot	- 8
1.3 Grüne UZ + LKW-Durchfahrverbot	- 11
1.4 alle Kfz = EURO 6/VI	- 17
1.5 alle Diesel-Pkw durch Otto-PKW Euro 4 ersetzt	- 4
1.7 Reduktion Verkehrsleistung zur Einhaltung GW	- 16

Vor Einführung der Maßnahme

→ Wirkungsanalyse

Beispiel:

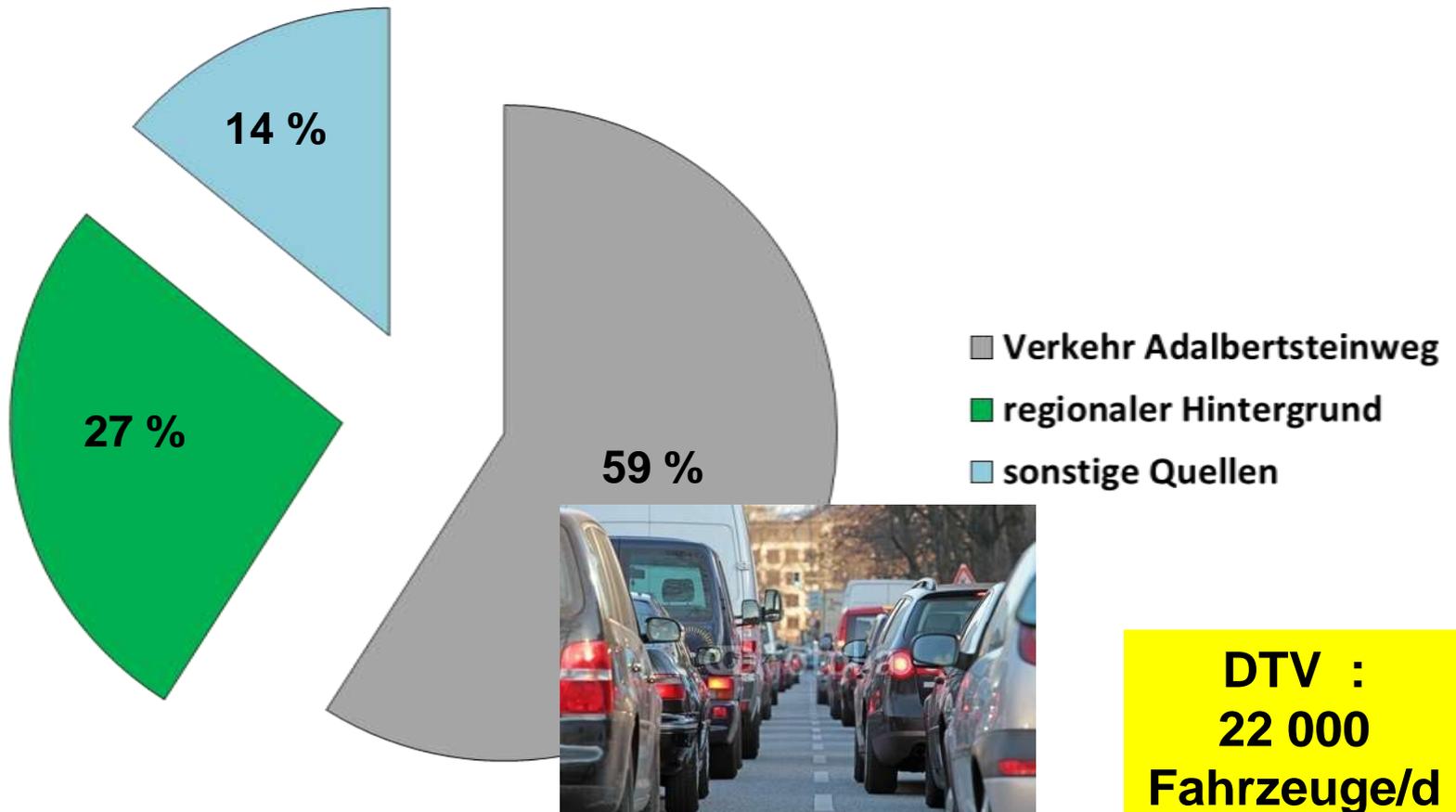
Aachen, Adalbertsteinweg

Entwicklung der Belastungssituation an der Messstation Aachen - Adalbertsteinweg

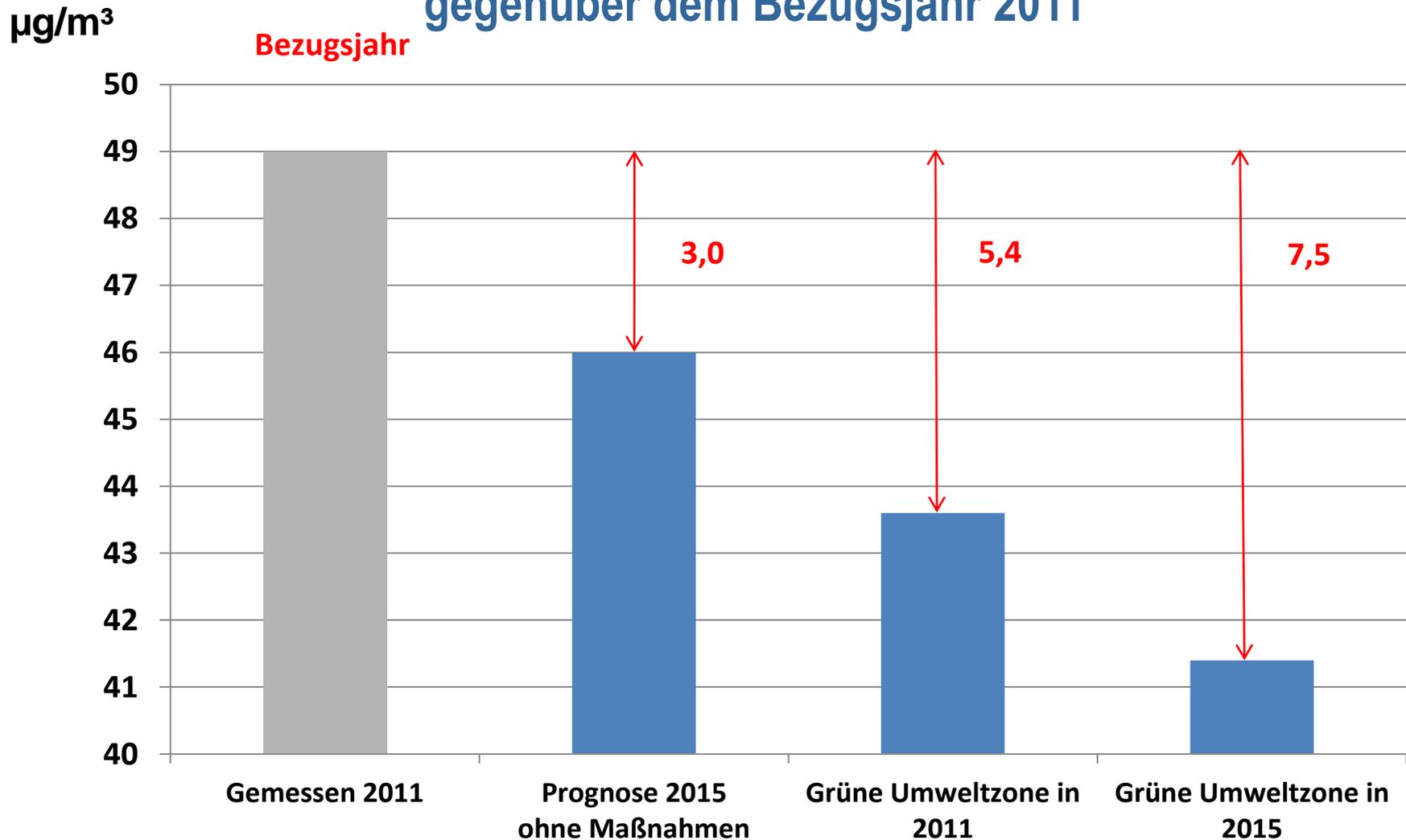


NO_x-Belastung an der Messstation Adalbertsteinweg

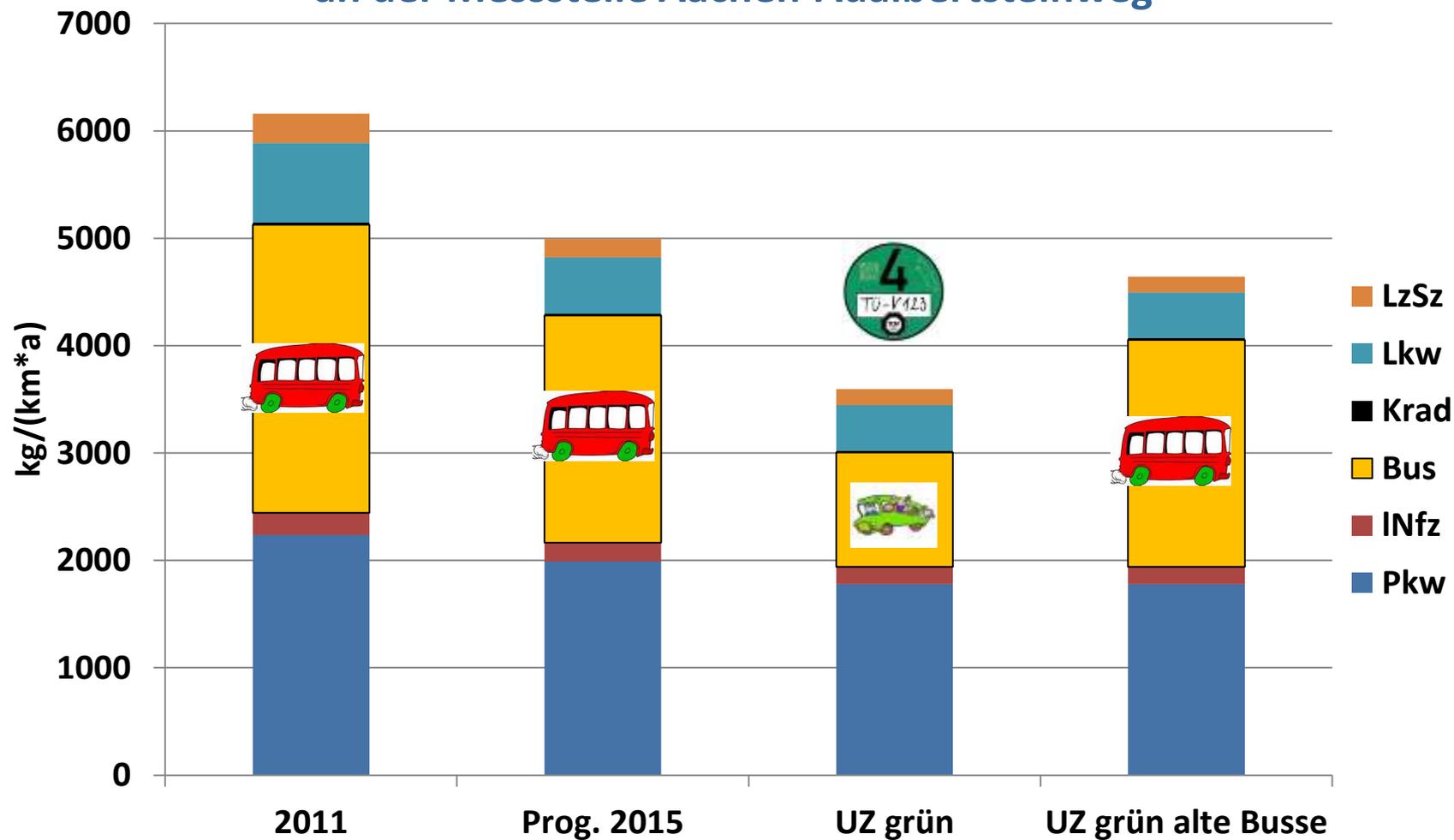
Beiträge der verschiedenen Verursachergruppen



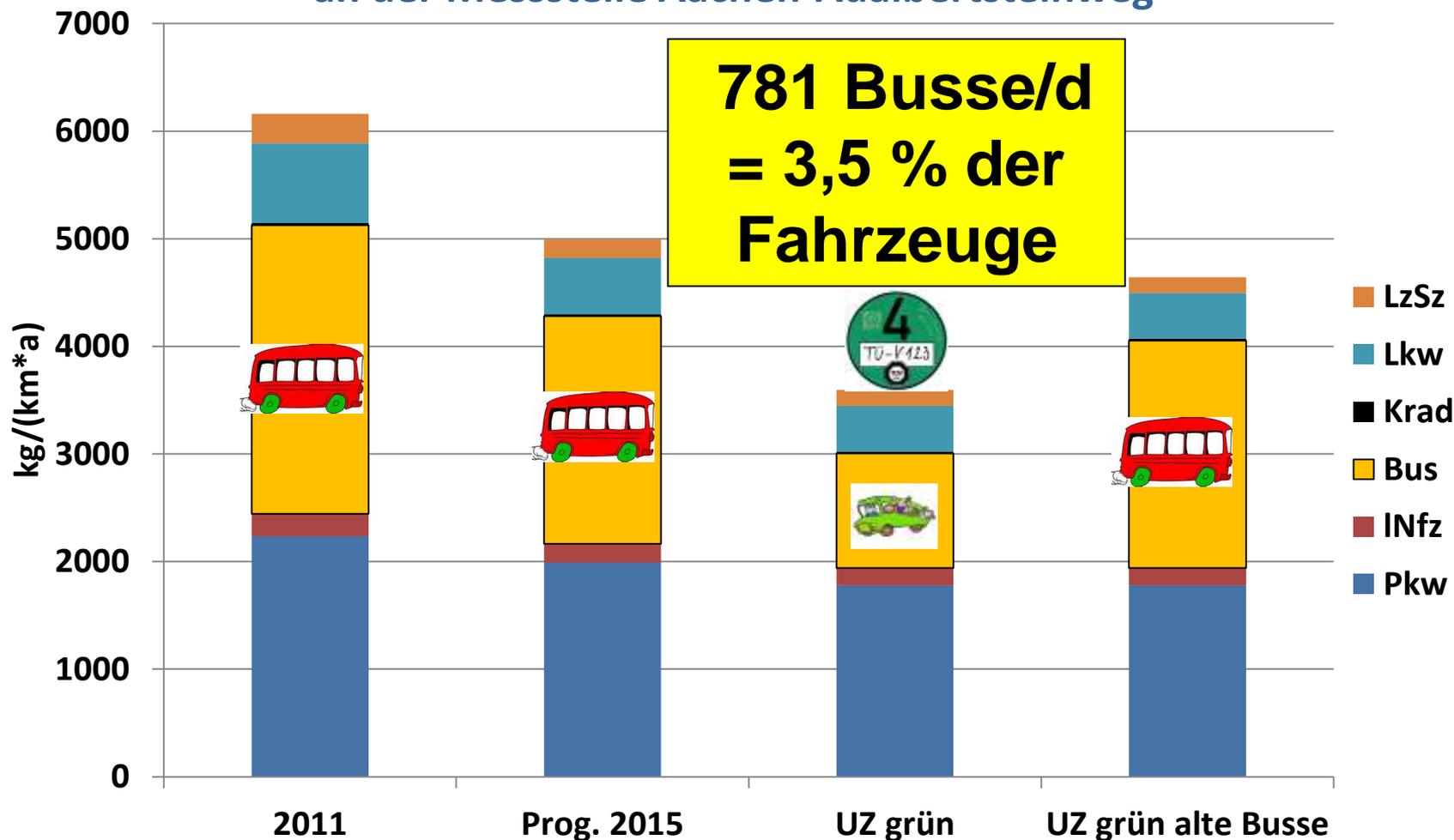
Prognostizierte Effekte der Maßnahmen zur Minderung der NO₂-Belastung an Messstation Adalbertsteinweg gegenüber dem Bezugsjahr 2011



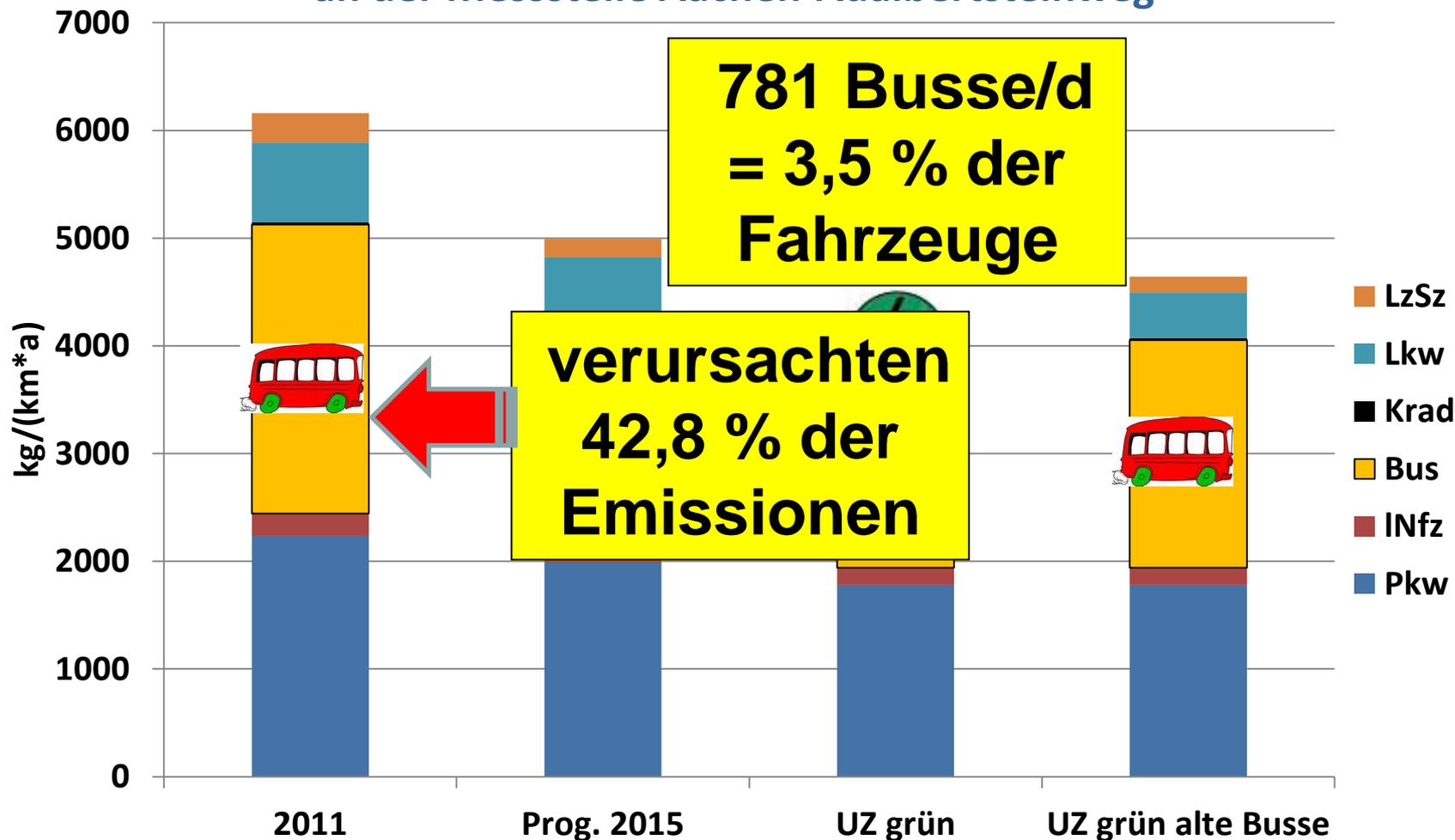
Verkehrsbedingte NOx-Emissionen an der Messstelle Aachen-Adalbertsteinweg



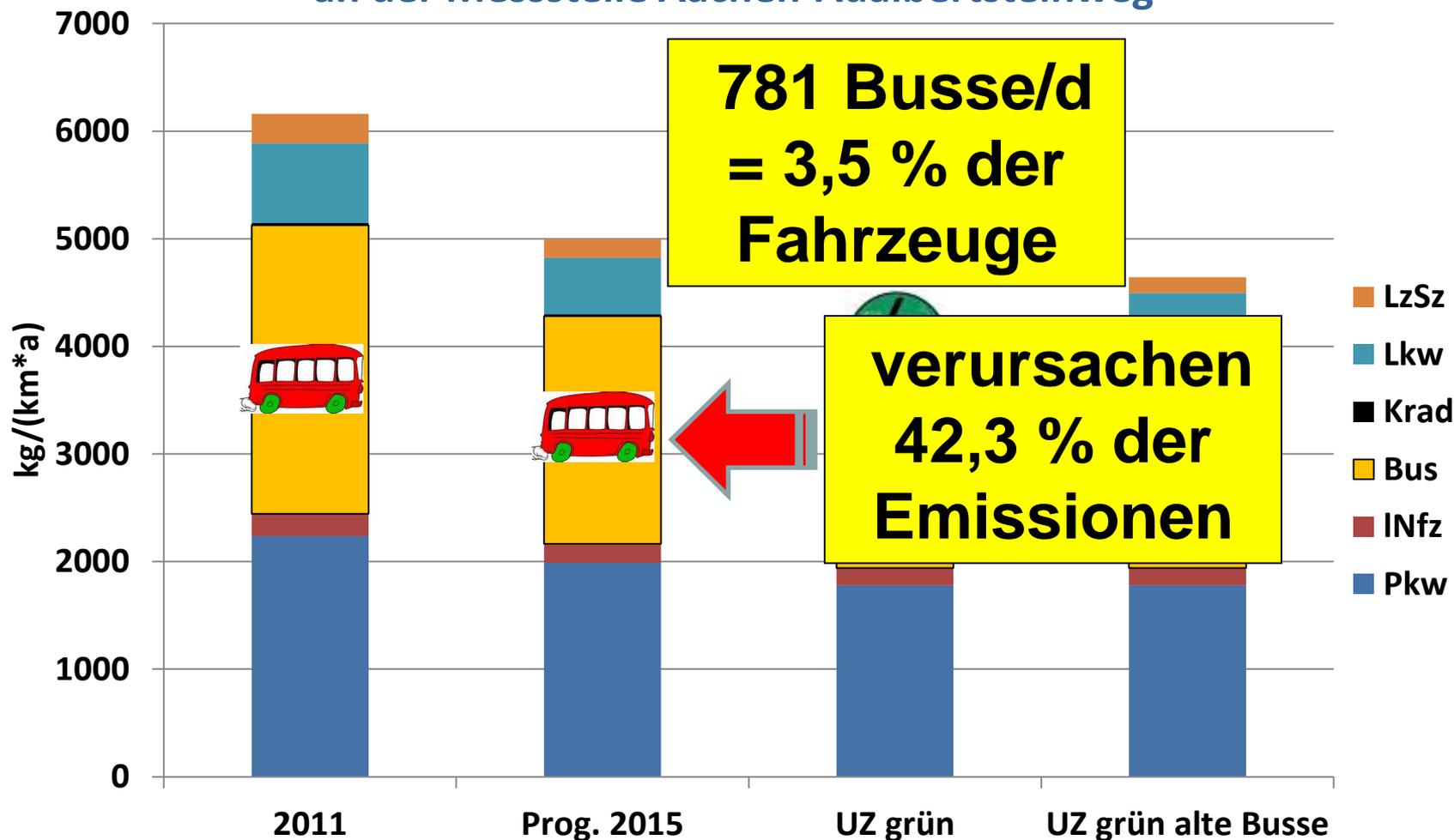
Verkehrsbedingte NOx-Emissionen an der Messstelle Aachen-Adalbertsteinweg



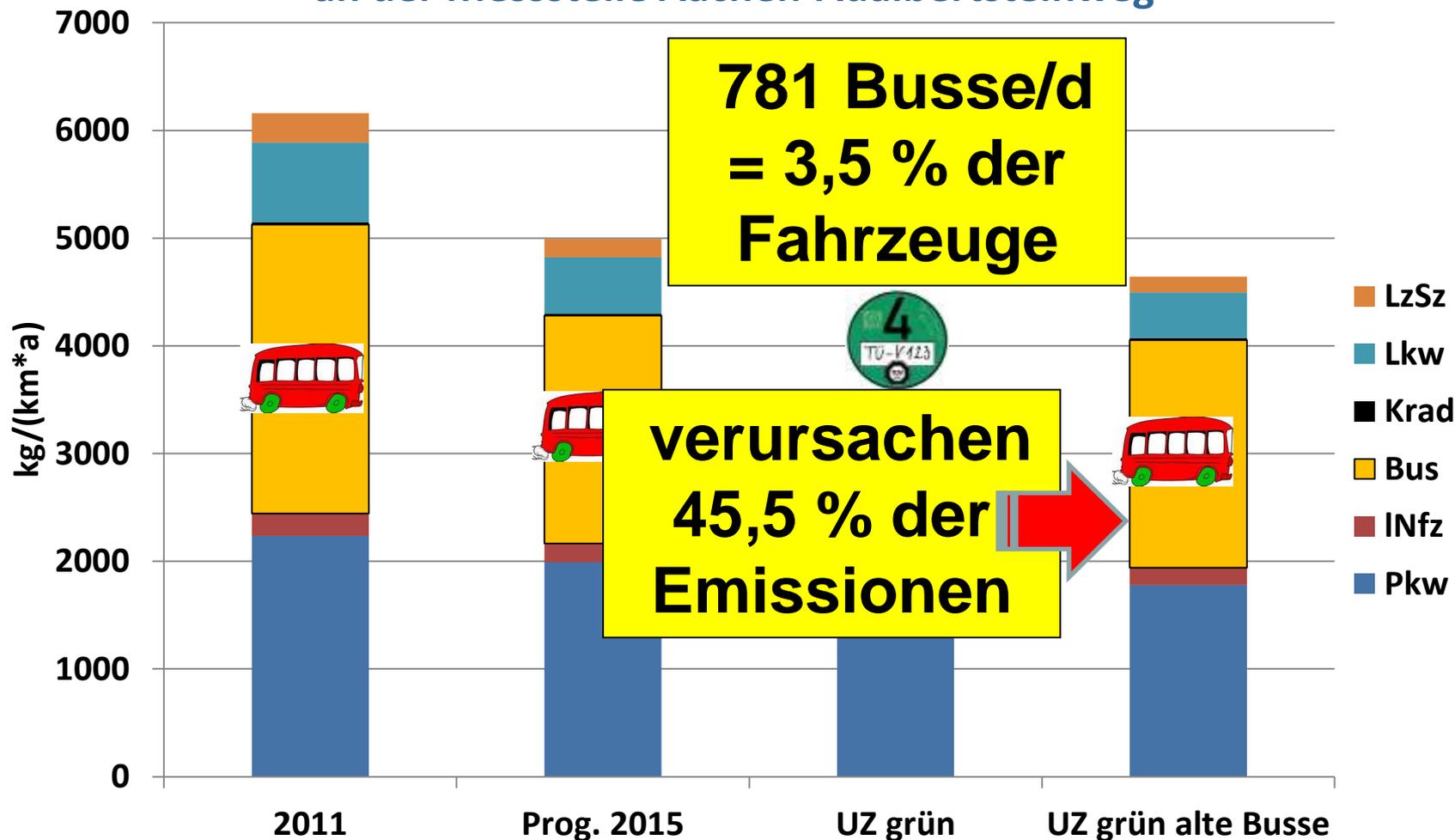
Verkehrsbedingte NOx-Emissionen an der Messstelle Aachen-Adalbertsteinweg



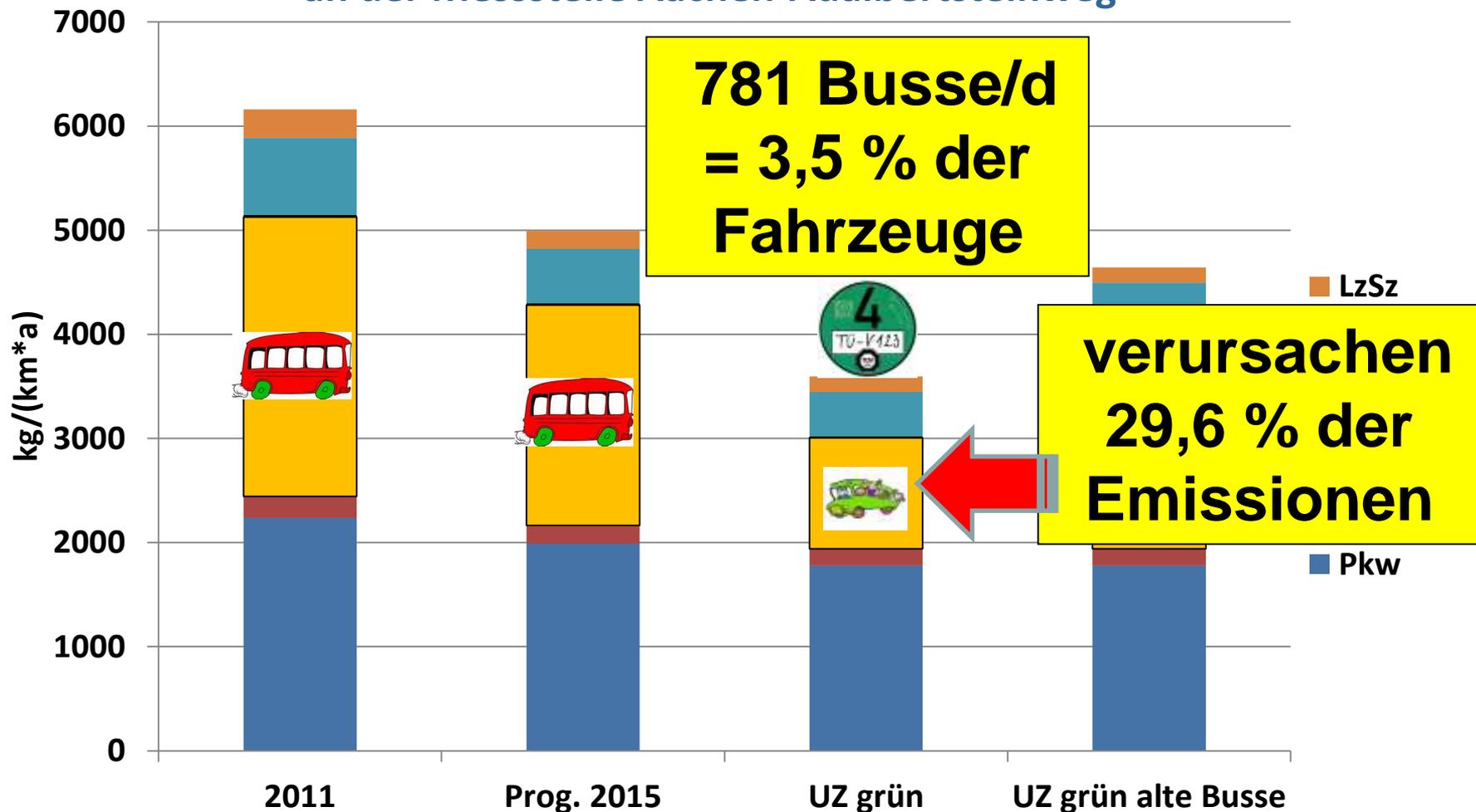
Verkehrsbedingte NOx-Emissionen an der Messstelle Aachen-Adalbertsteinweg



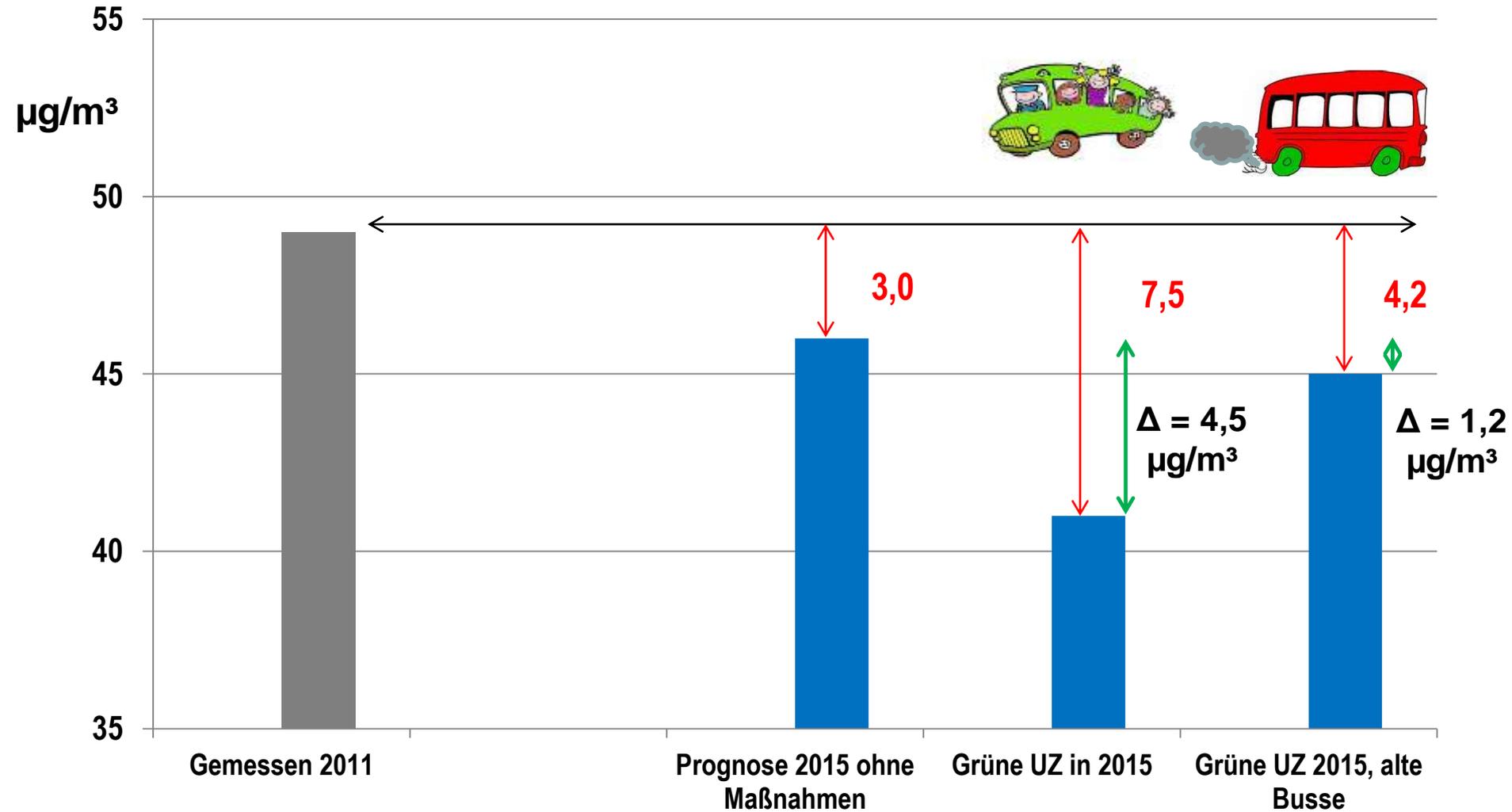
Verkehrsbedingte NOx-Emissionen an der Messstelle Aachen-Adalbertsteinweg



Verkehrsbedingte NOx-Emissionen an der Messstelle Aachen-Adalbertsteinweg

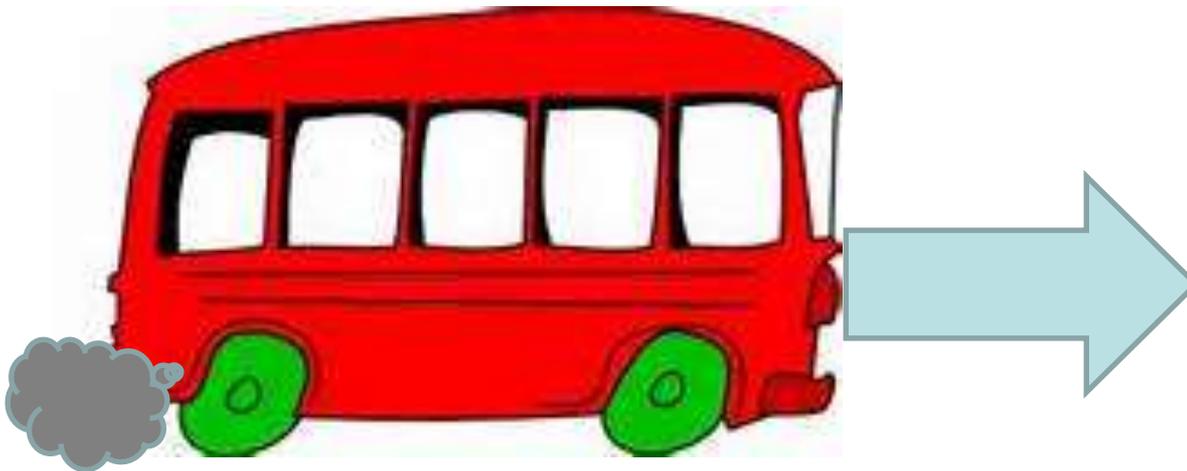


Prognose der NO₂-Immissionen an der Messstation Adalbertsteinweg



Eine effektive (Teil-) Maßnahme mit deutlichem NO_x -
Minderungspotential an der Messstelle Adalbertsteinweg

**wäre ein zeitnaher Ersatz der Busse mit
Abgastechnik nach EU-Norm II und III**



Eine effektive (Teil-) Maßnahme mit deutlichem NO_x -Minderungspotential an der Messstelle Adalbertsteinweg wäre ein zeitnaher Ersatz der Busse mit Abgastechnik nach EU-Norm II und III

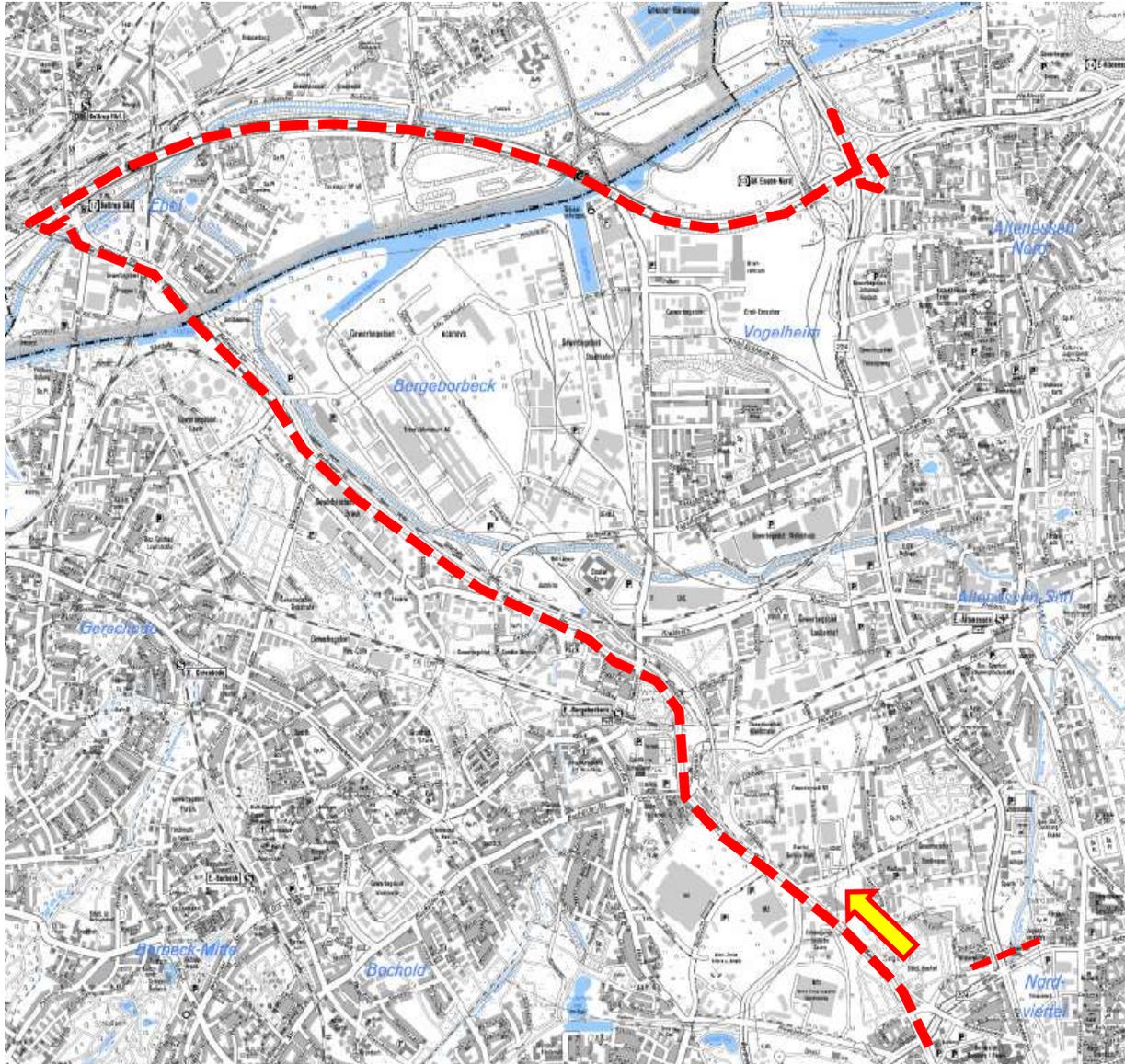
durch neue Busse nach EU-Norm V oder VI !



Machbarkeitsstudie Essener Norden

Potenzialschätzung verkehrlicher Maßnahmen auf die Luftqualität und die Lärmsituation

M3: Routenführung über Bottroper Straße



M3: Routenführung über Bottroper Straße

Feinstaub (PM₁₀)	
Reduzierung :	- 0,5 µg/m ³
erwartetes Jahresmittel:	35,5 µg/m ³
Erwartete Überschreitungstage für Tagesmittel	> 35
Stickstoffdioxid (NO₂)	
Reduzierung :	- 1,4 µg/m ³
erwartetes Jahresmittel:	54,6 µg/m ³
Lärm	
Hafenstraße	bis zu + 0,8 dB(A)
Gladbecker Str.	Ca. - 0,4 dB(A)

M3: Routenführung über Bottroper Straße

Feinstaub (PM₁₀)

Reduzierung :

- 0,5 µg/m³

Bewertung der Maßnahme durch die Stadt:

- Möglich, aber nur sinnvoll, wenn Wirkung nachweisbar.
- Gutachten berücksichtigt nicht die durch LKW-Entlastung vermutlich stärker werdenden PKW-Verkehre.
- Weitere Wirkungsuntersuchung des LANUV notwendig.

Gladbecker Str.

Ca. - 0,1 dB(A)

Wirkung M4: Neue A42-Anschlussstelle Hafenstraße

Feinstaub (PM₁₀)	
Reduzierung :	- 1,2 µg/m ³
erwartetes Jahresmittel:	34,8 µg/m ³
Erwartete Überschreitungstage für Tagesmittel	> 35
Stickstoffdioxid (NO₂)	
Reduzierung :	- 2,9 µg/m ³
erwartetes Jahresmittel:	53,1 µg/m ³
Lärm	
Hafenstraße	bis zu + 2,4 dB(A)
Gladbecker Str.	weniger als -1 dB(A)

Wirkung M4: Neue A42-Anschlussstelle Hafenstraße

Feinstaub (PM ₁₀)	
Reduzierung :	- 1,2 µg/m ³
erwartetes Jahresmittel:	34,8 µg/m ³
Erwartete Überschreitungstage für Tagesmittel	> 35

Bewertung der Maßnahme durch die Stadt:

- Maßnahme nicht kurzfristig umsetzbar, da hohe Investitionen erforderlich sind.

Lärm	
Hafenstraße	bis zu + 2,4 dB(A)
Gladbecker Str.	weniger als -1 dB(A)

Nach Wirkungsanalyse:

**Abstimmung des
Maßnahmenpaketes
Öffentlichkeitsbeteiligung
Inkraftsetzen des Luftreinhalteplans**

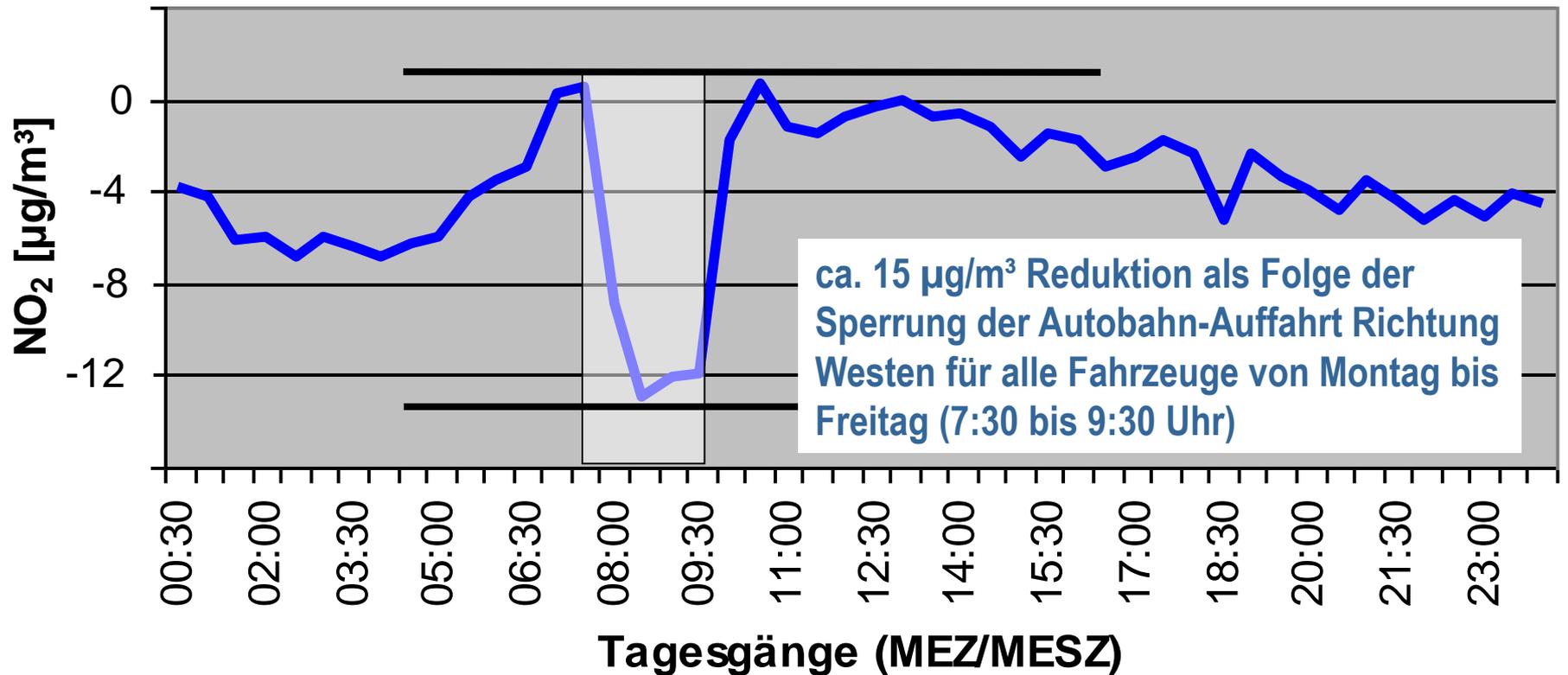
Wirkungskontrolle

Wirkung von Maßnahmen

Beispiel einer Maßnahme im Verkehrsbereich:

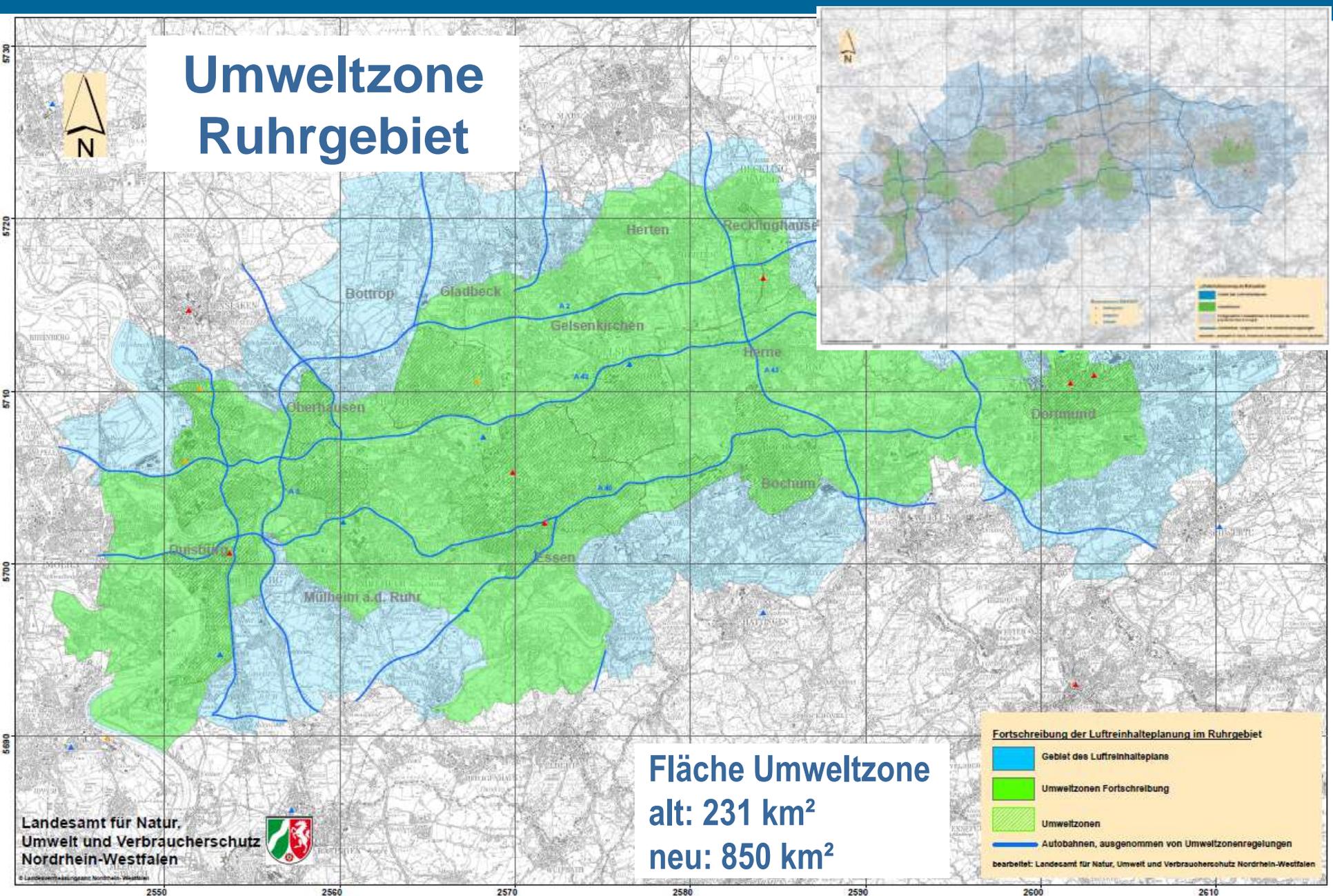
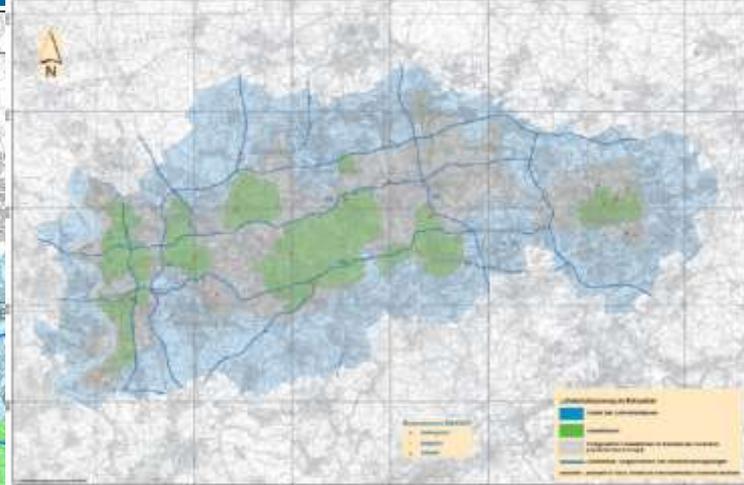
Essen, Hombrucher Straße, Auffahrt A40, Frillendorf

Reduktion der verkehrsbedingten NO₂-Belastung



Wirkung der Umweltzone im Ruhrgebiet

Umweltzone Ruhrgebiet



Fläche Umweltzone
alt: 231 km²
neu: 850 km²

Fortschreibung der Luftreinhalteplanung im Ruhrgebiet

- Gebiet des Luftreinhalteplans
- Umweltzonen Fortschreibung
- Umweltzonen
- Autobahnen, ausgenommen von Umweltzonenregelungen

bearbeitet: Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen

Landesamt für Natur,
Umwelt und Verbraucherschutz
Nordrhein-Westfalen



Umweltzonen Ruhrgebiet

- Gebiet: 8 Umweltzonen (231 km²)
- Verkehrsverbote für Fahrzeuge ohne Plakette („rote“ Umweltzone, ab 1. Oktober 2008)

- Gebiet: eine Umweltzone (850 km²)
- Verkehrsverbote für Fahrzeuge ohne Plakette („rote“ Umweltzone, ab 1. Januar 2012)

- Zeitperioden: 2007 (ohne Umweltzone) und 2010/2012 (mit Umweltzone)
- Messdaten: PM10-Jahresmittelwerte 2007, 2010, 2012 gemittelt über zahlreiche Messstationen mit identischer Klassifikation:
 - 5 Verkehrsstationen innerhalb der Umweltzonen
 - 27 Hintergrundstationen außerhalb der Umweltzonen
 - 3 Verkehrsstationen außerhalb der Umweltzonen

Nachweis der Wirksamkeit aus Immissionsmessungen



Lokale Spitze durch Verkehr

----- lokale Belastung

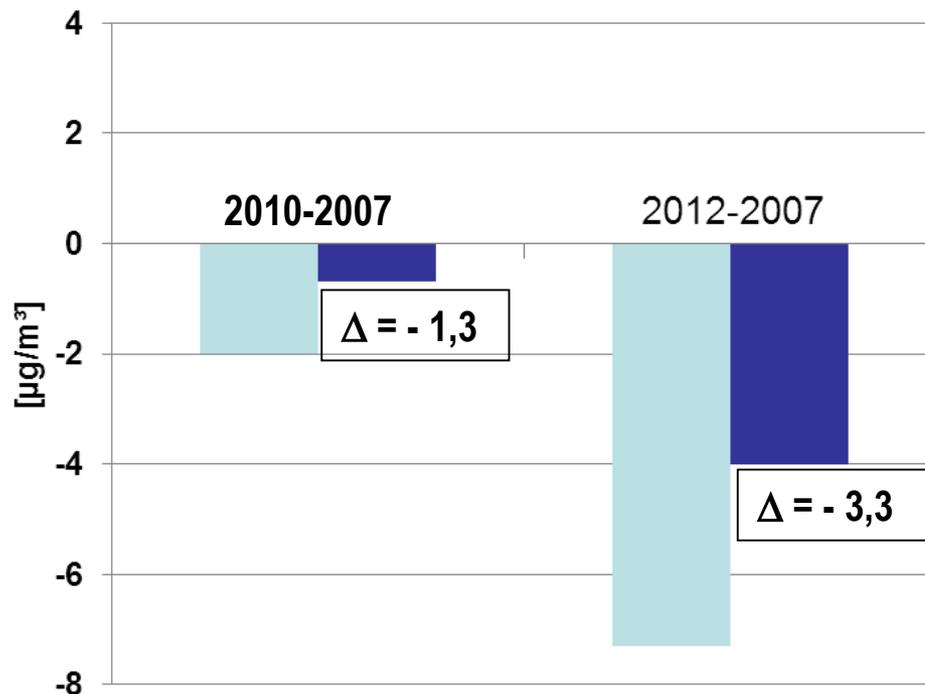


----- urbaner Hintergrund
mit/ohne Maßnahmen

Wirkung der Umweltzonen in den Jahren 2010 und 2012 Vergleich mit dem Jahr 2007

Stickstoffdioxid

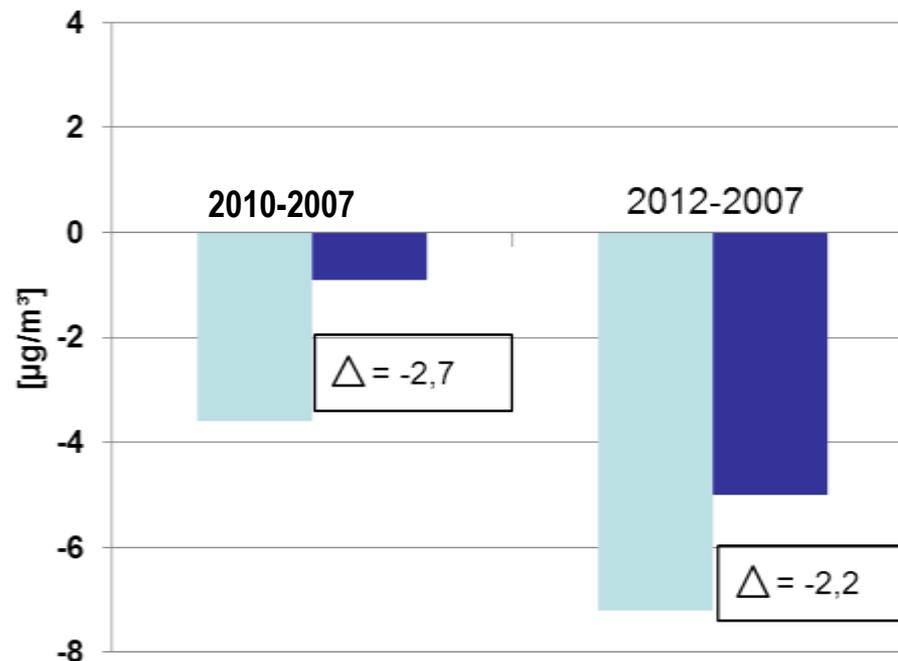
- NRW Verkehrsstationen in UZ
- NRW Verkehrsstationen außerhalb UZ



Wirkung der Umweltzonen in den Jahren 2010 und 2012. Vergleich mit dem Jahr 2007

Feinstaub PM10

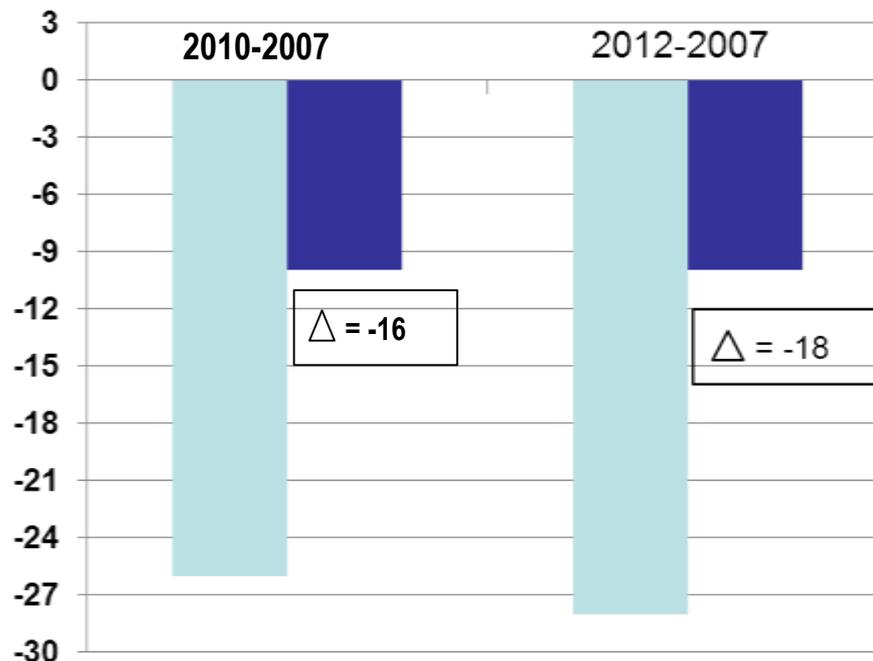
- NRW Verkehrsstationen in UZ
- NRW Verkehrsstationen außerhalb UZ



Wirkung der Umweltzonen in den Jahren 2010 und 2012. Vergleich mit dem Jahr 2007

Tage $> 50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ Feinstaub PM10

- NRW Verkehrsstationen in UZ
- NRW Verkehrsstationen außerhalb UZ



Weiterführende Literatur

- MARLIS (BAST): Kontinuierliche Dokumentation von Maßnahmen zur Luftreinhaltung, <http://www.bast.de/DE/FB-V/Publikationen/Datensammlungen/MARLIS/MARLIS.html?nn=638912>
- Arbeitskreis 1.7.5 "Wirkung von Maßnahmen zur Umweltentlastung,, bei der FGSV e.V. Köln, in Bearbeitung
- Richtlinie VDI 3782 Blatt 7 "Umweltmeteorologie, Kfz-Emissionsbestimmung, Luftbeimengungen"

„Team Luftreinhalteplanung“

Dr. Dieter Busch, Dr. Heike Hebbinghaus, Gerhard Kobs, Dr. Annette Kreidt, Verena Pospiech, Uwe Romberg, Hans-Georg Schlich, Lutz Schmidt, Thomas Schulz, Ingo Steckelbach, Dr. Klaus Vogt, Dr. Sabine Wurzler, Dr. Andreas Brandt

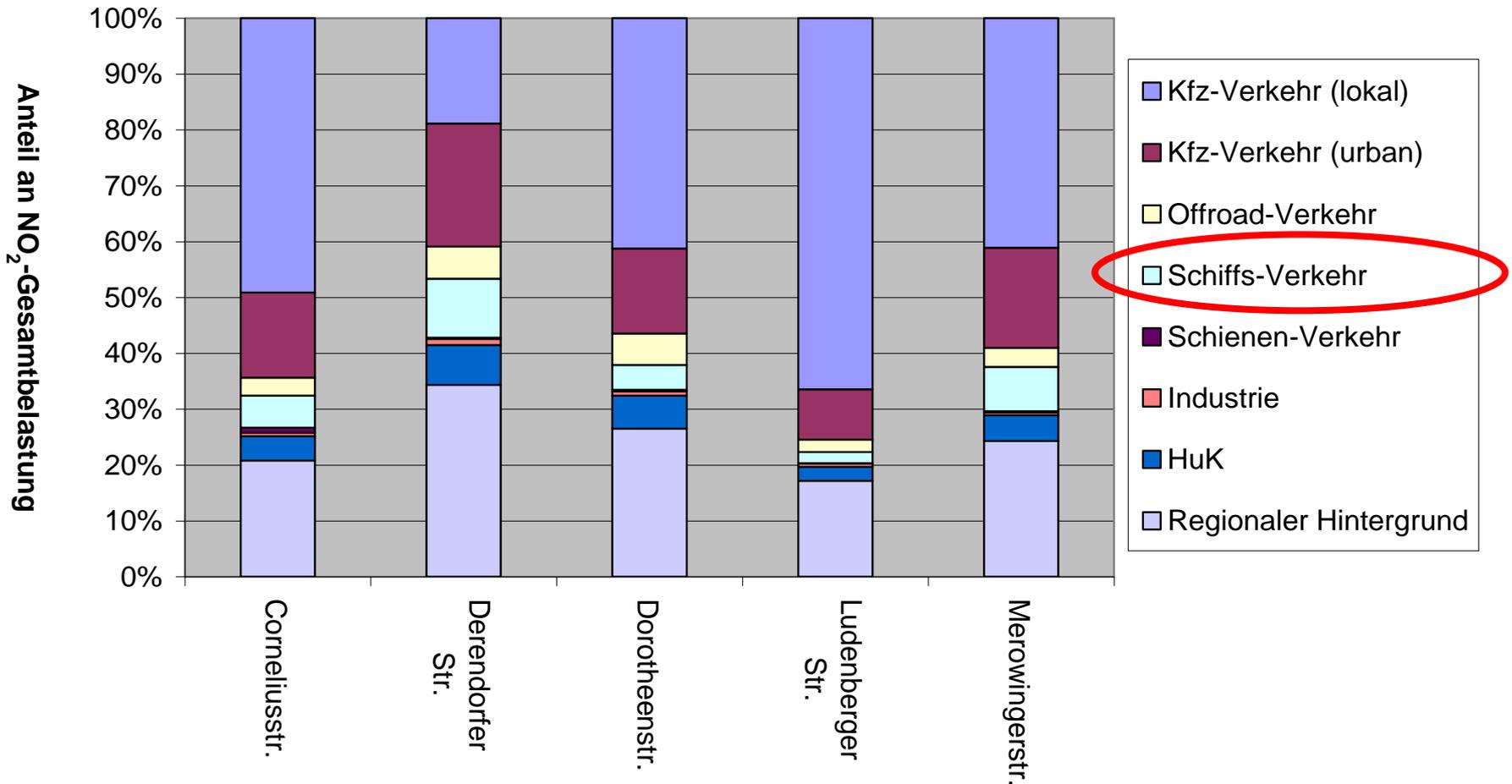
Untersuchungsvorhaben:

„Nachrüstung eines **SCRT**-Systems auf dem Fahrgastschiff ‚Jan von Werth‘ der Köln-Düsseldorfer Rheinschiffahrt AG“

NO_x-Emissionen am Beispiel Düsseldorf

NO _x -Emissionen [t/a]								
Stadt	Emittenten							
	Bezugsjahr							
	Straße	Schiff	Schiene	Flug- verkehr	Offroad	Industrie	Klein- feuerungs- anlagen	Gesamt
	2005	2000	2005	2000	1997- 2000	2004	2004	
Düsseldorf	2.800	2.054	26	670	588	2.668	948	9.754
	28,7%	21,1%	0,3%	6,9%	6,0%	27,4%	9,7%	100,0%

Beiträge von Verursachergruppen und des regionalen Hintergrundniveaus an der NO₂-Immissionsbelastung in Düsseldorf 2003



Untersuchungsvorhaben in NRW:

„Nachrüstung eines **SCRT**-Systems auf dem Fahrgastschiff ‚Jan von Werth‘ der Köln-Düsseldorfer Rheinschiffahrt AG“



Länge: 40,00 m

Breite 7,80 m

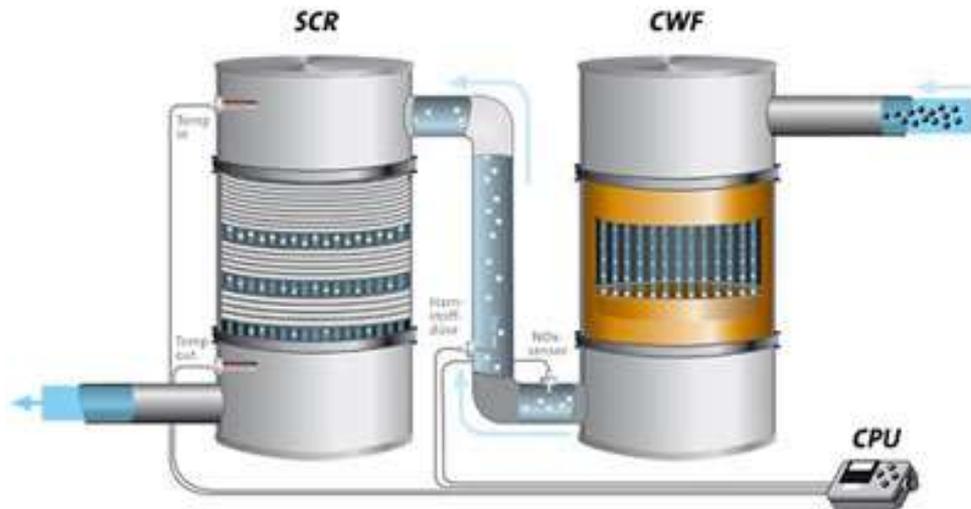
Höhe über Wasserspiegel: 7,00 m

Passagierzahl: zugelassen 250

2 DAF-Hauptantriebsmotoren mit jeweils
170 kW

Maschinenraum der Jan von Werth





SCRT-Nachrüstsystem

CWF-Russpartikelfilter System:

(passiv, kontinuierlich regenerierend)

t-blue-NO_x-Reduction Anlage:

Dosier- und Steuereinheit plus Sensorik, Kompressor, SCR-Katalysator, Harnstofftank

SCR-Katalysator: metallische Träger mit spezieller Kanalstruktur, optimale Vermischung/Reaktivität von Harnstoff und NO_x-Gasen, Beschichtung: Vanadium basiert

Ohne Eingriff auf den Motor nachgerüstet, System arbeitet autark vom Motor.

Emissionsmessungen am Nachrüst-SCRT-System

Messprogramm:

- Vermessung ohne Abgasnachbehandlung
- Vermessung mit Abgasnachbehandlung
- unterschiedliche Lastzustände
(sollen Messpunkten für Schiffsantriebe gemäß europäischer Gesetzgebung möglichst nahekommen)
- Ableitung von Emissionsfaktoren in [g/kWh] bzw. [g/kgKV]

Beginn: 2011

Ende: Frühjahr 2013

Abgasmassenbestimmung am Austritt der Abgasleitung



Rauchgaswolke steuerbord bei der Jan von Werth



Abgasreinigungssystem bei der Jan von Werth

DPF-Anlage

SCR-Anlage



Partikelfiltervergleich mit/ohne DPF-Filterereinsatz

1. Messkampagne „FGS Jan van Werth“ 01.-02.10.2012

Vor Partikelfilter:

1. Drehzahlstufe



2. Drehzahlstufe



3. Drehzahlstufe



4. Drehzahlstufe



Partikelfiltervergleich mit/ohne DPF-Filterereinsatz

1. Messkampagne „FGS Jan van Werth“ 01.-02.10.2012

Vor Partikelfilter:

1. Drehzahlstufe



2. Drehzahlstufe



3. Drehzahlstufe



4. Drehzahlstufe



Nach SCRT-Anlage:

1. Drehzahlstufe



2. Drehzahlstufe



3. Drehzahlstufe



4. Drehzahlstufe



Emissionsmessungen am Nachrüst-SCRT-System belegen Schadstoffminderung

Reduktionspotential verschiedener Schadstoffe:

- Stickstoffoxide: 70 %
- Kohlenwasserstoffe: 98 %.
- Feinstaub PM10: 94 %,
- Kohlenstoffhaltiger Ruß: 99 %