

Mario Keller (MK Consulting)

# Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs HBEFA-Version 3.3 - nach „Dieselgate“

Statuskolloquium Luft 2017

Dresden, 6. Dez. 2017



# Überblick

1. Was ist HBEFA
2. Kontext «Dieselgate»
3. Grundlagen
4. Ergebnisse
5. Ausblick auf Version HBEFA 4.1

# Was ist HBEFA ?

- **HandBuch EmissionsFaktoren** des Strassenverkehrs (= **HBEFA**)
- Eine Datenbank mit Emissionsfaktoren
- Für alle derzeit üblichen Fahrzeugkategorien (PKW, LNF, SNF, Busse, MR)
  - Differenziert nach den sog. Euro-Klassen (Euro-1, -2, ... -6 gemäss Gesetzgebung)
  - Für alle reglementierten und relevante reglementierte Schadstoffe sowie für Kraftstoffverbrauch und CO<sub>2</sub>
  - Für verschiedene Emissionsarten: EF im betriebswarmen Zustand, (Zusatz)–Emissionen bei Kaltstart, Verdunstungsemissionen
  - Für eine Vielzahl von Verkehrssituationen (von frei-fließendem Verkehr bis zu Stop-and-Go-Verkehr)
- «ungewichtete» sowie mit dem Flottenmix gewichtete E-Faktoren
- Für 6 Länder (D, A, CH, S, N, F)
- Für die Jahre 1990 bis 2030/2035

# Was ist HBEFA ?

## Zweck

- Emissionsinventare
- Grenzwertüberschreitungen -> Handlungsbedarf ?
  - Input für Immissionsmodelle -> Beurteilung Luftqualität / Immissionsentwicklung
  - Emissionsentwicklung
- Szenarien, Wirkungsabschätzungen
- Andere Zwecke wie UVP, Information, Ausbildung u.a.m.

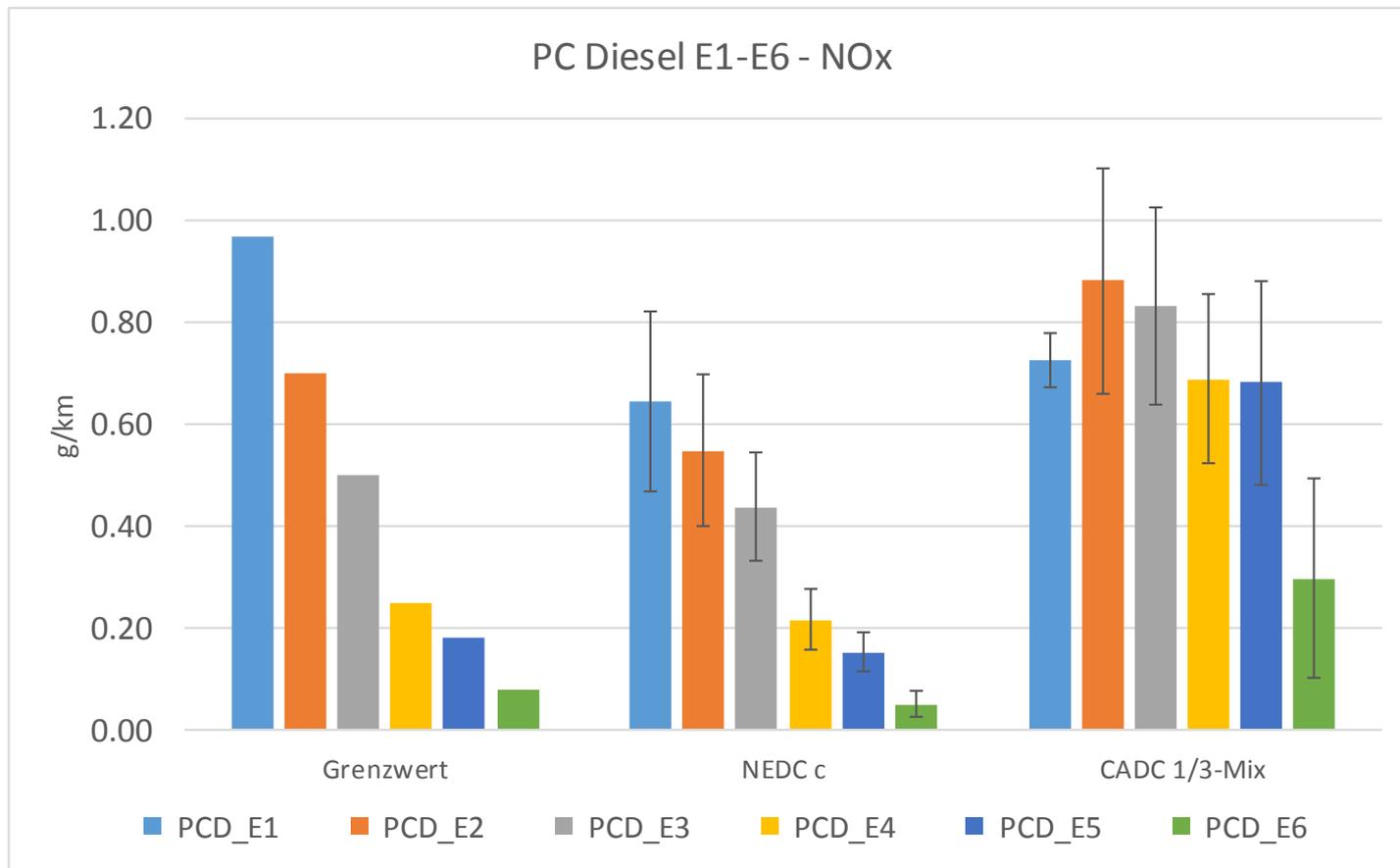
## Umsetzung

- HBEFA - seit 1995 ([www.hbefa.net](http://www.hbefa.net)), Aktualisierungen alle 4 – 5 Jahre
- Im Auftrag der Umweltämter der 6 Länder
- Version HBEFA 3.2 (2014) / “Quick update” HBEFA 3.3 (April 2017) – als Reaktion auf “Dieselgate” -> Fokus auf NOx von Diesel-PKW
- Nächste Version («4.1») geplant für Ende 2018

# Kontext "Dieselgate"

Schon bisher bekannt: markante und zunehmende Differenzen zwischen

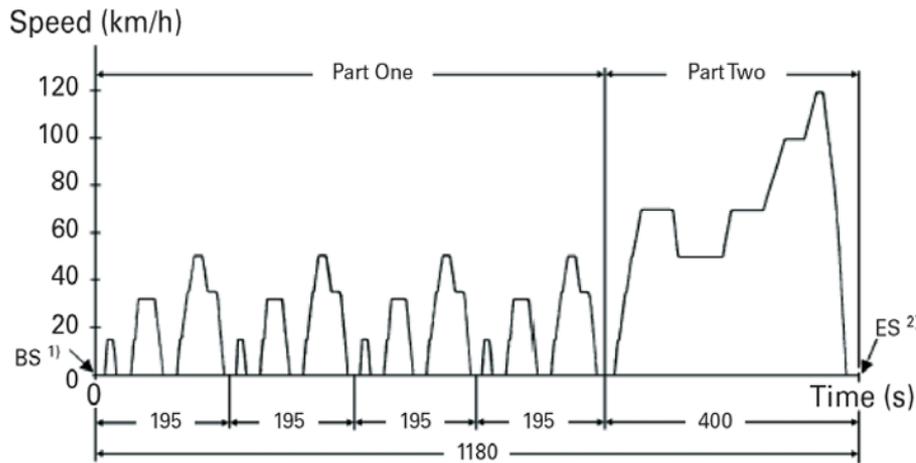
- Emission im Testzyklus (NEFZ, NEDC) und
- Emission in sog. Real World Zyklen, z.B. CADC (Common Artemis Driving Cycle)



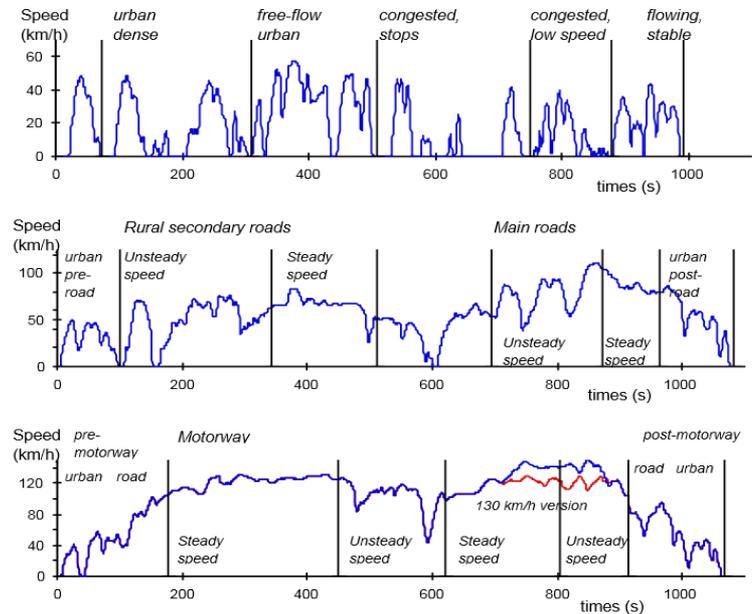
# Kontext "Dieselgate"

- Zur Illustration: die beiden Zyklen

Typenprüfzyklus  
NEDC cycle (NEFZ)

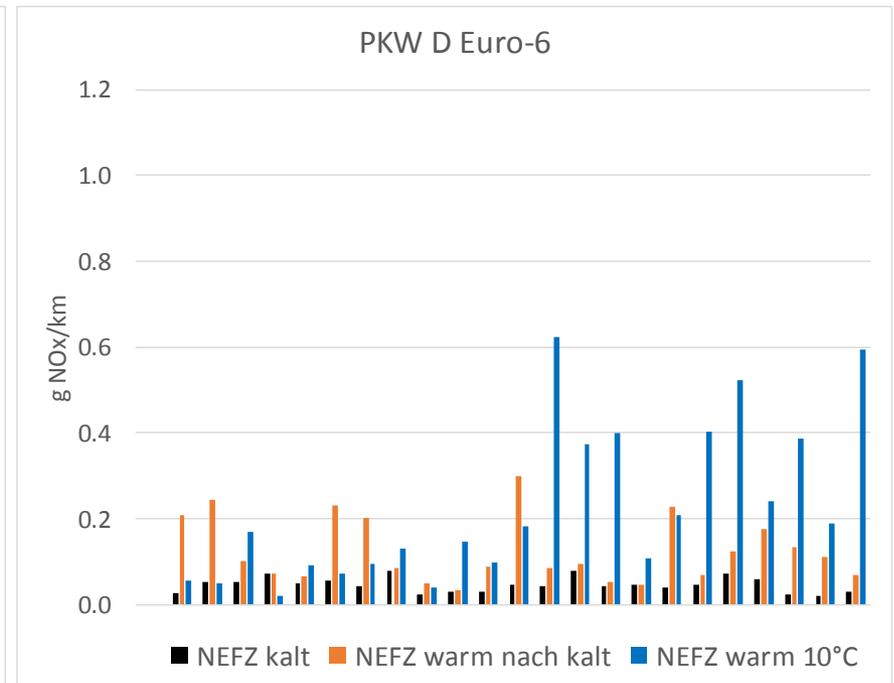
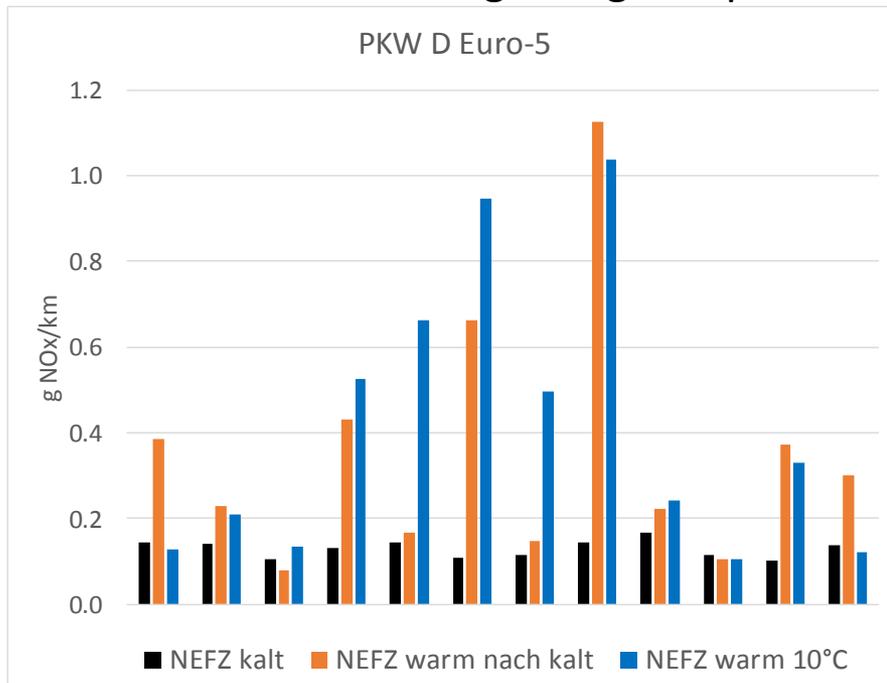


«CADC Cycles»



# Kontext "Dieselgate"

- Untersuchungen im Rahmen «Dieselgate»
  - «Innovation» im Umgang mit dem Fahrzyklus (defeat devices)
  - Einfluss der Umgebungstemperatur



-> Unterschätzung der NOx-Emissionsfaktoren

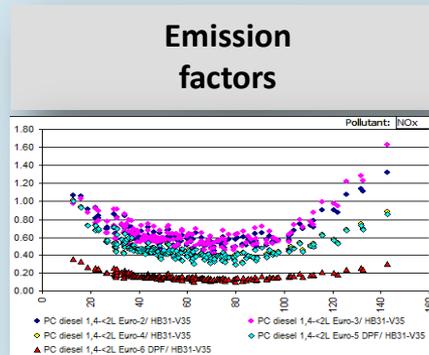
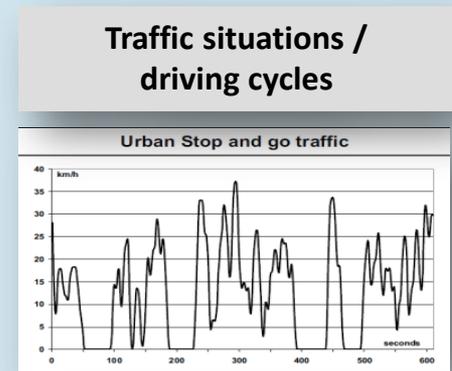
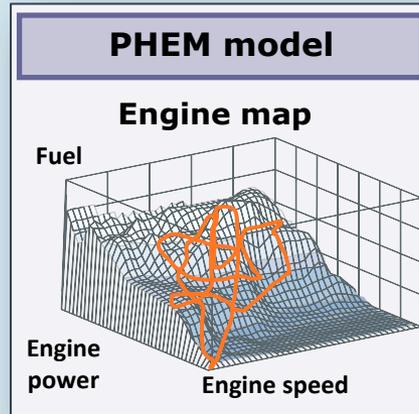
Quelle: BMVI/KBA 2016

-> Bedarf nach «quick update» mit Fokus auf Diesel PKW -> «HBEFA 3.3»

# Methodischer Ansatz

Wie kommen Emissionsfaktoren fürs HBEFA zustande ?

- Auf Basis von PHEM (Modell der TU Graz)



# Methodischer Ansatz

- Neuer Ansatz (HBEFA 3.3): -> neue zusätzliche Datenquellen
  1. «Basis-Emissionsfaktoren» auf der Basis von PHEM (wie bisher)
    - Aktualisierte und erweiterte Prüfstands-Messungen
    - ergänzt mit PEMS-Messungen auf der Strasse (PEMS: Portable Emission Measurement System)



# Methodischer Ansatz

2. Korrekturfaktoren auf der Basis von «Remote Sensing Data»
  - Messung der Schadstoff-Konzentration in Abgasfahnen vorbeifahrender Fahrzeuge
  - Ableitung der Emission aus der Konzentration und Zuordnung zu indiv. Fahrzeugen

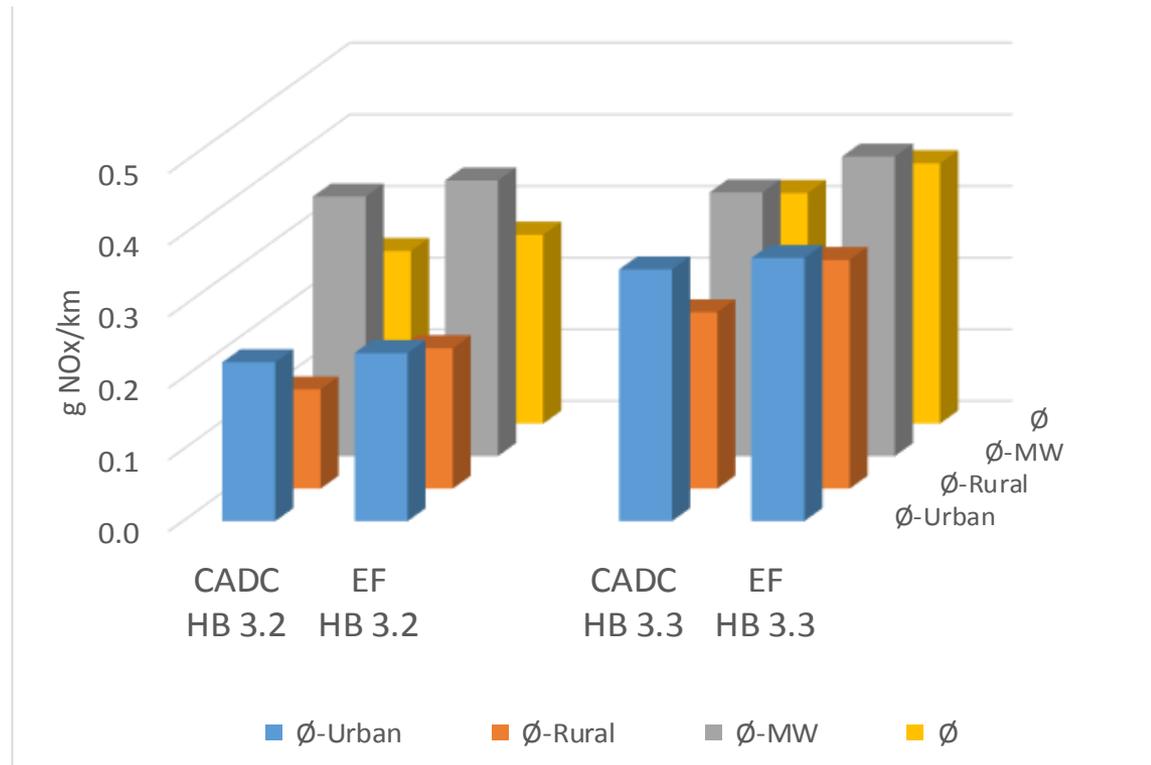


Remote Sensing erfasst eine Vielzahl von Fahrzeugen -> zweckmässig für Ermittlung

- der Entwicklung der Emission mit zunehmendem Alter (Km)
- des Einflusses der Aussentemperatur

# “Basis-E-Faktoren” - PKW diesel Euro-6

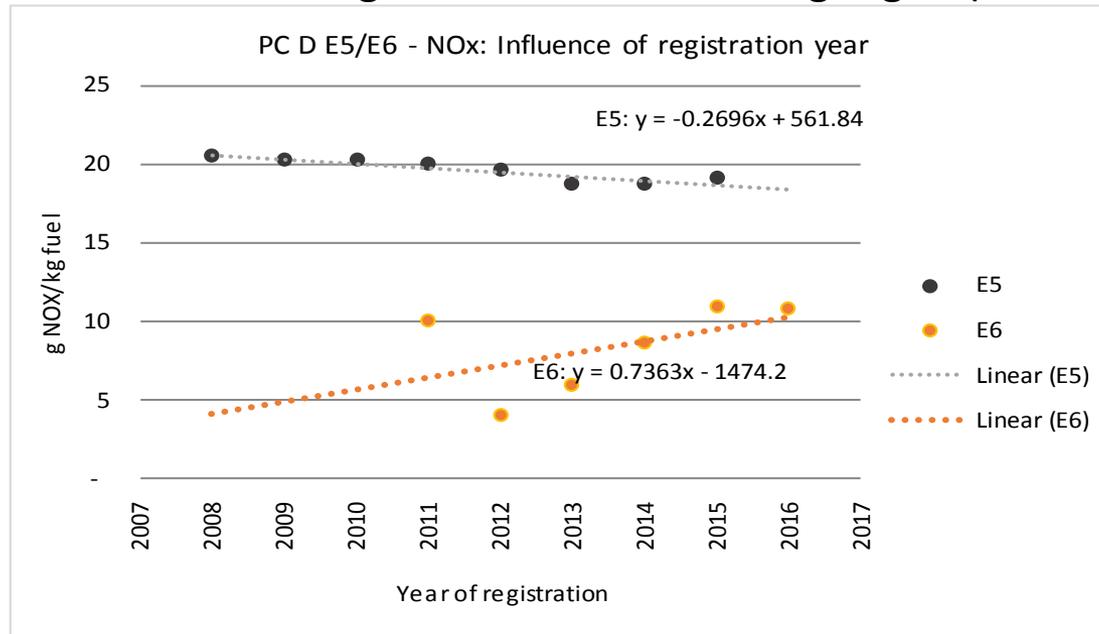
- Vergleich 1:  
CADC vs. EF (PHEM)
- Vergleich 2:  
HBEFA 3.2 vs. HBEFA 3.3



- Resultat:  
bisher Ø EF 0.2 g/km, neu 0.35 g/km  
Grenzwert: 0.08 g/km -> Überschreitung Faktor 4 ÷ 5

# Korrekturfaktoren für den Einfluss des Alters

- Daten von Einzelfahrzeugen nur schwer erhältlich
- Neue Datenquelle «Remote Sensing Data» (Zürich 2016)
  - > decken ganze Flotte ab bei gleichen Rahmenbedingungen (aber: nur 1 Standort)



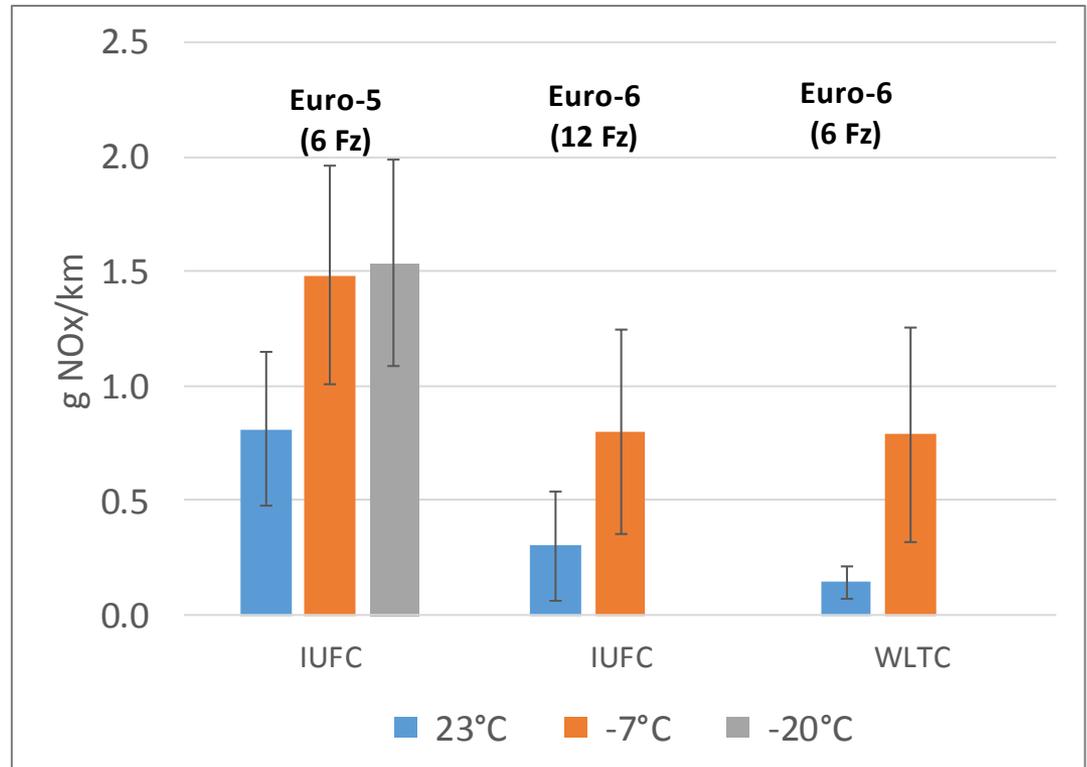
- Interpretation/Folgerung
  - Euro 5: Bereits im Datenset der Basis-EF (PHEM) enthalten
  - Euro 6: rel. neue Fahrzeuge; Anwendung moderater Korrektur

# Korrekturfaktoren für Umgebungstemperatur

- Daten von Einzelfahrzeugen nur schwer erhältlich
- 2 Ansätze
  - Prüfstandsmessungen
  - «Remote Sensing Data» (Zürich und Göteborg 2016/2017)

# Korrekturfaktoren für Umgebungstemperatur

- Prüfstandsmessungen



*IUFC: Inrets Urbain Fluide Course*

*WLTC: World Harmonized Light Duty Test Cycle*

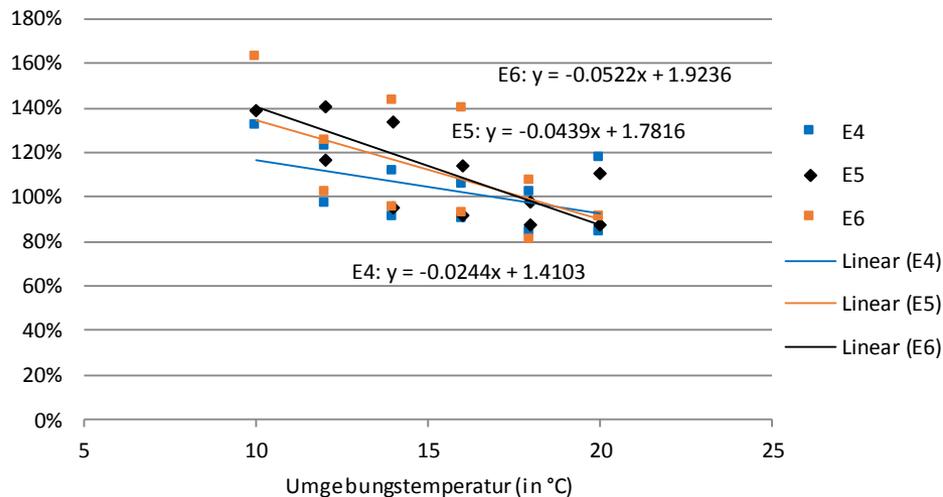
## Ergebnisse

- Signifikanter Einfluss der Temperatur
- Euro-5: kein weiterer Anstieg unter -7° C
- Kleine Zahl von Fahrzeugen, nur einzelne Temperaturen

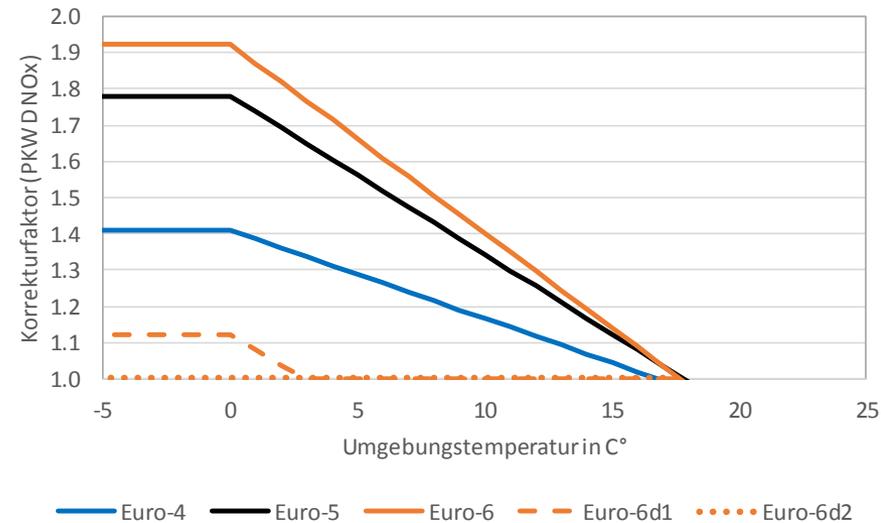
# Korrekturfaktoren für Umgebungstemperatur

- Remote Sensing Data (Zürich und Göteborg)

PC D E4/5/6 - NOx: Einfluss der Umgebungstemperatur



Einfluss der Umgebungstemperatur auf EF NOx <20°C PKW Diesel



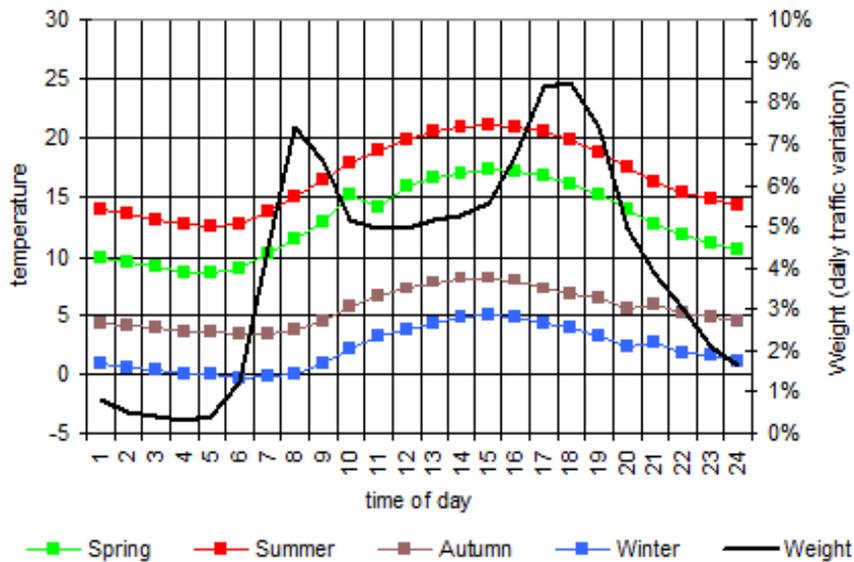
## Vorbehalte

- Begrenzte Zahl von Messungen
- Begrenztes Temperaturspektrum (nicht unter 10°C)
- Unsicherheiten

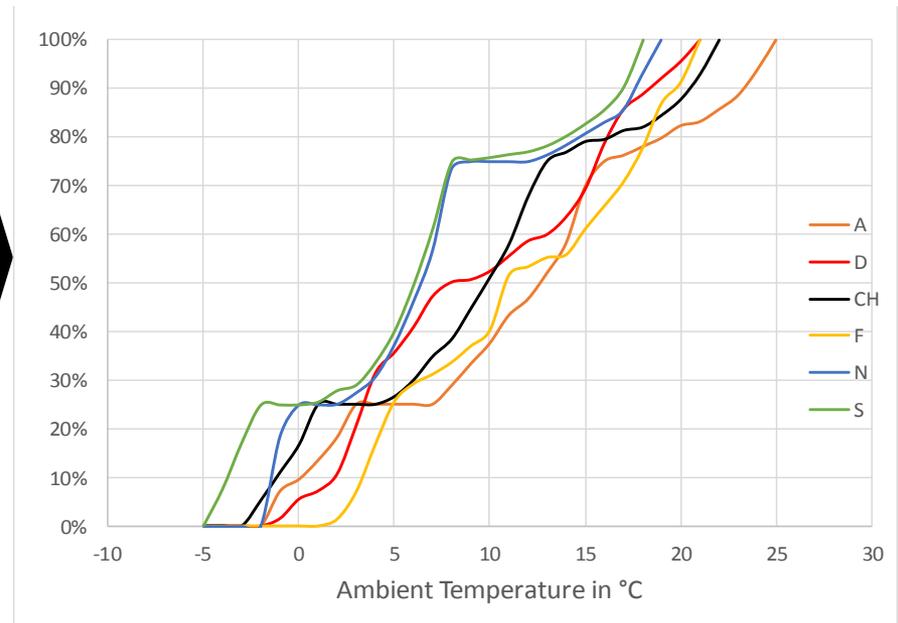
# Einbezug der Umgebungstemperatur in HBEFA

- Temperaturverteilungen

## Beispiel Deutschland

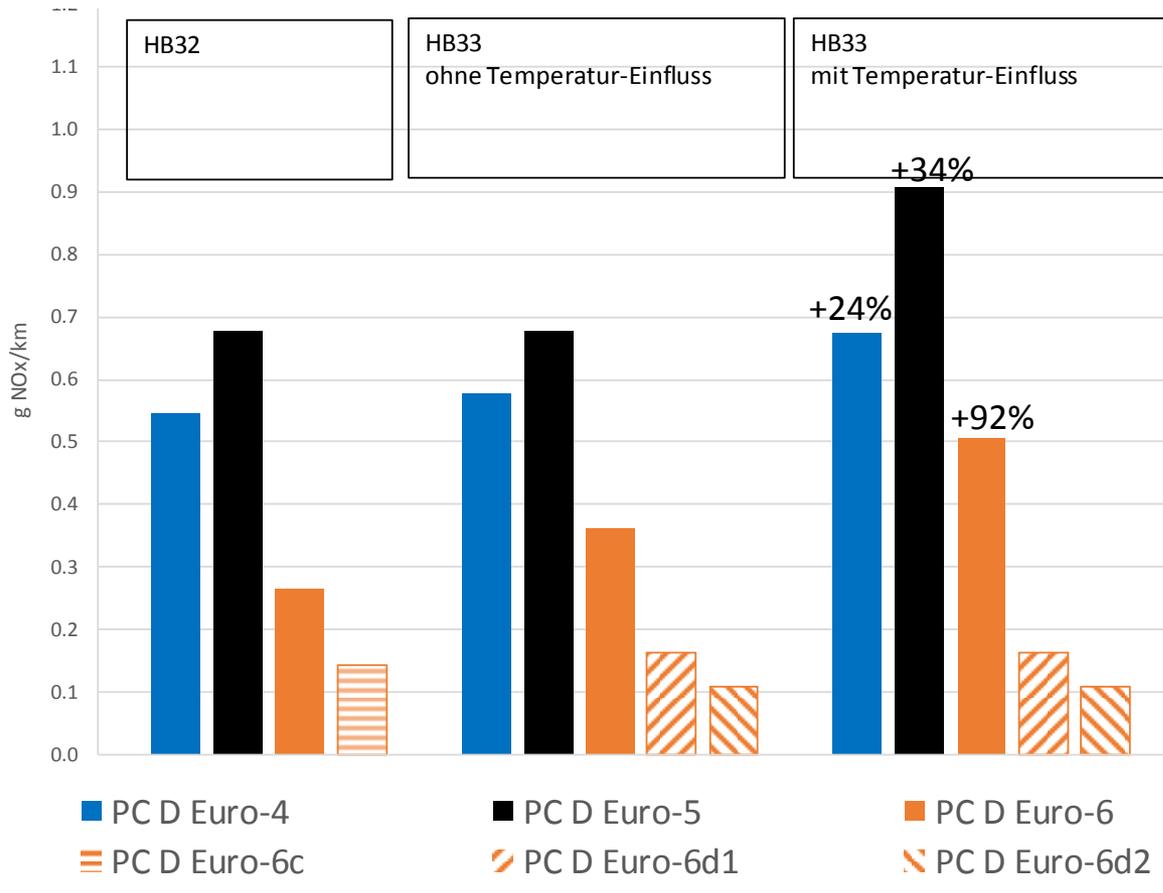


## Summenhäufigkeitsverteilung FzgKm



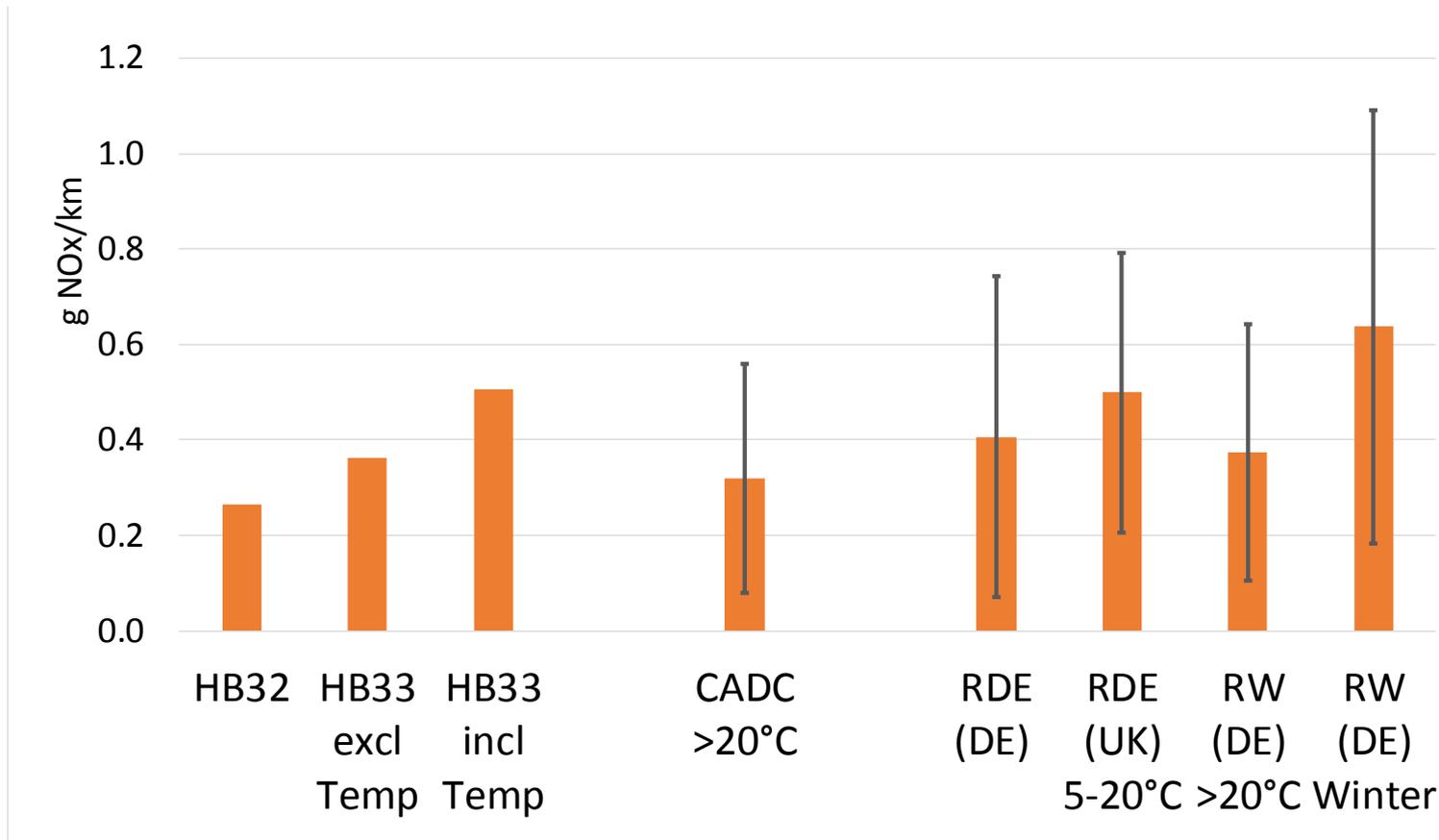
# Ergebnisse

Gewichtete Ø NOx-Emissionsfaktoren (PKW Diesel Euro-4/-5/-6, DE)



# Ergebnis-Vergleich

Vergleich der EF NOx - PKW D Euro-6 mit Dritt-Messungen



# Zukunft ?      PKW diesel Euro-6 d1/d2

- Neue Regulierung «RDE» (Real World Driving Emission)

	Neue Typenzulassungen	Neue Inverkehrsetzungen
Stufe d1 (bzw. 'EU6d-Temp/RDE')	Sept. 2017	Sept. 2019
Stufe d2 (bzw. 'EU6d/RDE')	Jan. 2020	Jan. 2021

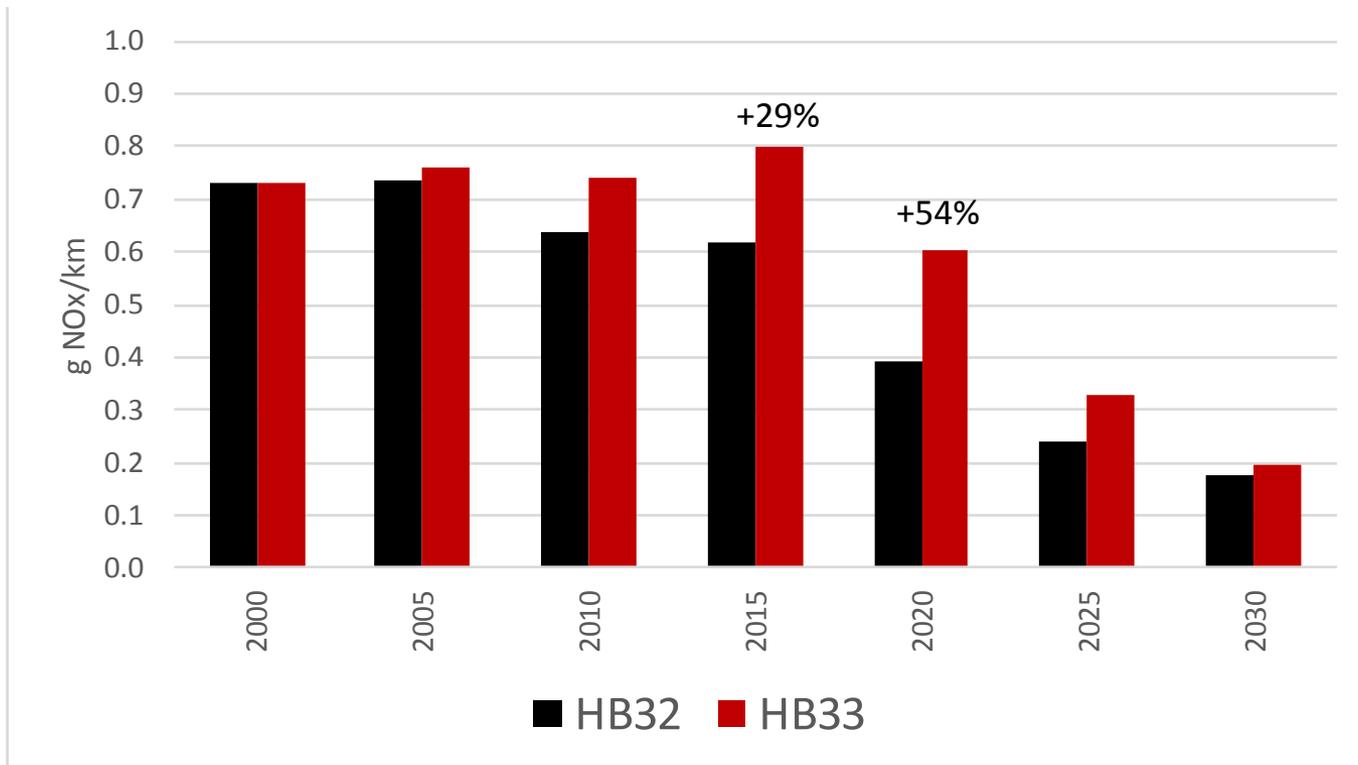
- «Conformity factors»:
  - Stage 1: 2.1
  - Stage 2: 1.5

-> HBEFA 3.3:

- Noch keine empirische Basis
- Vorläufige Annahmen: RDE ist wirksam !

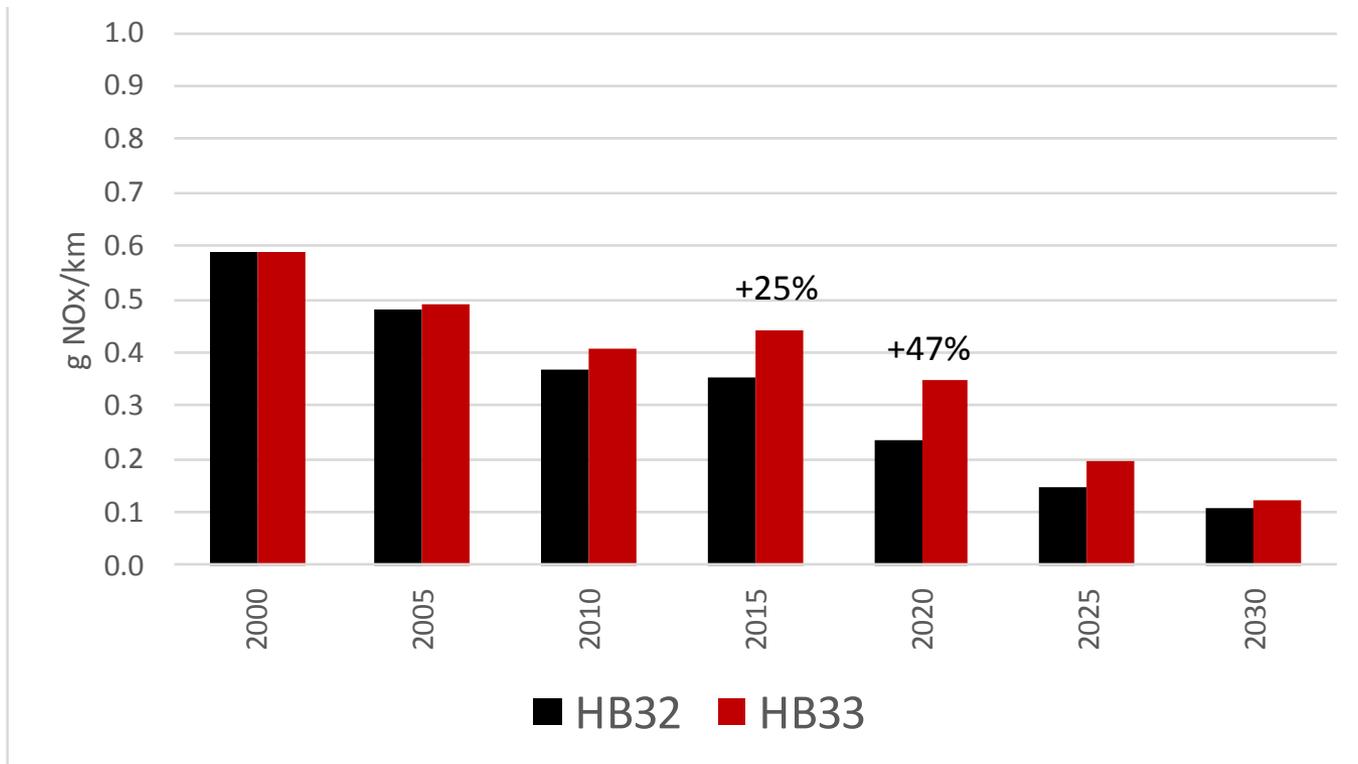
# Ergebnisse 2000-2030

Gewichtete  $\emptyset$  NOx Emissionsfaktoren (Zeitverlauf,  $\emptyset$  PKW-Dieselflotte, DE)



# Ergebnisse 2000-2030

Gewichtete  $\emptyset$  NOx Emissionsfaktoren (Zeitverlauf,  $\emptyset$  PKW-Flotte, DE)



# Ausblick auf HBEFA Version 4.1

Geplant per Ende 2018

## **Prioritär:**

- Verifizieren der EF Euro 6 / VI -> update EF PKW, SMW
  - Verdichten der empirischen Basis -> Messprogramme
- Einbezug neuer Datenquellen (PEMS, RSD)
  - Einflussfaktoren (Alter, Aussentemperatur)
  - Verifizieren des Einflusses von RDE (Real world Driving Emissions)
- Kraftstoffverbrauch
  - Diskrepanz NEFZ vs. Realverbrauch
- Neue Technologien
  - Elektrofahrzeuge (Hybrids, BEV, PHEV)
  - Methodische Fragen ("utility factors", Fahrverhalten, "Upstream emissions" [well-to-tank])

# Ausblick auf HBEFA Version 4.1

## Zudem:

- Review der Verkehrssituationen
  - Stop+Go (zusätzlich "LOS 5"), Tempo 30/40
- EF anderer Fahrzeug-Kategorien
  - Leichte Nutzfahrzeuge, Motorräder
- Verkehrsmengengerüste
  - Harmonisierter Ansatz für Herleitung von Flottenzusammensetzungen
  - Neue Datenquellen für das Fahrverhalten (Verkehrslagedaten, big data)
- Operationelles
  - Integration eines Emissionsmodells in HBEFA (in Diskussion)

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit !

**Mario Keller**

**MK Consulting GmbH**

Distelweg 5

CH-3012 Bern / Schweiz

Tel +41 31 301 73 88

[mario.keller@mkconsulting.ch](mailto:mario.keller@mkconsulting.ch)