

# Emissionsfortschritte durch Einspritzsysteme und Abgasnachbehandlung Möglichkeiten zur NO<sub>x</sub>-Reduktion

Michael Krüger

DS/ENT

Entwicklung Technologie

Martin Strobel

DS/EAS

Entwicklung Abgasnachbehandlung

Diesel Systems



**BOSCH**

# Inhalt

1

Umweltanforderungen an Dieselfahrzeuge -  
Zukünftige Technologiepakete

2

Maßnahmen zur NO- und NO<sub>2</sub>-Emissionsreduzierung

3

NO<sub>2</sub>-Immissionen - Erforderliche NO<sub>x</sub>-Reduktion

4

Zusammenfassung

# Zukünftige Anforderungen an Dieselmotoren

## Umwelt



**EU IV → EU VI**  
NO<sub>x</sub>: -89%  
Partikel: -50%

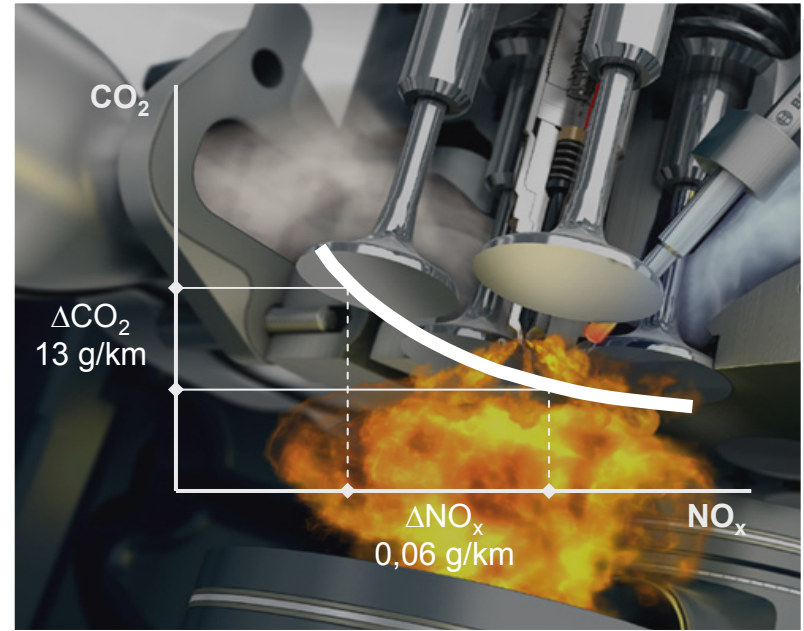


**EU 4 → EU 6**  
NO<sub>x</sub>: -68%  
Partikel: -82%



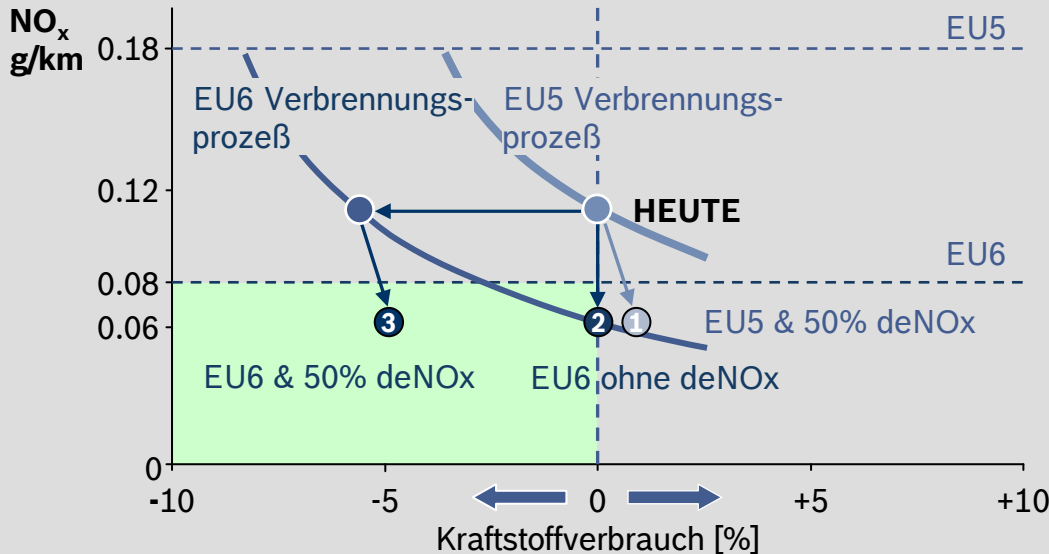
**CO<sub>2</sub>-Reduzierung (Pkw)**  
2008: 154 g/km  
2012: 130 g/km (-16%)  
2020: 95 g/km (-38%)

## Verbrennungsprozeß



CO<sub>2</sub>- & NO<sub>x</sub>-Reduzierung → Optimierung Gesamtsystem notwendig

# Key Enabler - Einspritz-/Luftsystem & NO<sub>x</sub>-ANB



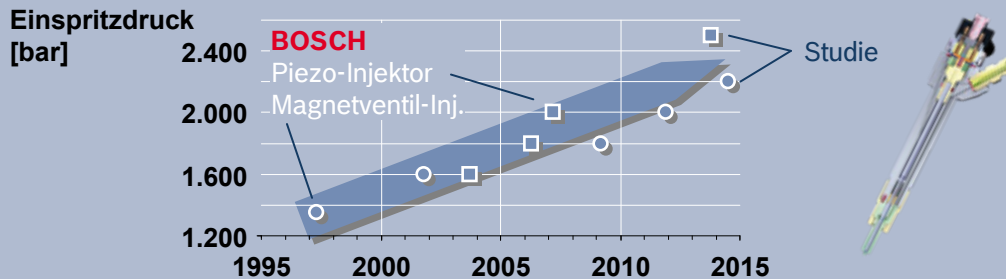
## Hohe Einspritzdrücke:

- EU6-Verbrennungsprozess
- Niedrige NO<sub>x</sub>-Emissionen in weiten Teilen des Motor-kennfeldes
- Hohe spezifische Leistung für weiteres "Downsizing"

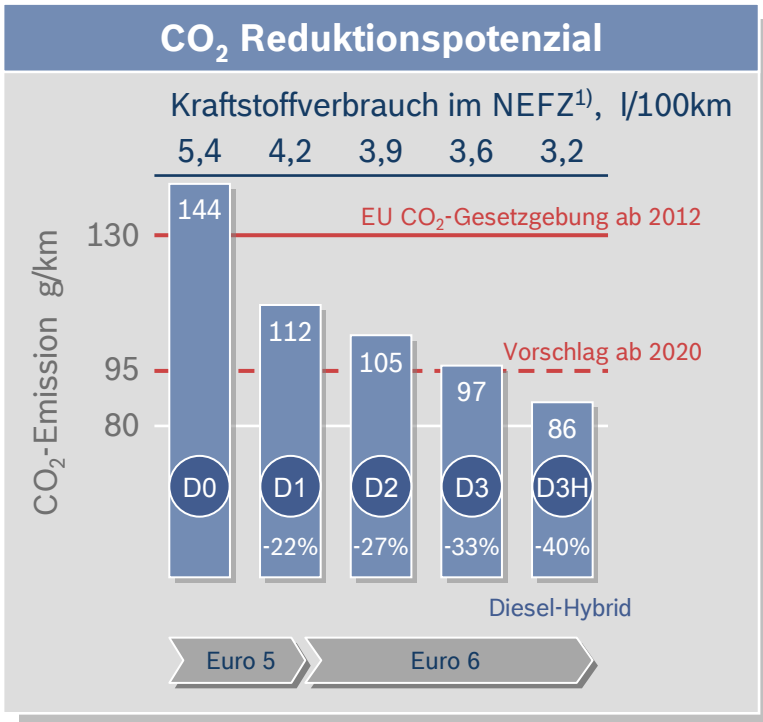


## NO<sub>x</sub>-ANB:

- Entspannung Zielkonflikt CO<sub>2</sub> vs. NO<sub>x</sub>
- Zusätzlicher Freiheitsgrad



## Diesel-Technologiepakete - "CO<sub>2</sub> Reduktion"



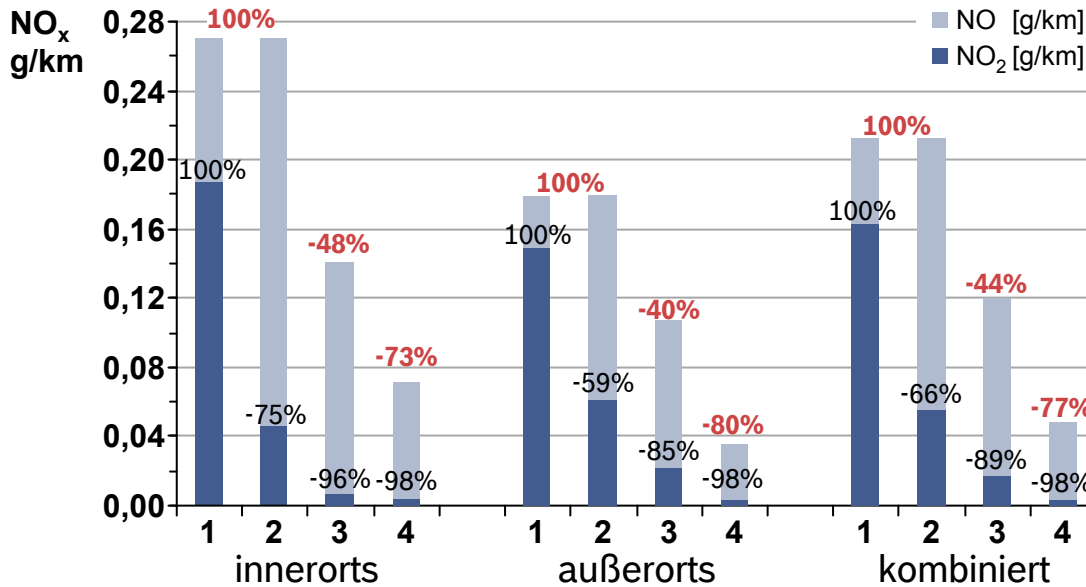
Paket	Technologie	Pkw <sup>*)</sup>
D0 = Basis	Common Rail Einspritzung, Turboaufladung	2.0 l 340 Nm
D1	+ optimierte Verbrennung + Start/Stop System + Thermo-Management + Downsizing	1.6 l 340 Nm
D2	+ NO <sub>x</sub> -ANB (aktive Abgasnachbehandlung)	1.6 l 340 Nm
D3	+ Reduzierung Zylinderanzahl (4 → 3 Zylinder)	1.2 l 290 Nm
D3H	+ Hybrid Batterie 1 kWh, E-Motor 25 kW	1.2 l 290 + 140 Nm

1): NEFZ = Neuer Europäischer Fahrzyklus, Potenzial ohne Fahrzeugmaßnahmen

\*) : Kompaktklasse, 1400 kg, 100 kW

Diesel zeigen deutliches CO<sub>2</sub>-Minderungspotenzial bis zu 40%

## NO- und NO<sub>2</sub>-Emissionsminderung - Diesel Pkw



Nr	Stufe	ANB	Technologie	
1	EU4 Serie	DOC DPF	Pt Pt	2005
2	EU4 Serie	DOC DPF	Pt/Pd Pt/Pd	ANB modifiziert
3	EU5 2010	DOC DPF	Pt/Pd Pt/Pd	Demo-Fzg.
4	EU6 2014	DOC DPF SCR oder NSC DPF	Pt/Pd Pt/Pd - Pt/Pd/Rh Pt/Pd	Demo-Fzg. mit NO <sub>x</sub> -ANB

Pt: Platin-Beschichtung  
 Pd: Palladium-Beschichtung  
 Rh: Rhodium-Beschichtung  
 DOC: Diesel-Oxidations-Katalysator  
 DPF: Diesel-Partikelfilter  
 SCR: Selektive katalytische NO<sub>x</sub> Reduktion  
 NSC: NO<sub>x</sub>-Speicher-Katalysator

Fahrzyklus: NEFZ, alle Fahrzeuge M1, ca. 80.000 km

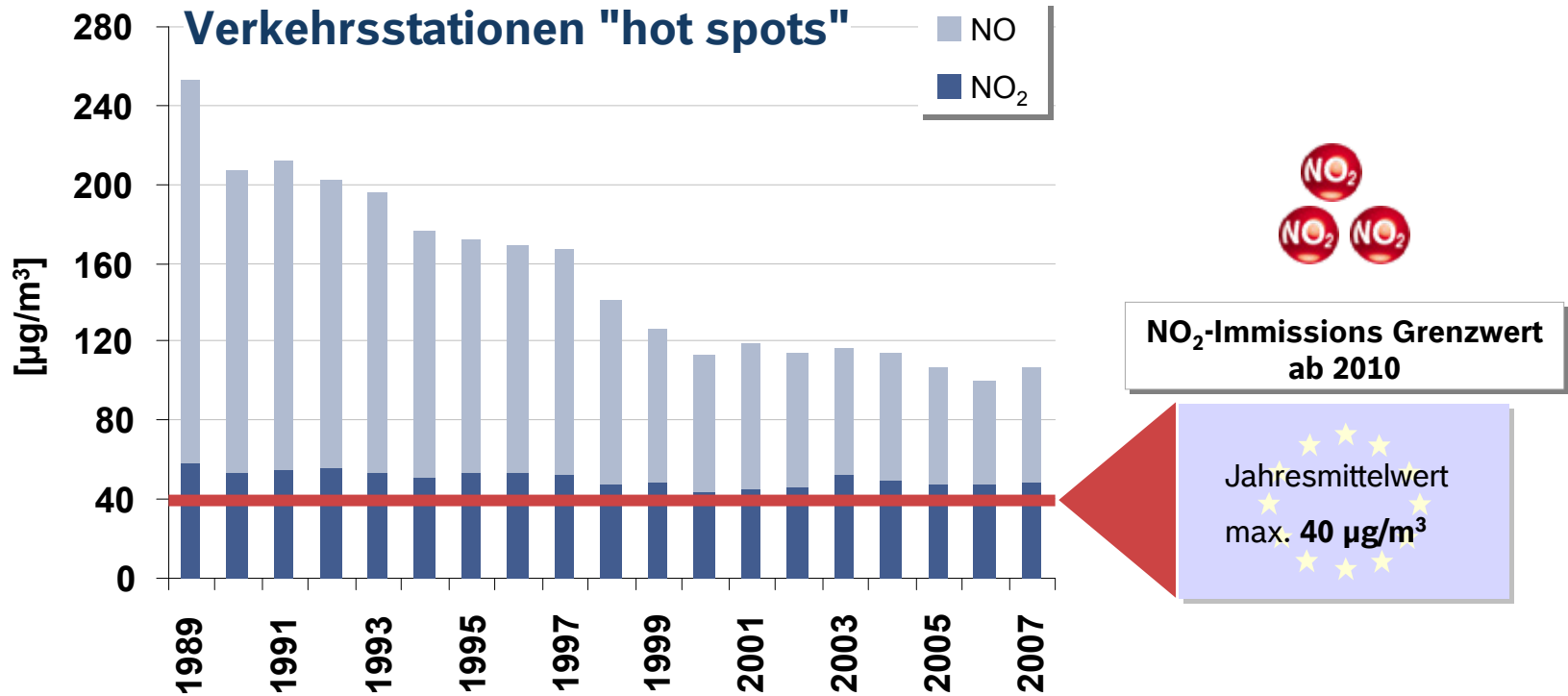
Katalysatorbeschichtung mit Pd → deutliche NO<sub>2</sub>-Minderung von 75%  
 zusätzliche NO<sub>x</sub>-ANB → NO<sub>2</sub>-Minderung von 98% ggü. EU4

Diesel Systems



**BOSCH**

# NO<sub>x</sub>-/NO<sub>2</sub>-Immission - Status "hot spots"



Quelle: LANUV NRW

Trotz NO<sub>x</sub>-Reduktion an Verkehrs "hot spots" kein Rückgang der NO<sub>2</sub>-Immission

# NO und NO<sub>2</sub> - Von der Emission zur Immission

## Atmosphärenchemie

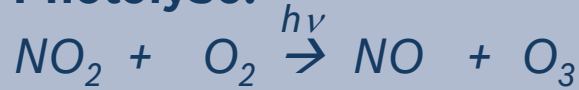
### Emission

#### Verkehr

NO

NO<sub>2</sub>

### Photolyse:



### Ozonabbau:



Weitere luftchem. Reaktionen:

- NO-Abbau
- NO<sub>2</sub>-Bildung

### Immission

#### Meßstelle

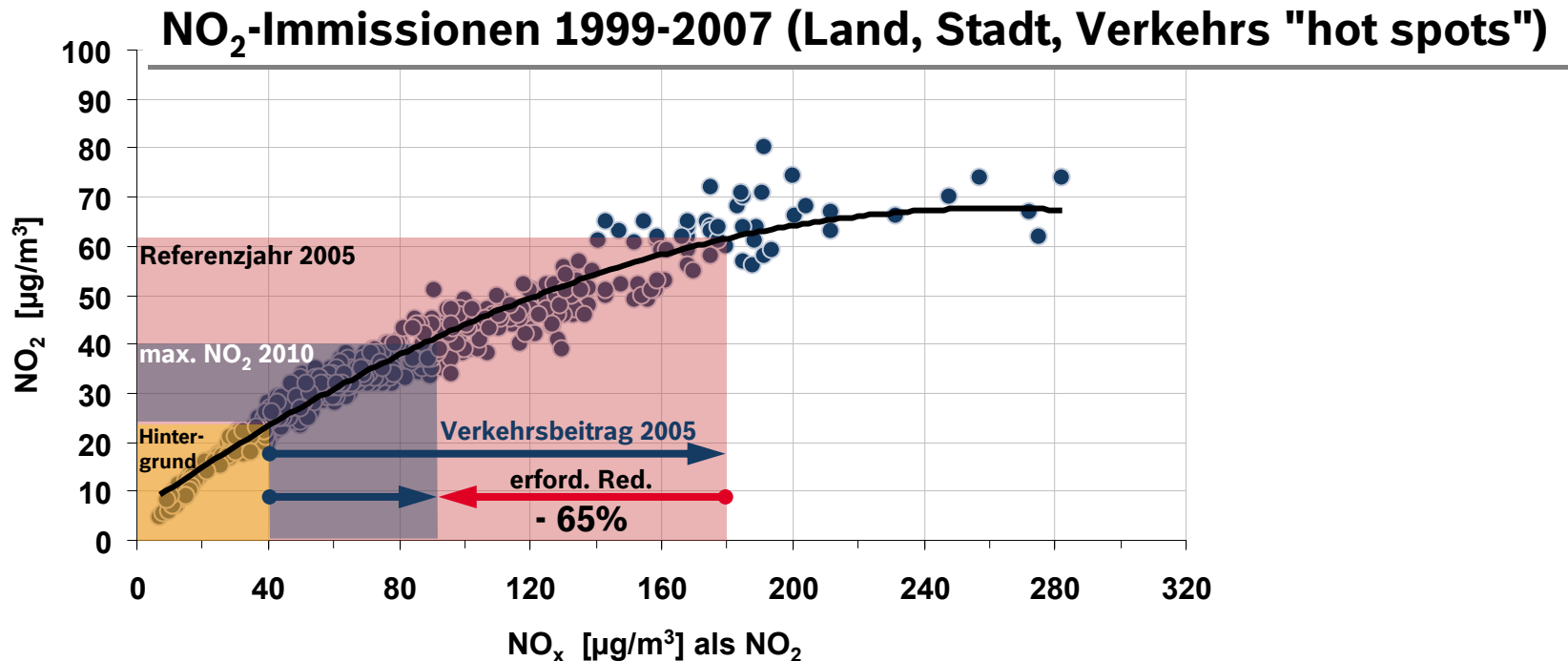
NO<sub>2</sub>-Hintergrund

NO<sub>2</sub>-Verkehr



Photochemische Prozesse erlauben keine direkte meßtechnische verursachergerechte Quellenzuordnung für NO und NO<sub>2</sub>

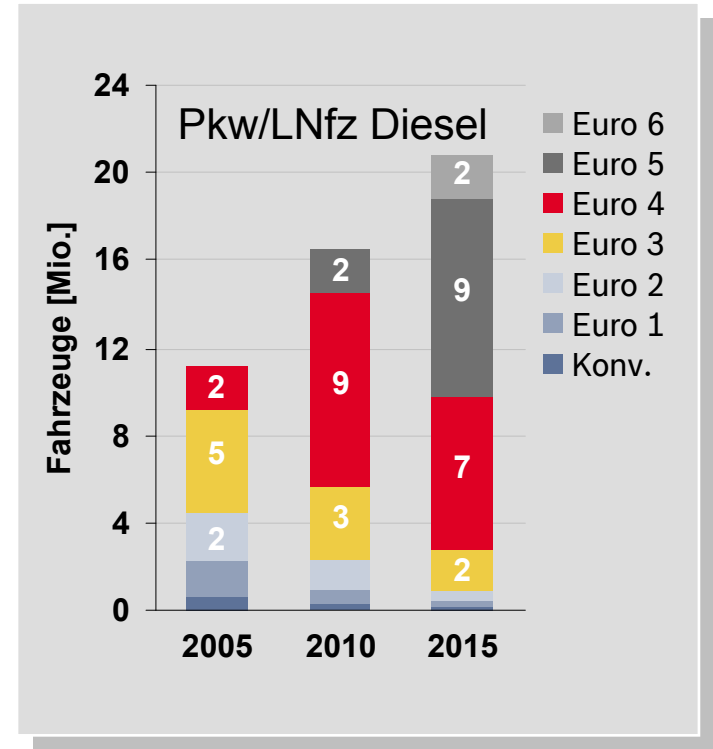
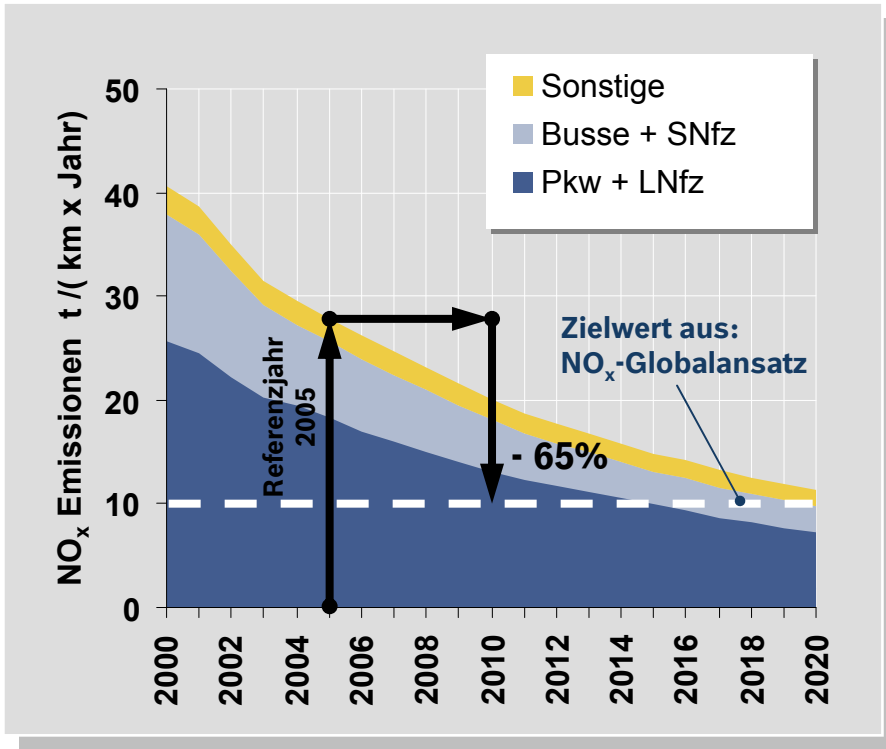
# Arbeitshypothese: NO<sub>x</sub>-Globalansatz



Datenquelle: LUBW BaWü, HLUG Hessen, LANUV NRW

Reduzierung des verkehrsverursachten NO<sub>x</sub> um 65% ggü. 2005 erforderlich

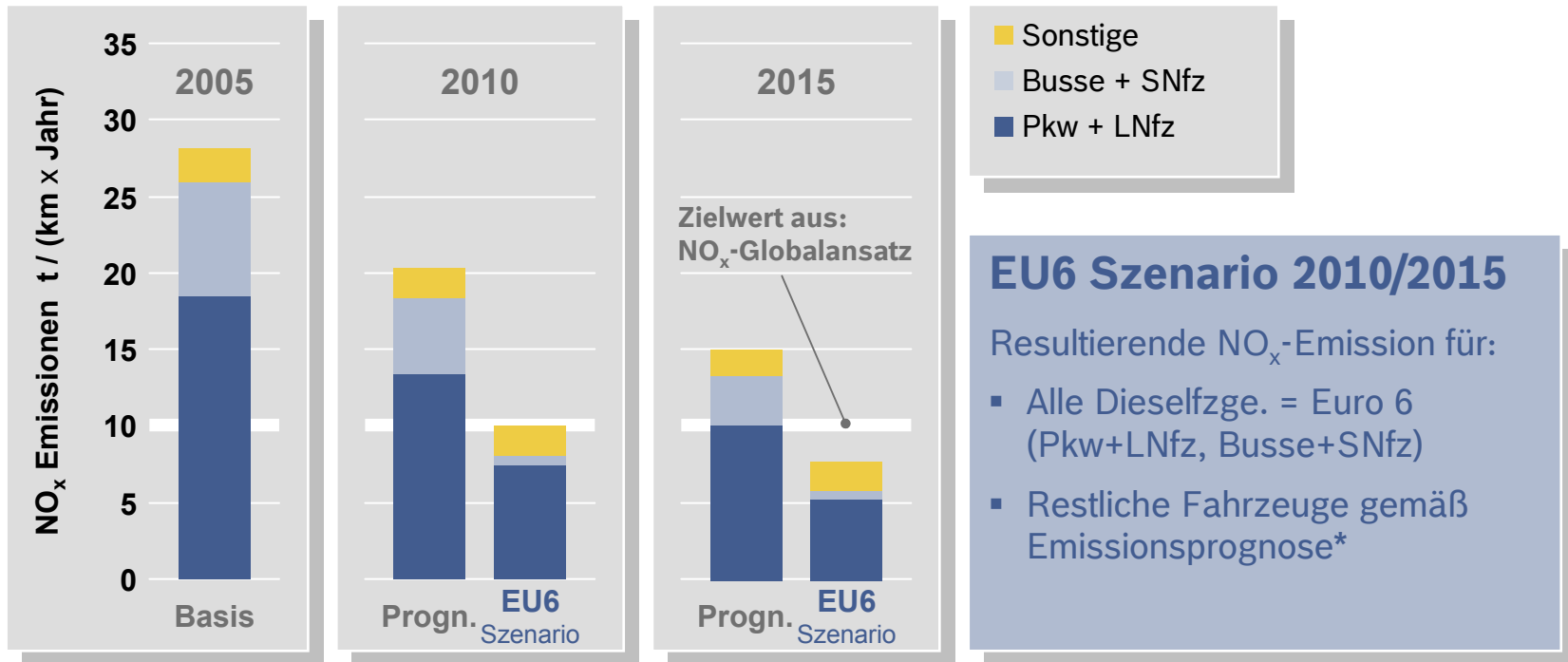
# NO<sub>x</sub>-Emissionen in Deutschland inkl. Prognose\*



\*Datenquelle: IFEU/BOSCH TREMOD 4 inkl. Einführung Euro 5 und Euro 6, Prognosewerte von 2007

"Natürliche" Flottenerneuerung nicht ausreichend für 65% NO<sub>x</sub>-Reduktion in 2010 bzw. 2015 (Basis 2005)

# Szenario: Euro 6 für Dieselfahrzeuge in 2010/2015



\*Datenquelle: IFEU/BOSCH TREMOD 4 inkl. Einführung Euro 5 und Euro 6, Prognosewerte von 2007

**Euro 6 für Pkw und Nfz ist langfristig zielführend**  
 Zielwert in 2010 → min. 50% NO<sub>x</sub>-Reduzierung ggü. Prognose erforderlich

# Zusammenfassung

- Dieselmotoren leisten auch zukünftig einen erheblichen Beitrag zur CO<sub>2</sub>-Minderung
- Vorteile bei Einsatz von NO<sub>x</sub>-Abgasnachbehandlung:
  - Entspannung des Zielkonflikts CO<sub>2</sub> vs. NO<sub>x</sub>
  - Überproportionale Absenkung von direkten NO<sub>2</sub>-Emissionen
  - Technologie in der 1. Generation verfügbar und in der Weiterentwicklung
- Die Einführung von Euro 6 für Pkw und Nfz führt zu deutlicher Reduzierung der NO<sub>x</sub>-Emissionen - NO und NO<sub>2</sub>
- Die NO<sub>2</sub>-Immissionsziele sind aus heutiger Sicht bei hoher Durchdringung mit Euro 6 Fahrzeugen erreichbar
- Eine alleinige Reduzierung direkter NO<sub>2</sub>-Emissionen - ohne Absenkung des Gesamt-NO<sub>x</sub>-Niveaus - ist nicht zielführend

*Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit*