

Techniken zur Reduktion der NO_x-Emissionen bei LKW und Bus zur Erfüllung von EURO VI



Gerhard Emmerling

Motor-Vorentwicklung, Abgasnachbehandlung, MAN Nutzfahrzeuge, Nbg.

- **Feinstaub und NO₂-Immission**
- **Möglichkeiten zur NOx-Reduktion**
- **Stand der Gesetzgebung EURO VI**
- **Kombination von DPF und SCR-System**
- **Ausblick**

- **Feinstaub und NO₂-Immission**
- **Möglichkeiten zur NOx-Reduktion**
- **Stand der Gesetzgebung EURO VI**
- **Kombination von DPF und SCR-System**
- **Ausblick**

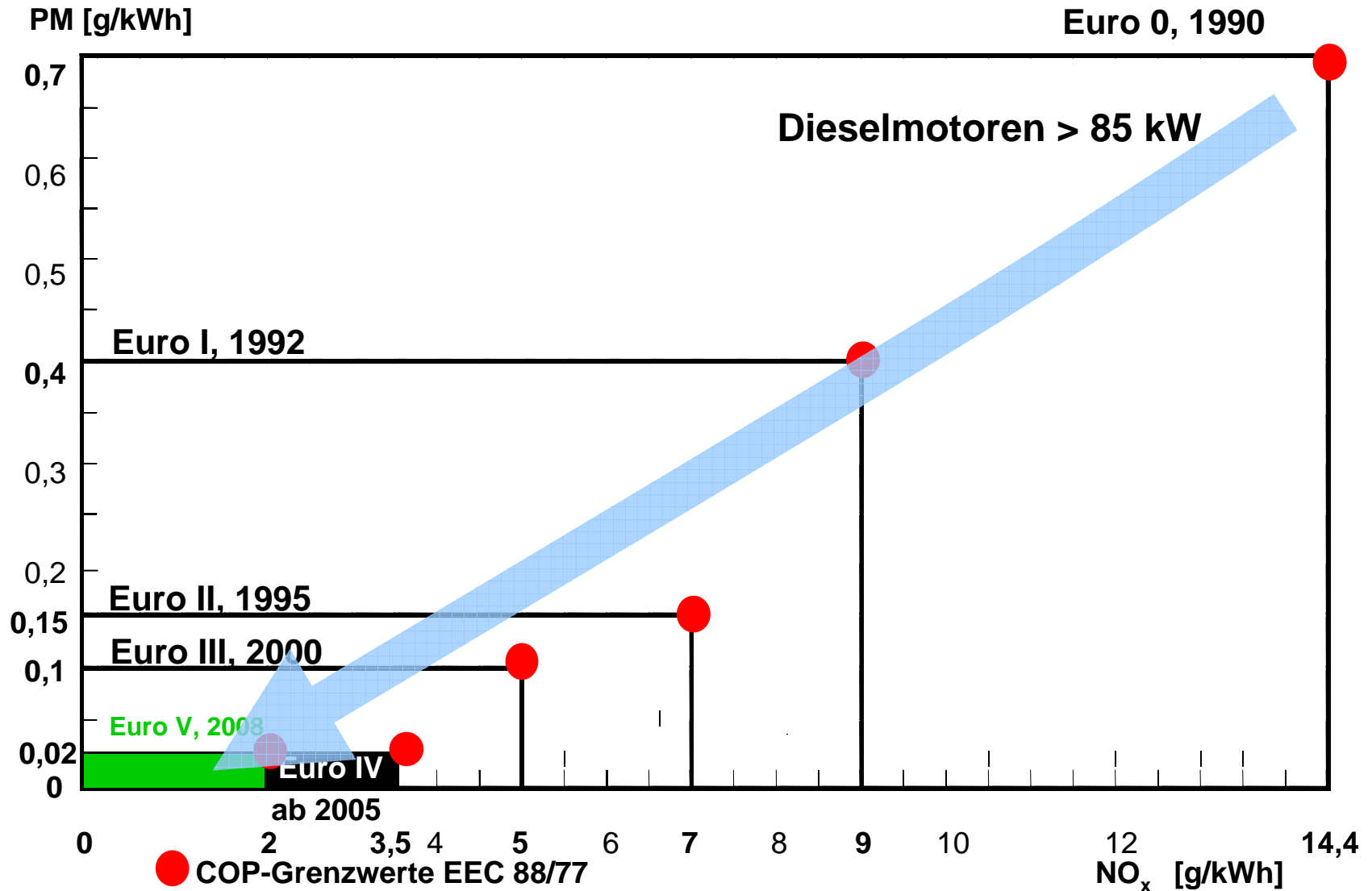
Das „alte“ Bild vom Nutzfahrzeug



ich rauche gern !

„Ein Laster ist laut, raucht und stinkt !“

Emissionsgesetzgebung von Euro 0 bis Euro V



Feinstaub-Grenzwertüberschreitungen 2005

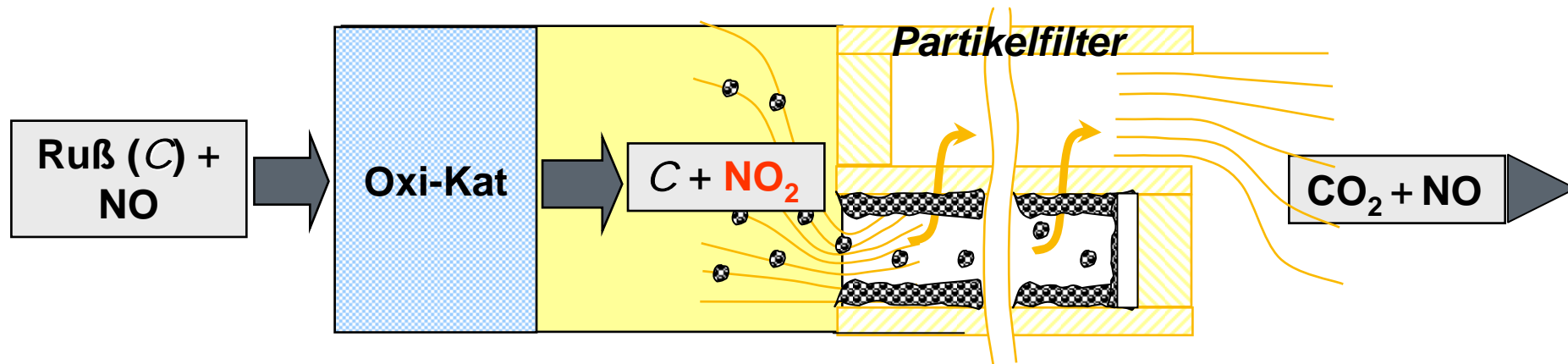


Station	Messnetz	Stationsname	Tage	Methode
DEBW118	Baden-Württ.	Stuttgart Am Neckartor	187	g
DEBY115*	Bayern	München/Landshuter Allee	107	k
DEBB044*	Brandenburg	Cottbus, Bahnhofstr.	88	k
DENW131	Nordrhein-Westf.	Duisburg Kiebitzmühlenstr.	83	g
DENW136*	Nordrhein-Westf.	Dortmund Brackeler Str.	82	k
DENW102	Nordrhein-Westf.	Duisburg-Bruckhausen	81	g
DEBW117	Baden-Württ.	Ludwigsburg Friedrichstraße (S)	78	g
DESN014	Sachsen	Dresden-Mitte	78	k
DESN025	Sachsen	Leipzig-Mitte	75	g
DEBE063	Berlin	B Neukölln-Silbersteinstr.	74	k

Nachrüstung von CRT-Systemen auch bei älteren Bussen

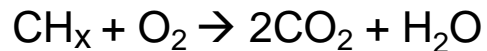
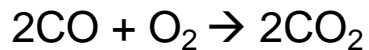
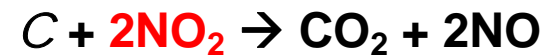


CRT[®]* - Partikelfilter System



Oxidations - Katalysator

Partikelfilter

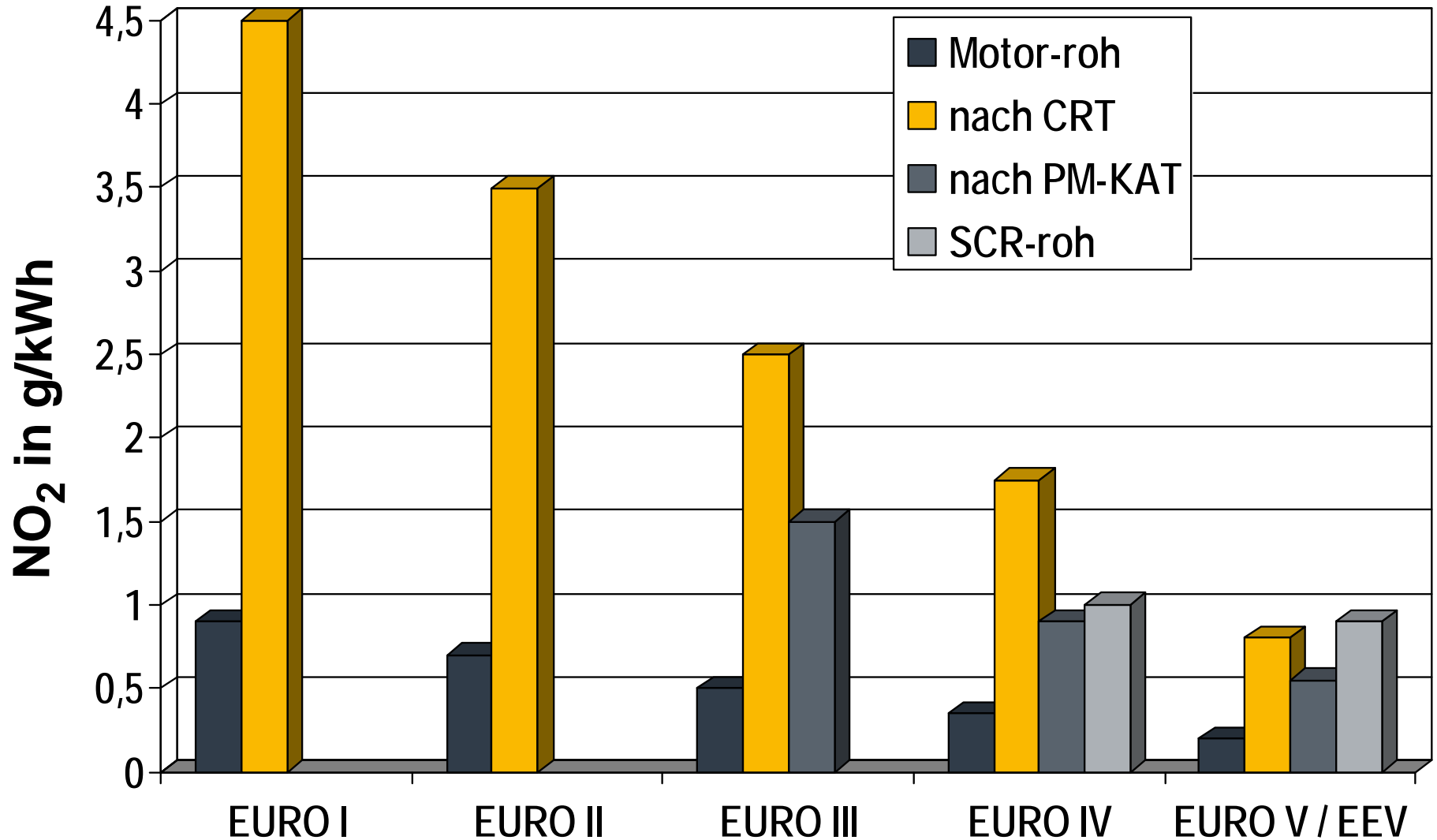


Randbedingungen:

- Schwefelgehalt im Dieselkraftstoff max. 10 ppm
- Abgastemperatur für Regeneration 200 - 450 °C

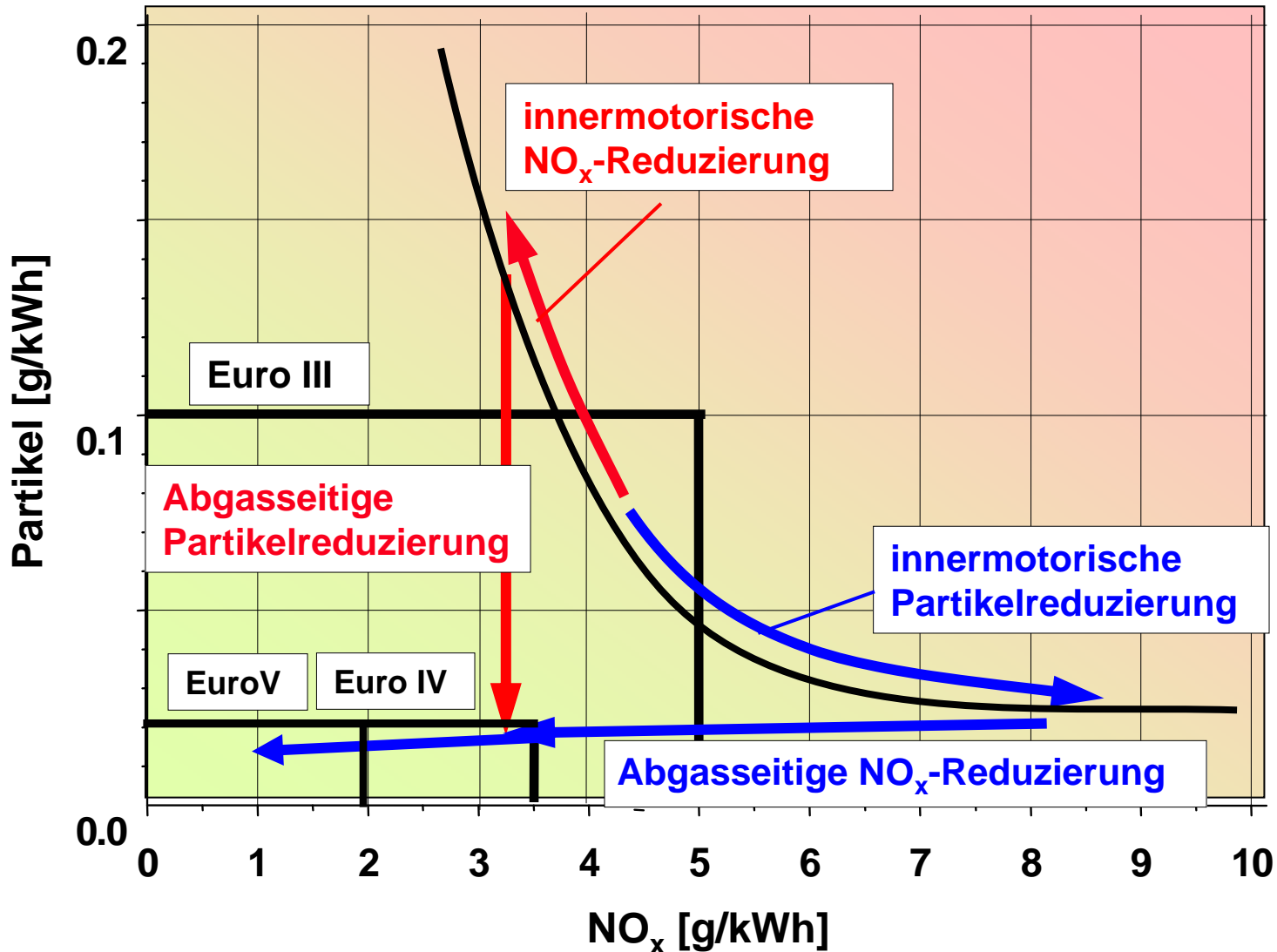
* Continuously Regenerating Trap

NO₂ - Emissionen im ESC-Zyklus

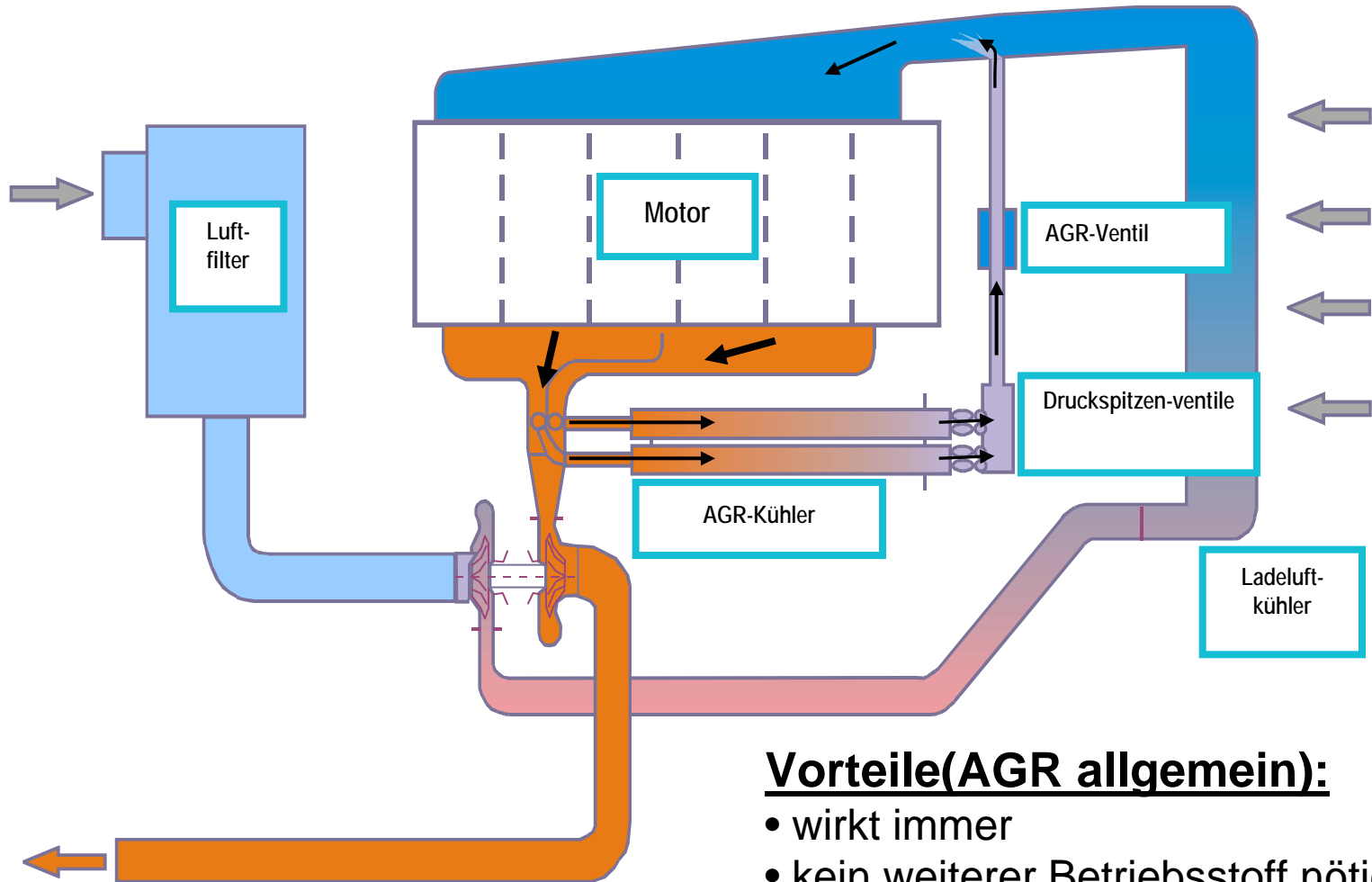


- Feinstaub und NO₂-Immission
- **Möglichkeiten zur NO_x-Reduktion**
- Stand der Gesetzgebung EURO VI
- Kombination von DPF und SCR-System
- **Ausblick**

Möglichkeiten der Stickoxid- und Partikelreduzierung



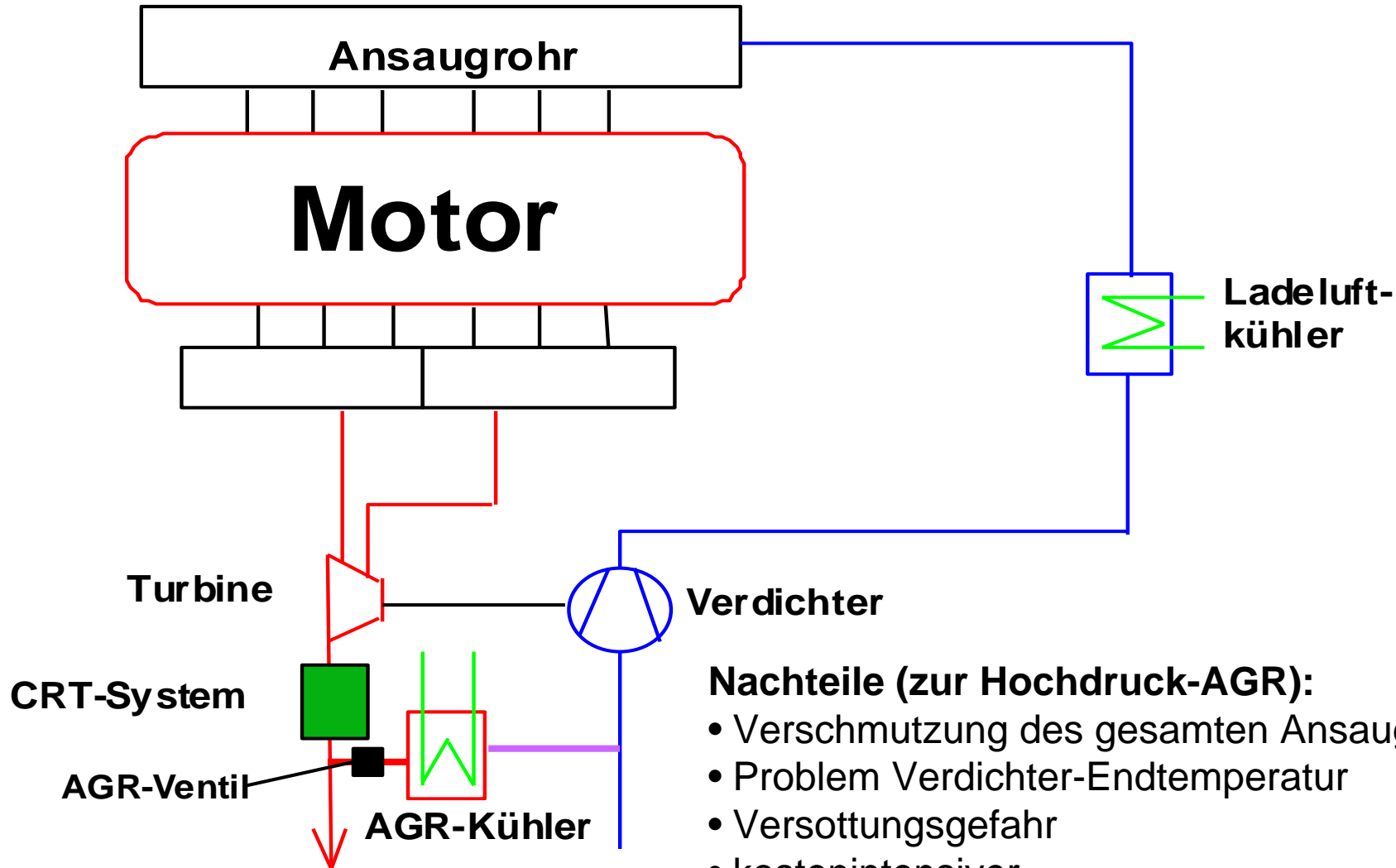
Gekühlte Abgasrückführung an MAN-Motoren (ab EURO III)



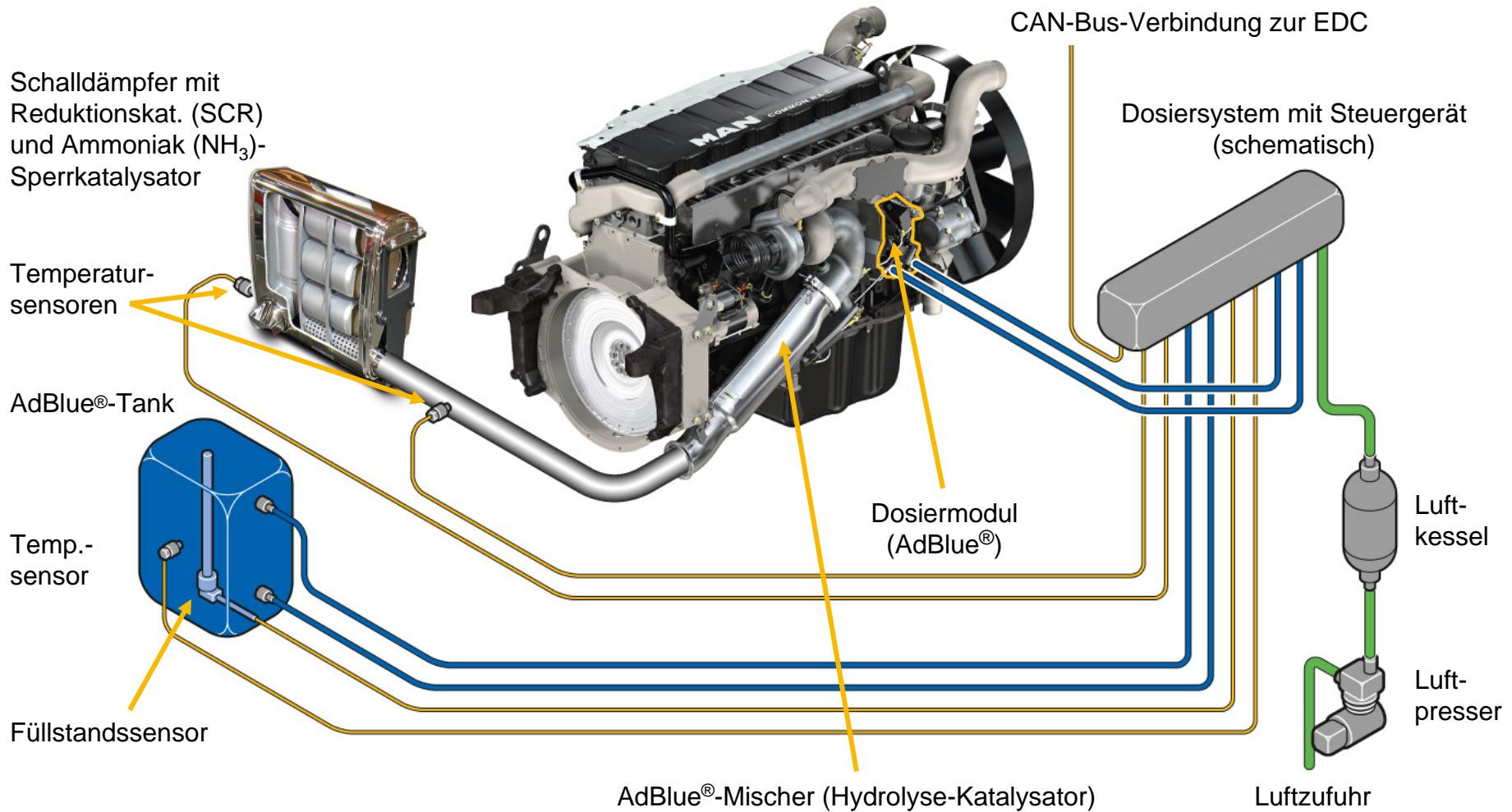
Vorteile(AGR allgemein):

- wirkt immer
- kein weiterer Betriebsstoff nötig
- keine aufwändige Regelung/Steuerung
- keine Abhängigkeit von Katalysatoren

Niederdruck-AGR-System



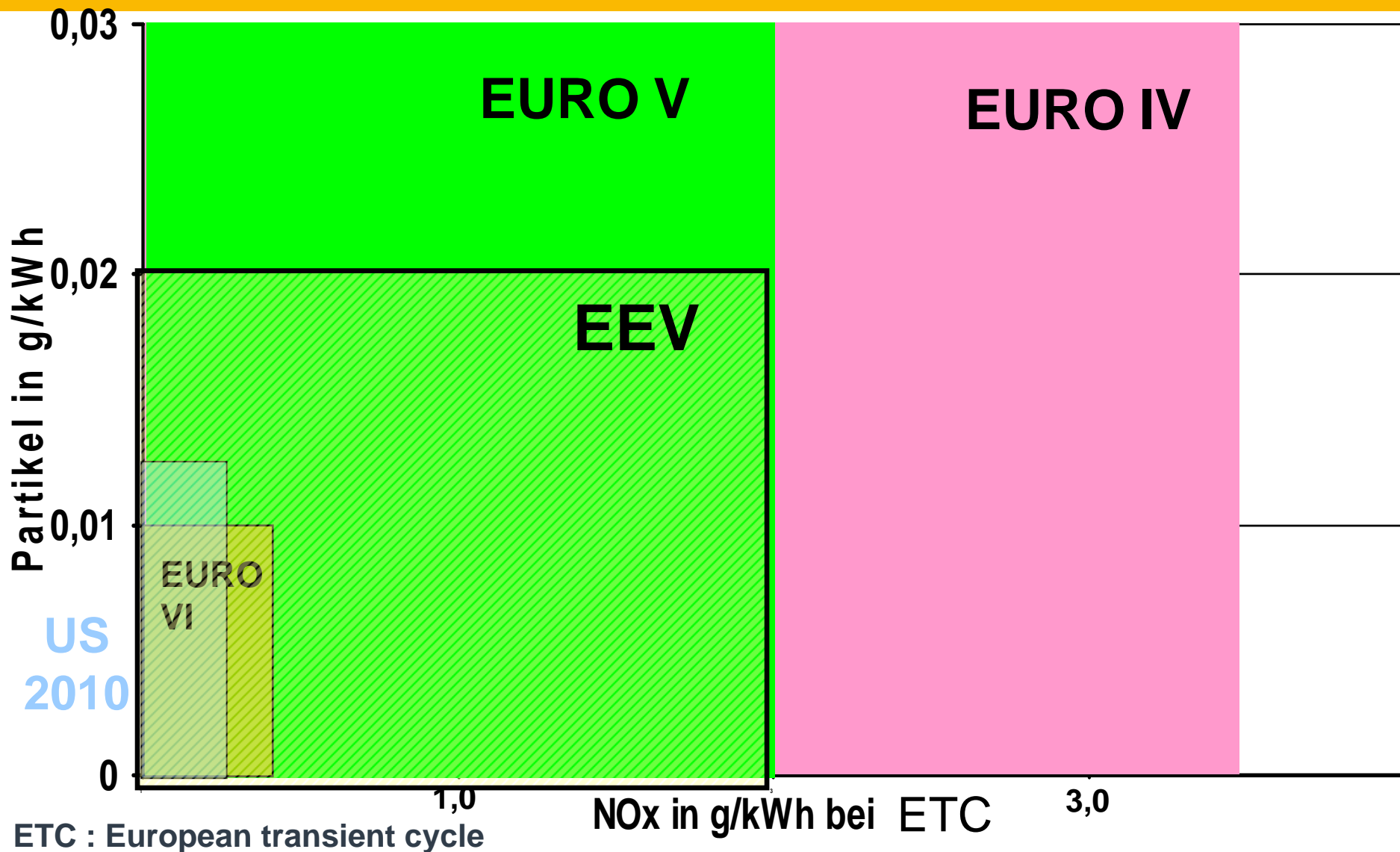
MAN AdBlue®-System D20



- Feinstaub und NO₂-Immission
- Möglichkeiten zur NOx-Reduktion
- **Stand der Gesetzgebung EURO VI**
- Kombination von DPF und SCR-System
- **Ausblick**

EURO VI -Grenzwerte

Partikelgrenzwerte für ETC/WHTC



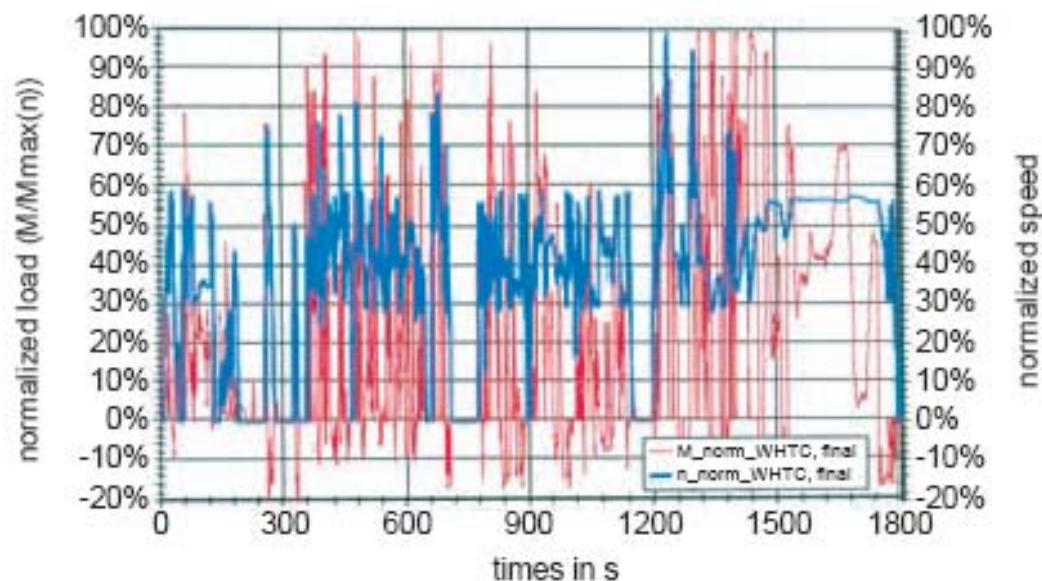
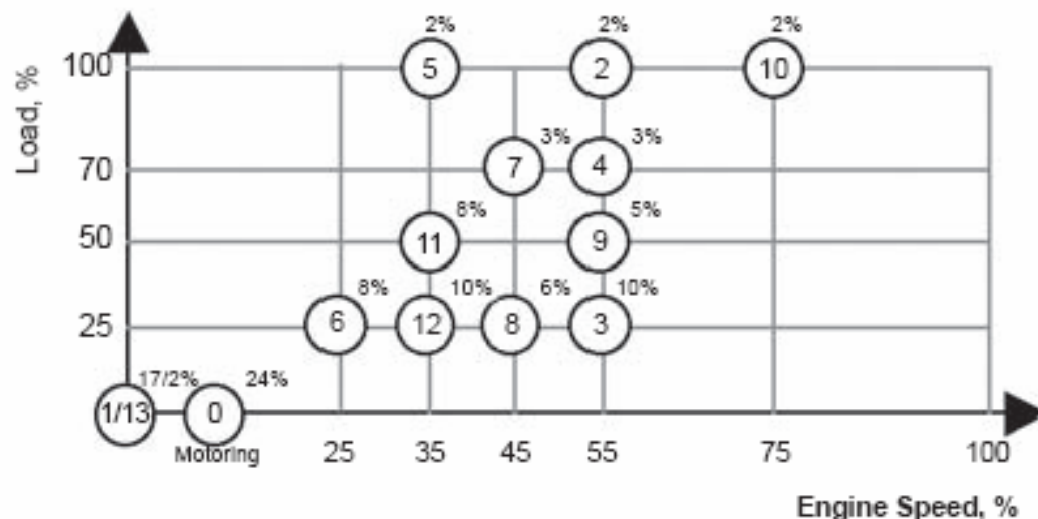
Grenzwerte für Partikelanzahl bei EURO VI



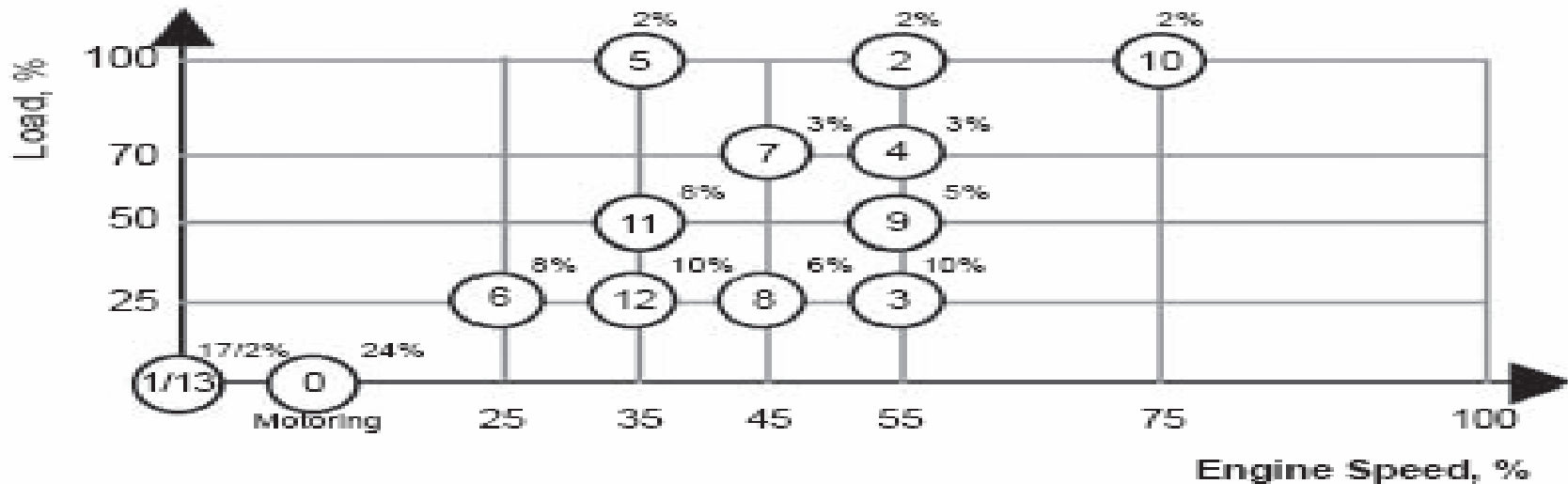
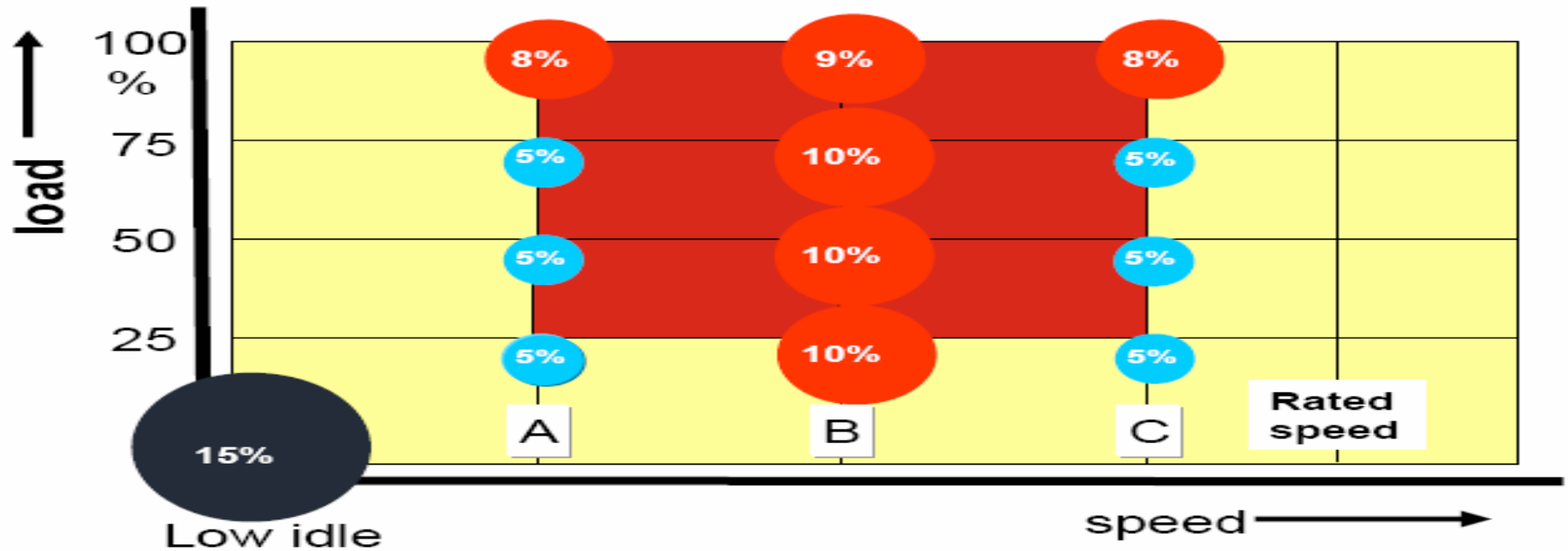
Im WHSC (World Harmonised Stationary Cycle): 8×10^{11}

Im WHTC (World Harmonised Transient Cycle) : 6×10^{11}

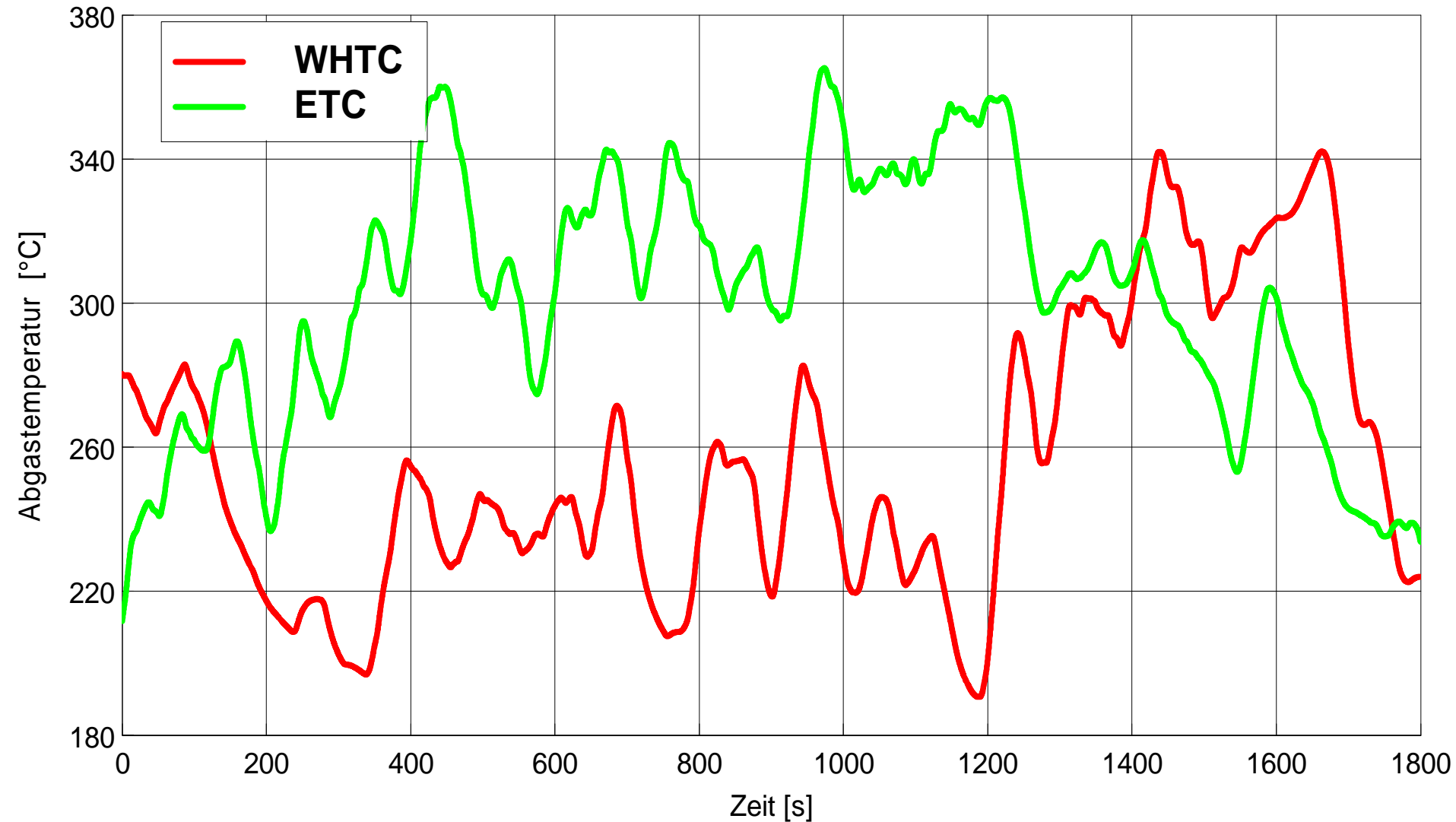
Meßgerät und genaues Procedere noch nicht endgültig fix !



Vergleich ESC zu WHSC



Temperaturvergleich ETC - WHTC



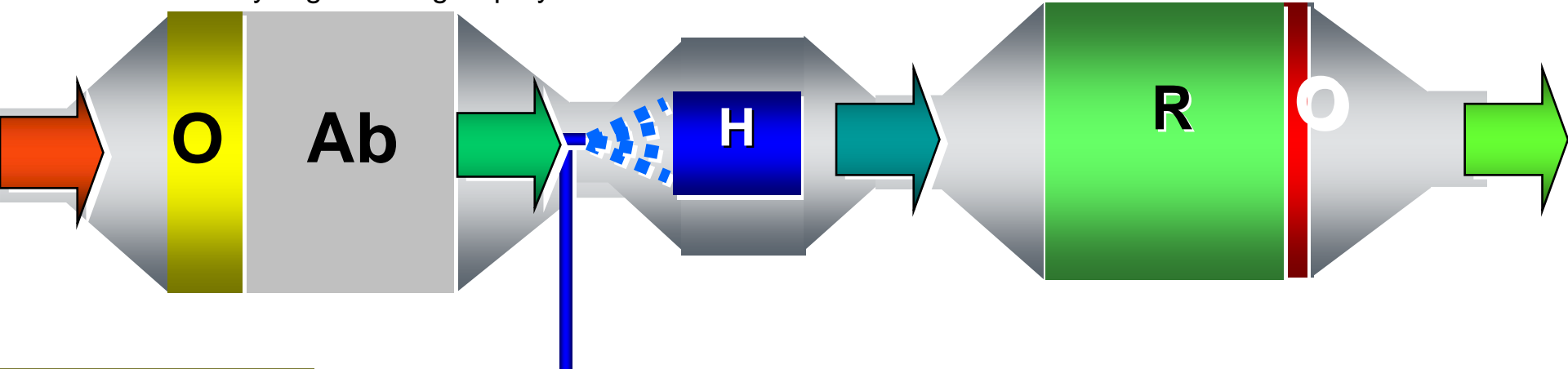
- **Feinstaub und NO₂-Immission**
- **Möglichkeiten zur NOx-Reduktion**
- **Stand der Gesetzgebung EURO VI**
- **Kombination von DPF und SCR-System**
- **Ausblick**

kombiniertes CRT[®] - / MAN AdBlue[®] - System



CRT[®]: continuously regenerating trap system

Funktionsprinzip: SCR: selective catalytic reduction



O-KAT

NO₂ - Bildung, HC + CO - Oxidation ($2NO+O_2 \leftrightarrow 2NO_2$)

Abscheider

Partikel - Sammlung und C - Oxidation ($C+2NO_2 \rightarrow CO_2+2NO$)

H-KAT

Harnstoffzersetzung ($(NH_2)_2CO \rightarrow NH_3 + CO_2$)

R-KAT

NO_x-Reduktion ($4NH_3+4NO+O_2 \rightarrow 4N_2+6H_2O$
 $2NH_3+NO+NO_2 \rightarrow 2N_2+3H_2O$)

O-KAT

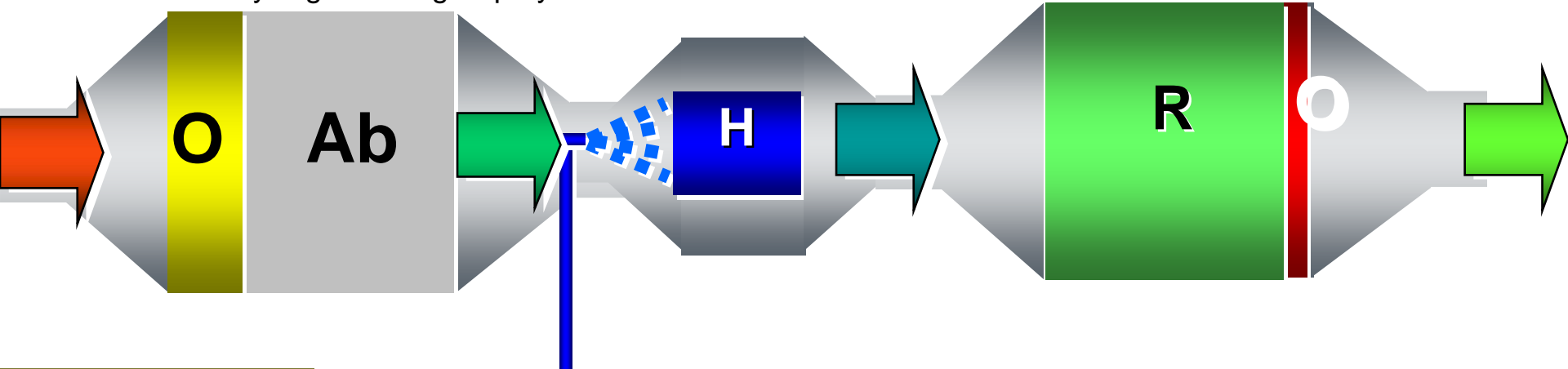
NH₃-Oxidation ($4NH_3+3O_2 \rightarrow 2N_2+6H_2O$)

kombiniertes CRT[®] - / MAN AdBlue[®] -System



CRT[®]: continuously regenerating trap system

Funktionsprinzip: SCR: selective catalytic reduction



O-KAT

NO₂ - Bildung, HC + CO - Oxidation ($2\text{NO} + \text{O}_2 \leftrightarrow 2\text{NO}_2$)

Abscheider

Partikel - Sammlung und C - Oxidation ($\text{C} + 2\text{NO}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + 2\text{NO}$)

H-KAT

Harnstoffzersezung ($(\text{NH}_2)_2\text{CO} \rightarrow \text{NH}_3 + \text{CO}_2$)

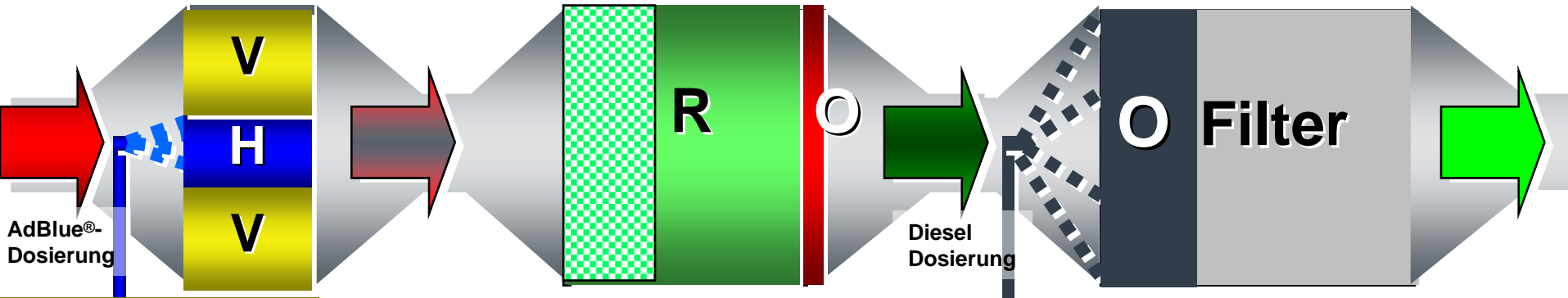
R-KAT

NO_x-Reduktion ($4\text{NH}_3 + 4\text{NO} + \text{O}_2 \rightarrow 4\text{N}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$
 $2\text{NH}_3 + \text{NO} + \text{NO}_2 \rightarrow 2\text{N}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$)

O-KAT

NH₃-Oxidation ($4\text{NH}_3 + 3\text{O}_2 \rightarrow 2\text{N}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$)

kombiniertes MAN AdBlue® - / Filter - System



V-KAT

Voroxidation (NO_2 - Bildung mit Pt)

H-KAT

Harnstoffzersetzung

R-KAT

SCR-Reduktion +

C-Oxidation (mit NO_2)

O-KAT

NH_3 -Oxidation

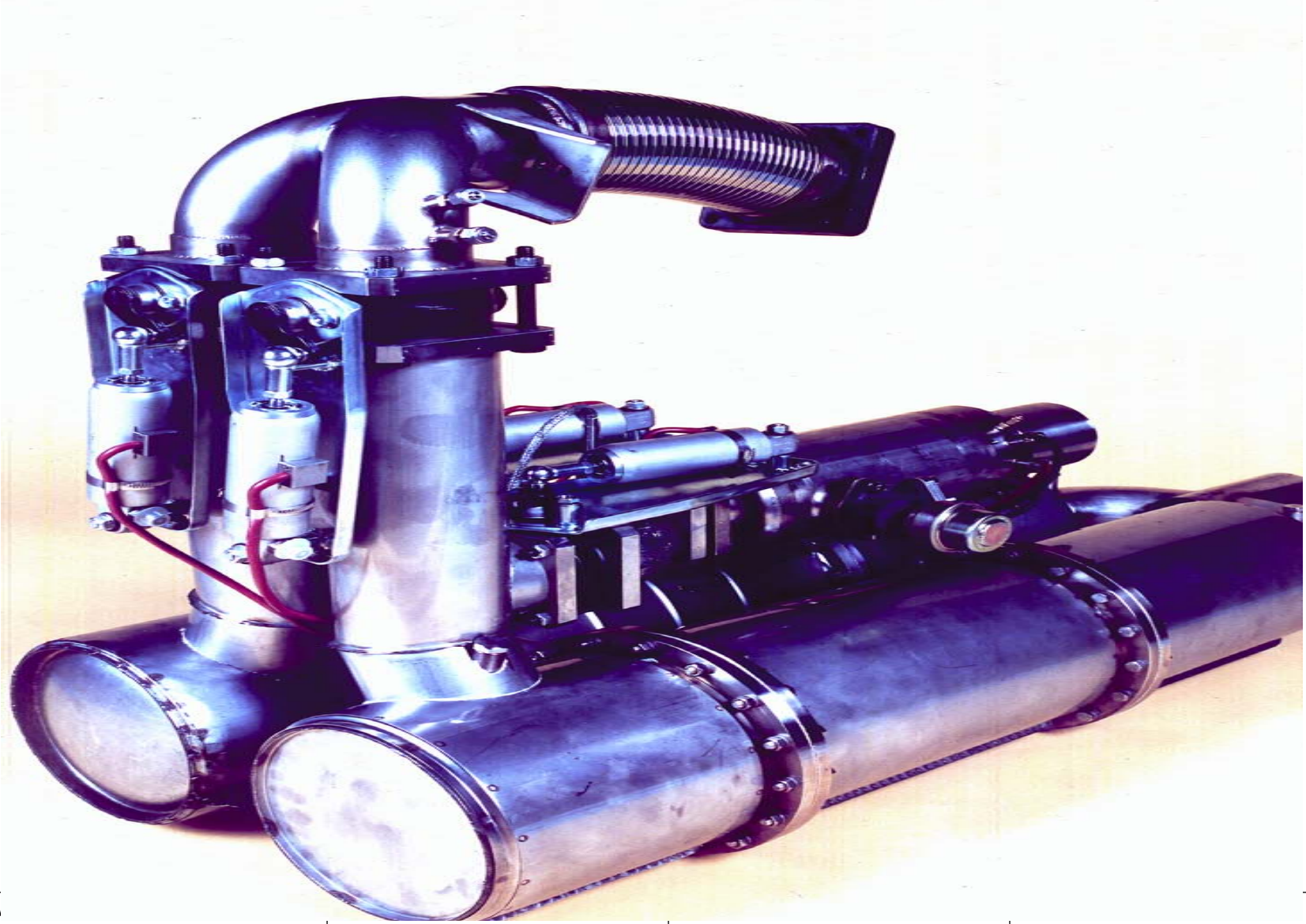
O-KAT

HC-Oxidation (ohne NO_2 -Bildung)

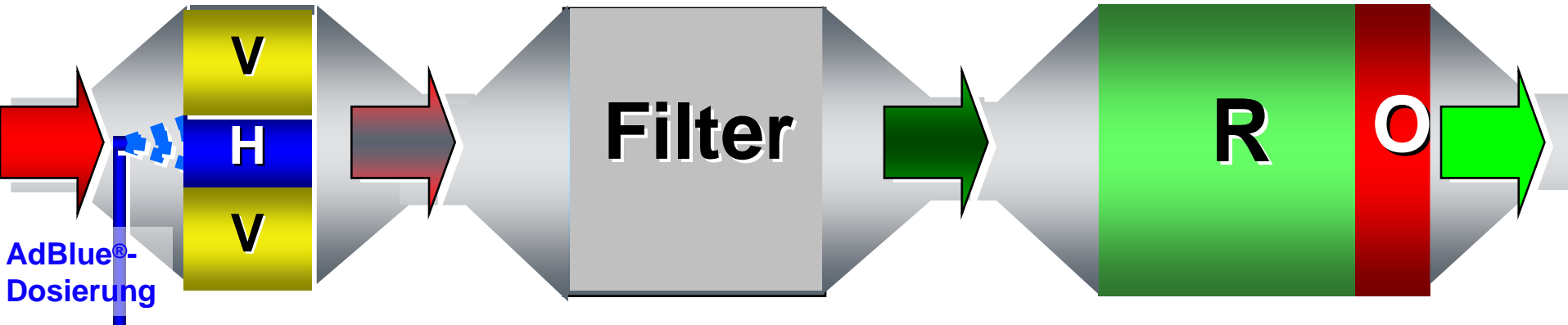
Filter

C-Sammlung (mit periodischer Regeneration)

NO₂-freie DPF-Regeneration



Integriertes Kombisystem



V-KAT

Voroxidation (NO_2 – Bildung mit Pt)

H-KAT

Harnstoffzersetzung

Filter

C-Sammlung und Oxidation

R-KAT

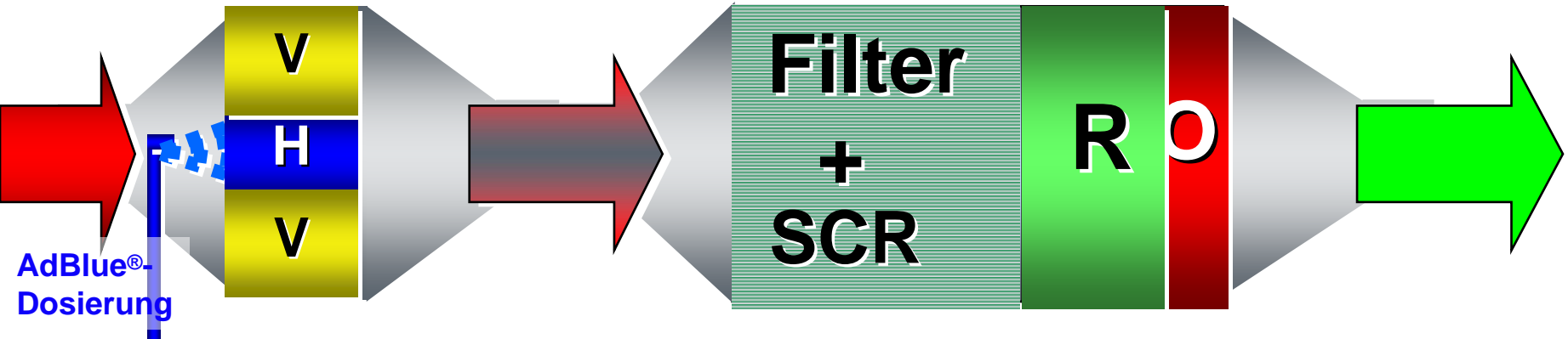
NO_x - Reduktion

O-KAT

NH_3 - Oxidation

Vollintegriertes Kombisystem

2. Generation



V-KAT

Voroxidation (NO_2 – Bildung mit Pt)

H-KAT

Harnstoffzersetzung

Filter

C-Sammlung und Oxidation

R-KAT

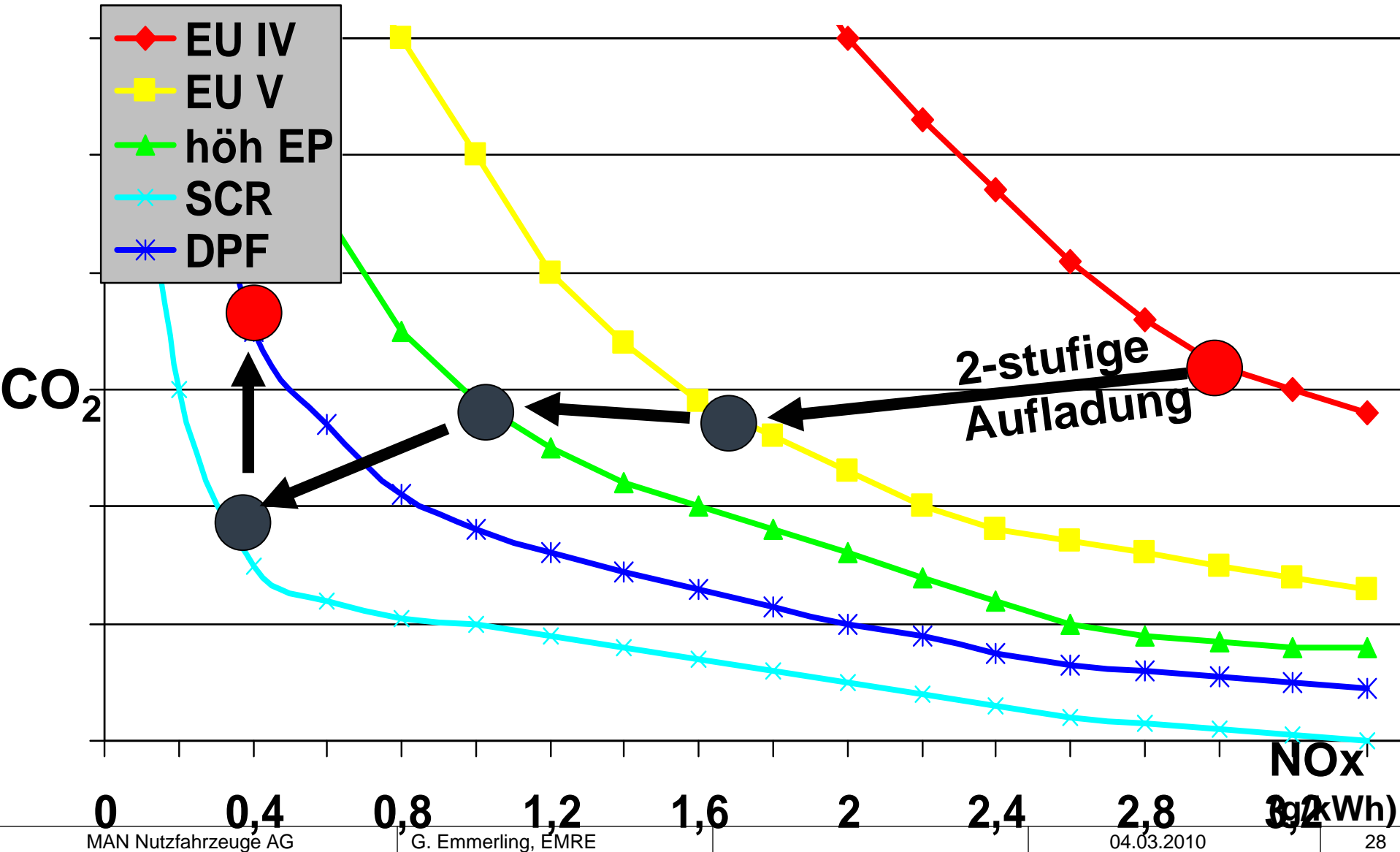
NO_x - Reduktion

O-KAT

NH_3 - Oxidation

- **Feinstaub und NO₂-Immission**
- **Möglichkeiten zur NOx-Reduktion**
- **Stand der Gesetzgebung EURO VI**
- **Kombination von DPF und SCR-System**
- **Ausblick**

Abhängigkeit CO₂ / NO_x



Reisebus oder Fahrradfahrer – wer reist Klima - freundlicher ?



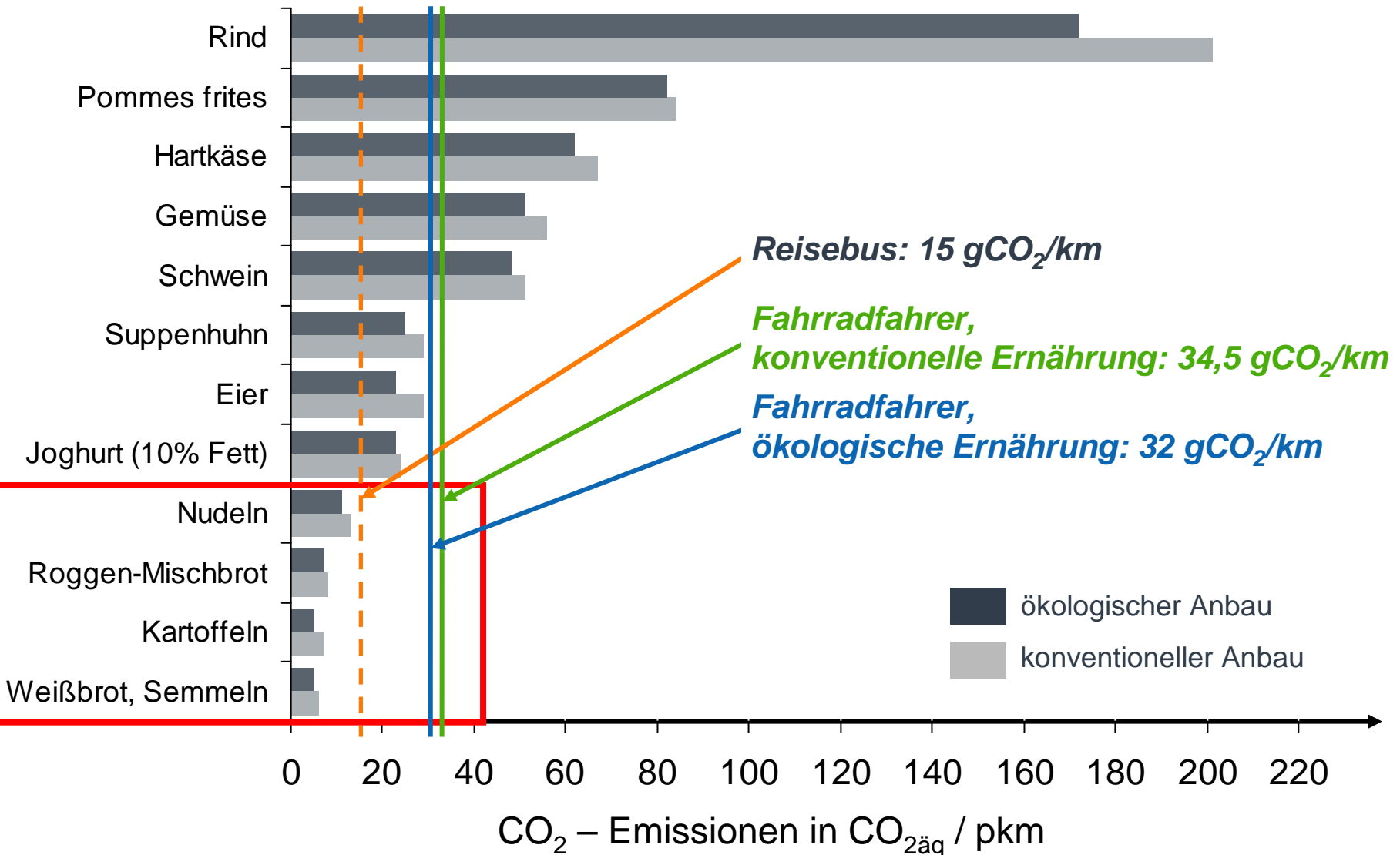
1 Person mit 20 km/h
Energieverbrauch zum Radfahren
(ohne Grundumsatz)
= 460 kcal / h = 96,3 kJ / km



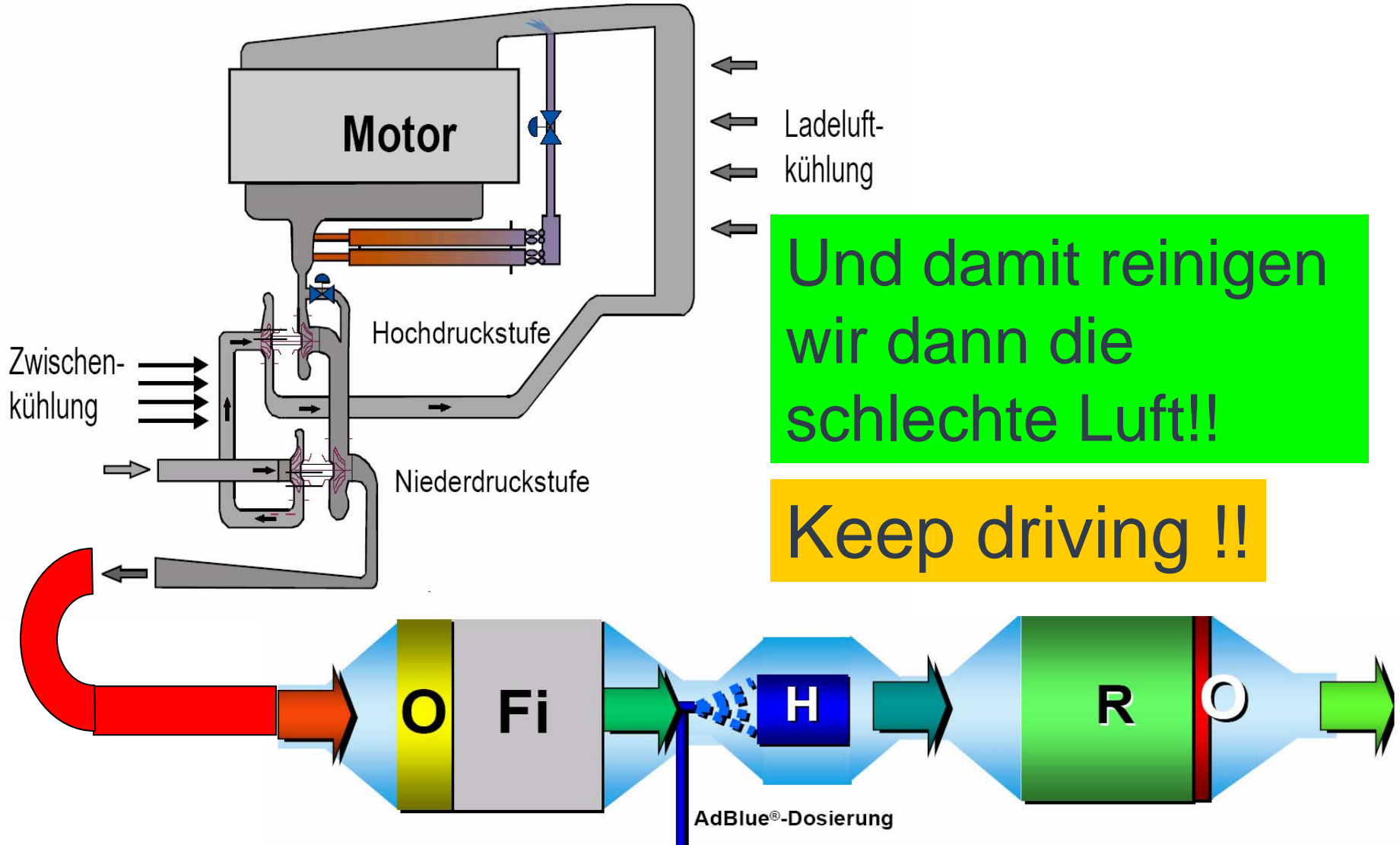
61 Personen
25 Liter Diesel / 100 km

CO₂ – Emissionen

Well-to-wheel Betrachtung Buspassagier-Radfahrer



Die Lösung für unsere Luftqualität ?





**Transport Worldwide.
Powered by MAN.**