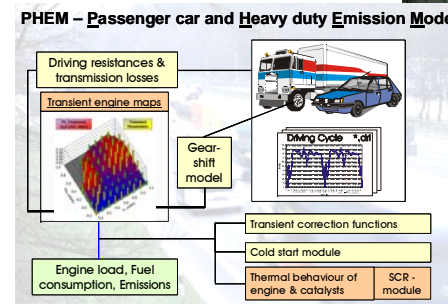
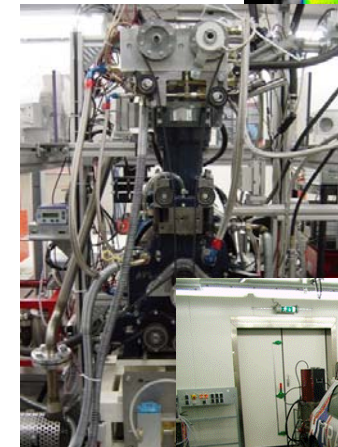
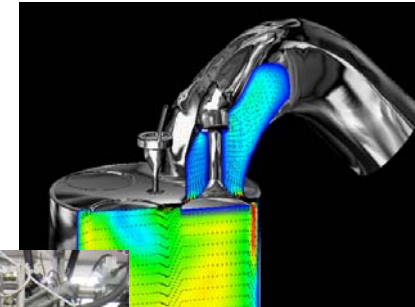


NO_x- und NO₂-Emissionen von aktuellen und zukünftigen Kraftfahrzeugen

Fachtagung:
Herausforderung NO₂-Immissionen –
Gesetzgebung, Luftbelastung, Lösungen

3./4. März Heidelberg

a.o.Univ.-Prof. Dr. Stefan Hausberger
Dr. Martin Rexeis
D.I. Michael Zallinger



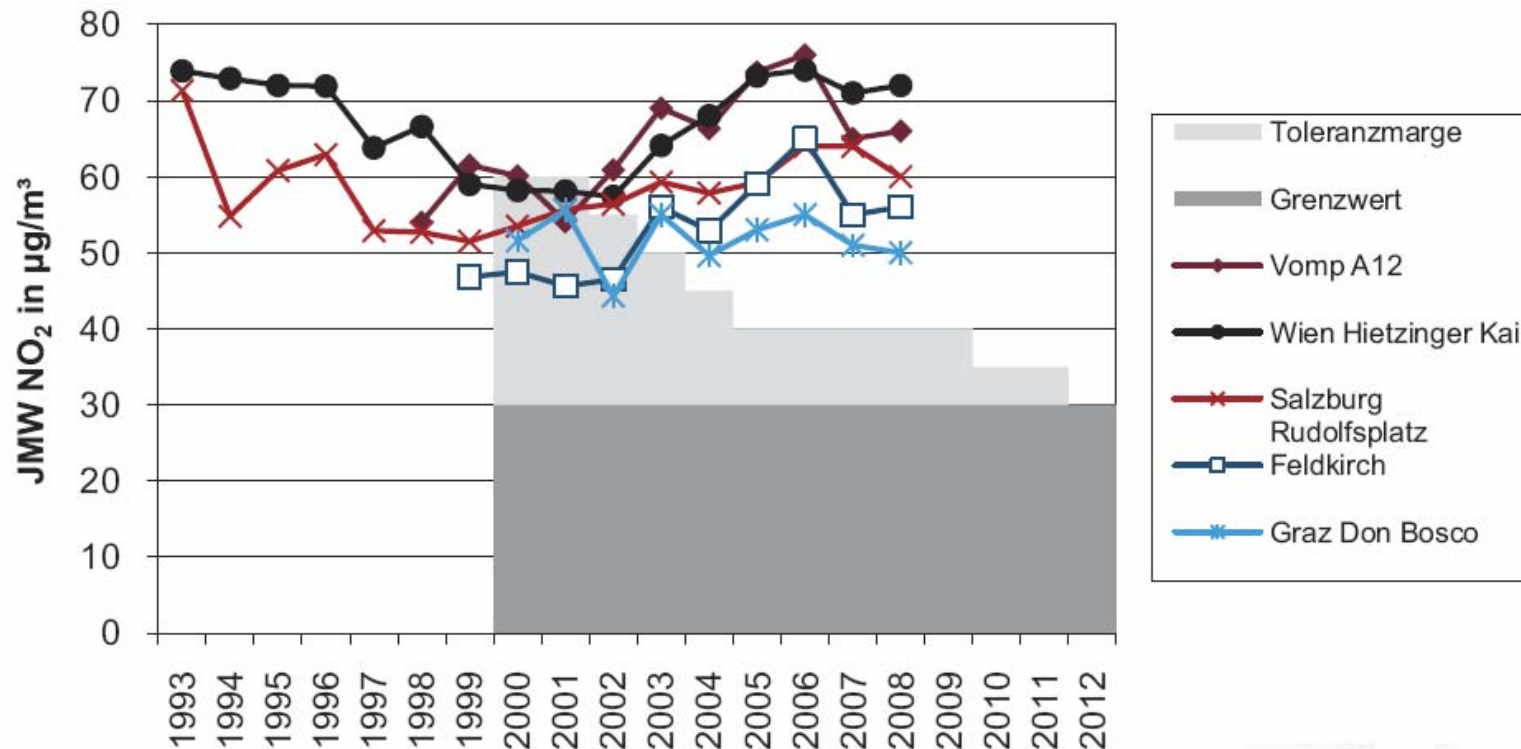
INHALT

- **Einleitung**
- **Datengrundlagen**
- **Emissionen in Typprüfung und in real world**
 - * **PKW**
 - * **Schwere Nutzfahrzeuge**
- **Was können wir von EURO 6 erwarten?**
- **Temperaturproblem bei Diesel-Abgasnachbehandlung am Beispiel Nachrüst-SCR**
- **Zusammenfassung und Schlussfolgerungen**

NO₂ ist auch in Österreich ein Problem

In Straßennähe kaum fallende NO₂-Konzentrationen.

Zulässiger Wert (Grenzwert + Toleranzmarge) nimmt aber ab.



umweltbundesamt

Einleitung

Handbuch Emissionsfaktoren Straßenverkehr (HBEFA):

- Emissionsfaktoren für PKW, LNF, SNF, 2-Räder
- Für 15 Verkehrssituationen mit jeweils verschiedenen T-Limits, 4 Verkehrsstärken und 7 Steigungsklassen
- EURO 0 bis EURO 6; Otto und Diesel
- Kooperation DE, AT, CH, NL, SE, GR, FR, EU
- Emissionsfaktoren PKW, LNF und SNF von TU Graz
- Version 3.1 seit Jänner 2010 verfügbar
- Arbeiten seit 2007: Sammeln & Analysieren von Messdaten, Definition von Verkehrszuständen und realen Fahrzyklen, Simulation von Emissionsfaktoren
- In V 3.1 erstmals **NO₂** und Partikelanzahl **enthalten**

Datengrundlagen

Grundlage für das Update des HBEFA (V3.1) sind Messdaten aus der ARTEMIS 300 Messdatenbank:

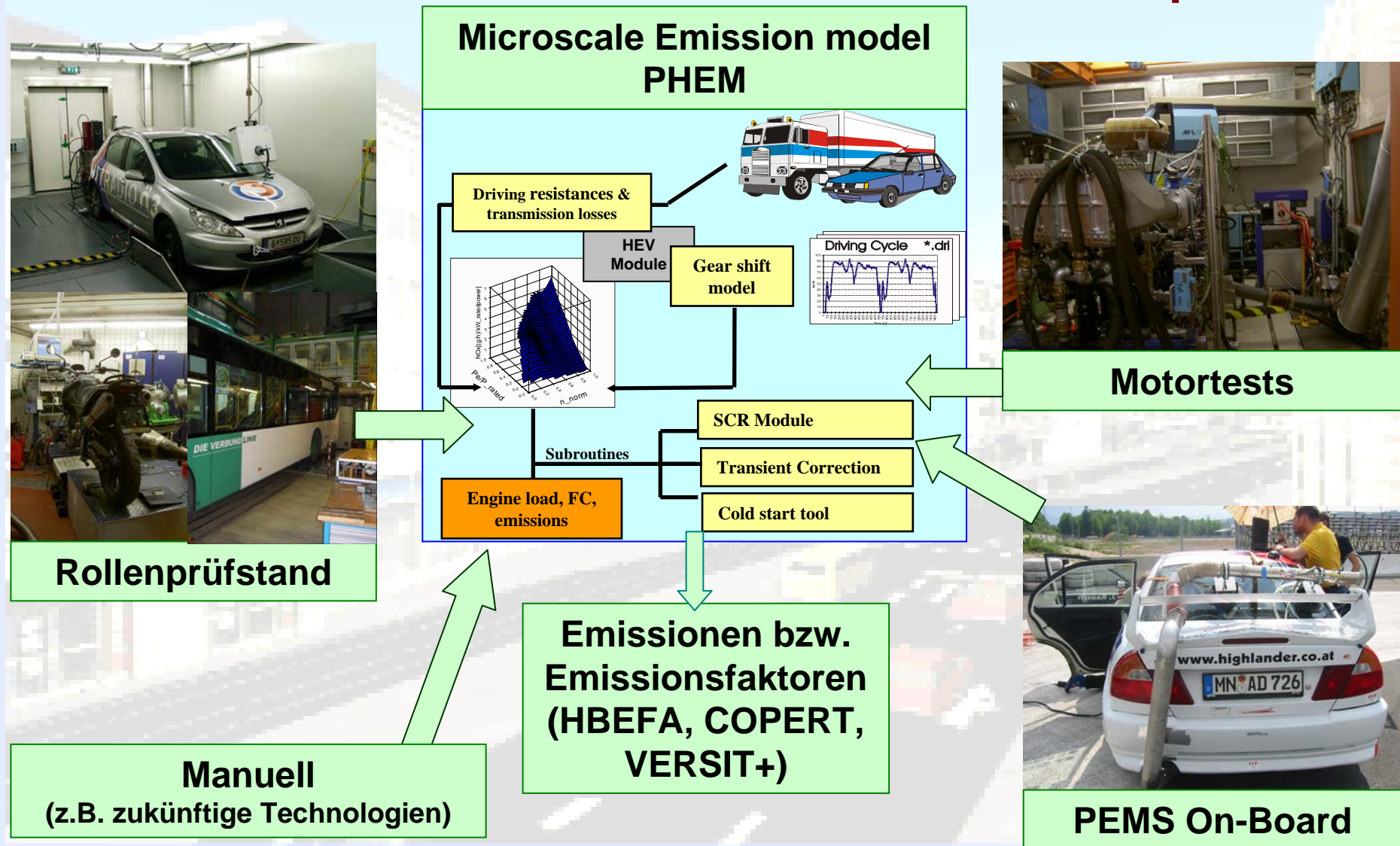
- **118 schweren Nutzfahrzeugen (EURO 0 bis EURO V)**
- **3000 PKW und LNF (davon ca. 1000 auch in real world Zyklen)**

NO₂ wurde allerdings nur für Kfz ab EURO 3 weitgehend durchgängig gemessen.

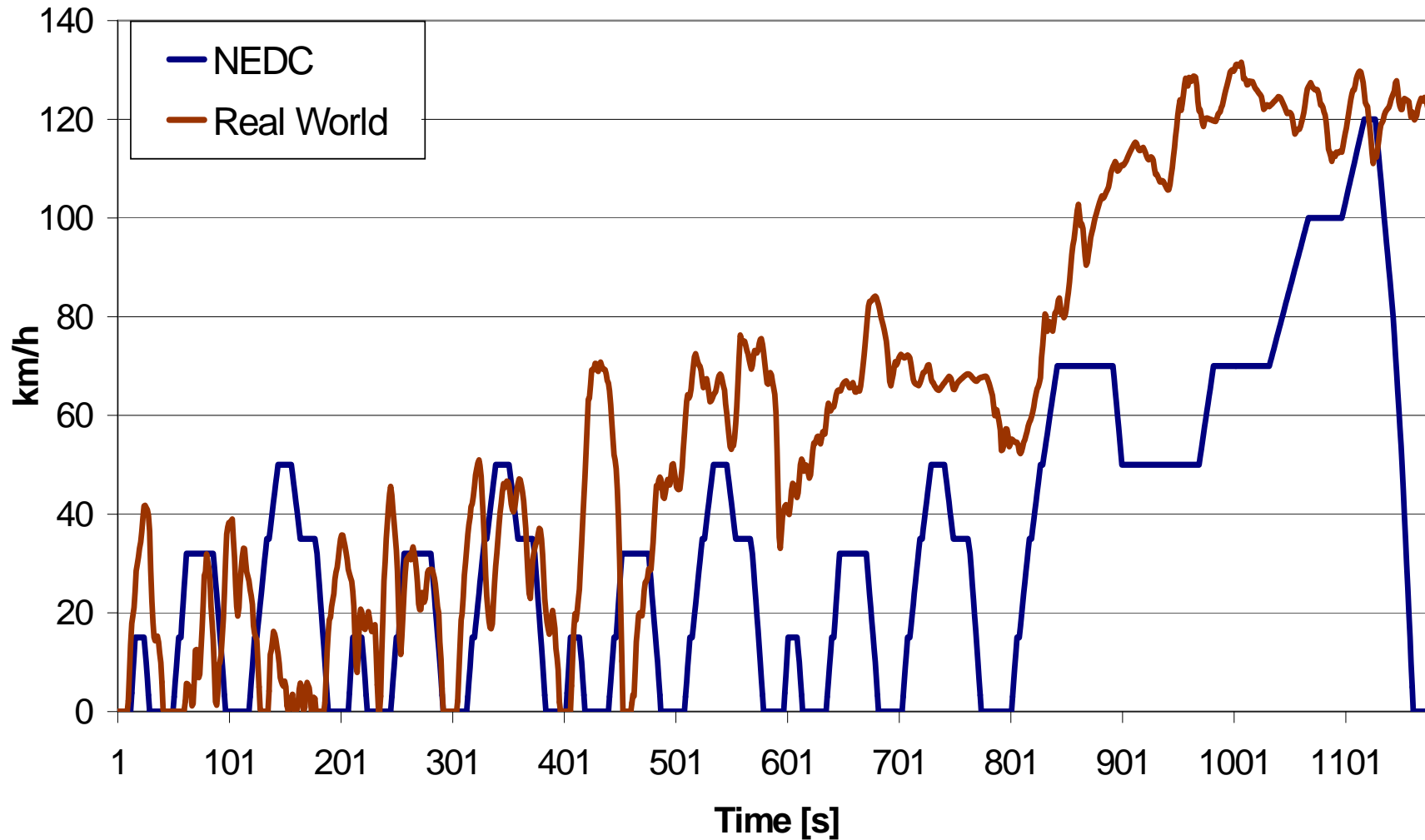
Für PKW und LNF standen nur wenige Messungen an EURO 5 zur Verfügung, generell keine für EURO 6.

-> PKW EURO 5 Messdaten eventuell nicht repräsentativ für Flotte, EURO 6 ist reine Technologieabschätzung.

-> Emissionsfaktoren mit PHEM aus allen Datenquellen



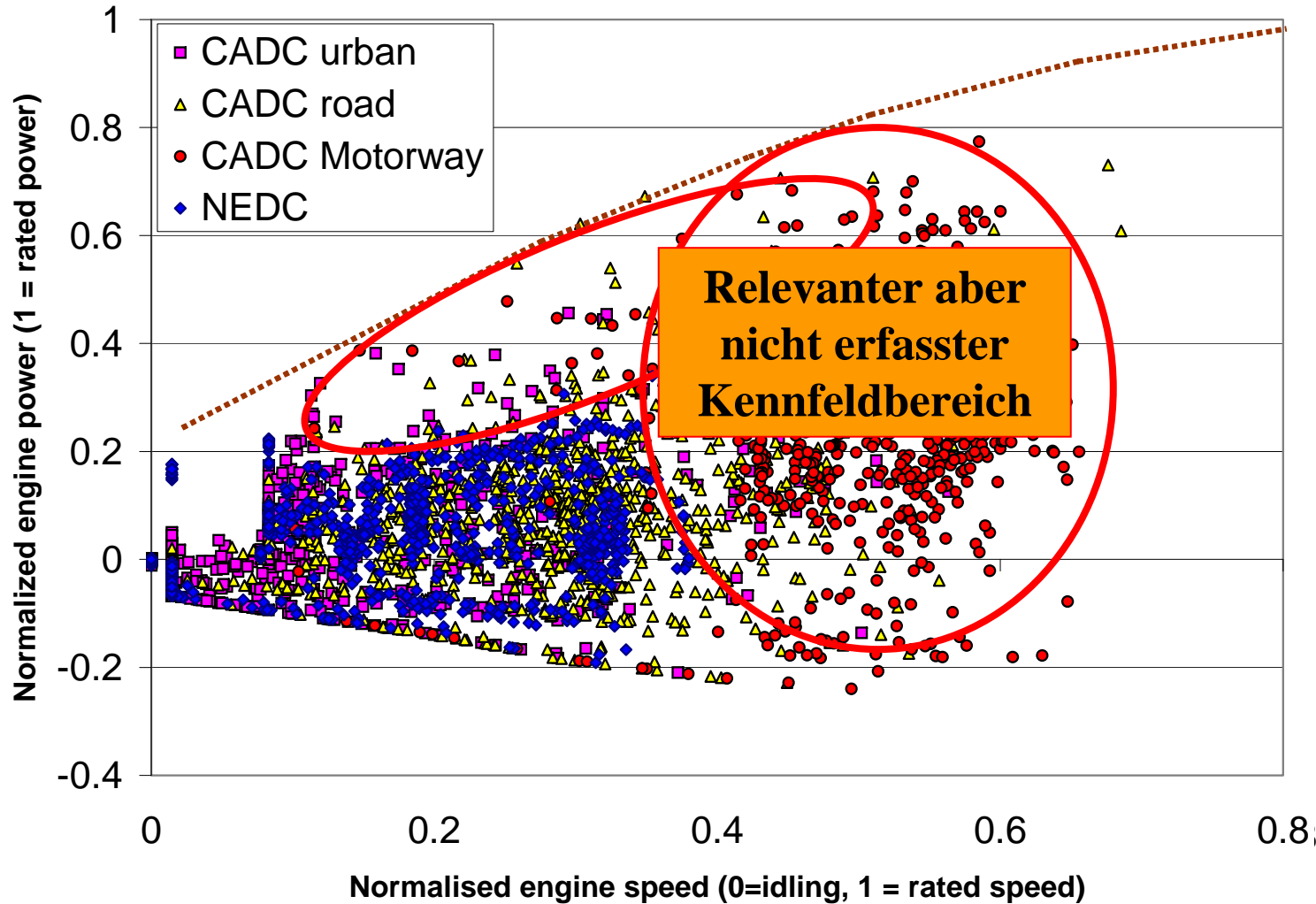
Typprüfzyklus PKW im Vergleich zu realem Fahren (CADC)



CADC (Common ARTEMIS Driving Cycle)

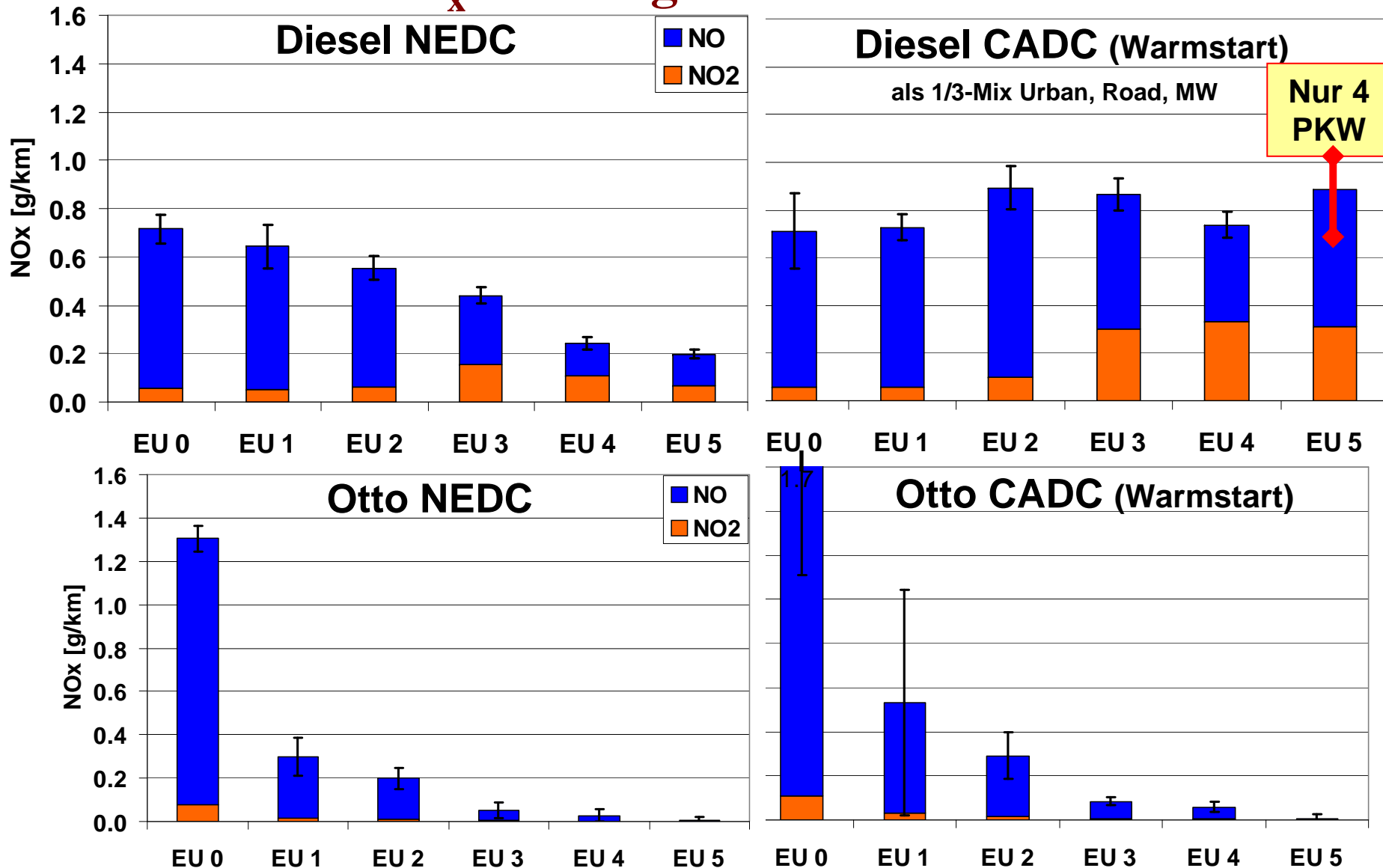
| | | | | | |
|------------|-------|------------|--------|--------------------|-----------------|
| Einleitung | Daten | Real world | EURO 6 | Temperaturprobleme | Zusammenfassung |
|------------|-------|------------|--------|--------------------|-----------------|

Motorbelastung im NEDC und CADC



**77kW
Nennleistung
Golf Klasse**

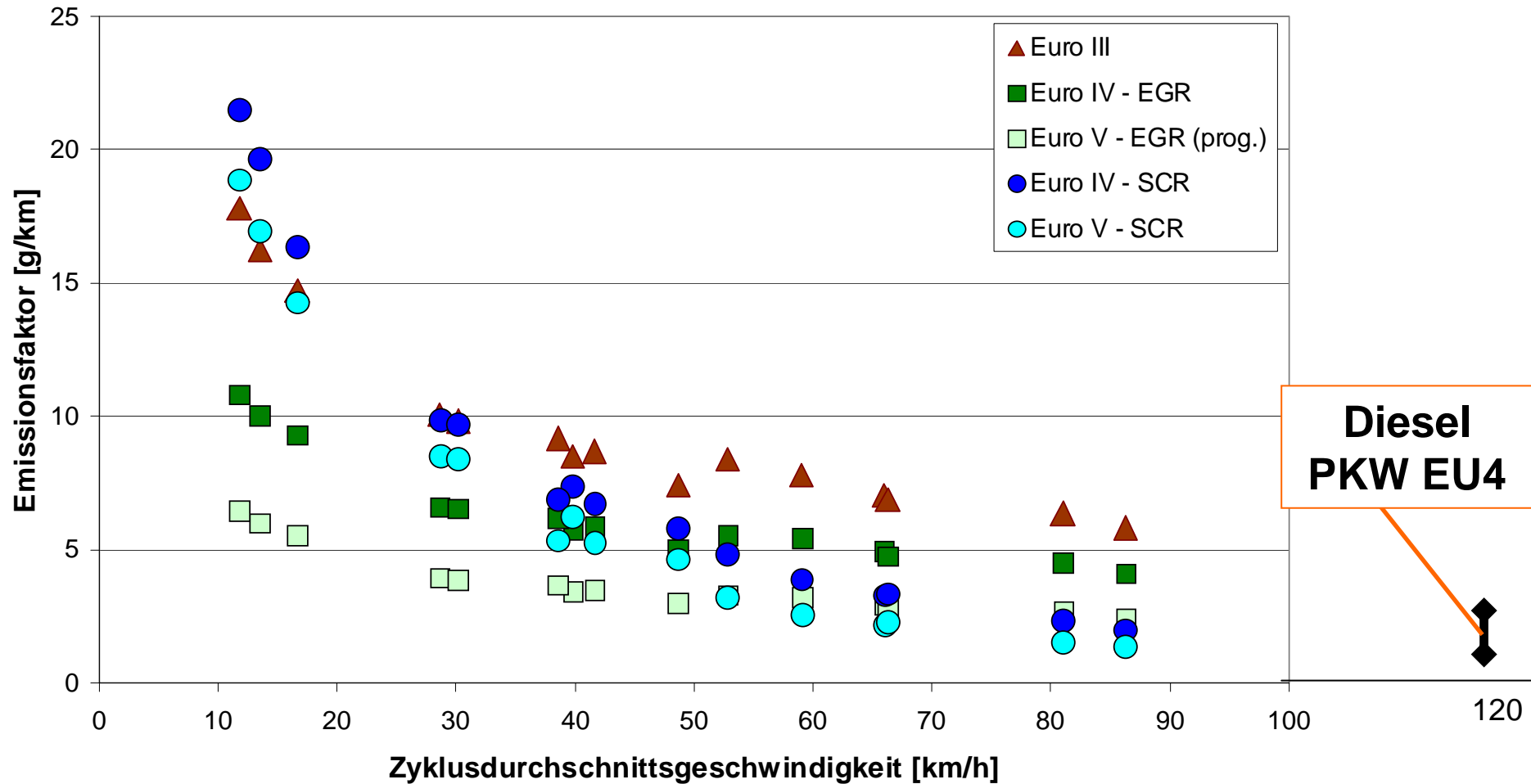
NO_x Messergebnisse bei PKW



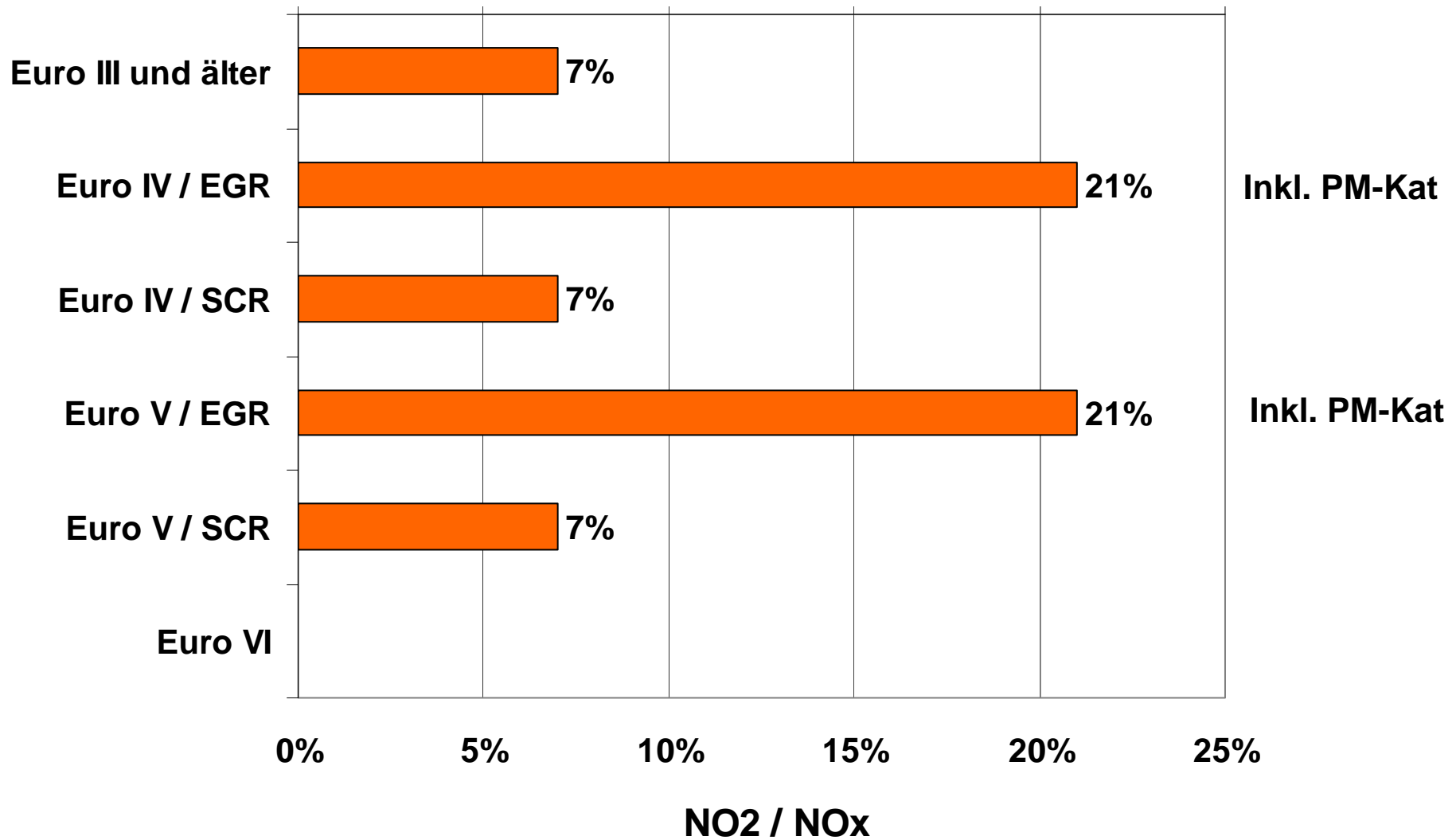
Nur 4 PKW

Real world Verkehrszustände bei SNF

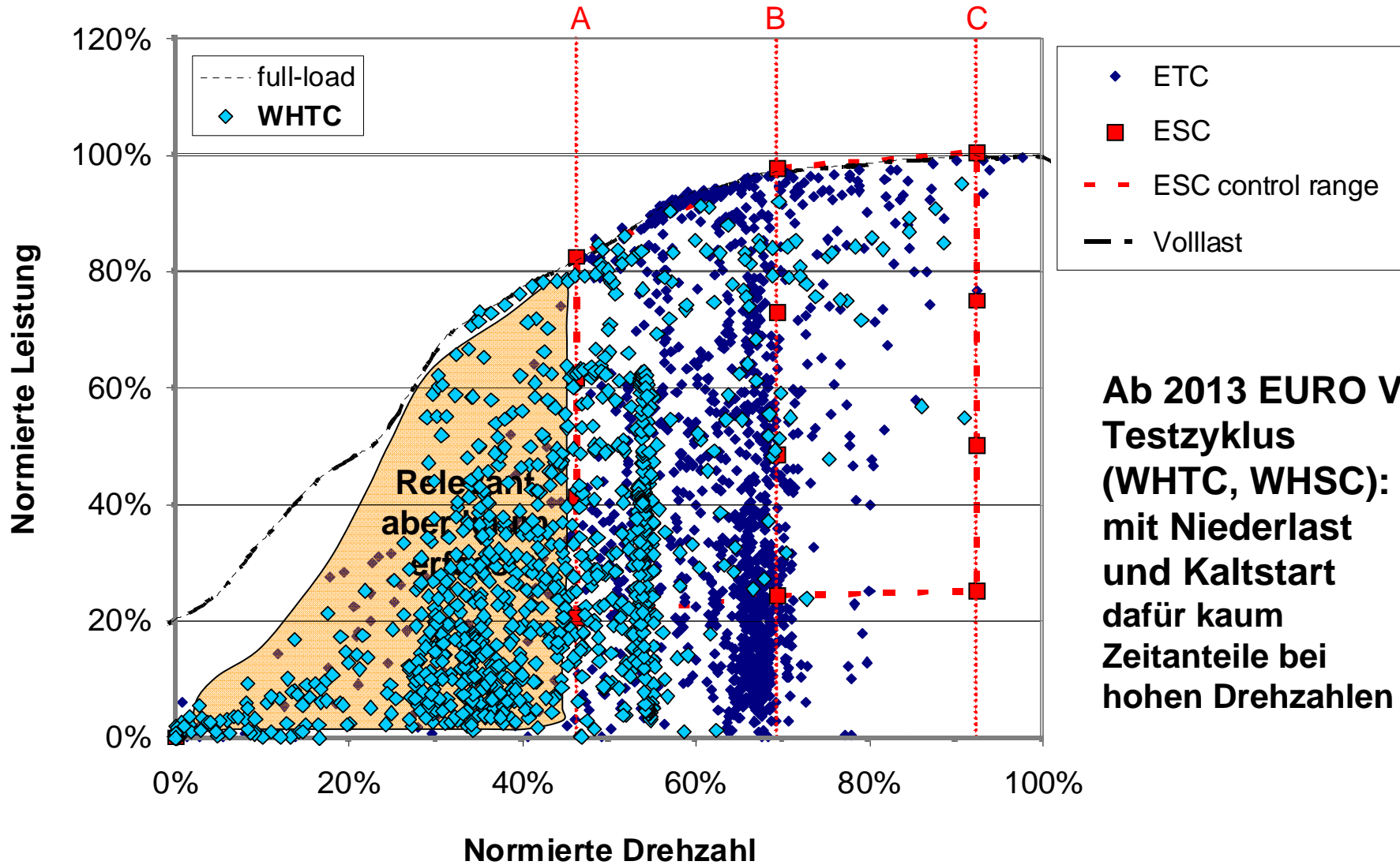
Beispiel: NOx, Sattelzug, 40t max. zul Gesamtgewicht, 50% beladen



NO₂-Anteile bei SNF

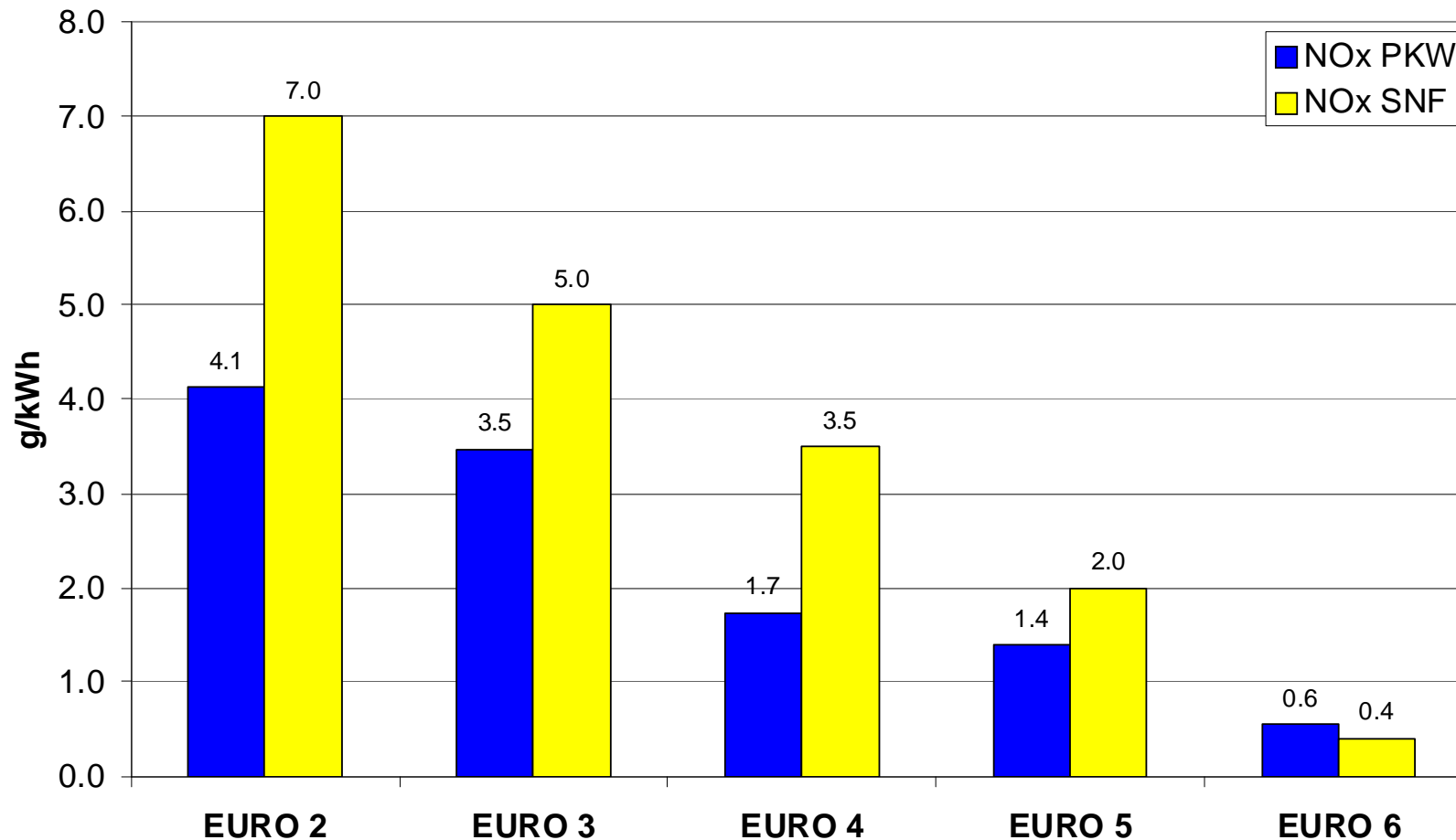


Motorbelastung im ESC und ETC



Emissionsgrenzwerte für NO_x in der EU im Vergleich

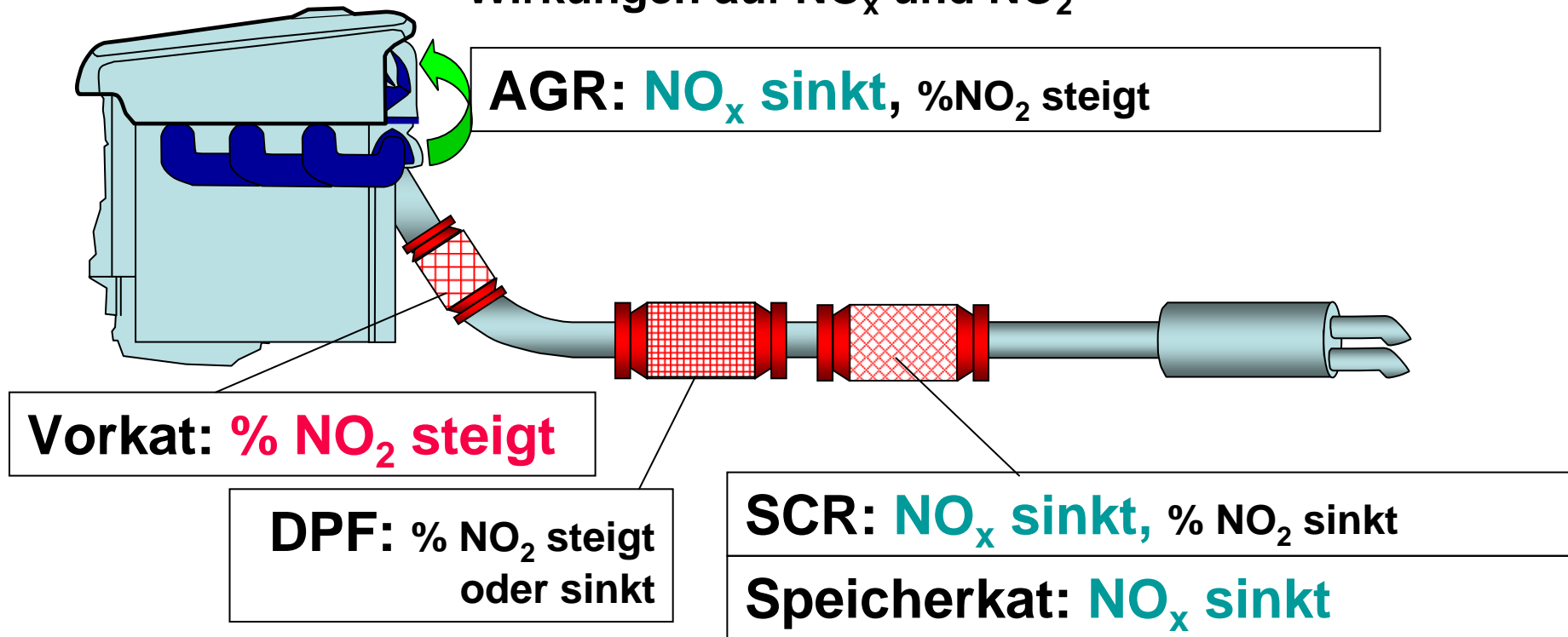
PKW für Golf-Klasse umgerechnet von g/km auf g/kWh



Bei SNF Wechsel von ECE R49 → ESC → ESC+ETC → WHTC

Zentrale Technologien zur Emissionssenkung

Wirkungen auf NO_x und NO_2



Kritisch:

Bei $t_{\text{Abgas}} < 200^\circ\text{C}$ ist NO_x -Nachbehandlung wenig wirksam.

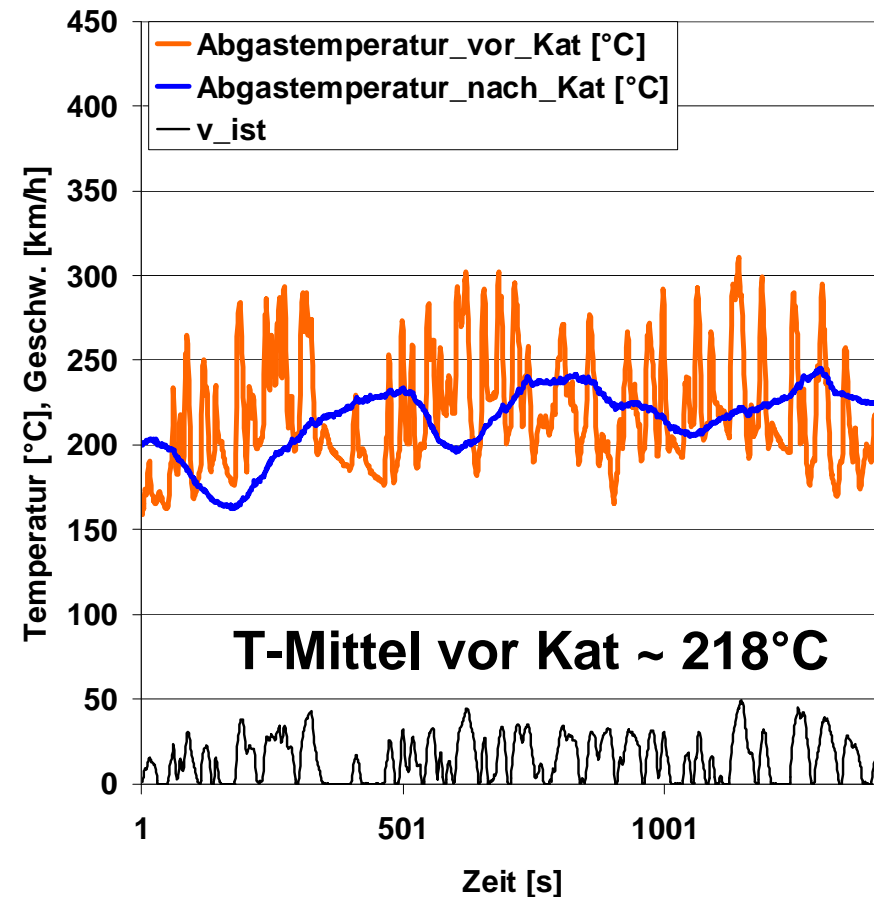
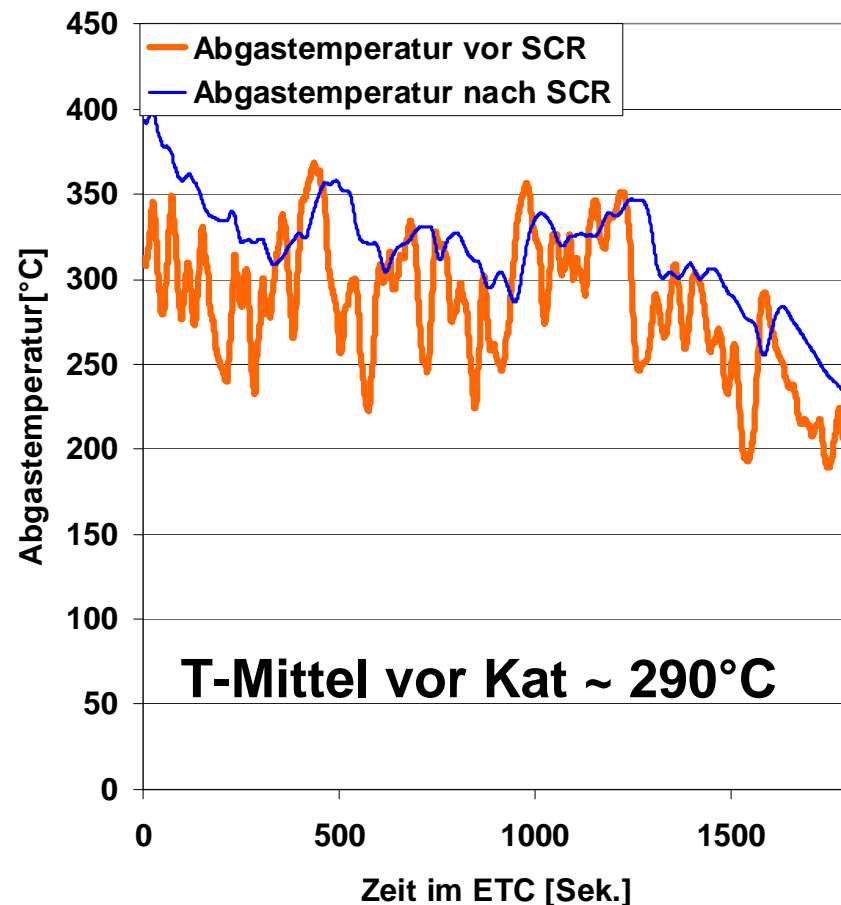
Bei hohen Lasten bei schlechten Typprüfzyklen eventuell auch.

→ Reales Verhalten von EURO 6 derzeit kaum einzuschätzen.

Was können wir von zukünftigen Technologien erwarten?

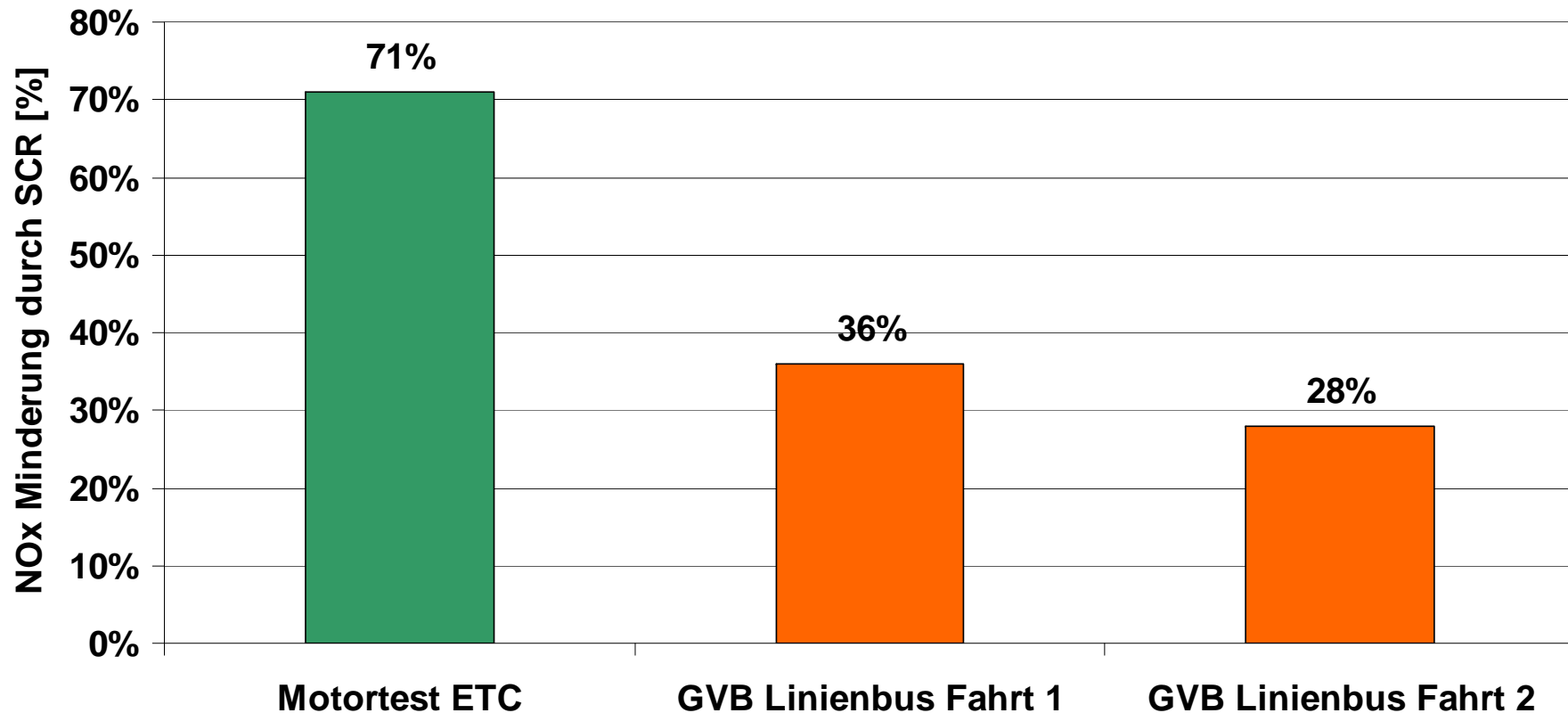
ICUT-SCR-Nachrüstsystem im ETC und am Bus im Linienbetrieb: Temperaturen

ICUT.. Innovative Clean Urban Transport, Leitprojekt im A3-Programm des BMVIT



Was können wir von zukünftigen Technologien erwarten?

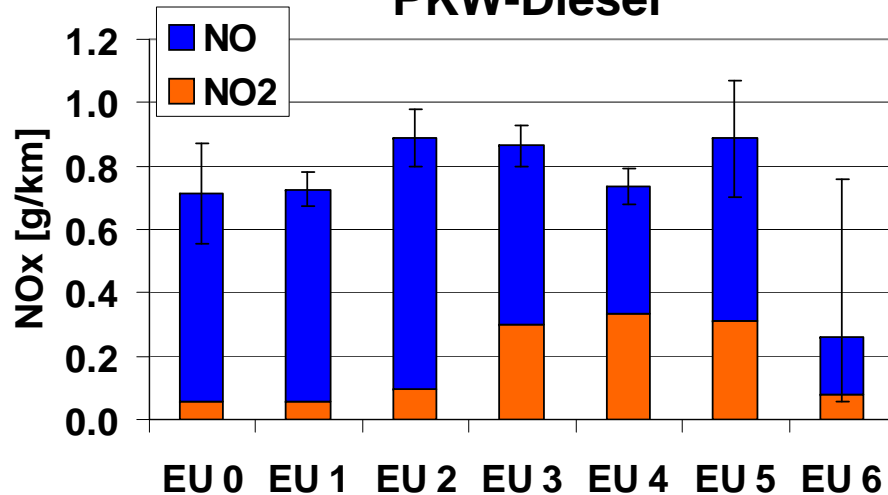
ICUT-SCR-Nachrüstsystem im ETC und am Bus im Linienbetrieb: NOx-Konvertierung



Effizienz der SCR-Nachrüstsysteme hängt stark von Abgastemperatur und damit vom Geschwindigkeitsprofil ab.
ETC Test ist für Stadtbussysteme Unfug!

Was wir im HBEFA für EURO 6 angenommen haben

PKW-Diesel



EU6/EU4: -65% (Grenzwert -68%)

30% NO₂/NO_x (EU4: 45%)

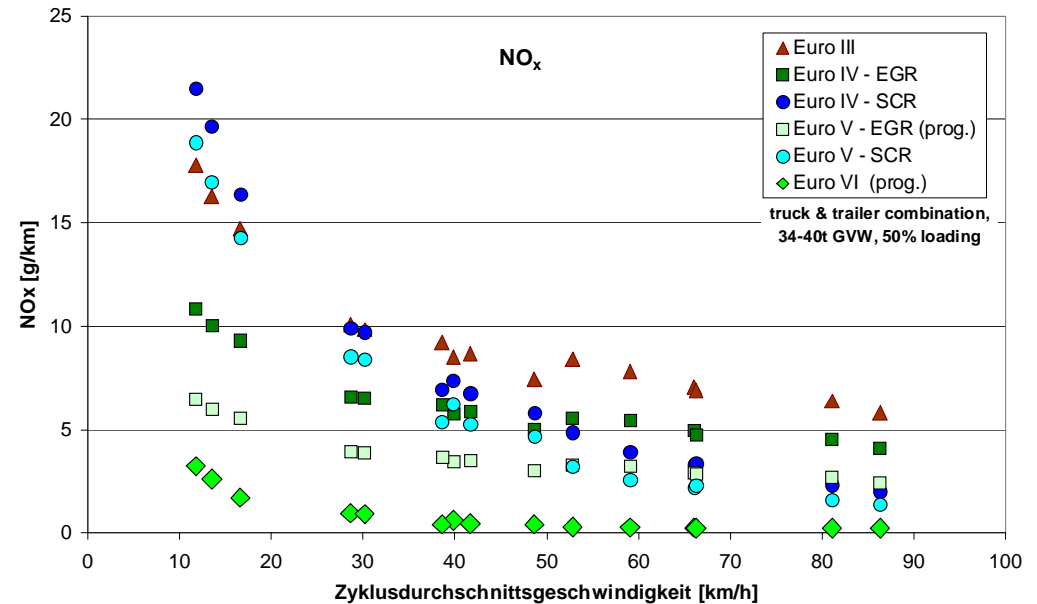
Erfolg ohne Maßnahmen am Typprüfzyklus aber sehr unsicher

EUVI/EUV: -90% (Grenzwert -80%)

28% NO₂/NO_x (EU V: 7%)

Wegen neuem Typprüfzyklus mit Kaltstart ua. eher sicher

SNF-Diesel



Zusammenfassung und Schlussfolgerungen: PKW

- NO_x sind bei PKW mit Dieselmotoren seit EURO 0 im realen Fahrbetrieb kaum gesunken (dafür CO_2 , PM, HC, CO)
- Diesel-PKW haben im heute realen Betrieb mehr als 10 x höhere NO_x als Benzin-PKW
- Abgasrückführung (AGR) als wichtige NO_x -mindernde Maßnahme bei Diesel ist in dynamischeren und hochlastigeren Zyklen wenig aktiv, da Typprüfzyklus (NEDC) dies nicht verlangt.
- DPF und DOC heben NO_2 -Anteil im Abgas seit EURO 3 deutlich an
- Spezielle Abgasnachbehandlung für NO_x ist bei Diesel-PKW derzeit kaum angewandt (einige NO_x -Speicherkat), wird mit EU6 aber kommen



Typprüfzyklus sollte an reales Fahren angepasst werden (EU7?)

Alternativ müsste für zukünftige Abgasnachbehandlung (EU 6/7) vorgeschrieben werden, dass zumindest die Abgasnachbehandlung bis Vollast und Nenndrehzahl aktiv ist.

Zusammenfassung und Schlussfolgerungen: SNF

- Bei SNF sinken die NO_x -Emissionen seit EURO III. Bei niederen Motorlasten sind die Minderungen aber gering (Stadtbusse etc.!)
- Typprüfzyklen bis EURO V sind vorwiegend für Autobahnfahrt repräsentativ (viele SNF-km) aber kaum für Stadtfahrten
- Neuer Typprüfzyklus (WHTC) ab EURO VI berücksichtigt Kaltstart und niedere Lasten viel besser.
- EURO VI sollte daher deutliche NO_x -Reduktionen bewirken, braucht aber noch Anstrengungen für Abgastemperaturmanagement



EURO V Stadtfahrzeuge (Busse, Müllfahrzeuge) können, müssen aber im Stadtverkehr nicht sauber sein.

Typprüfung für Nachrüst-SCR und DPF sollte unbedingt reale Stadtfahrten abbilden. Nachrüstung für Busse in ETC bewerten ist Unfug. Ggf. vor Kaufentscheidung Messungen in realen Zyklen durchführen. Für EURO VI scheint bezüglich Schadstoffen alles klar. CO_2 bleibt.

Danke für Ihre Aufmerksamkeit!

Rollenprüfstand für Schwere Nutzfahrzeuge der TU-Graz

