

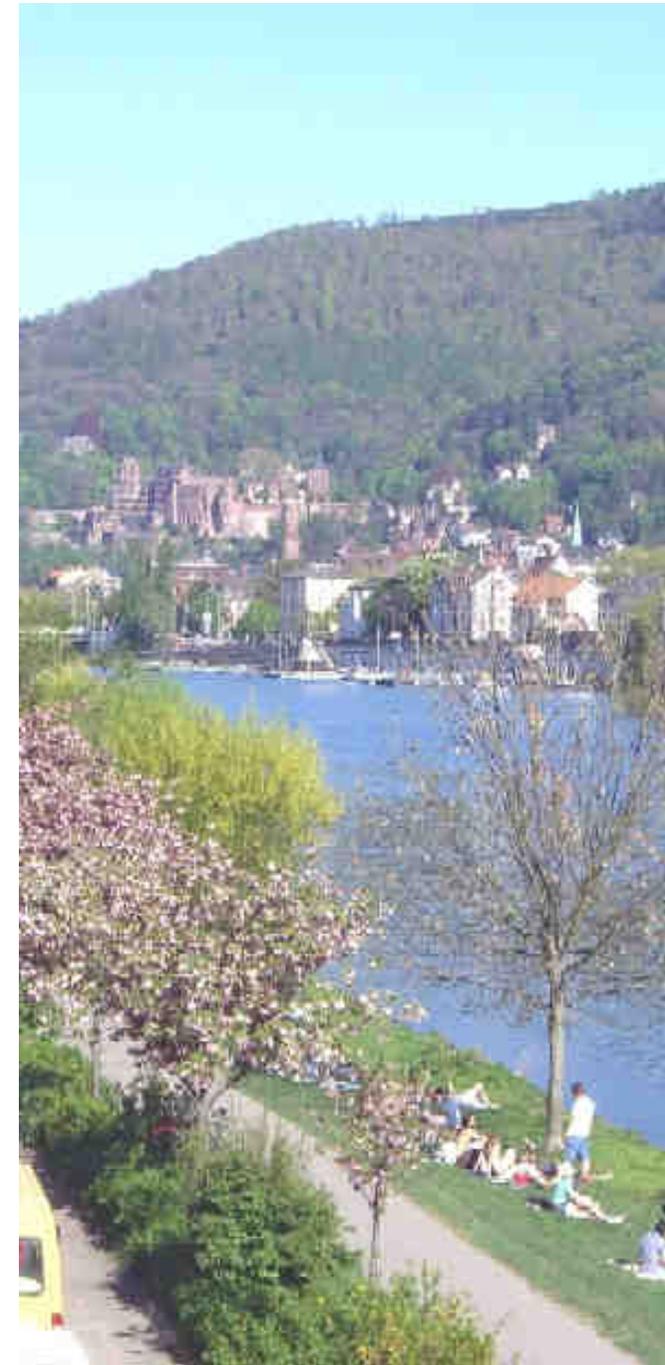
Kolloquium „Luftqualität an Straßen“
am 30./31. März 2011 bei der Bundesanstalt
für Straßenwesen (BASt) in Bergisch-Gladbach

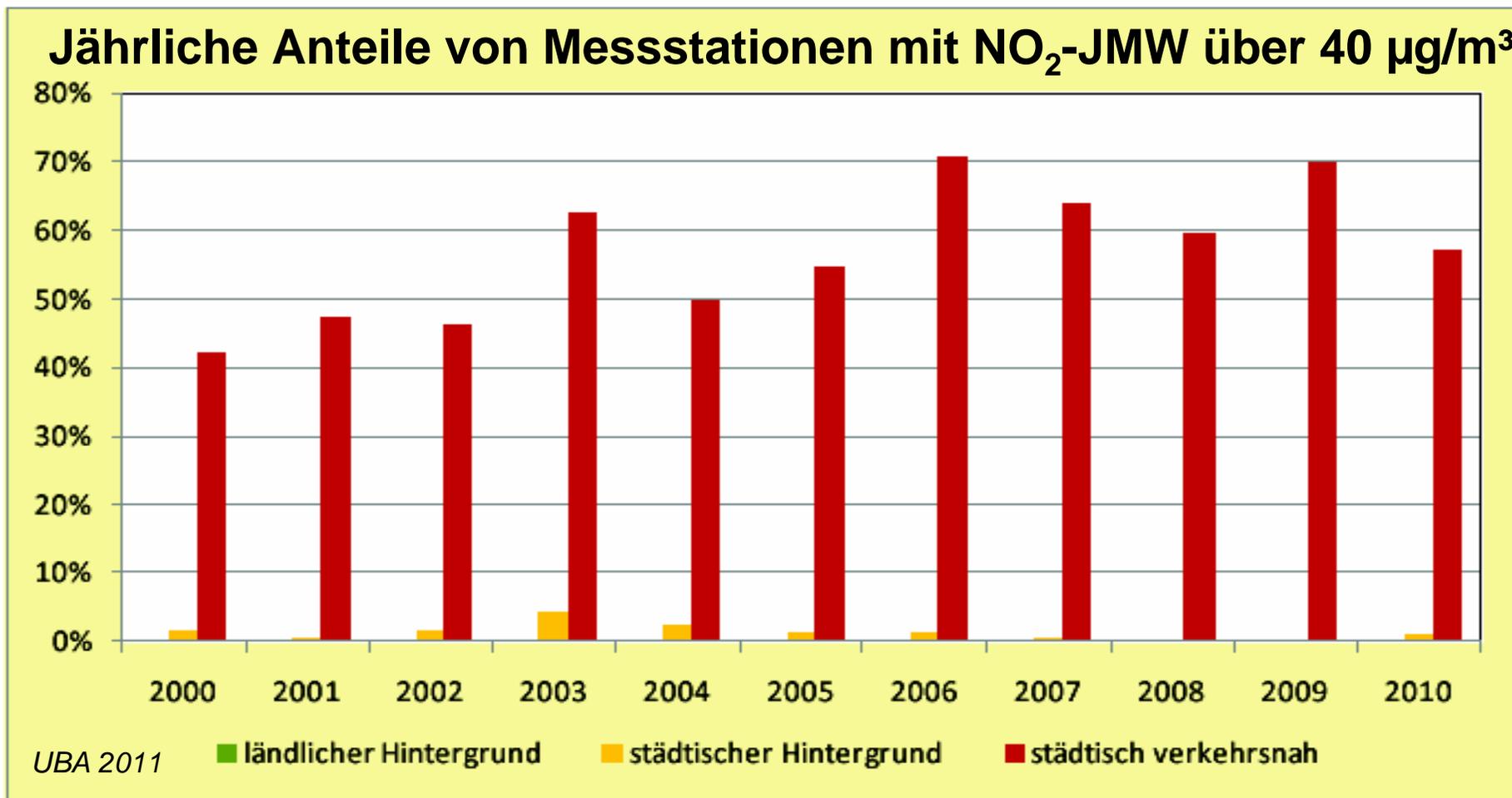
Wirksamkeit der neuen Kfz-Abgasgrenzwerte auf die zukünftige Entwicklung der NO₂-Luftqualität in Deutschland

Frank Dünnebeil, Udo Lambrecht und Ingo Rehberger

ifeu - Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg GmbH

Internet: www.ifeu.de

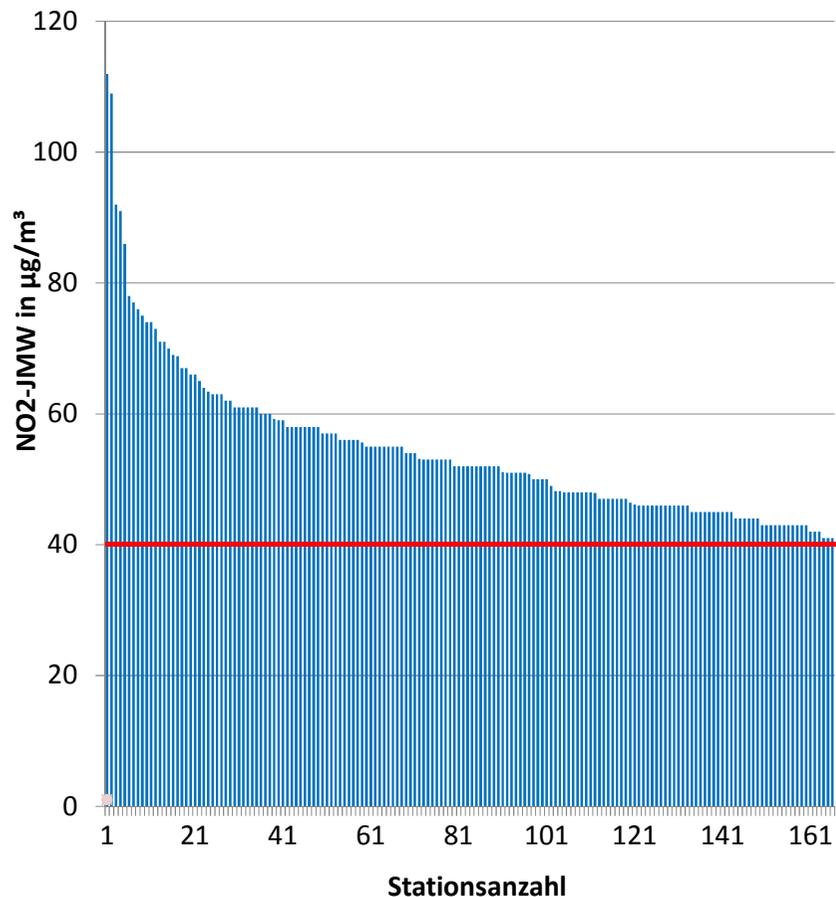




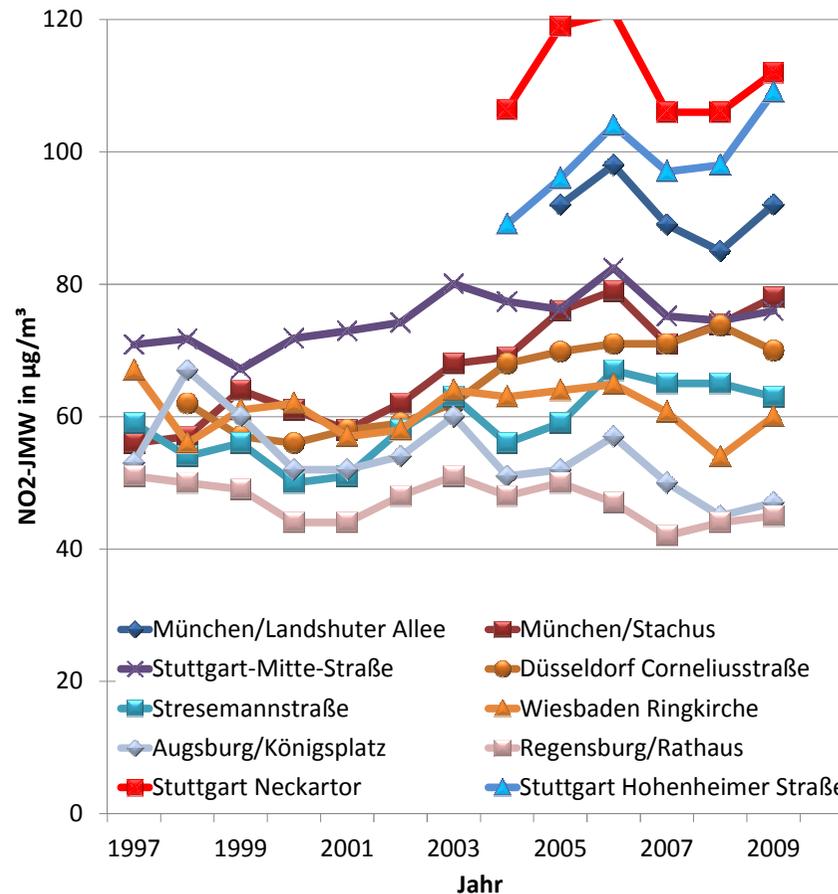
- Im Jahr 2010 überschritten etwa 56 Prozent der städtisch verkehrsnahen Stationen den NO₂-Jahresgrenzwert von 40 µg/m³.*
- Kaum Änderung der Belastungssituation gegenüber den Vorjahren.

* UBA-Auswertung, für 2010 vorläufige, noch nicht abschließend geprüften Daten aus den Messnetzen der Länder und des Umweltbundesamtes.

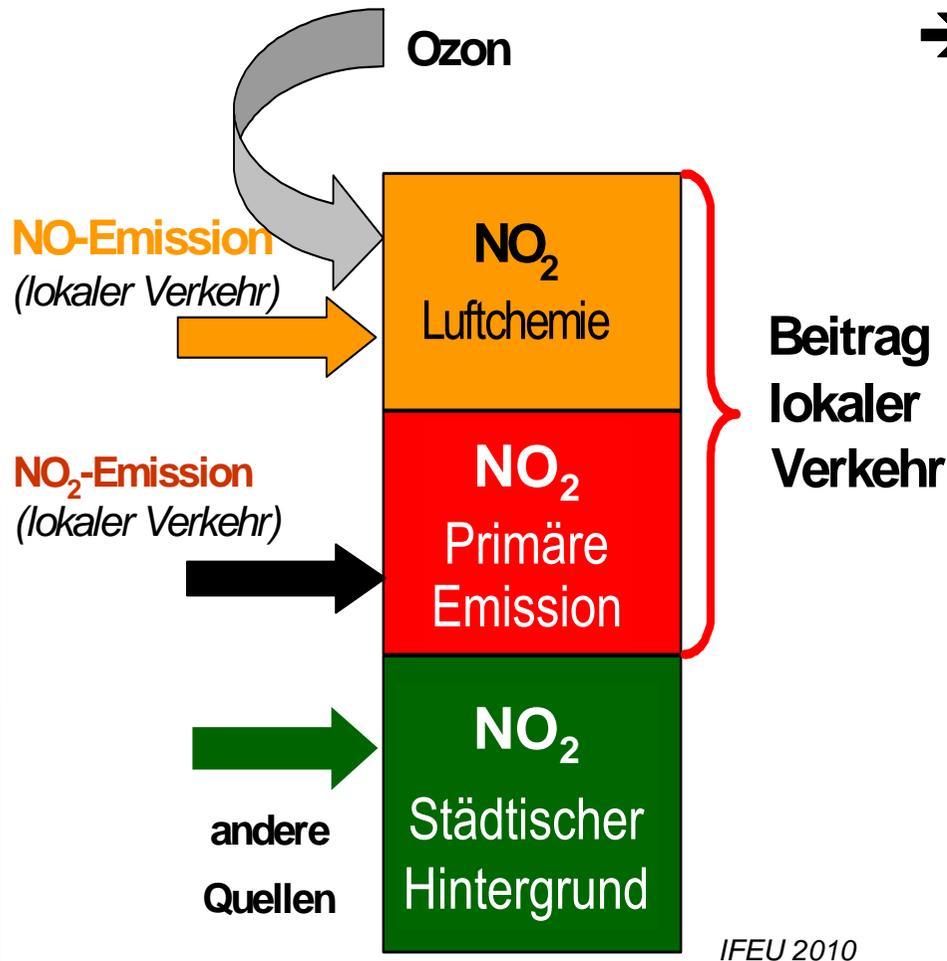
Messtationen mit einem NO₂- Jahresmittelwert 2009 über 40 µg/m³



Entwicklung der NO₂-Konzentrationen an ausgewählten Luftmessstationen



- Große Unterschiede bei der Höhe der Grenzwertüberschreitungen.
- An vielen hoch belasteten Messstationen nahm die NO₂-Konzentration in den letzten Jahren nicht oder nur in geringem Maße ab.

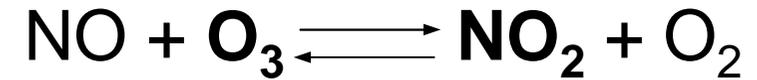


Zur NO₂-Immission tragen bei:

→ Lokaler Verkehr

NO-Emissionen

- tragen nach luftchemischer Reaktion v.a. mit Ozon zur NO₂-Immission bei



„photochemisches Gleichgewicht“

Primäre NO₂-Emissionen

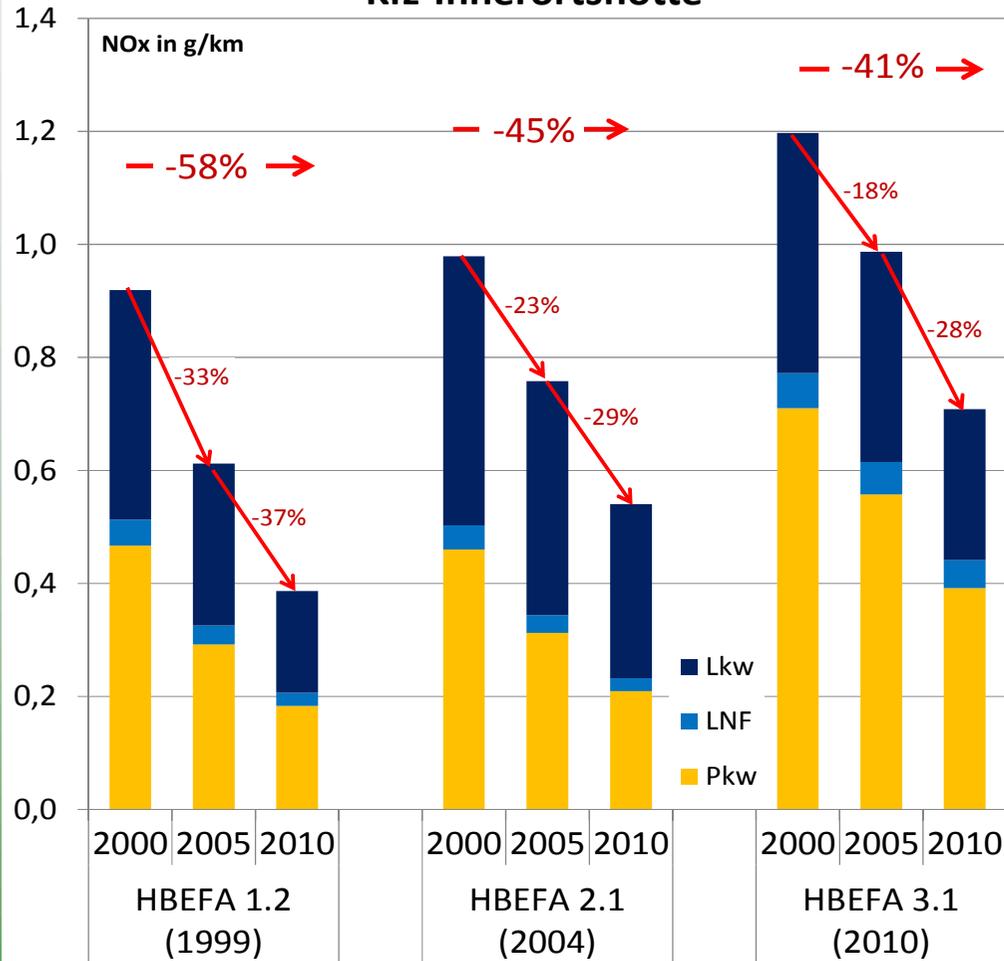
- tragen direkt zur NO₂-Immission bei

→ Hintergrundbelastung

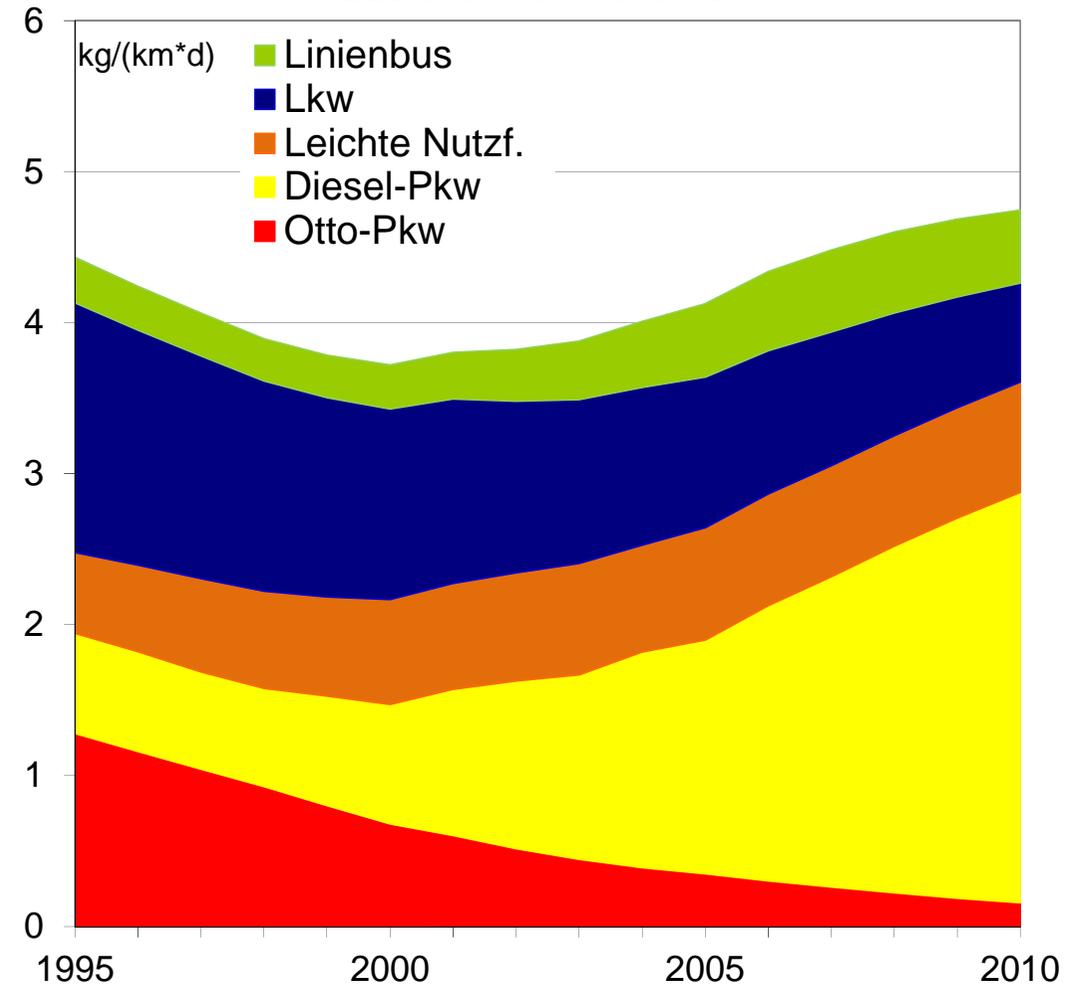
- Emissionen anderer Quellen

Vergangene Entwicklung der NO_x- und NO₂-Emissionen

Spezifische NO_x-Emissionen einer mittleren Kfz-Innerortsflotte



NO₂-Emissionen in mittleren Innerortssituationen

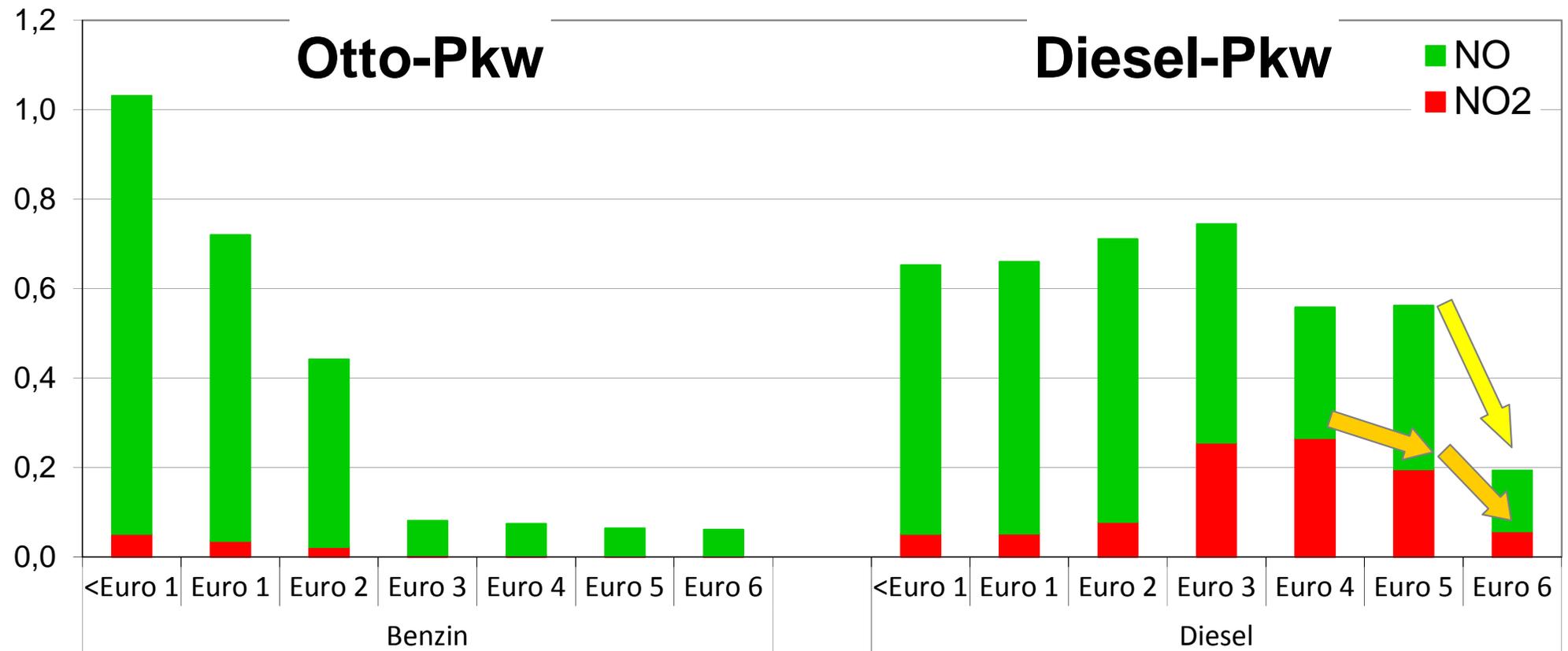


- Rückgang der NO_x-Emissionen im Straßenverkehr geringer als erwartet.
- Anstieg der direkten NO₂-Emissionen, v.a. durch Diesel-Pkw.

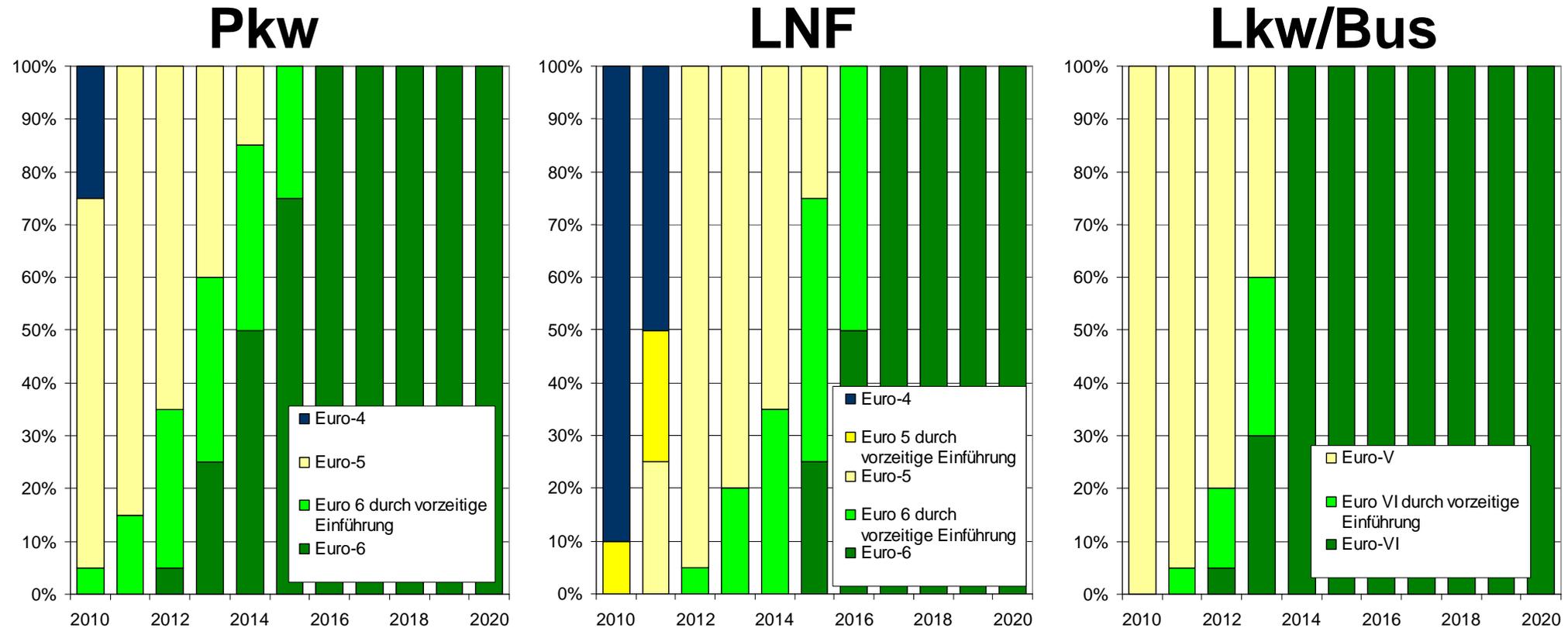
- Eine Fristverlängerung zur NO₂-Grenzwerteinhaltung bis 2015 ist unter bestimmten Bedingungen möglich.
- Entscheidend für eine Verringerung der NO₂-Konzentrationen ist die Abnahme der NO_x- und NO₂-Emissionen des Verkehrs.
- Mit der Einführung der Kfz-Abgasgrenzwertstufen Euro 5+6 & Euro VI werden deutliche NO_x- und NO₂-Emissionsminderungen erwartet.
- Resultierende Minderungen der NO₂-Immissionen abhängig von:
 - Höhe und Zusammensetzung der lokalen NO₂-Konzentrationen,
 - Wie hoch sind die spezifischen Emissionsminderungen durch Euro 5/6/VI.
 - Wie schnell wird Euro 5/6/VI in die Kfz-Flotten eingeführt.

IFEU-Gutachten im Auftrag des Bundesumweltministeriums: „TREMOS-Szenarien zur Abschätzung der Wirksamkeit der neuen Kfz-Grenzwerte auf die NO₂-Luftqualität“

- Emissionsberechnungen für eine mittlere Innerortssituation für die Jahre 2005-2020 mit Emissionsfaktoren des aktuellen HBEFA 3.1
 - Trendszenario: Entwicklung der Emissionen ohne Zusatzmaßnahmen auf Basis gesetzlich festgelegter Einführungszeiten und weiterer Annahmen.
 - „Vorzeitige Einführung“: Vorgezogene Einführung der Grenzwertstufen Euro 6 & Euro VI durch Förderungen bei allen Fahrzeugkategorien.
- Entwicklung zukünftiger NO₂-Immissionen infolge der Emissionsänderungen am Beispiel ausgewählter typisierter Belastungssituationen.

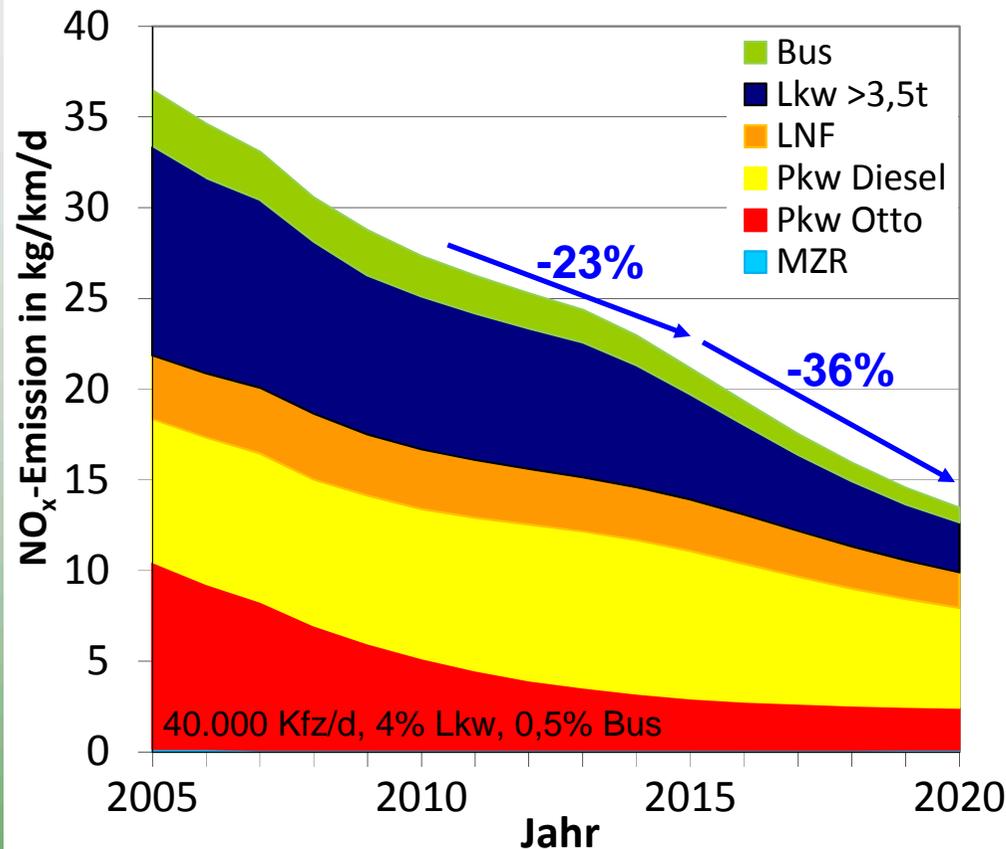


- Anstieg der NO_x-Emissionen von Diesel-Pkw bis Euro 3 trotz verschärfter Abgasgrenzwerte.
- Starke Erhöhung der NO₂-Emissionen von Diesel-Pkw ab Euro 3.
- Deutlich höhere Emissionen auch aktueller Diesel-Pkw gegenüber Otto.
- Mit Euro 5 leichter Rückgang der NO₂-Emissionen.
- Erst mit Euro 6 starker Rückgang von NO_x und NO₂.

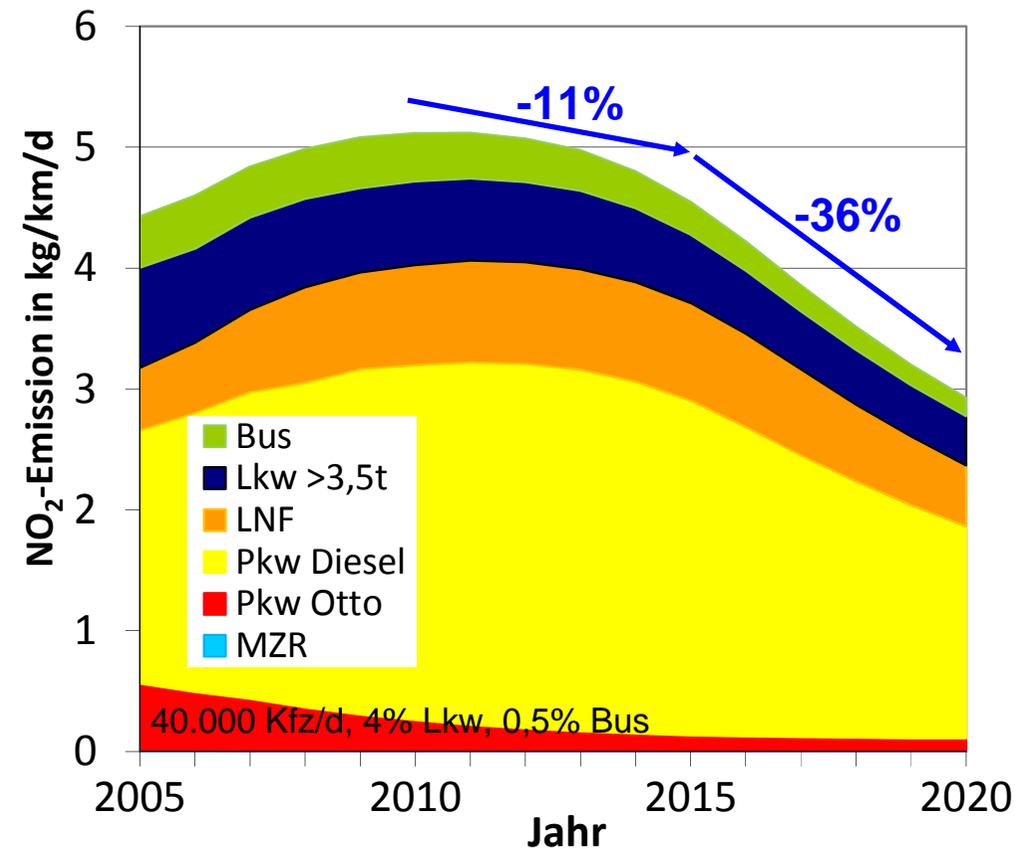


- **Trendszenario:** Gesetzliche Einführungsfristen + Erfahrungen zu Einführungszeiträumen bei früheren Grenzwertstufen.
- **Vorzeitige Einführung:** Die Einführungsfristen für Euro 6 orientieren sich bei Pkw an vom VDA (unter Grundlage einer Förderung) abgeschätzten Fahrzeugzahlen (2010: 5%, Anstieg bis 2015: 100%).
- ➔ Insgesamt wird die Einführung von Euro 6 (Pkw & LNF) um ca. 2 Jahre gegenüber dem Trend vorgezogen, Euro VI (Lkw) um ca. 1 Jahr.

NO_x-Emissionen

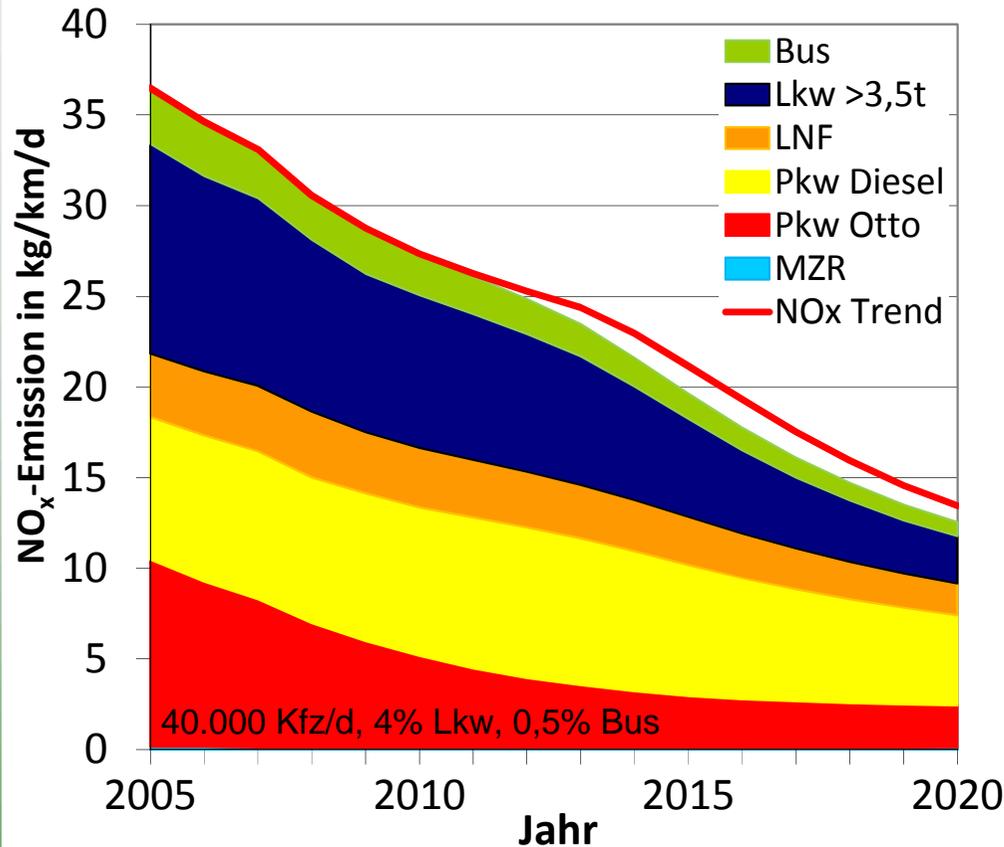


NO₂-Emissionen

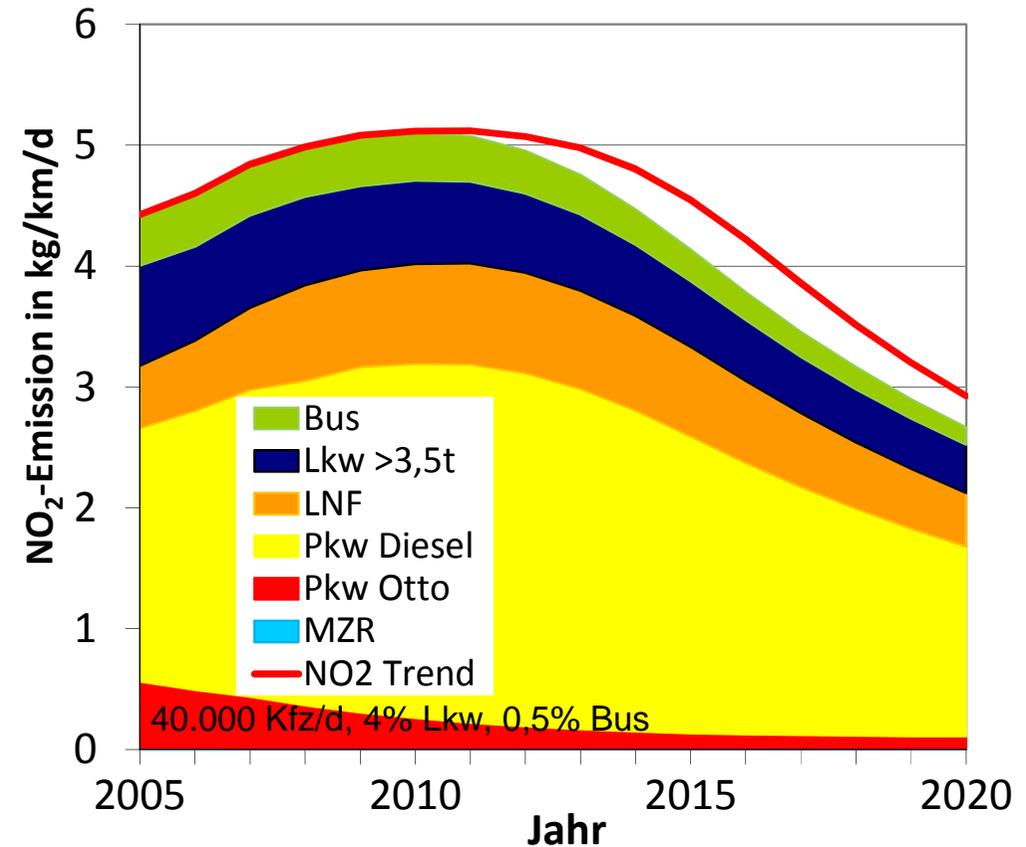


- Zwischen 2005 und 2010 nahmen die NO_x-Emissionen um 25% ab. Sie werden auch nach 2010 kontinuierlich zurückgehen.
- Die NO₂-Emissionen stiegen 2005-2010 um 15% an.
- Erst nach dem Jahr 2011 gehen die NO₂-Emissionen zurück. Nach 2015 verstärkt sich der NO₂-Emissionsrückgang deutlich.

NO_x-Emissionen



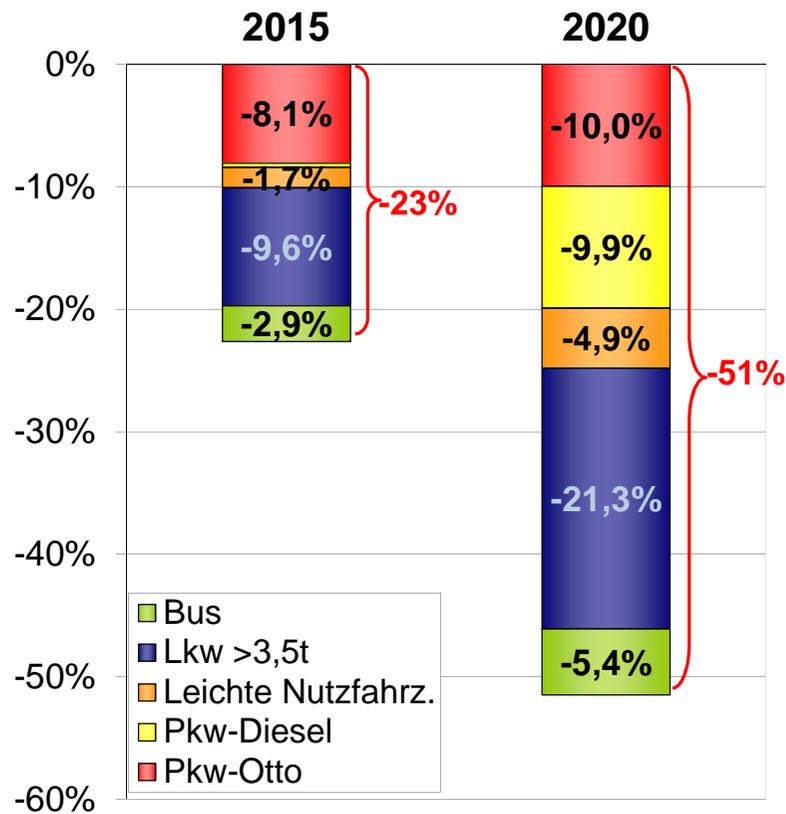
NO₂-Emissionen



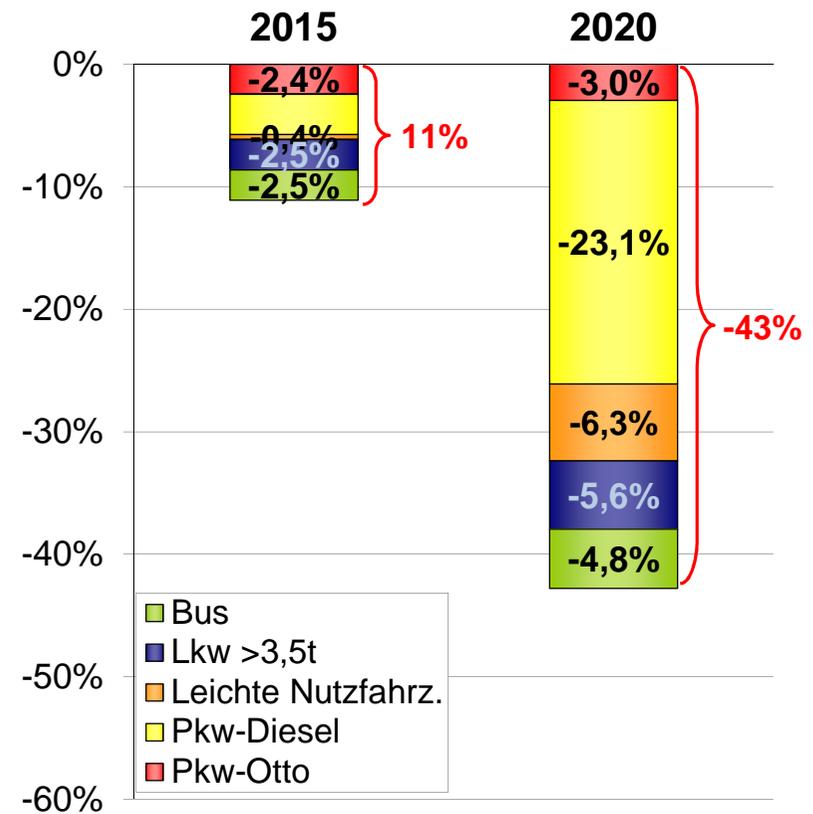
- 2015 sind die NO_x-Emissionen durch vorzeitige Einführung zusätzlich um 6% gegenüber 2010 reduziert, die NO₂-Emissionen um 8%.
- 2017 wird die größte Zusatzminderung gegenüber dem Trend erreicht.
- Durch die vorzeitige Einführung wird das im Trendszenario bis 2020 erreichte NO_x- bzw. NO₂-Emissionsniveau ca. 1-2 Jahre früher erreicht.

Emissionsminderungen 2015 und 2020 gegenüber 2010

NO_x-Emissionsminderung zu 2010



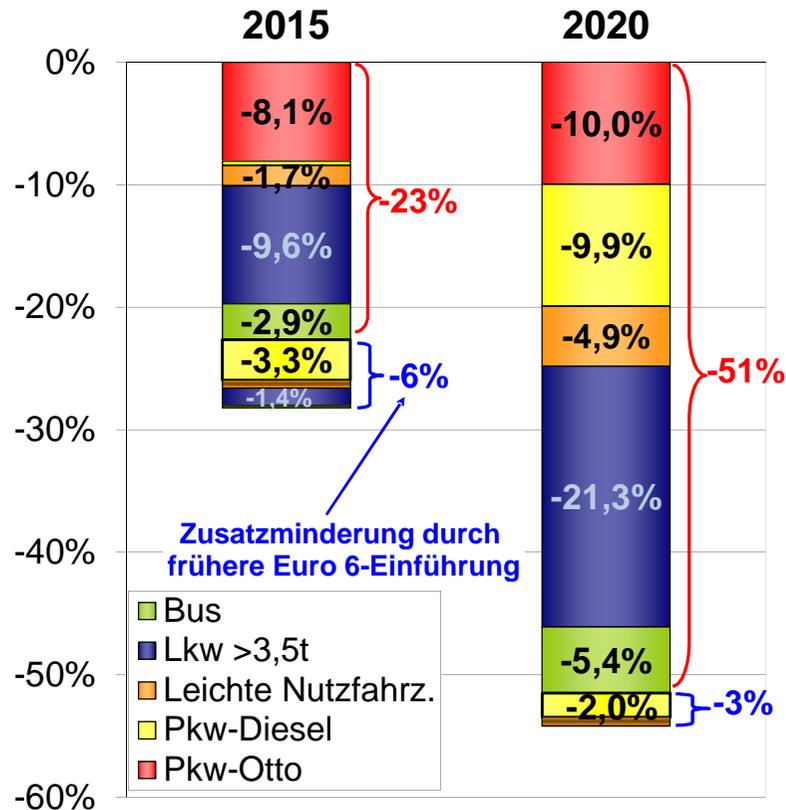
NO₂-Emissionsminderung zu 2010



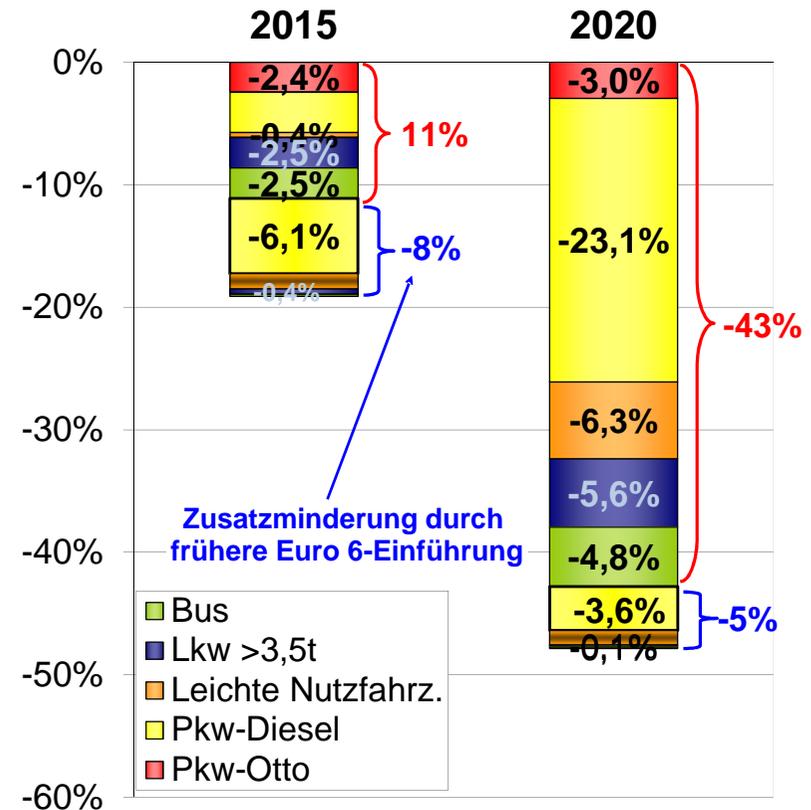
- NO_x-Minderungen bis 2015 am größten bei Otto-Pkw und Lkw. Bis 2020 weitere Minderungen bei Lkw, Abnahmen auch bei Diesel-Pkw + LNF.
- NO₂-Emissionsminderungen bis 2015 deutlich schwächer als bei NO_x. Nach 2015 stark erhöhte NO₂-Minderungen, v.a. durch Diesel-Pkw.

Emissionsminderungen 2015 und 2020 gegenüber 2010

NO_x-Emissionsminderung zu 2010

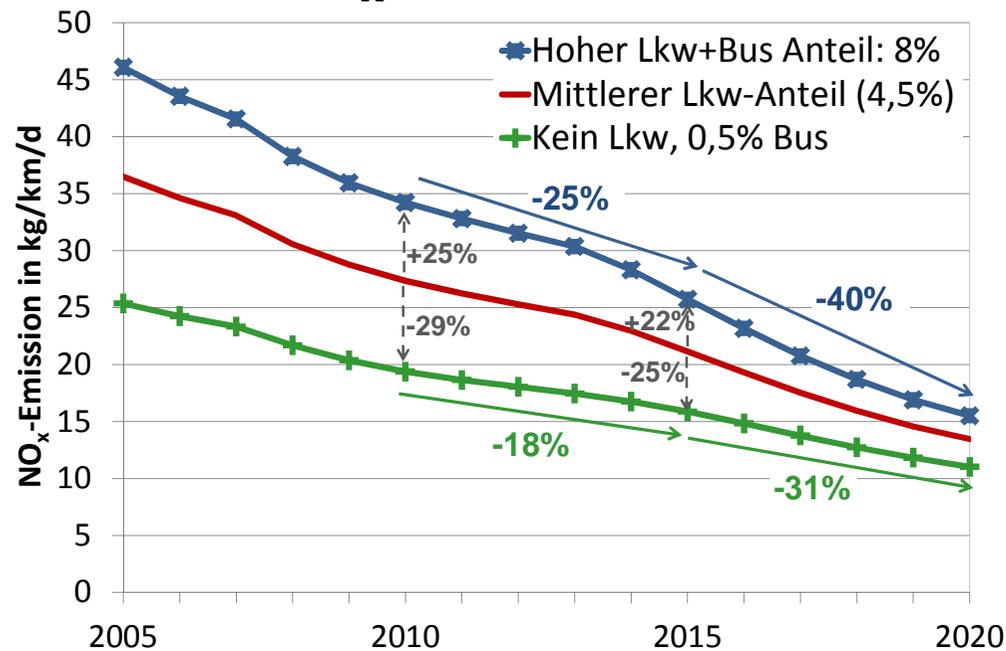


NO₂-Emissionsminderung zu 2010

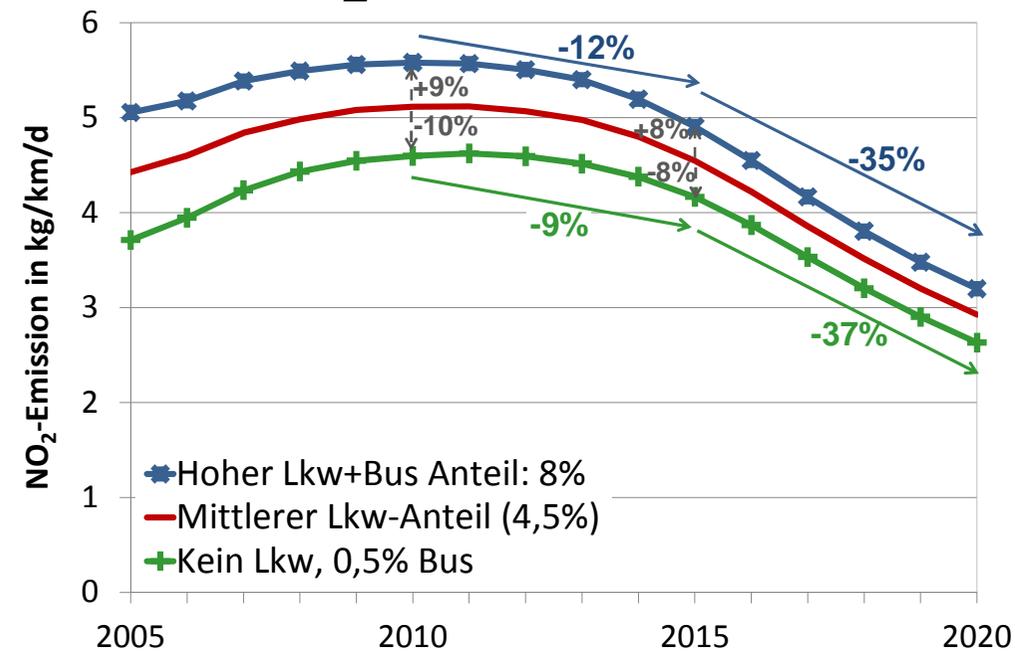


- NO_x-Minderungen bis 2015 am größten bei Otto-Pkw und Lkw. Bis 2020 weitere Minderungen bei Lkw, Abnahmen auch bei Diesel-Pkw + LNF.
- NO₂-Emissionsminderungen bis 2015 deutlich schwächer als bei NO_x. Nach 2015 stark erhöhte NO₂-Minderungen, v.a. durch Diesel-Pkw.
- Zusatzminderungen durch vorgezogene Euro 6/VI-Einführung hauptsächlich durch Diesel-Pkw, bei NO_x bis 2015 auch durch Lkw.

NO_x-Emissionen



NO₂-Emissionen



- Bei einem hohen Lkw-Anteil von 8% sind die NO_x-Emissionen im Jahr 2010 um 25%, und 2015 um 22% höher als im Basisszenario (4,5%). Die NO₂-Emissionen sind nur 9% bzw. 8% höher.
- Bei einem niedrigen Lkw-Anteil sind die NO_x-Emissionen 2010 und 2015 um 29% bzw. 25% niedriger, die NO₂-Emissionen um 10% bzw. 8%.
- In Straßen mit hohem Lkw-Verkehr sind zukünftig stärkere NO_x- und NO₂-Emissionsrückgänge zu erwarten als bei wenig Lkw-Verkehr.

Definition 4 unterschiedlicher innerstädtischer Belastungssituationen

- NO₂-Gesamtimmission im Jahr 2010: 60 µg/m³
- Hintergrundbelastung:
 - Niedrig (20 µg/m³): z.B. Freiburg, Karlsruhe
 - Hoch (30 µg/m³): z.B. Stuttgart, Hamburg
- Anteil primäres NO₂ im Immissionsbeitrag des lokalen Verkehr:
 - Hoch (60%): z.B. hoher Dieselanteil, geringe Ozonverfügbarkeit
 - Mittel (50%): z.B. niedriger Dieselanteil, erhöhter Ozoneinfluss

		Städtischer Hintergrund	
		Niedrig (20 µg/m)	Hoch (30 µg/m ³)
Lokaler Beitrag	Hoher Anteil primäres NO ₂ : 60%	A	C
	Mittlerer Anteil primäres NO ₂ : 50%	B	D

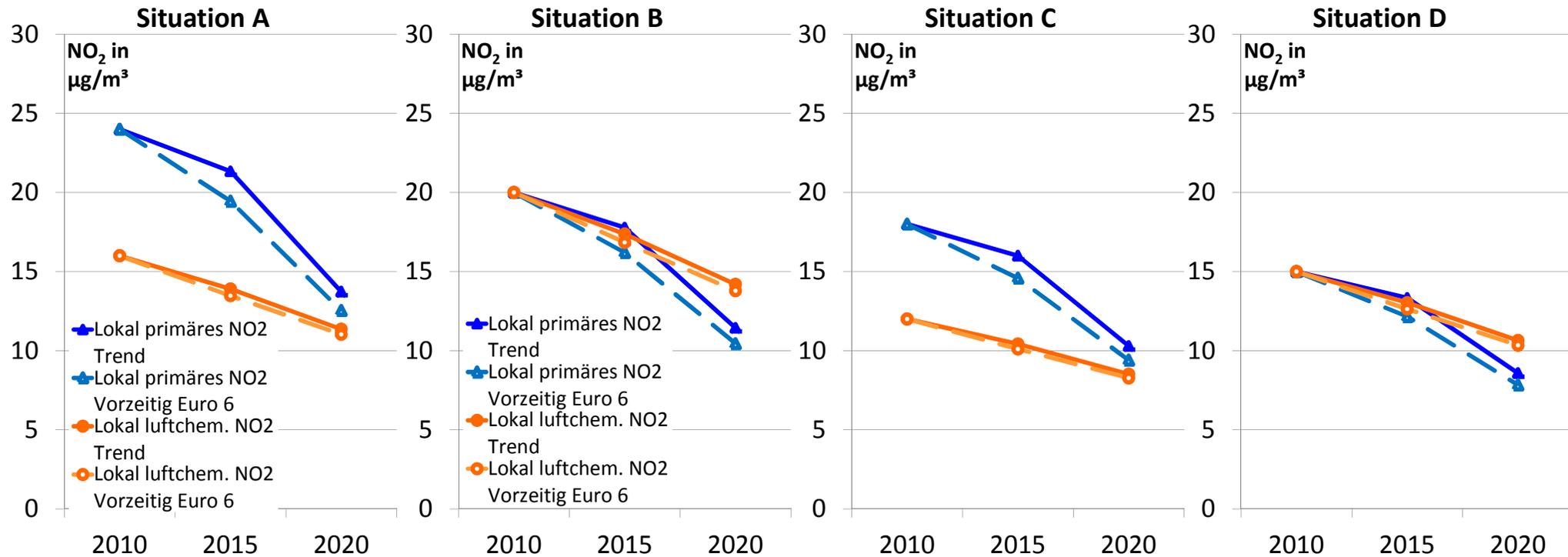
- Auf Basis von Immissionsanalysen wurde ein Verfahren zur Ermittlung von NO₂-Jahresmittelwerten anhand der individuellen Entwicklung der einzelnen Quellenbeiträge entwickelt.

$$\text{NO}_2 \text{ [Gesamt]} = \text{NO}_2 \text{ [Hintergrund]} + \text{NO}_2 \text{ [primär]} + \text{NO}_2 \text{ [Luftchemie]}$$

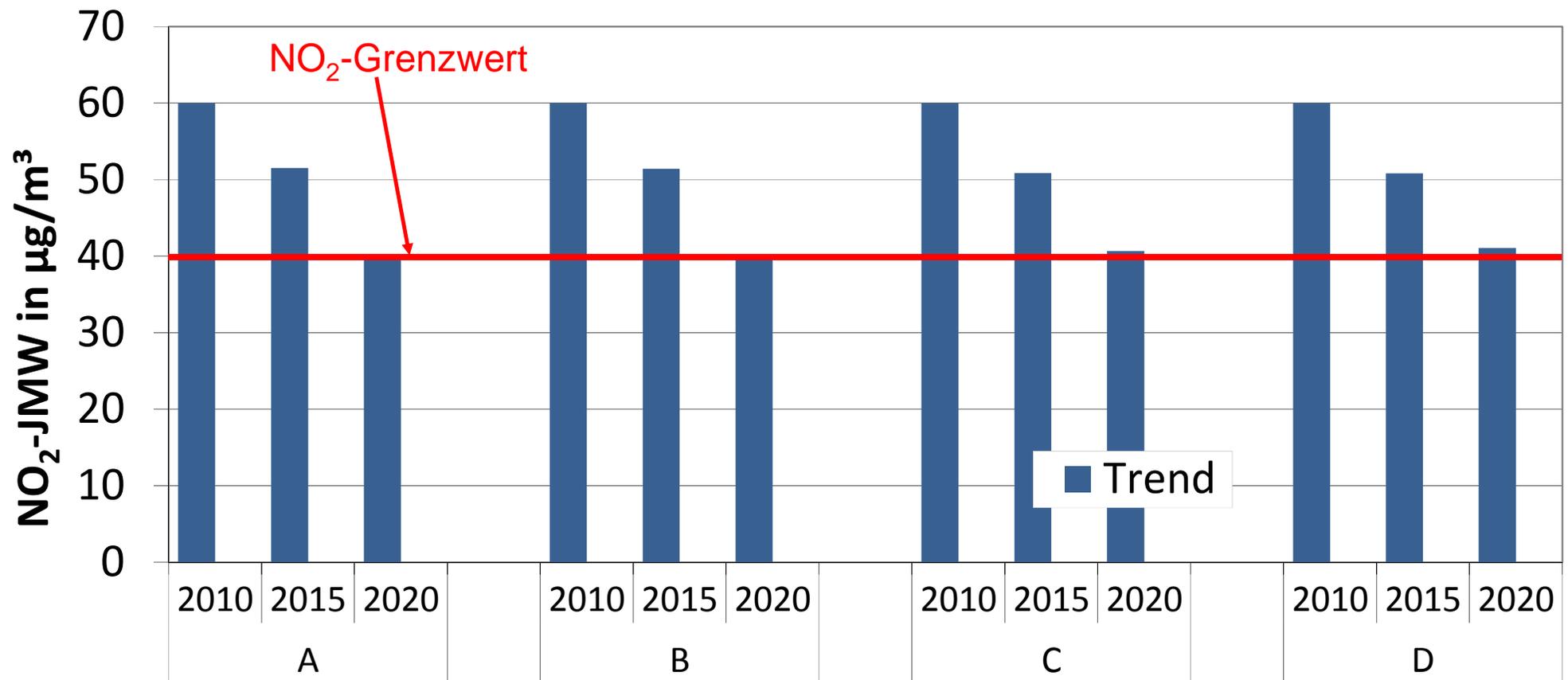
mit:

- **Hintergrundbelastung:** Entwicklung im Trend wie NO_x-Emissionen in Deutschland (UBA-Projekt PAREST).
 - **Primäres NO₂:** Reduktion gemäß prozentualer Abnahme der direkten NO₂-Emissionen.
 - **Luftchemisches NO₂:** Anteilige Reduktion bei NO-Emissionsabnahme. (über statistische Auswertungen der stündlichen NO₂-Bildung an Verkehrsstationen in Abhängigkeit von lokalen NO-Emissionen und Ozonverfügbarkeit)
- Ein Vergleich dieser Methode mit den Chemieboxmodell-Berechnungen für Baden-Württemberg [IFEU 2010] zeigt eine gute Übereinstimmung.

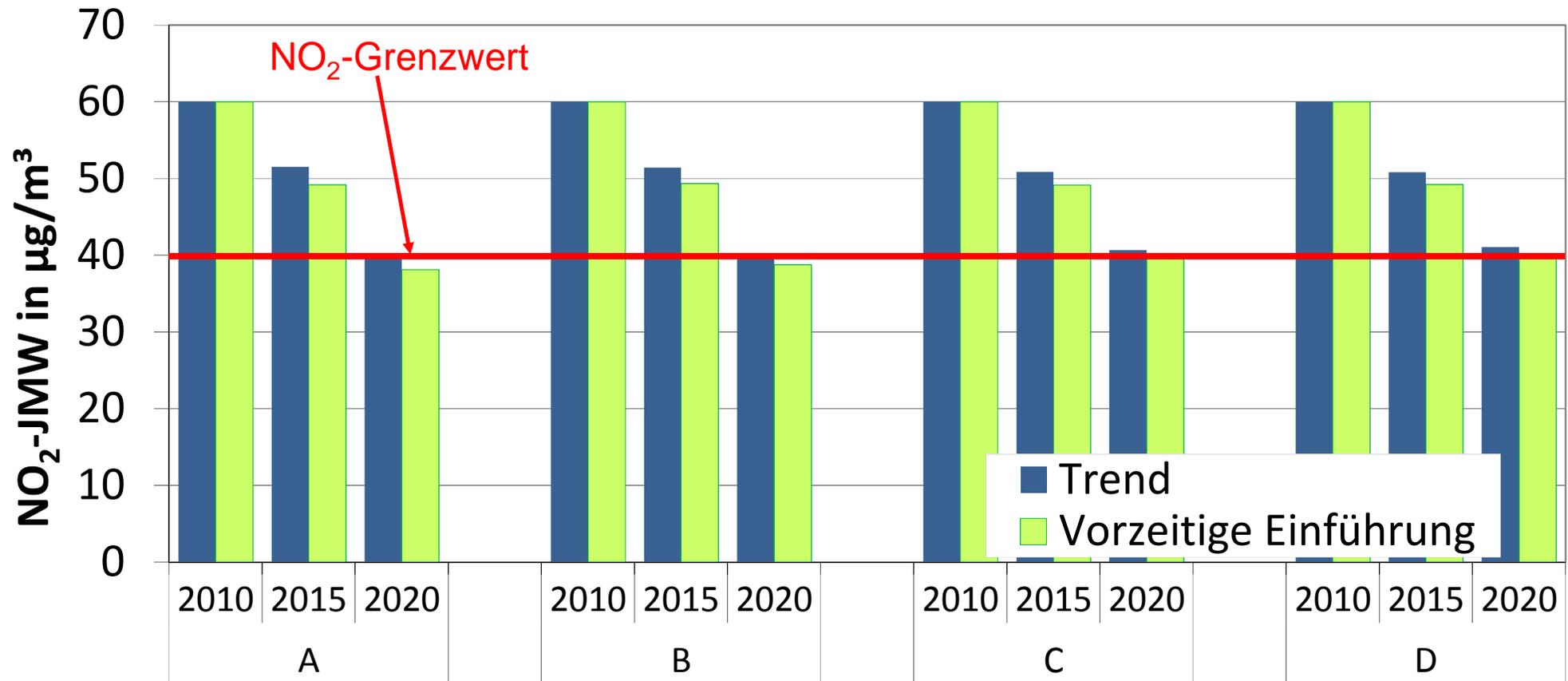
Lokale Quellenbeiträge zur Minderung der NO₂-Immission



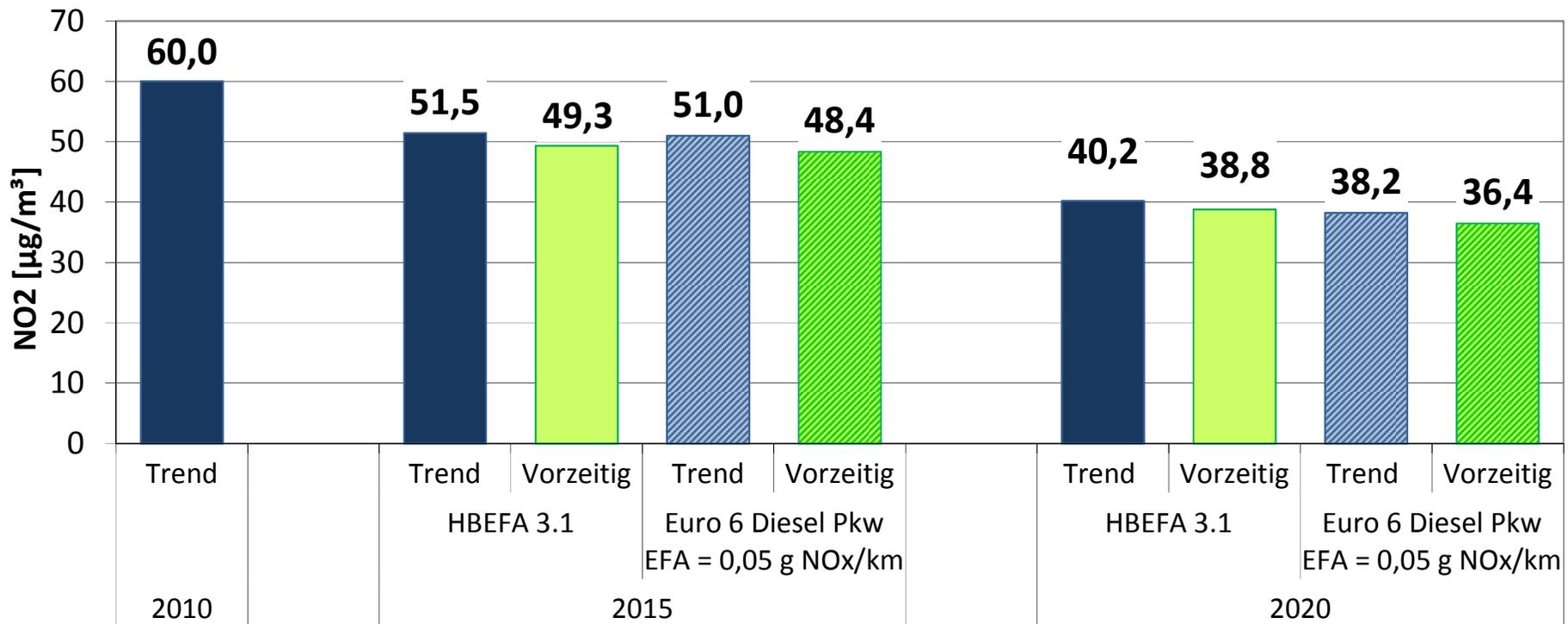
- Bis 2015 ist der Rückgang von lokal primärem und lokal luftchemisch gebildetem NO₂ im Trend ähnlich stark.
- Bis 2020 sinkt primäres NO₂ um 6-8 µg/m³ und damit deutlich stärker als die luftchemisch gebildete NO₂-Menge.
- Eine frühere Euro 6-Einführung brächte bei primärem NO₂ weitere 1-2 µg/m³ Minderung, bei luftchemischem NO₂ nur ca. 0,3-0,5 µg/m³.
- Der lokale primäre NO₂-Beitrag ist selbst bei hohem Ausgangsniveau im Jahr 2020 nur noch leicht höher als lokal luftchemisch gebildetes NO₂.



- Deutliche NO₂-Immissionsabnahmen 2010-2020 im Trend.
- Rückgänge der Gesamtimmission für alle Belastungssituationen ähnlich.
- ➔ Stationen mit einem Ausgangsniveau von 60 µg/m³ im Jahr 2010 überschreiten im Trend-Szenario auch 2015 den NO₂-Grenzwert.
- ➔ Erst im Jahr 2020 kann der Grenzwert erreicht werden.

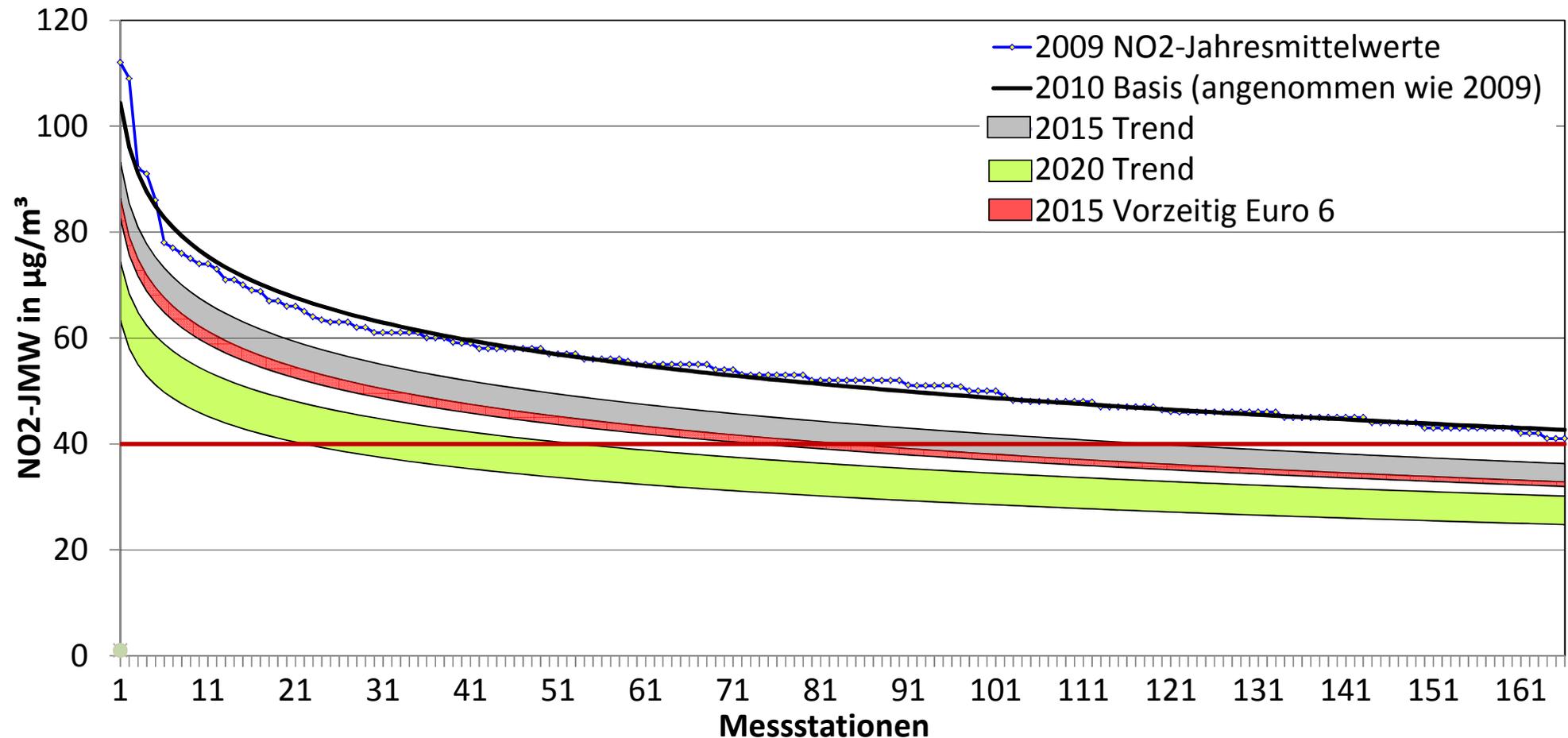


- ➔ Eine vorzeitige Einführung von Euro 6/VI könnte im Jahr 2015 zu einer zusätzlichen NO₂-Minderung um 1,5 - 2,2 µg/m³ führen.
- ➔ Im Jahr 2020 wirkt sich eine vorzeitige Einführung weniger stark auf die Immissionsbelastung aus als im Jahr 2015.



Wie wirkt sich die Annahme deutlich niedrigerer Emissionsfaktoren für Diesel-Pkw Euro 6 auf die berechneten NO₂-Immissionsminderungen aus?

- Basis (HBEFA 3.1): NO_x-EFA = 0,19 g/km (Euro6/Euro4: -65%, GW -68%)
- Sensitivitätsanalyse: NO_x-EFA = 0,05 g/km.
- ➔ NO₂-Minderung wäre im Trend 2015 um 0,5 µg/m³ höher, 2020 um 2 µg/m³.
- ➔ Kombiniert mit vorgezogener Euro 6-Einführung wäre die NO₂-Immission im Jahr 2015 ca. 3 µg/m³ niedriger als im Trendszenario mit HBEFA 3.1.



- ➔ 2015 könnten 30-50% der Messstationen mit aktueller NO₂-Grenzwertüberschreitung ohne Zusatzmaßnahmen $\leq 40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ NO₂-JMW erreichen.
- ➔ 12-30% der Messstationen mit aktueller NO₂-Grenzwertüberschreitung liegen auch im Jahr 2020 im Trend noch über dem Grenzwert.
- ➔ Durch vorzeitige Euro 6-Einführung könnten im Jahr 2015 etwa 10 weitere Stationen den NO₂-Grenzwert ohne zusätzliche Maßnahmen erreichen.

**Vielen Dank für
Ihre Aufmerksamkeit!**

Und vielen Dank an



Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz
und Reaktorsicherheit

Frank Dünnebeil

(frank.duennebeil@ifeu.de)

