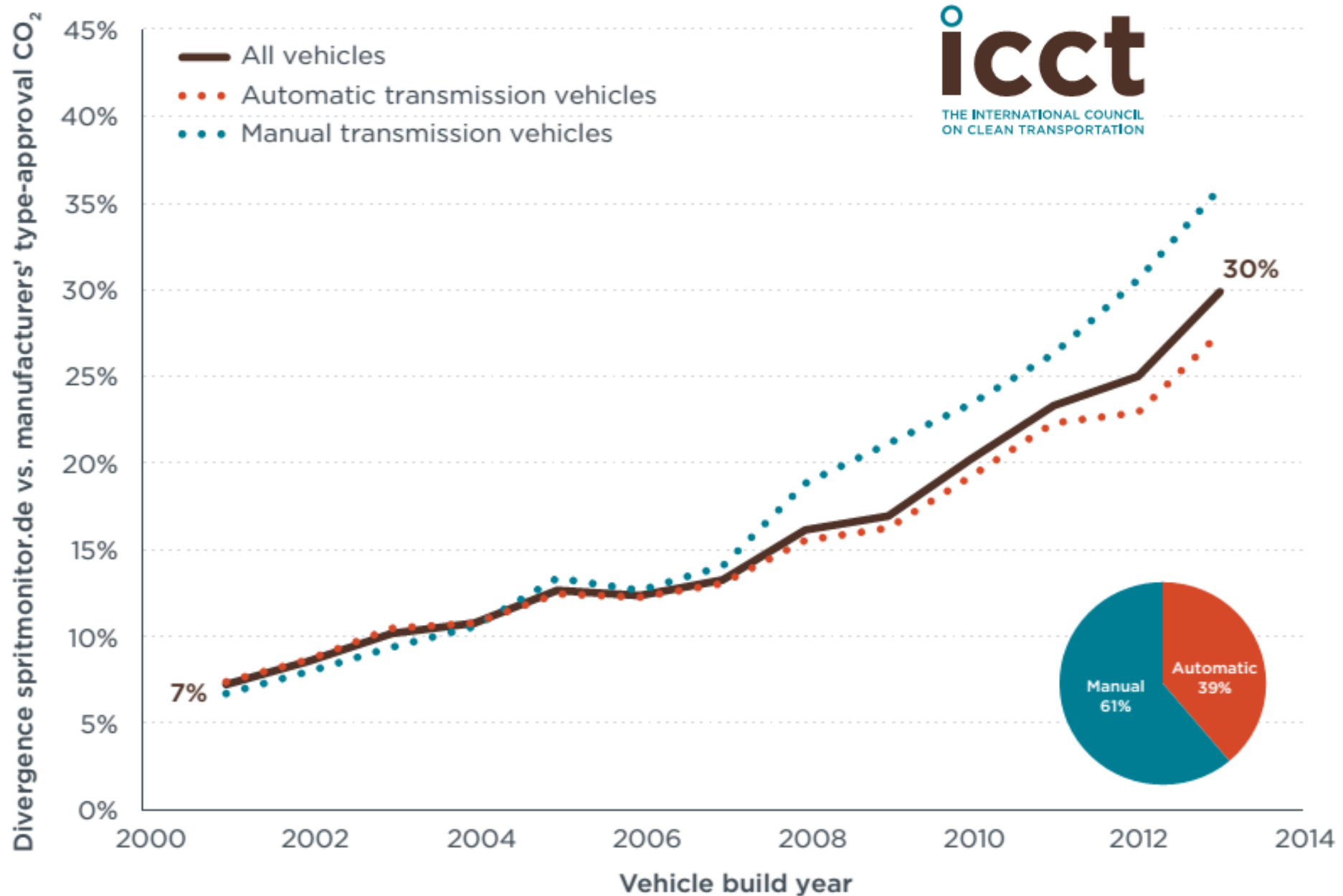

Technische Lösungsmöglichkeiten der Emissionsminderung im Verkehr

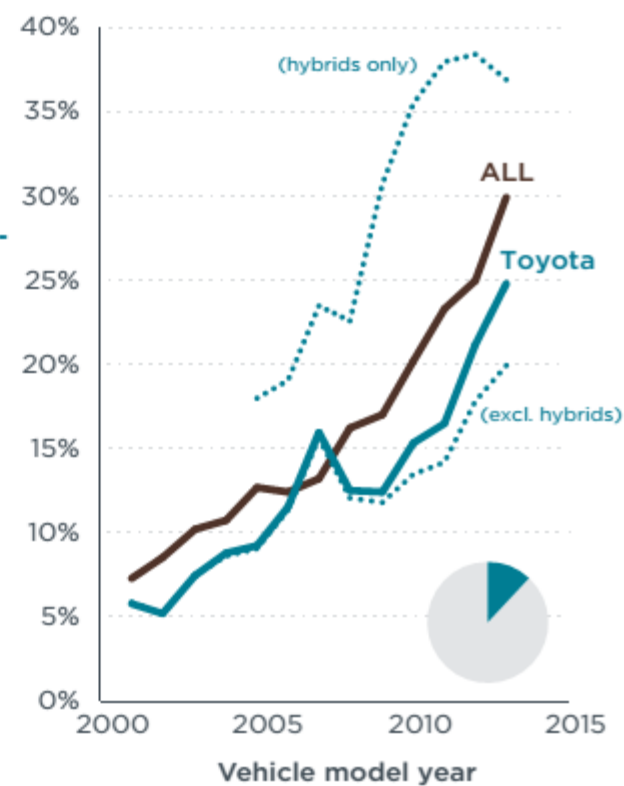
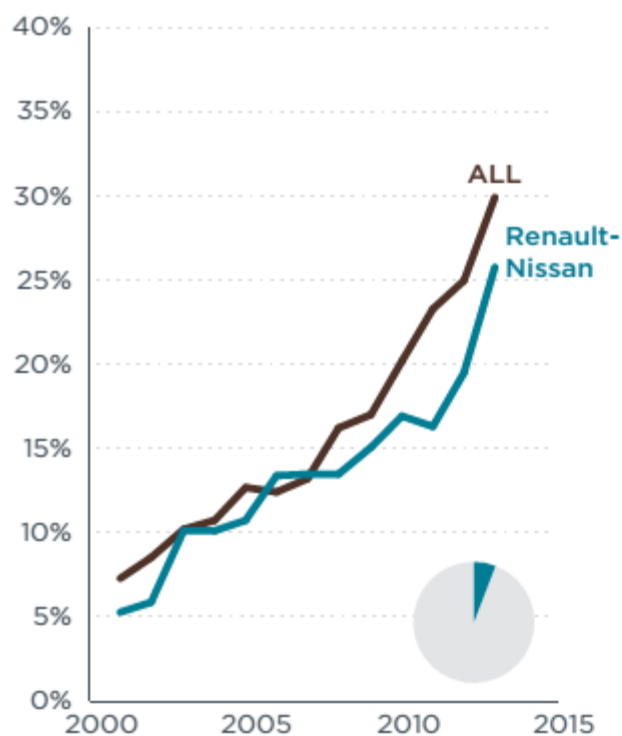
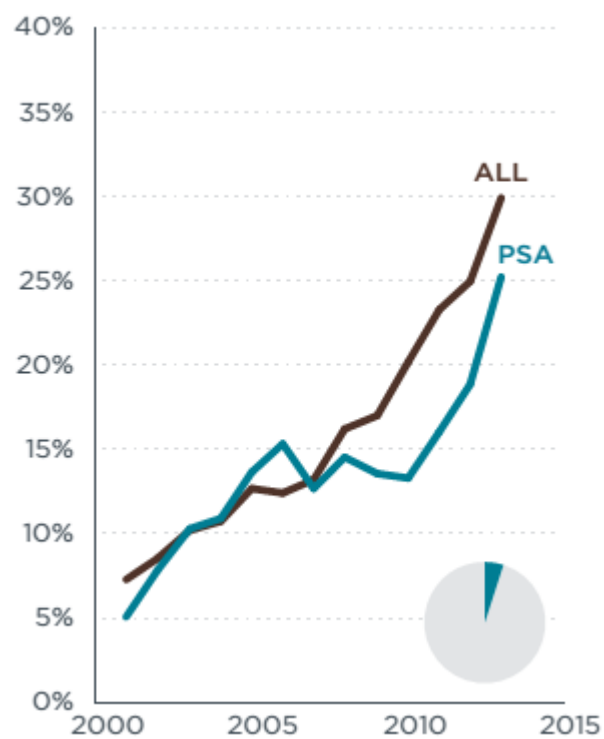
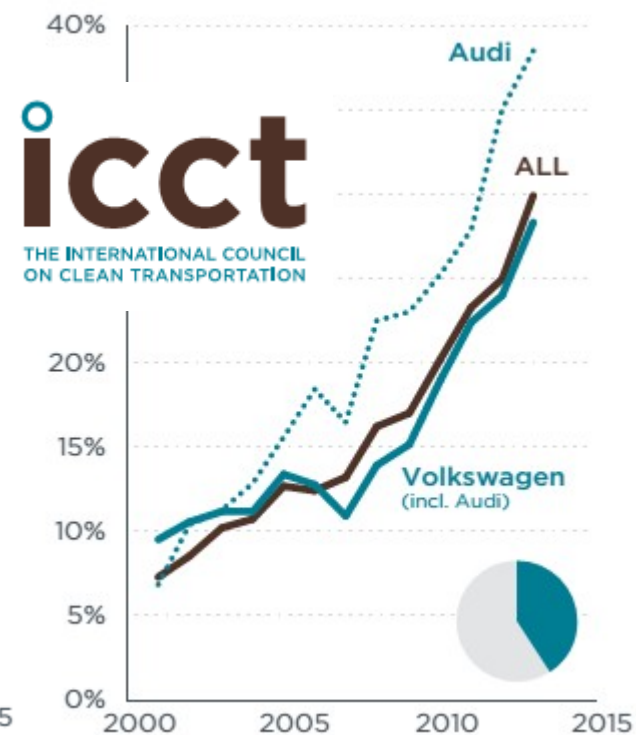
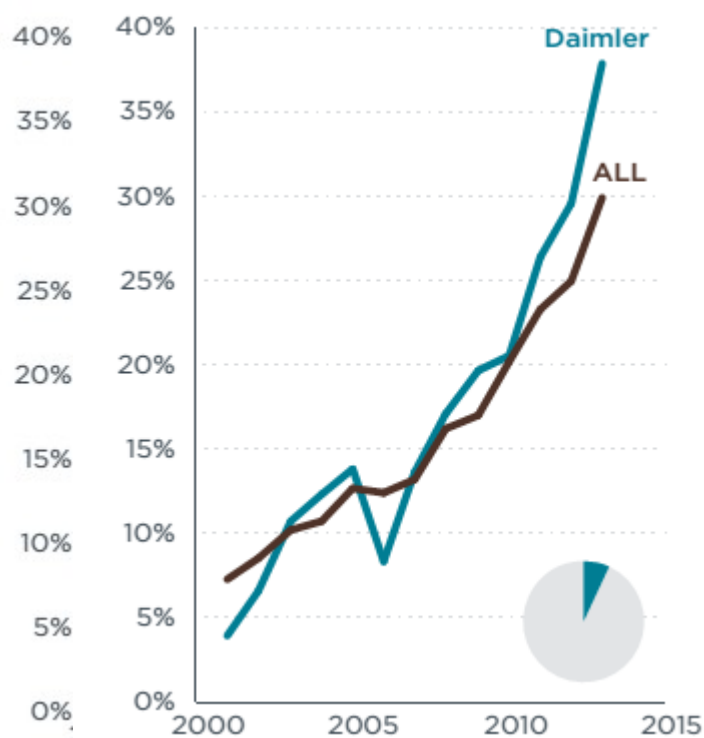
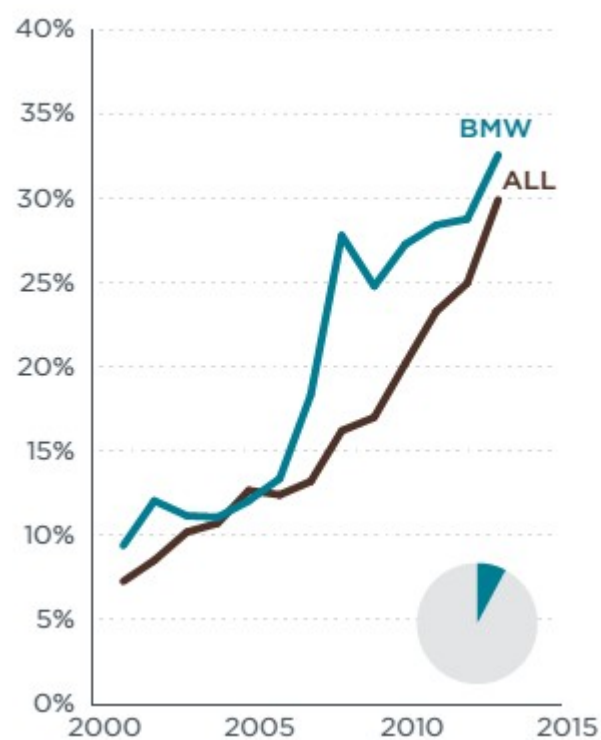
Dr. Axel Friedrich
Germany

Lösungsansätze zu Widersprüchen von Verkehrsentwicklung und Klimaschutz
Stiftung heureka (Sh), FGSV, Karlsruhe, 1. Oktober 2015



Divergence of spritmonitor.de vs. manufacturers' type-approval emissions





Beispiel PEMS Messung

Ford Focus 1,0 I 100 PS Benzin GDI

Wert im Fahrzeugschein:	114 g/km CO2
Nachmessung auf dem Prüfstand	116 g/km CO2
Spritmonitor.de	159 g/km CO2
Bordcomputer PEMS Messung	141 g/km CO2
PEMS- Messung	157 g/km CO2
(42 km/h)	

Legale und „halblegale“ Möglichkeiten zur Verbesserung des Testergebnisses

Aufladung der Batterie bis zum letzten Moment vor dem Test.

Abschalten der Lichtmaschine während des Fahrzyklus.

Verwendung eines höheren Ganges

Optimierung der Motoreinstellung durch den Hersteller.

Veränderung des Spurwinkels

Erhöhung des Reifendrucks über den empfohlenen Reifendruck.

Verwendung von Reifen mit besonders niedrigen Rollwiderstand.

Ausnutzung der Toleranzen des Testverfahrens, z.B. der Testtemperatur.

Ermittlung des Ausrollwiderstandes bei besonders günstigen Bedingungen.

Abkleben von Spalten in der Fahrzeugkarosserie.

Abstellen der Bremsen von der Bremsscheibe.

Schlussfolgerung

Schnelle Einführung eines verbesserten Testverfahrens (WLTP).
Aber dies dauert bis zur Umsetzung mindestens bis 2021 und
löst das Problem der Zykluserkennung nicht.

Deshalb:

Veröffentlichung aller RDE (Real Drive Emission Testing) CO₂
Werte mit Angabe des Fahrzeugtyps

Sofortige Überprüfung der CO₂ Angaben durch die Bundes-
regierung (KBA oder UBA) mit PEMS Messungen auf der Straße.

Möglichkeiten der Zykluserkennung

Beschleunigungssensor (integriert im Airbag)

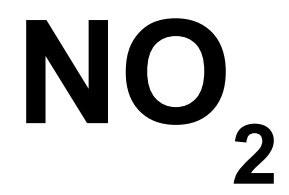
Radsensoren (integriert in ABS)

GPS (integriert im Navigationssystem)

Temperatursensoren

Gurtsensoren.

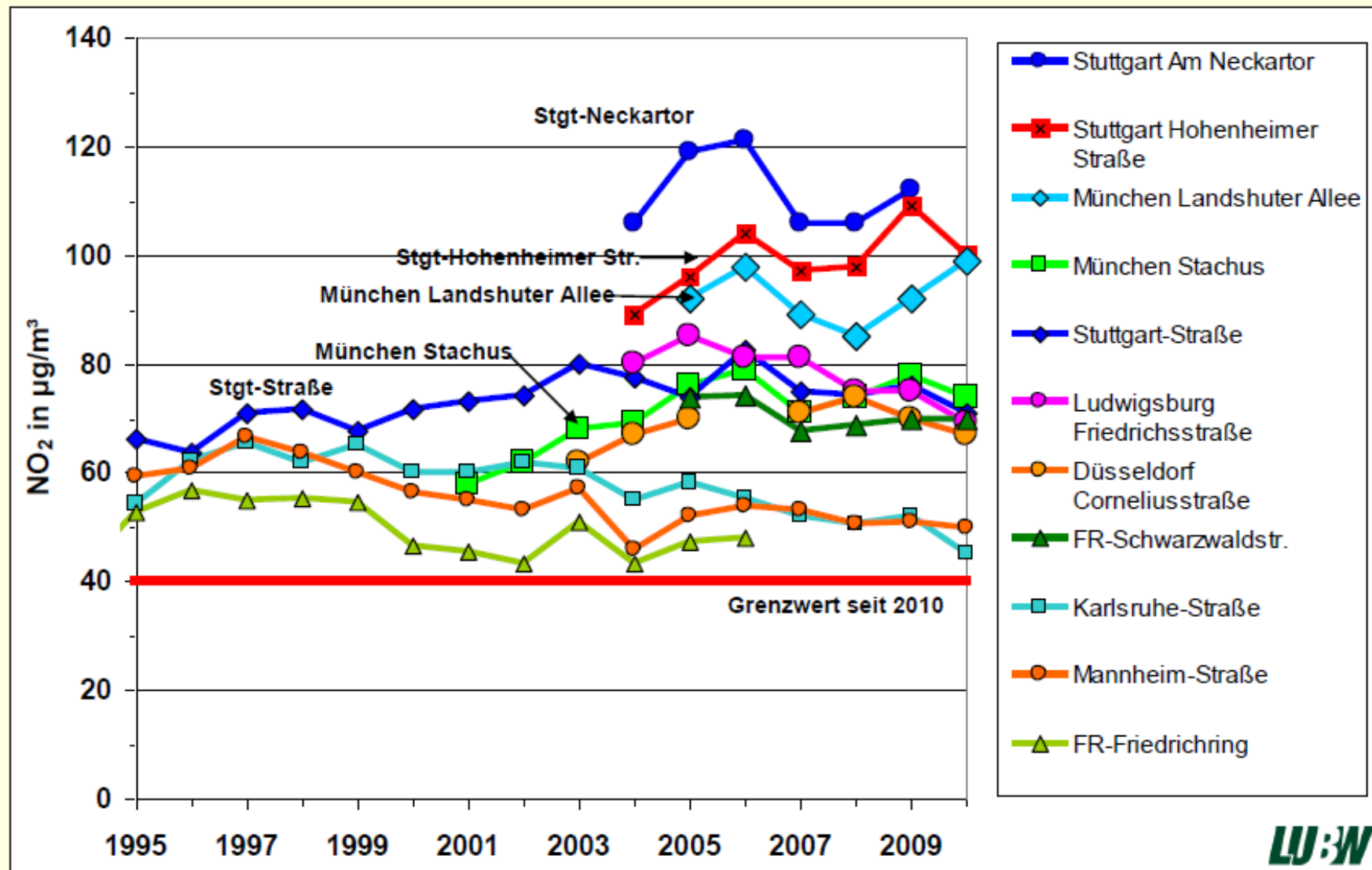
usw.



EU Air Quality Directive 2008/50/EC

<i>Pollutant</i>	<i>Concentration</i>	<i>Averaging period</i>	<i>Legal nature</i>	<i>Permitted exceedences each year</i>
Fine particles (PM2.5)	25 µg/m3***	1 year	Target value entered into force 1.1.2010 Limit value enters into force 1.1.2015	n/a
Nitrogen dioxide (NO2)	200 µg/m3	1 hour	Limit value entered into force 1.1.2010	18
	40 µg/m3	1 year	Limit value entered into force 1.1.2010*	n/a
PM10	50 µg/m3	24 hours	Limit value entered into force 1.1.2005**	35
	40 µg/m3	1 year	Limit value entered into force 1.1.2005**	n/a

NO₂-Immissionsentwicklung an ausgewählten verkehrsnahen Stationen



LU:W

- An stark verkehrsbelasteten Stationen zeigt NO₂ teils schwache Rückgänge, teils steigende Tendenz → Stagnation auf hohem Niveau!

EU Emission Limits

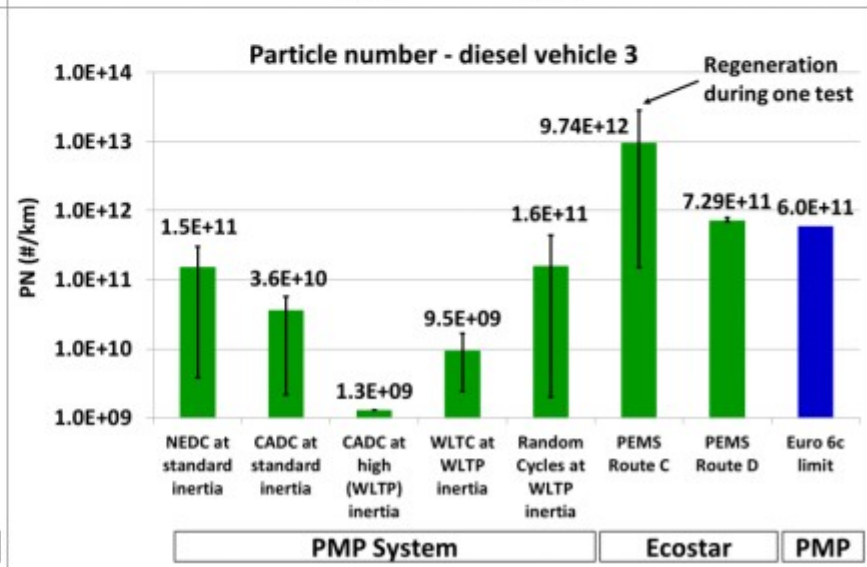
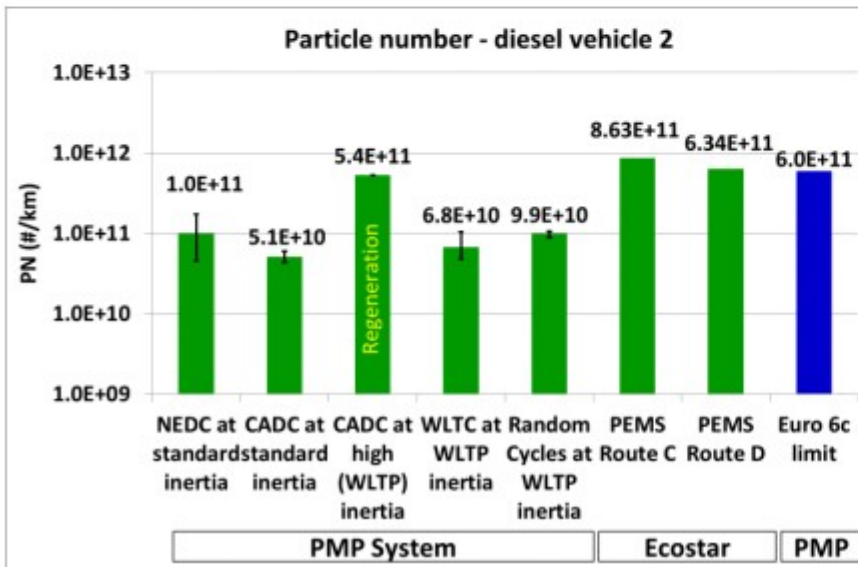
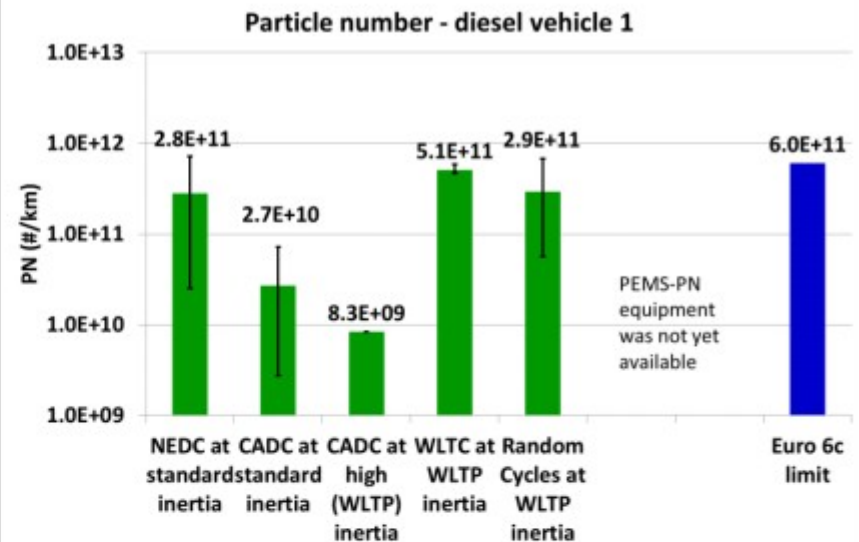
	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Regulation	Euro 6b			Euro 6c				Euro 7*			
Test	NEDC			NEDC or WLTP**				WLTP			
Real Driving Emissions	RDE Step 1 PEMS*			RDE Step 2 PEMS*							
Particle Number Limits	CI: 6x10 ¹¹ #/km PI-DI: 6x10 ¹² #/km			CI and PI-DI: 6x10 ¹¹ #/km				TBD			
Particle Mass Limits	4,5 mg/km							TBD			
CO ₂ Fleet Average	130 g/km						95 g/km				
PEMS: Portable Emission Measurement System CI: Compression Ignition PI-DI: Positive Ignition-Direct Injection											
*not finalized											

*not finalized

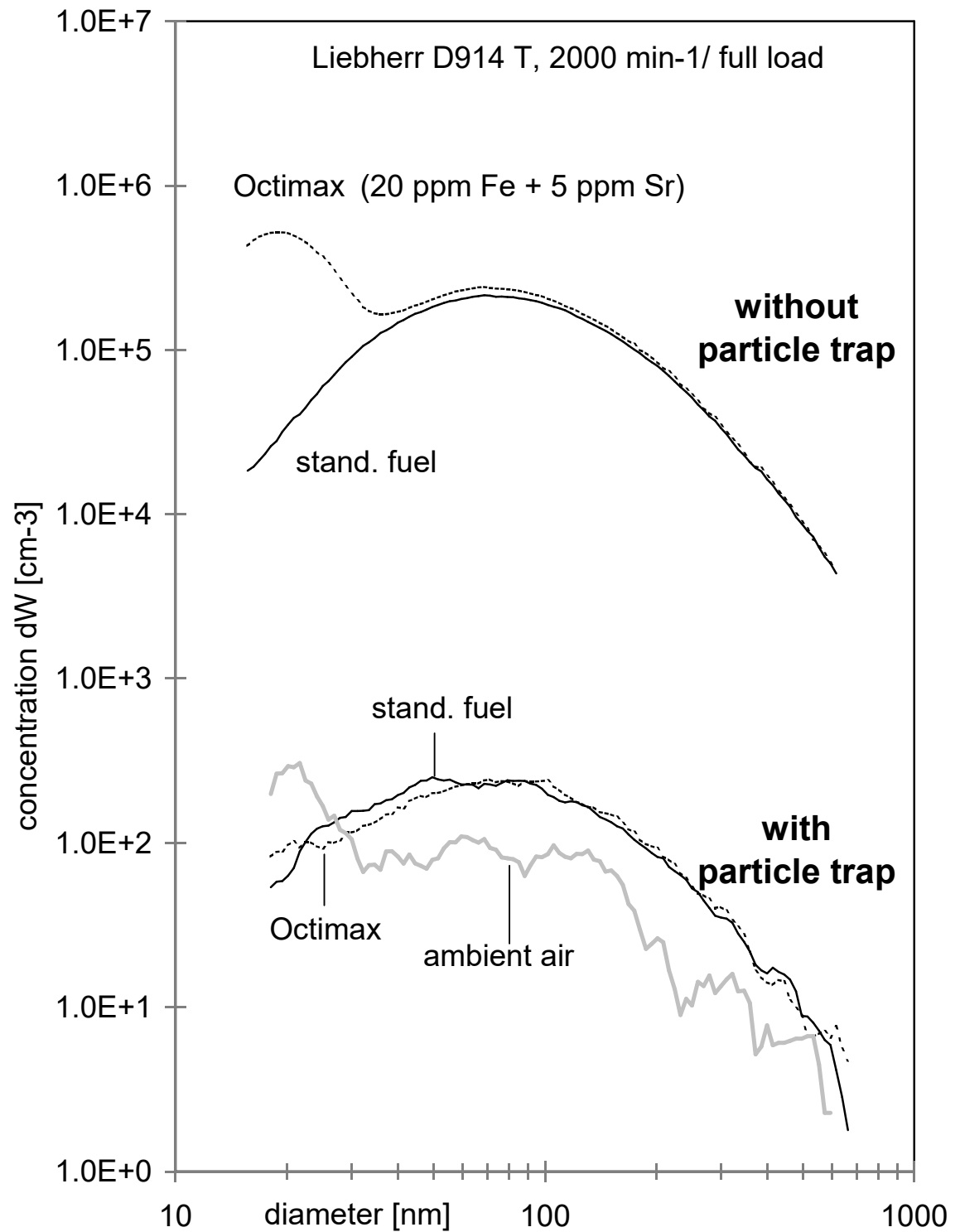
Emissions from Diesel cars in Europe

Particle Number (PN) Emissions – Diesel Vehicles

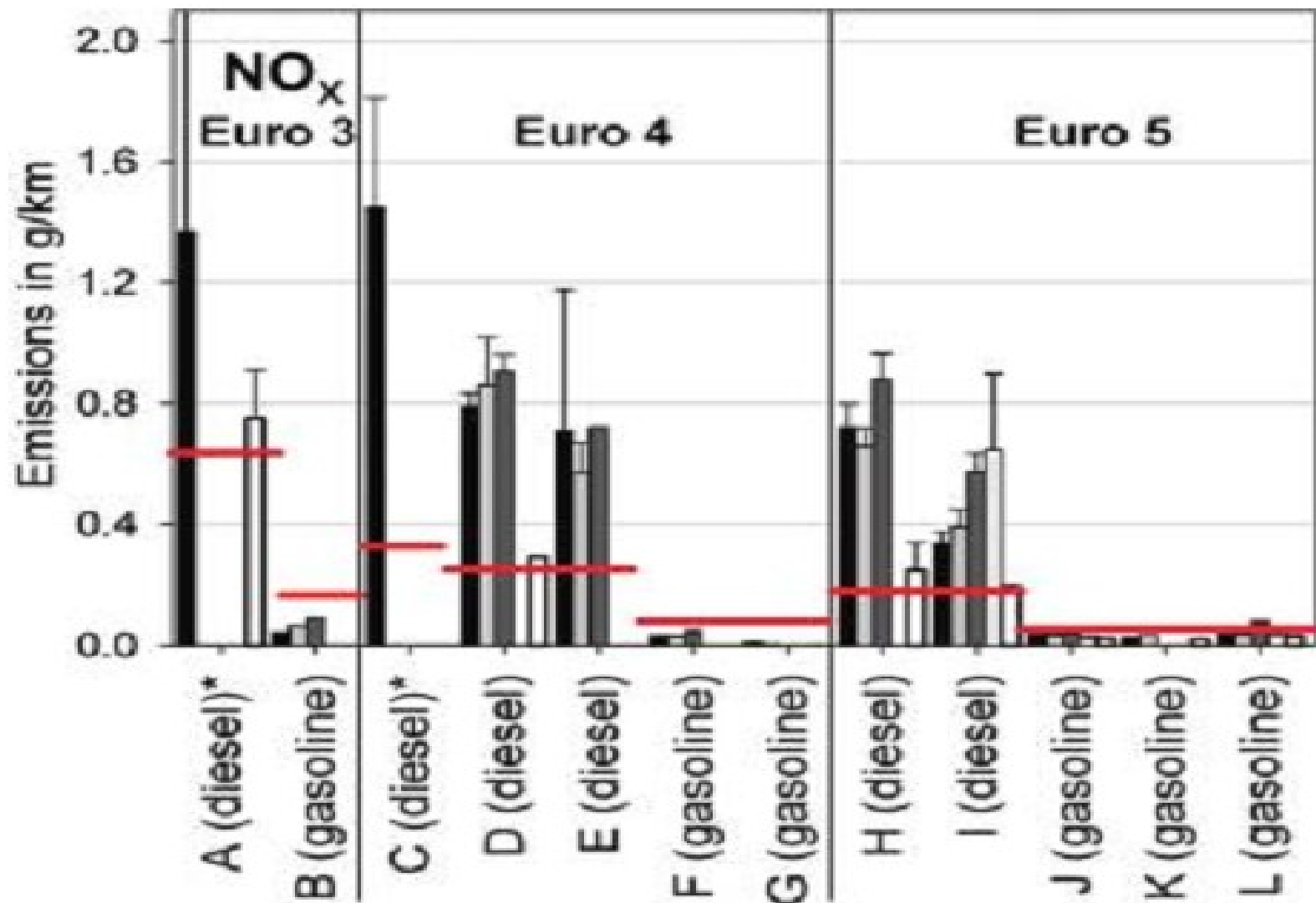
- The results show the effectiveness of diesel particulate filters over a range of different conditions.



Particle Elimination with Particle-Filter



On-Road NO_x Emissions of Light-Duty Vehicles



- Route 1: rural-motorway
- Route 2: rural-urban
- Route 3: rural-uphill/downhill
- Route 4: motorway
- NEDC laboratory testing
- Applicable emissions limit

On-Road NO_x Emissions of Light-Duty Vehicles



15 test vehicles in total (6 manufacturers), with different NO_x control technologies:

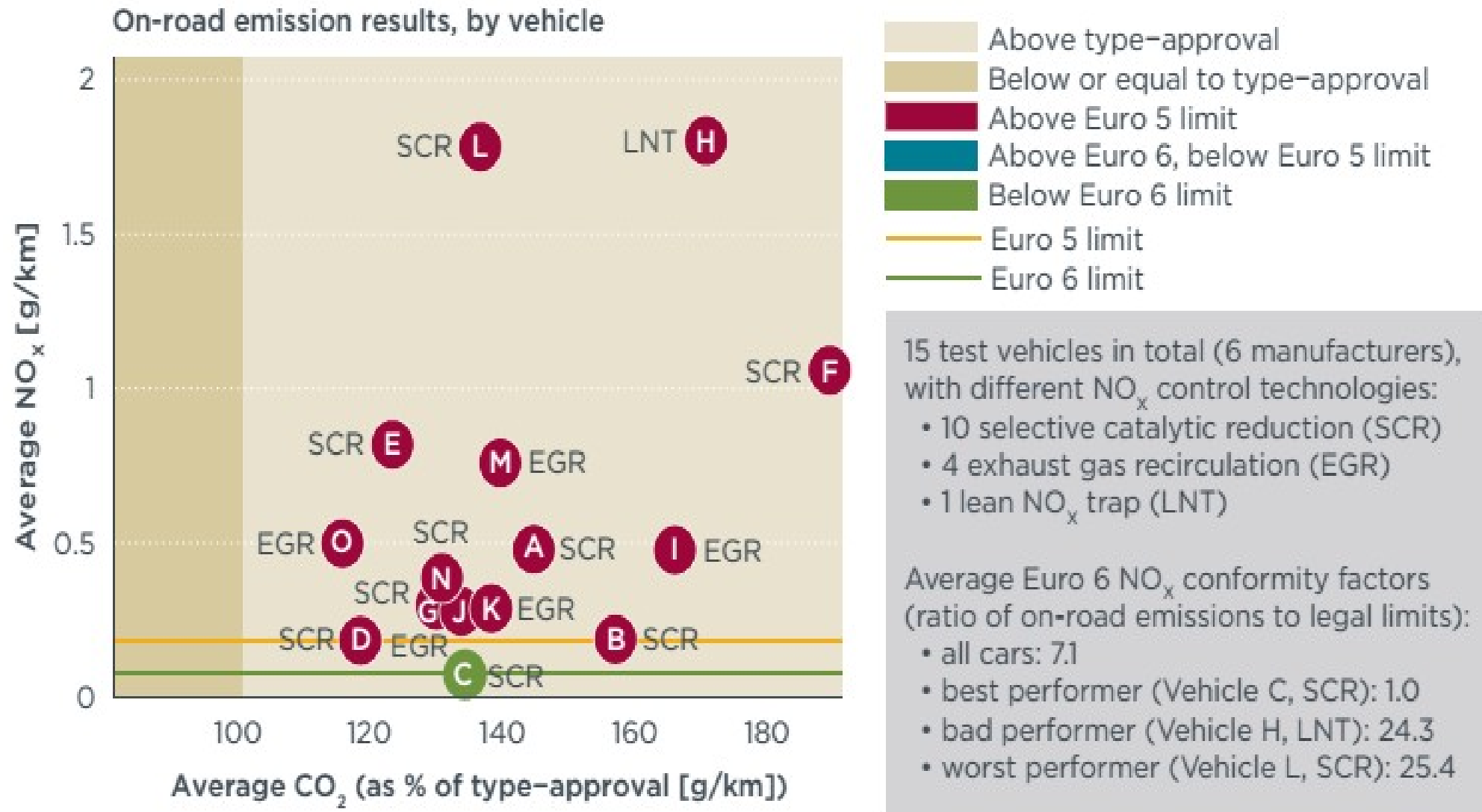
- 10 selective catalytic reduction (SCR)
- 4 exhaust gas recirculation (EGR)
- 1 lean NO_x trap (LNT)

Average Euro 6 NO_x conformity factors (ratio of on-road emissions to legal limits):

- all cars: 7.1
- best performer (Vehicle C, SCR): 1.0
- bad performer (Vehicle H, LNT): 24.3
- worst performer (Vehicle L, SCR): 25.4

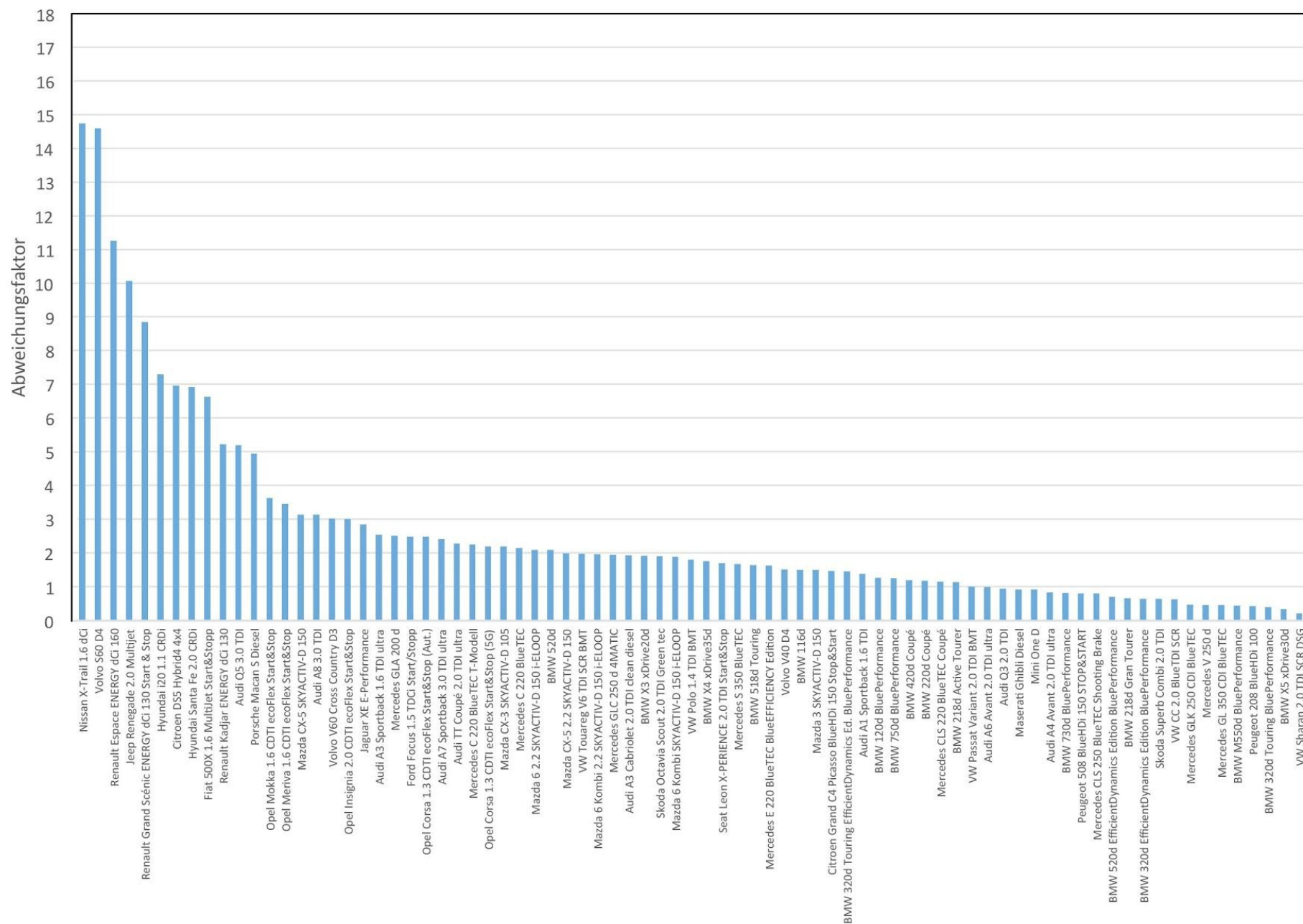
- Route 1: rural-motorway
- Route 2: rural-urban
- Route 3: rural-uphill/downhill
- Route 4: motorway
- NEDC laboratory testing
- Applicable emissions limit

Overview of on-road NO_x and CO_2 Emission Results for all Vehicles under Test

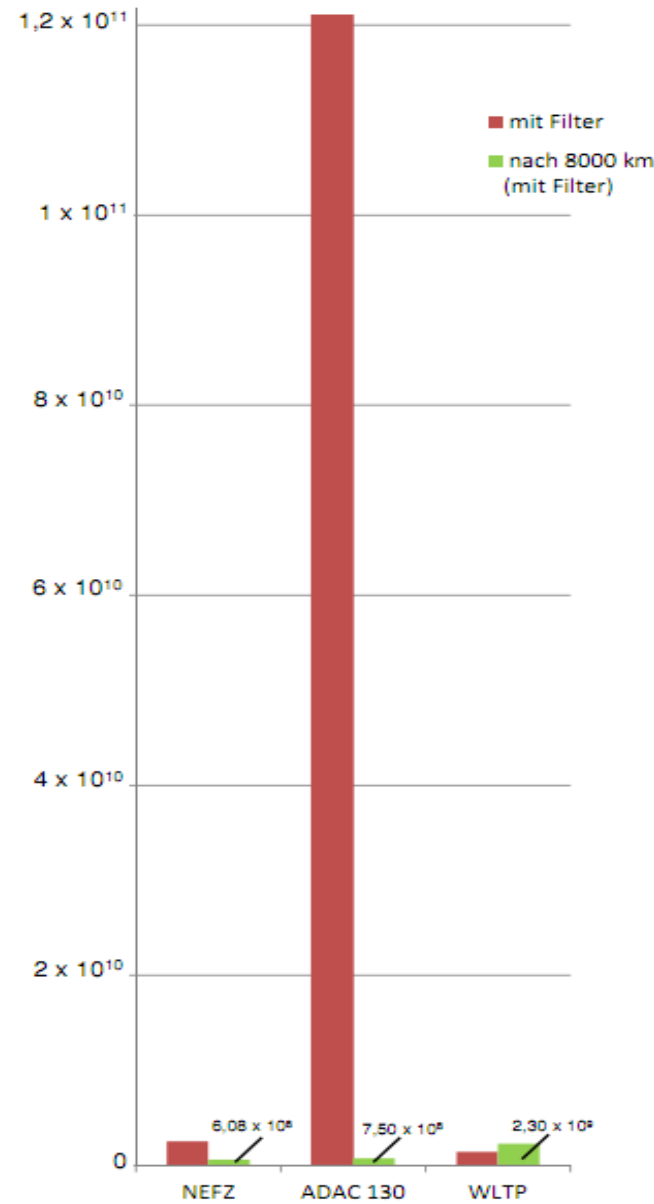
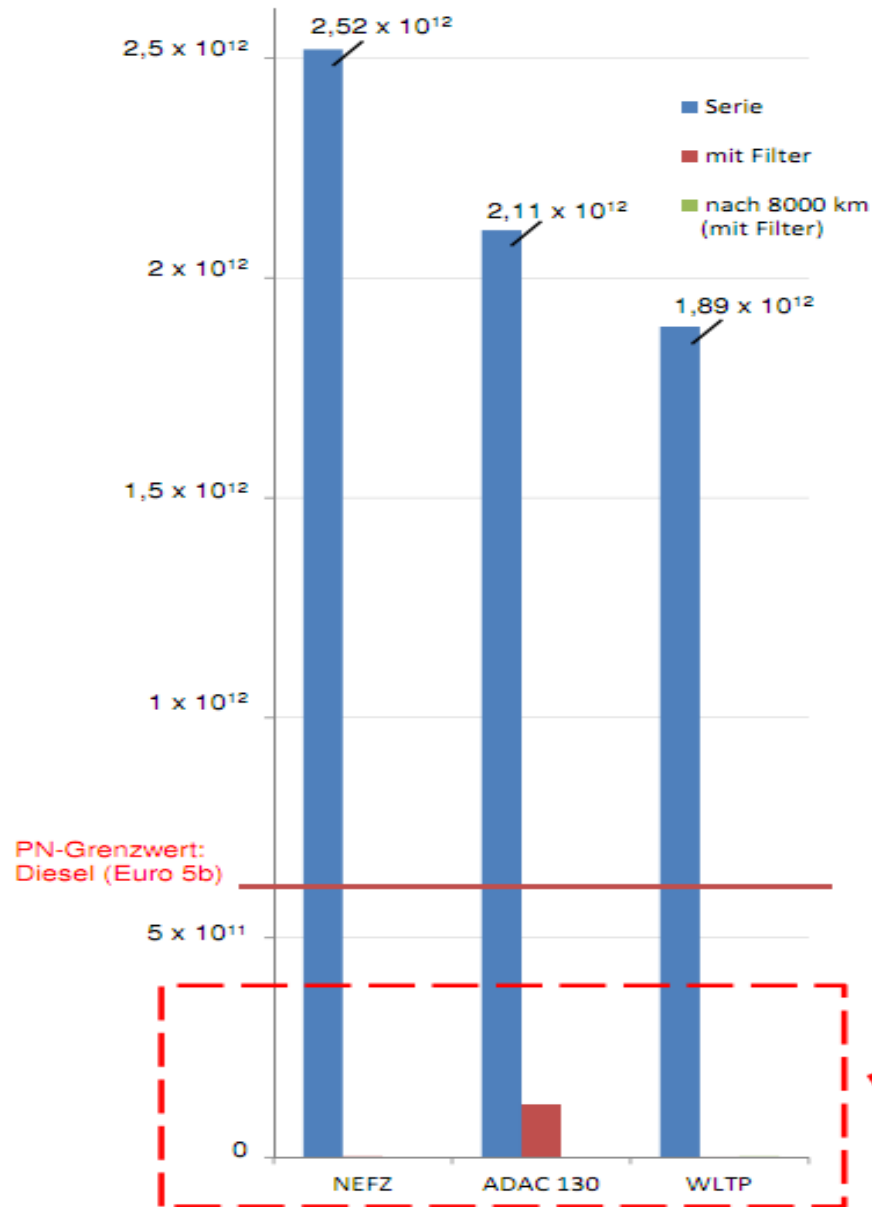


ADAC EcoTest: Weltzyklus WLTC Stickoxide

Euro 6 Diesel Pkw - Abweichung NOx-Messwert WLTC 2.0 (warm) zu Grenzwert (80 mg/km)

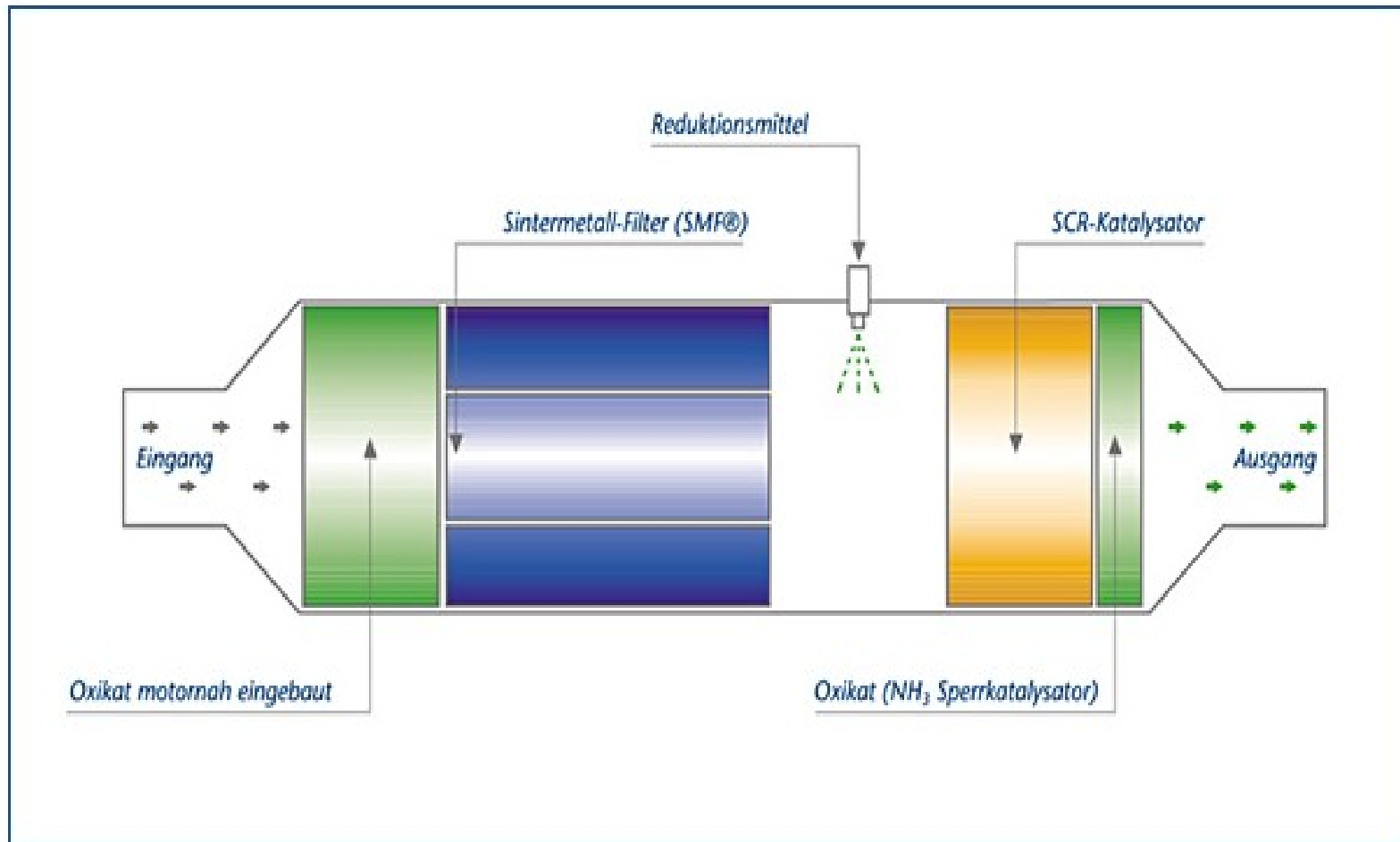


Particle Number (PN/km) Comparison of the PN- Values without Filter, with Filter and after 8000 km Driving (with filter)



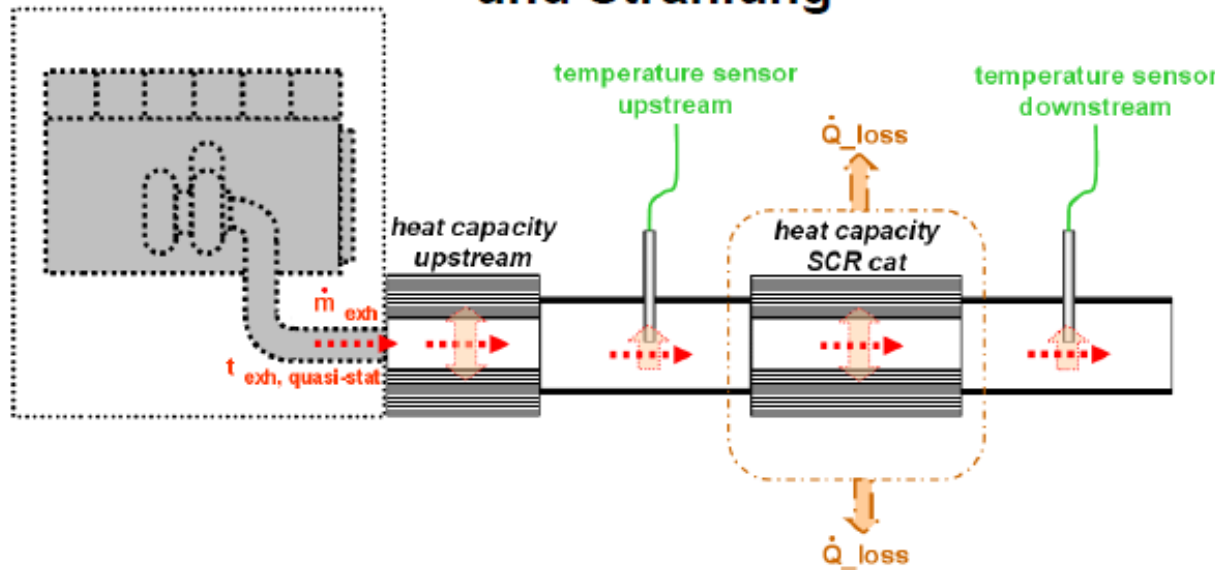
BMW 116i GDI

SCRT

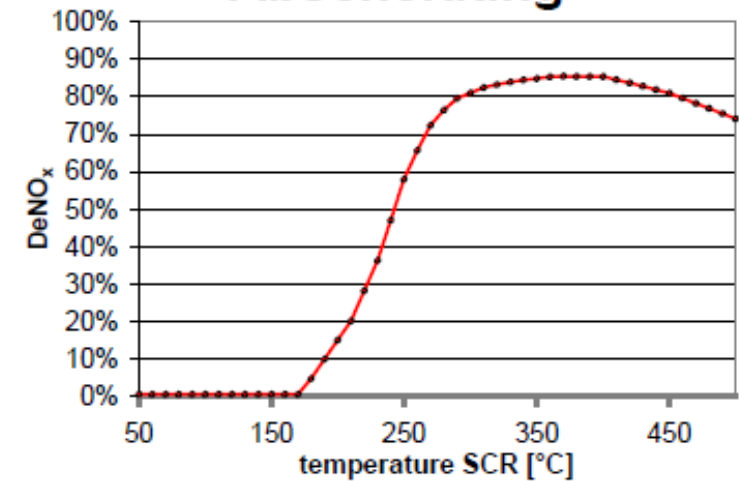


Einfluss der SCR Temperatur (1)

Simulation SCR Temperatur aus Konvektion und Strahlung



Berechnung NOx Abscheidung



+ Einfluss

Raumgeschwindigkeit, NH₃-Speicherung, Temperaturgradient

NOx in Zyklus hängt von Vorgeschichte ab.

Nach Hochlastfahrt → hohe SCR-Temperatur → niederes NOx

Nach Niederlastfahrt → niedere SCR-Temperatur → hohes NOx

PHEM-Standard: iterativ bis $T_{start} = T_{Ende}$

axel.friedrich.berlin@gmail.com