

# Partikelemissionen von Schweren Nutzfahrzeugen

Aktuelle Daten aus dem Handbuch  
Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs (HBEFA)

**Dr. Martin Rexeis, ao. Univ. Prof. Dr. Stefan Hausberger**

15<sup>th</sup> ETH-Conference on Combustion Generated Nanoparticles  
June 26<sup>th</sup> – 29<sup>th</sup> 2011

## Inhalt

- Was ist das HBEFA?
- Wie werden die Emissionswerte ermittelt?
- Ergebnisse für PM und PN von verschiedenen SNF-Generationen
- Erfahrungswerte zu Retrofit PM-Filtern
- Zusammenfassung

## Was ist das HBEFA ?

- **Datenbank mit Emissionsfaktoren [g/km] sowie (länderspezifischen) Bestands- und Fahrleistungsdaten für den Straßenverkehr**
  - Angaben zu Kraftstoffverbrauch (FC), CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, NO<sub>2</sub>, HC, CO, PM, PN
  - Fahrzeugkategorien PKW, LNF, SNF, 2-Räder
- **Herausgeber: ERMES Gruppe**  
**(*European Research group on Mobile Emission Sources*)**  
Internationale Kooperation von Forschungseinrichtungen und öffentlichen Institutionen (Ministerien, Umweltbundesämtern)
- **Aktuelle HBEFA Version: 3.1 (Stand Jänner 2010)**  
Updates ca. alle 3 bis 5 Jahre

# Welche Daten enthält das HBEFA zu Schweren Nutzfahrzeugen (SNF)?

Emissionsfaktoren werden angegeben für alle Kombinationen aus:

- **Emissionsstandard (9):**
  - „Pre Euro“ bis Euro III
  - Euro IV, V: AGR & SCR
  - Prognose Euro VI
- **Fahrzeugklassen (19)**
  - Solo LKW, Last- und Sattelzüge, Reisebusse, Linienbusse
  - Zusätzlich Unterscheidung nach Gewichtsklassen
- **Fahrzeugbeladungen (3)**
- **repräsentative Fahrzyklen (276)**
- **Fahrbahnlängsneigungen (7)**

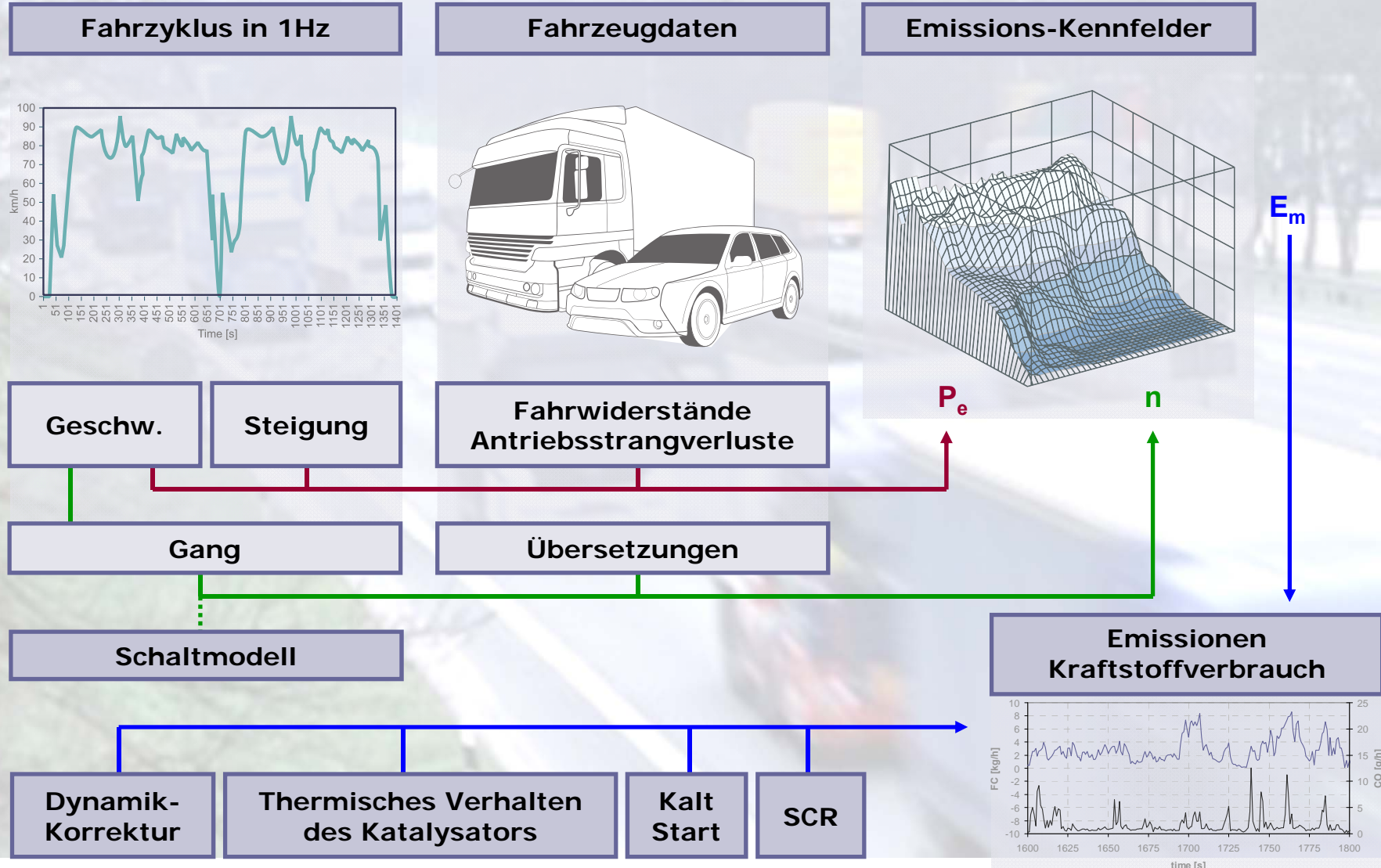
---

~ 1 Mio. Kombinationen



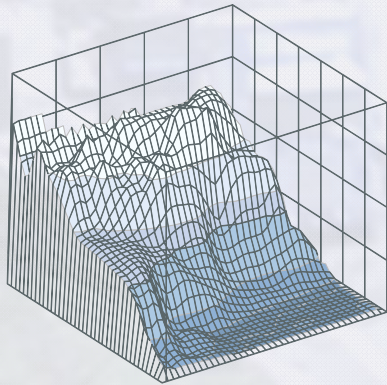
# PHEM

## Passenger car and Heavy duty Emission Model

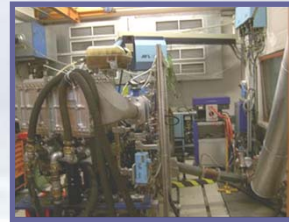


# Bedatung Emissionsmodell PHEM für HBEFA3.1

Emissions-Kennfelder



Messungen zur Feldüberwachung gesammelt innerhalb der ERMES Gruppe



Motorpr.

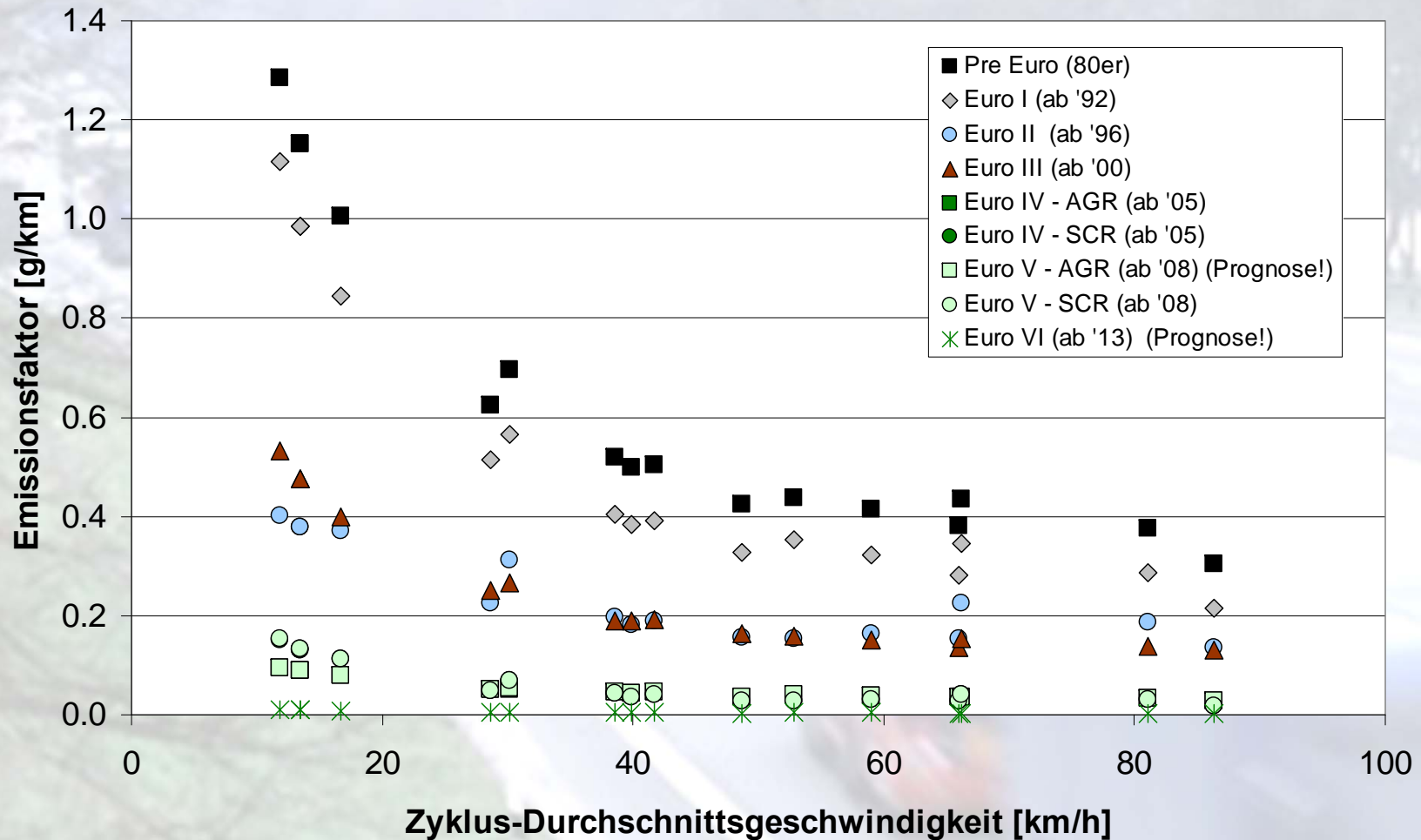
Rollenpr.

On-Board

	Motorpr.	Rollenpr.	On-Board
Pre EURO	40 (2)	0	0
EURO I	13 (2)	0	0
EURO II	21 (10)	1	0
EURO III	27 (13)	0	0
EURO IV	2 (2)	1	5
EURO V	0	4	2
EURO VI	1	0	0

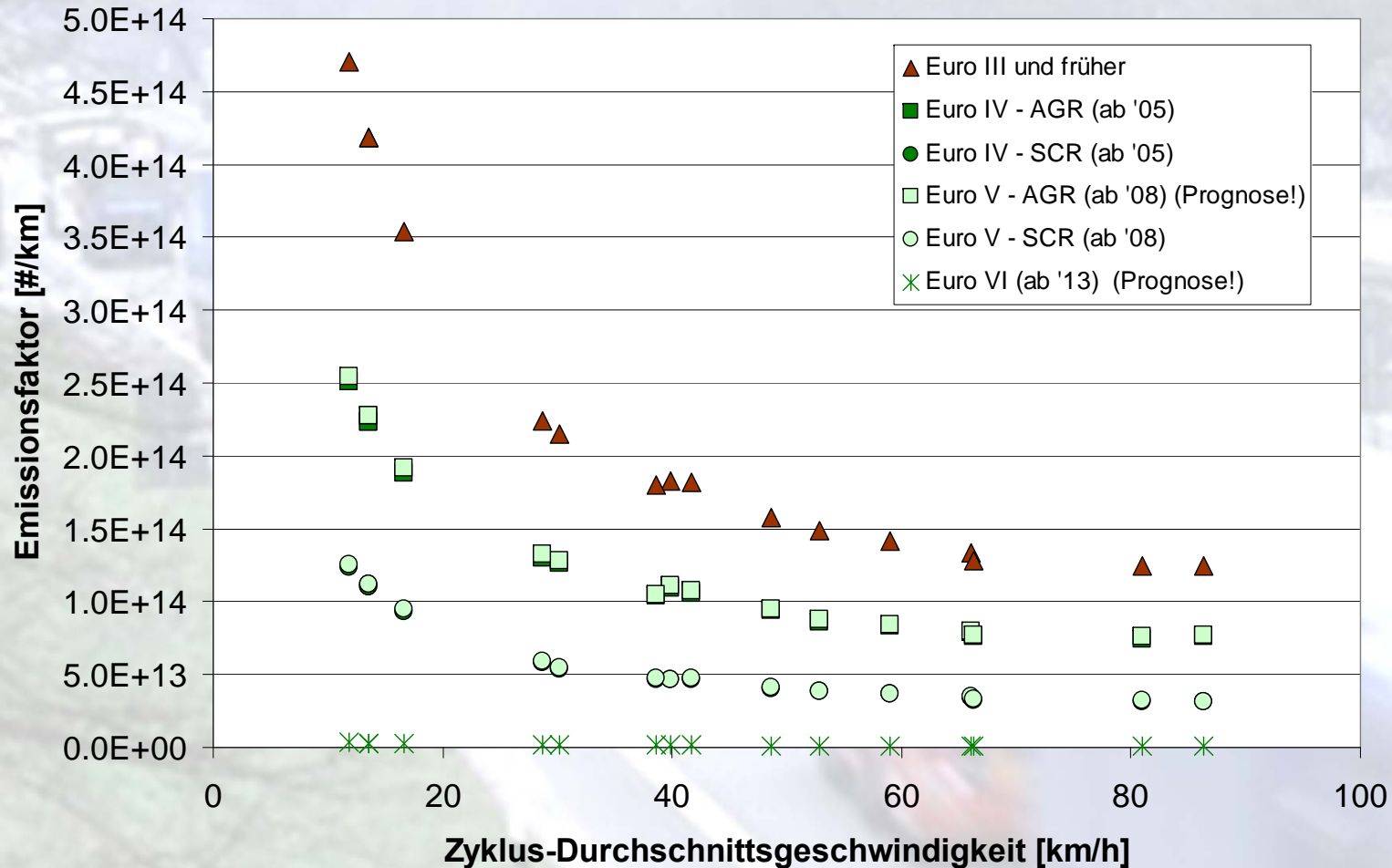
Werte in Klammern:  
Messungen auch in transienten Zyklen

# Ergebnisse: PM exhaust (Auszug)



**Emissionsfaktoren für Last- und Sattelzüge 40t hzG, 50% Beladung**  
**Jahreszahlen beziehen sich auf Inkrafttreten der Typrüfbestimmungen**

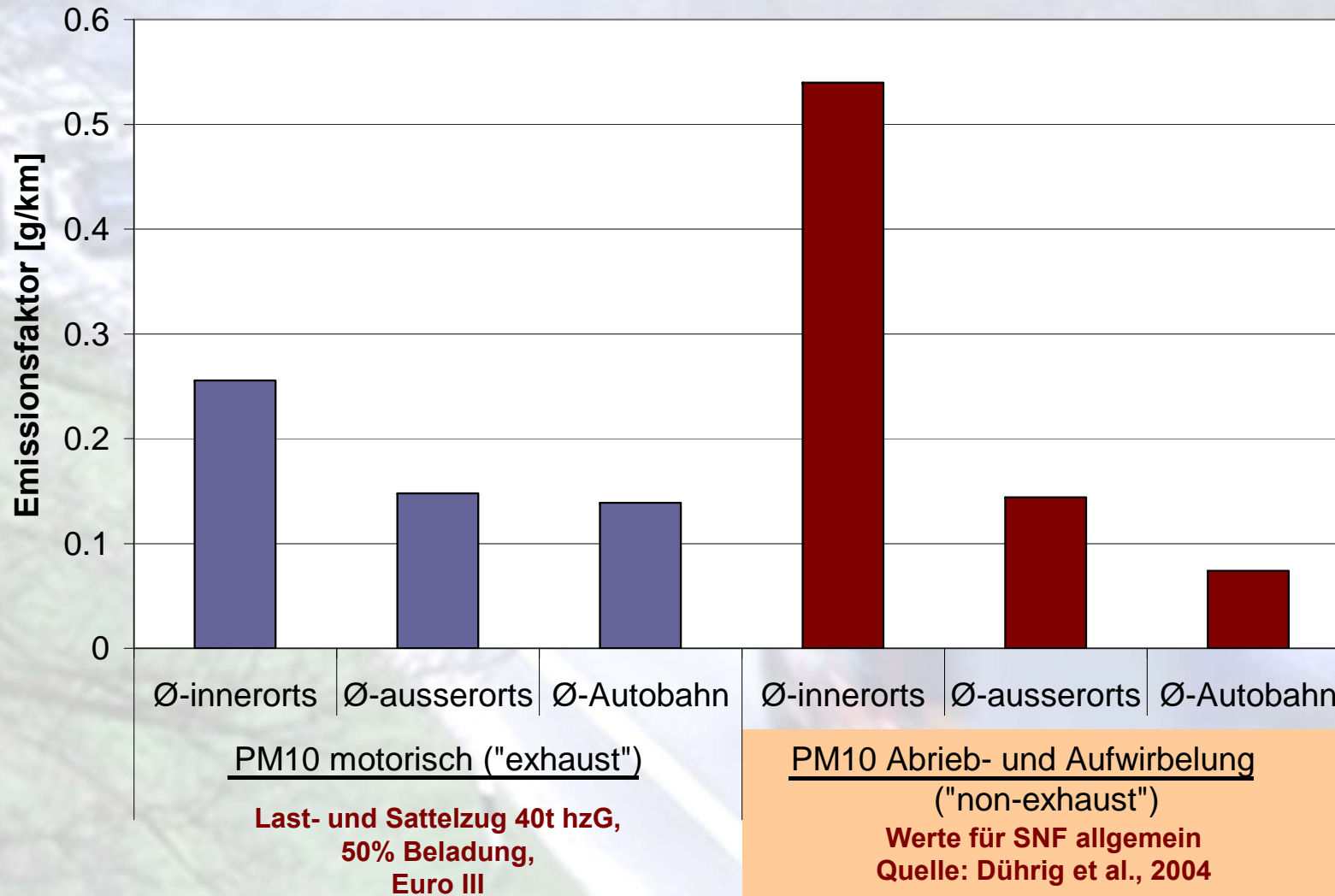
# Ergebnisse: PN exhaust (Auszug)



Emissionsfaktoren für Last- und Sattelzüge 40t hzG, 50% Beladung  
 Jahreszahlen beziehen sich auf Inkrafttreten der Typprüfbestimmungen



# Ergebnisse: PM10 exhaust vs. non-exhaust



# Retrofit PM Systeme

**Mehrere SNF-Nachrüstfilter (Wall-flow & offene Systeme) wurden vom IVT im Feldtest begleitet („ICUT“-Projekt, `05-`09)**

- periodische Überprüfung der Abscheideraten am Rollenprüfstand
- kontinuierliche Aufzeichnung des Gegendrucks im Feldtest

## Resultate

- Durchschnittliche beobachtete Werte von voll funktionsfähigen Systemen:

	Abscheidegrade		NO2 / NOx absolut	Konvertierungsraten		Mehr- verbrauch
	PM	PN		HC	CO	
Wall-Flow	95%	99%	27%	67%	67%	2.2%
Offen	60%	75%	23%	67%	67%	0.5%

- Beobachtete Ausfallraten:  
 Wall-Flow: ca. 33% (Filterbruch, Abscheidegrad ~ 50%)  
 Offen: ca. 50% („Überladung“ des Filters, hoher Gegendruck, Abscheidegrad ~ 30%)
- Vor der Entscheidung für eine Nachrüstlösung sollten die Einsatzprofile analysiert werden. Die Abgastemperatur vor DPF/Kat Einbaustelle ist das Hauptkriterium für die Funktion der Abgasnachbehandlung.

## Zusammenfassung

- **HBEFA ist ein Standardwerk in Europa zu Quantifizierung der Emissionen des Straßenverkehrs**
- **Seit Einführung der PM-Grenzwerte hat sich der Ausstoß an motorischen Partikeln (PM und PN) von SNF drastisch reduziert**
- **Mit der Einführung von Euro VI (2013) werden alle neuen SNF serienmäßig mit Wall-Flow Filtern ausgestattet sein**
- **Beitrag des Straßenverkehrs zum Luftgüteproblem bei PM10 durch Non-exhaust Emissionen bleibt bestehen**
- **Nachrüstung von Filtersystemen:**
  - **Erfahrungswerte für Abscheidegrade: >95% bei Wall-Flow Systemen, ca. 50-70% bei offenen Systemen**
  - **Einsatzprofil des nachzurüstenden Fahrzeugs muss analysiert werden**

## Kontakt

**Dr. Martin Rexeis**

Institut für Verbrennungskraftmaschinen und Thermodynamik  
Technische Universität Graz

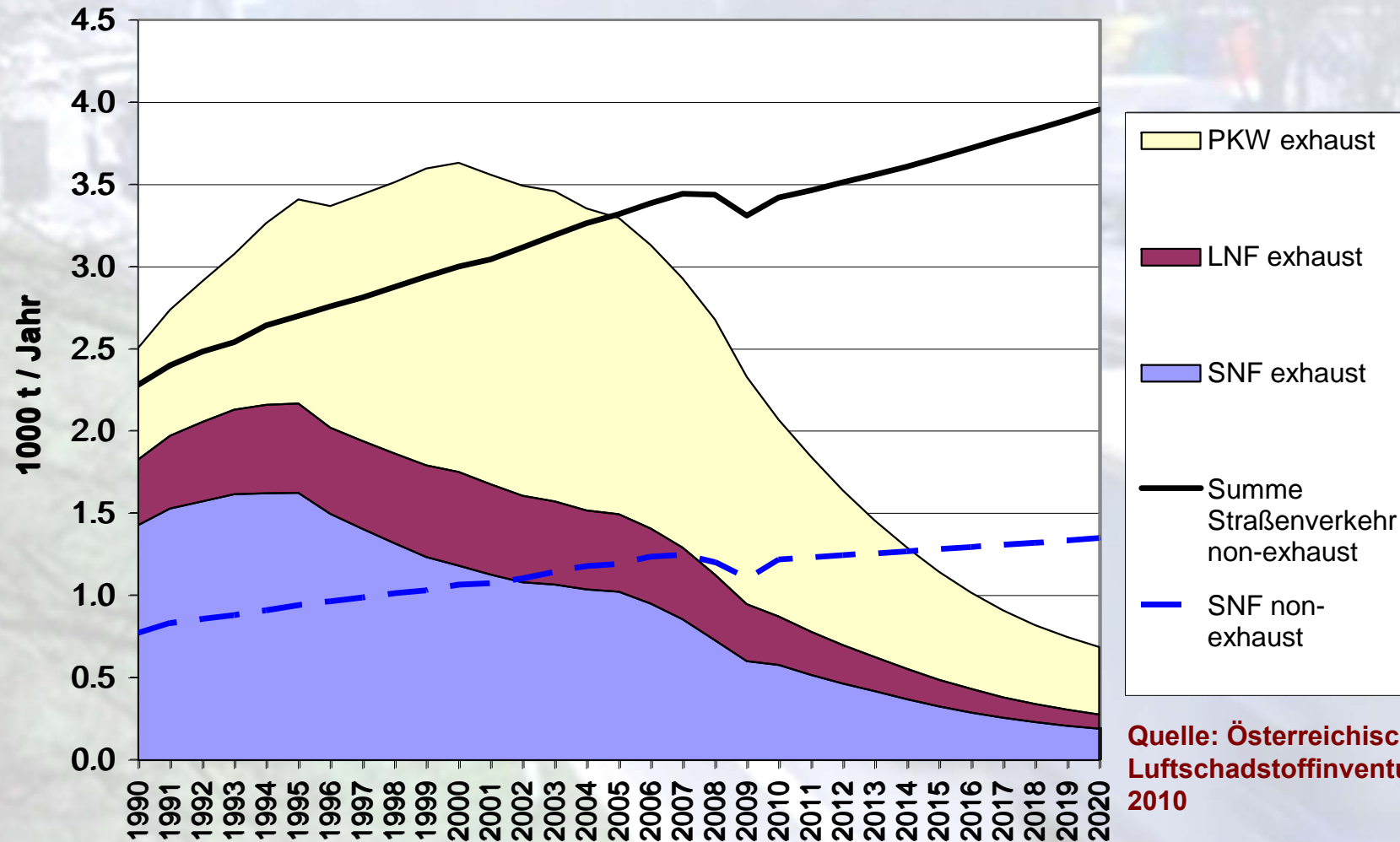
[rexeis@ivt.tugraz.at](mailto:rexeis@ivt.tugraz.at)

Tel: +43 316 873 7212



# Entwicklung PM10 Emissionen des Straßenverkehrs

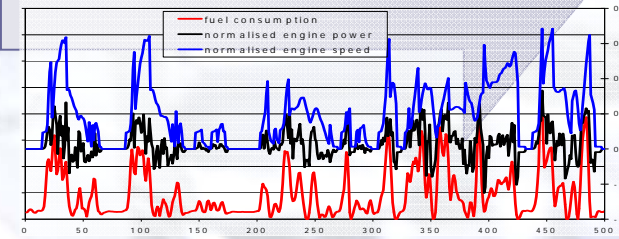
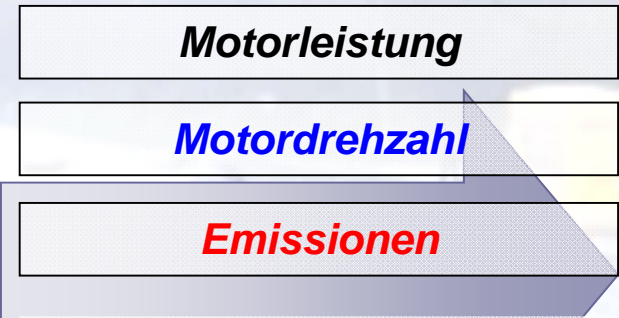
## Hochrechnung für Österreich



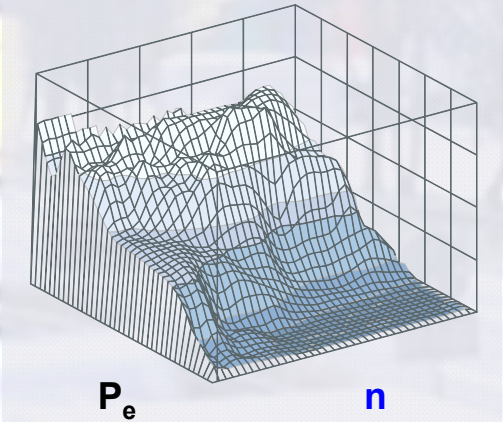
Quelle: Österreichische Luftschadstoffinventur 2010



# Kennfelderstellung

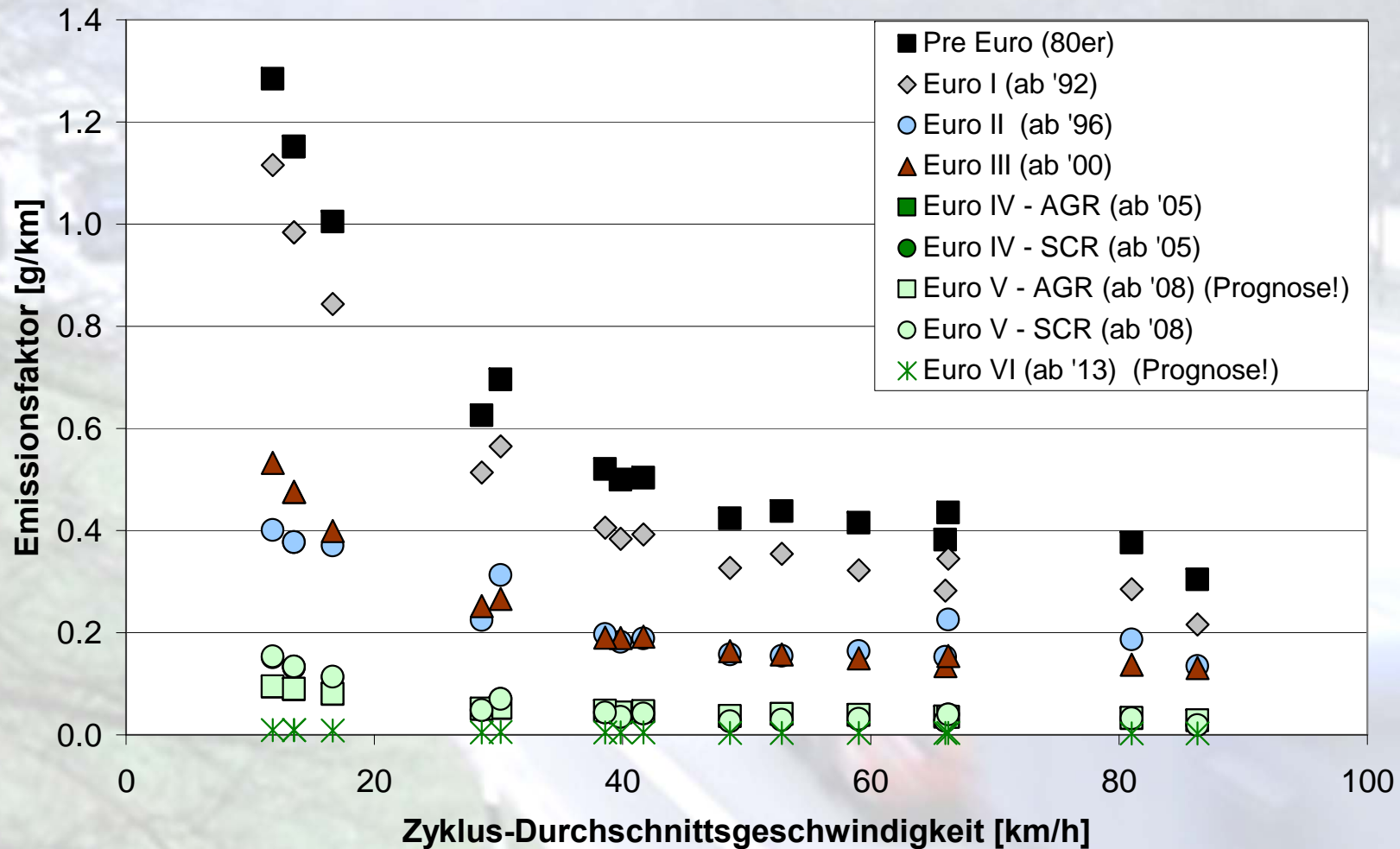


Emissions-Kennfelder



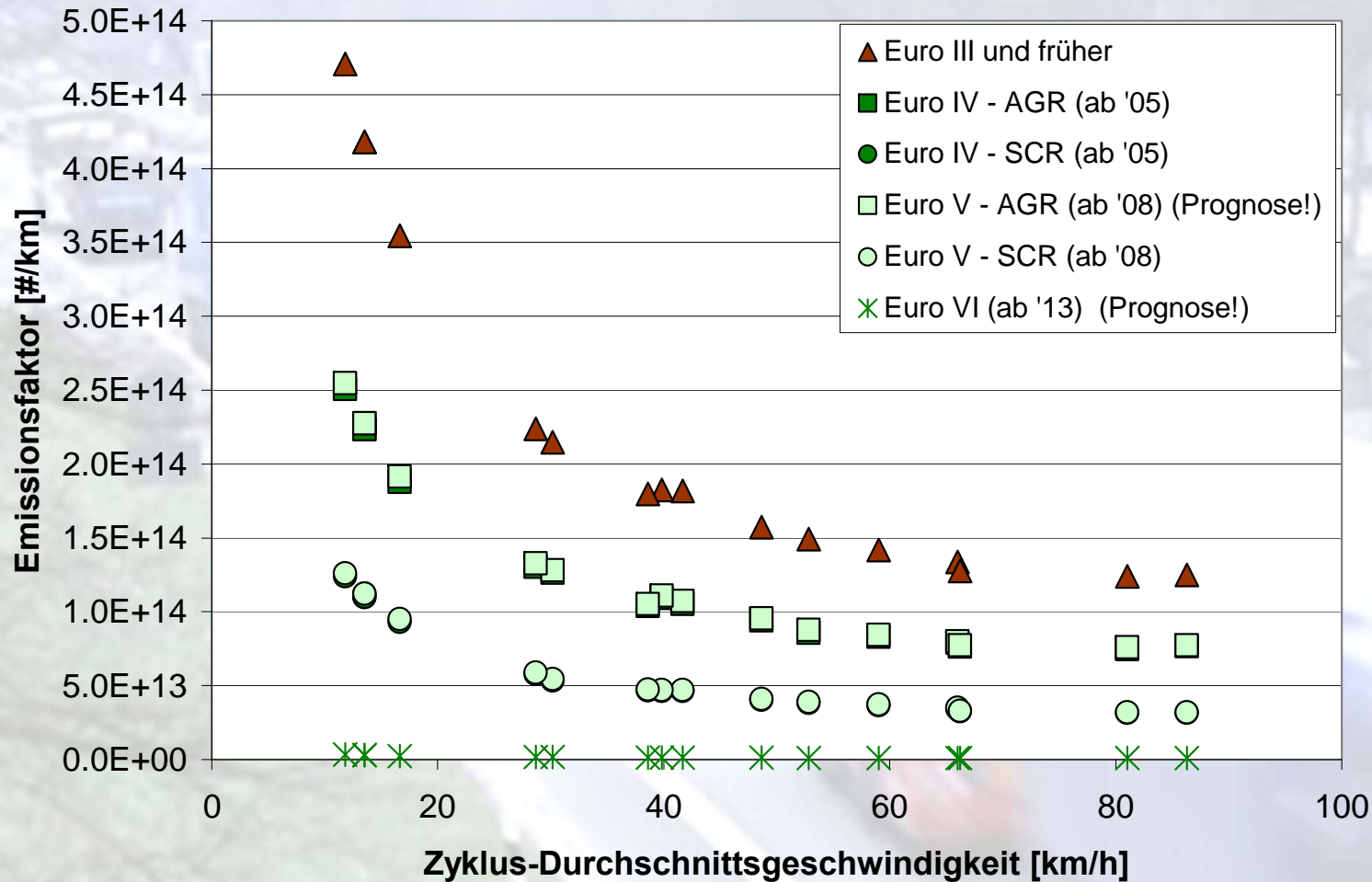
- Zur Erstellung von Emissions-Kennfeldern sind instationäre Messungen erforderlich ( $\geq 1$  Hz)
- Präzise, prüfstandspezifische Korrektur der Ansprechzeit und Gaslaufzeit notwendig
- Kennfeldbelegung allein mit Beutel- bzw. Filterwerten ist nicht möglich

# Ergebnisse: PM exhaust (Auszug)



Emissionsfaktoren für Last- und Sattelzüge 40t hzG, 50% Beladung  
 Jahreszahlen beziehen sich auf Inkrafttreten der Typrüfbestimmungen

# Ergebnisse: PN exhaust (Auszug)



Emissionsfaktoren für Last- und Sattelzüge 40t hzG, 50% Beladung  
 Jahreszahlen beziehen sich auf Inkrafttreten der Typrüfbestimmungen



# Ergebnisse: NO<sub>x</sub> (Auszug)

