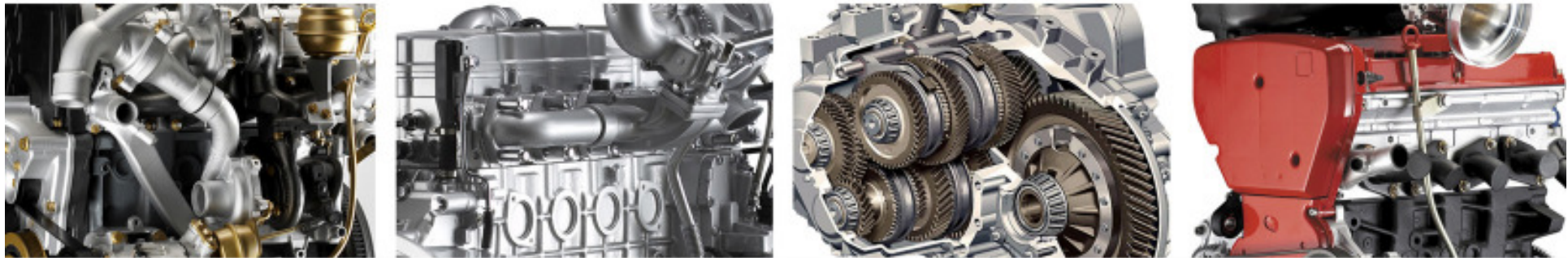




Engines and Transmissions



Antriebszukunft der Auto-Mobilität im Personen- und Nutzverkehr

ZbW 1.Oktober 2010

Meinrad Signer,
Iveco Motorenforschung Arbon

Iveco Motorenforschung

Iveco Motorenforschung Arbon

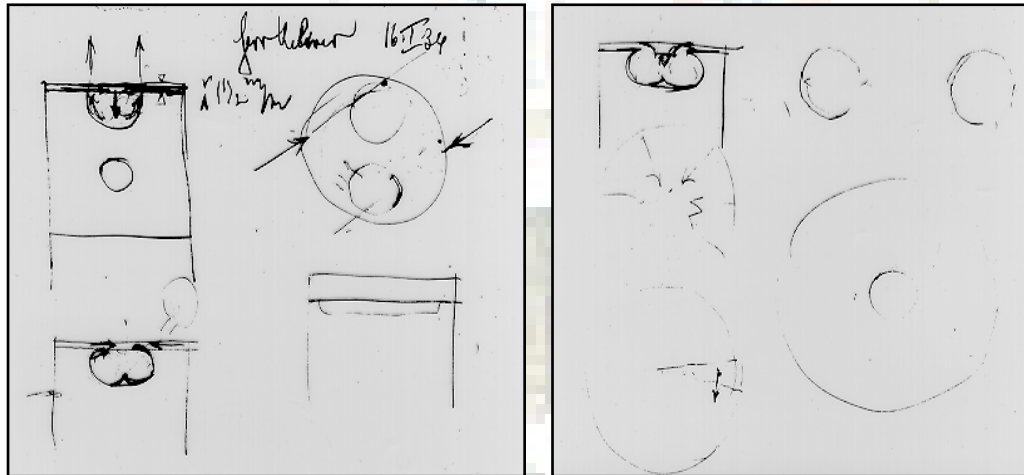


Forschungs- und Entwicklungszentrum



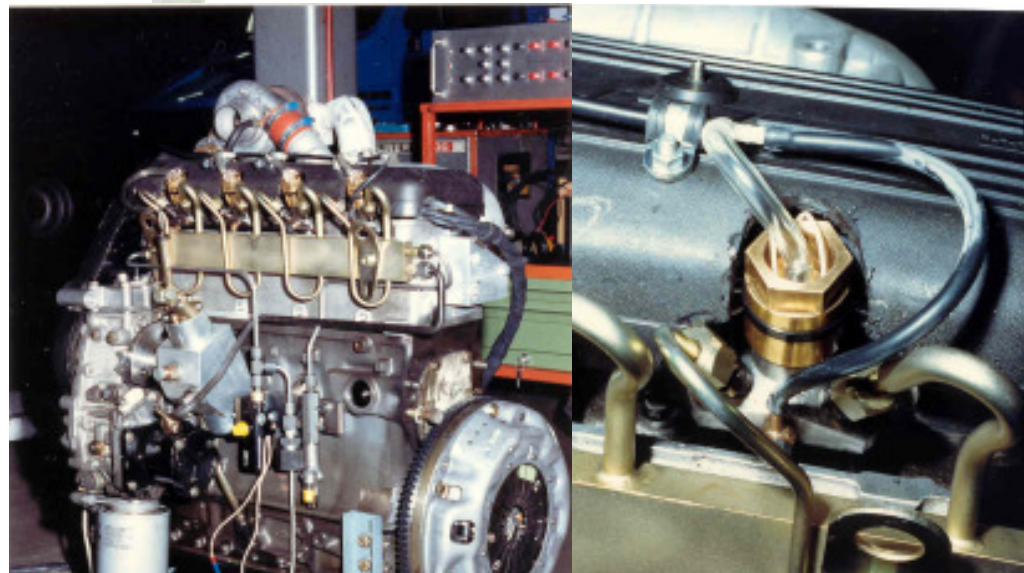
- ➔ wichtigstes Entwicklungszentrum von Fiat Powertrain Technologies für Nutzfahrzeugmotoren
- ➔ im Herzen von Europa am Bodensee
- ➔ Arbeitsplätze für 185 qualifizierte Mitarbeiter aus 10 Nationen und Ausbildungsplätze für 12 Lehrlinge
- ➔ 31 modernste Prüfstände in den neuen und renovierten Gebäuden





Direkteinspritzung

- Patent Saurer im Jahre 1934
- Merkmale: Zuverlässigkeit und tiefer Verbrauch
- Im Lkw millionenfach bewährt
- 1986 hat Iveco die Direkteinspritzung beim schnelllaufenden Kleindiesel erstmals eingesetzt



Common Rail Einspritzung

- ETH mit Partner Saurer
- Erster Motor mit Common Rail in Arbon im 1975
- Demo-Fahrzeug in Arbon 1989
- von Fiatgruppe dann an Bosch verkauft
- hat den Diesel ‚kultiviert‘ und verbunden mit Aufladetechnik zum grossen Erfolg im Pkw verholfen

Einrichtungen im Prüfstandsbereich



9 dynamische Prüfstände für dynamische Emissionszyklen und Strassensimulation

18 Leistungsprüfstände stationär

1 Geräuschprüfstand

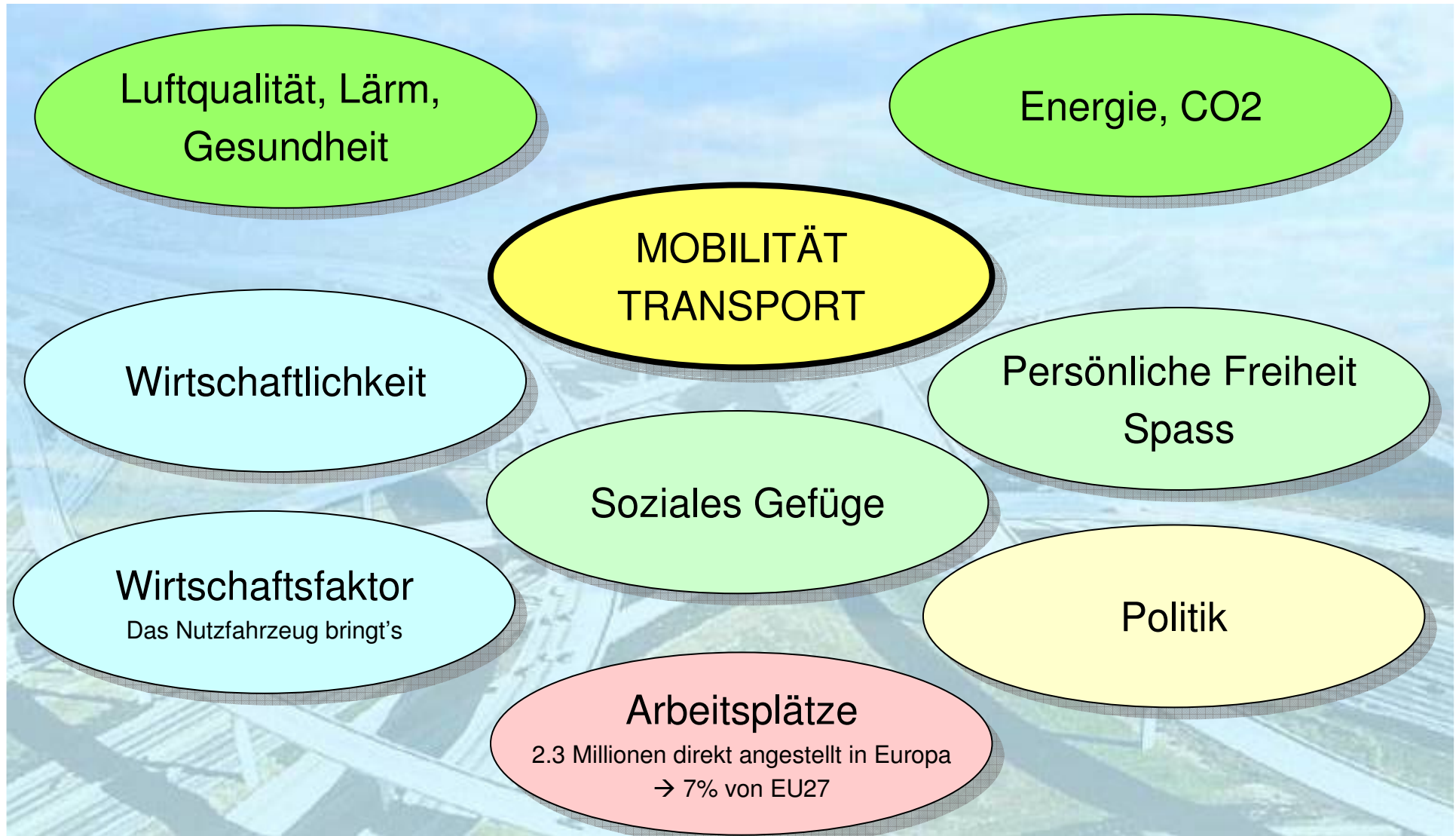
2 Kältezellen (bis -35 °C)

4 Diagnose Testrigs
4 Motoren/Systeme Testrigs
1 Schräglagen-testrig
1 Sensor-testrig

Strömungsprüfstände Dralllabor
Einspritzlabor
Labor für Strukturanalyse
Labor Abgasnachbehandlung

Prüfstandselektronik, Bau und Unterhalt PST
Messtechniklabor / Abgas
Motorelektronik mit EDC-Simulationsrigs

Prototypenwerkstatt, Schlosserei



Ökologische Nachhaltigkeit → ökologische Stabilität

Ökonomische Nachhaltigkeit → ökonomische Effizienz

Soziale Nachhaltigkeit → soziale Gerechtigkeit

Alle drei Dimensionen müssen gleichmässig und gleichzeitig berücksichtigt werden

SITUATION
ZAHLEN
FAKTEN

EU-27 Personen Transport



PASSENGER TRANSPORT

thousand mio pkm								
	PASSENGER CARS	P2W	BUS AND COACH	RAILWAY	TRAM AND METRO	AIR	SEA	TOTAL
1995	3 863	123	504	351	71	335	44	5 291
1996	3 931	125	508	349	72	352	44	5 381
1997	4 010	127	508	351	73	385	44	5 496
1998	4 108	130	515	351	73	410	43	5 629
1999	4 212	134	515	359	75	424	43	5 761
2000	4 292	136	518	371	77	456	42	5 891
2001	4 376	139	519	373	78	453	42	5 979
2002	4 452	139	518	366	79	445	42	6 040
2003	4 480	144	519	362	79	463	41	6 088
2004	4 543	147	525	368	82	493	41	6 198
2005	4 536	150	526	379	82	527	40	6 240
2006	4 656	154	526	390	84	549	40	6 399
2007	4 688	154	539	395	85	571	41	6 473
'95/'07	21.4%	24.8%	6.9%	12.7%	20.1%	70.4%	-7.7%	22.3%
/year	1.6%	1.9%	0.6%	1.0%	1.5%	4.5%	-0.7%	1.7%
'06/'07	0.7%	0.1%	2.4%	1.4%	1.8%	4.0%	2.5%	1.2%

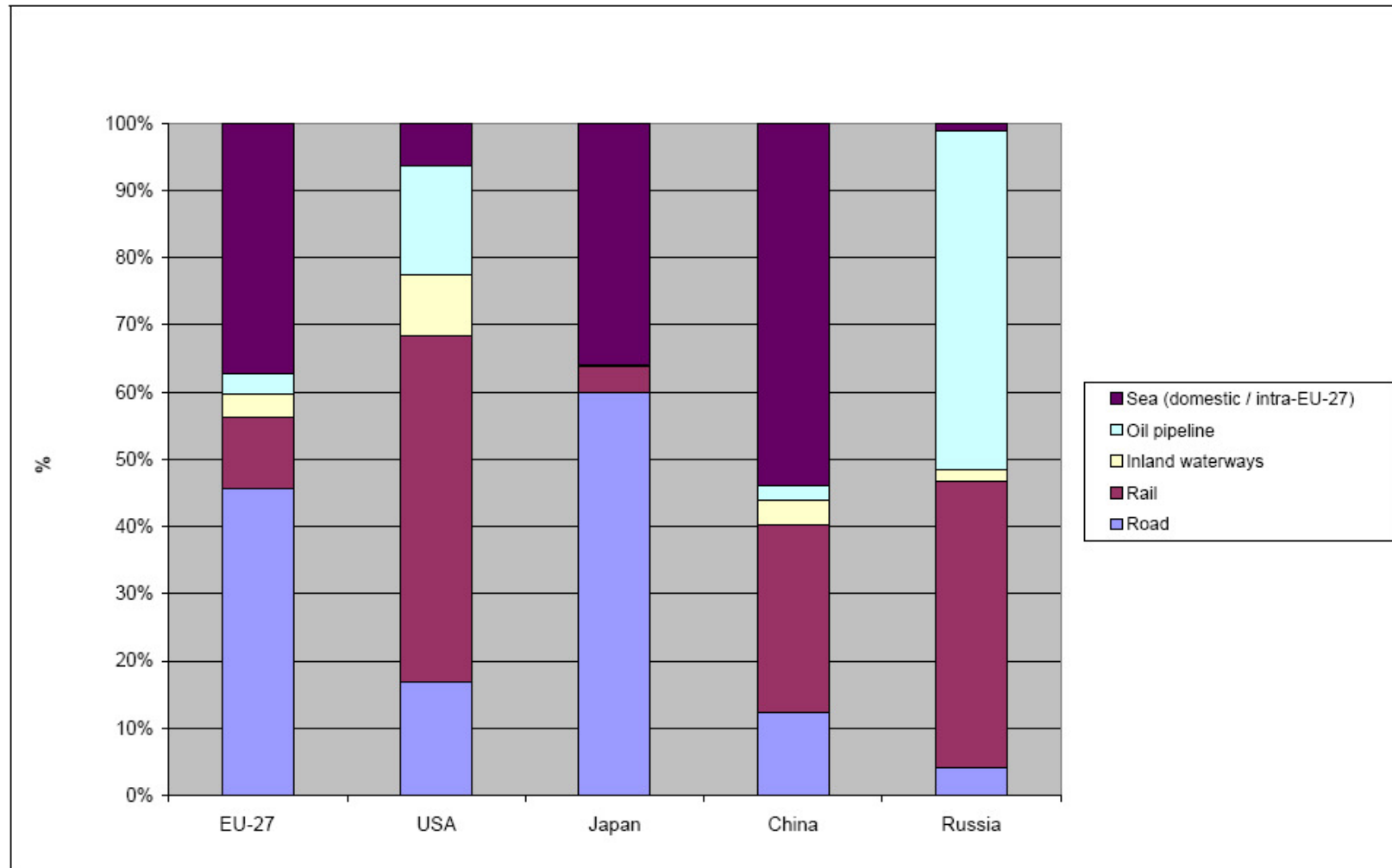
FREIGHT TRANSPORT

thousand mio tonne-kilometres							
	ROAD	RAIL	INLAND WATERWAYS	PIPELINES	SEA	AIR	TOTAL
1995	1 289	386	122	115	1 150	2.0	3 064
1996	1 303	392	120	119	1 162	2.1	3 098
1997	1 352	410	128	118	1 205	2.3	3 215
1998	1 414	393	131	125	1 243	2.4	3 309
1999	1 470	384	129	124	1 288	2.5	3 397
2000	1 519	404	134	127	1 348	2.7	3 534
2001	1 556	386	133	132	1 400	2.7	3 610
2002	1 606	384	132	128	1 415	2.6	3 668
2003	1 625	392	124	130	1 444	2.6	3 718
2004	1 747	416	137	132	1 485	2.8	3 920
2005	1 800	414	139	136	1 520	2.9	4 012
2006	1 855	440	139	135	1 548	3.0	4 120
2007	1 927	452	141	129	1 575	3.1	4 228
1995-2007	49.6%	17.1%	15.6%	12.1%	37.0%	55.0%	38.0%
per year	3.4%	1.3%	1.2%	1.0%	2.7%	3.7%	2.7%
2006-2007	3.9%	2.7%	1.9%	-4.7%	1.7%	3.3%	2.6%

Modal Split Gütertransporte weltweit



Figure 2. Modal split: intercontinental comparisons (all modes, t.km)



Source: *EU Energy and transport in figures*, statistical pocketbook, 2009 (for China, inland waterway includes coastal shipping ; for the US, road transport does not include local traffic).

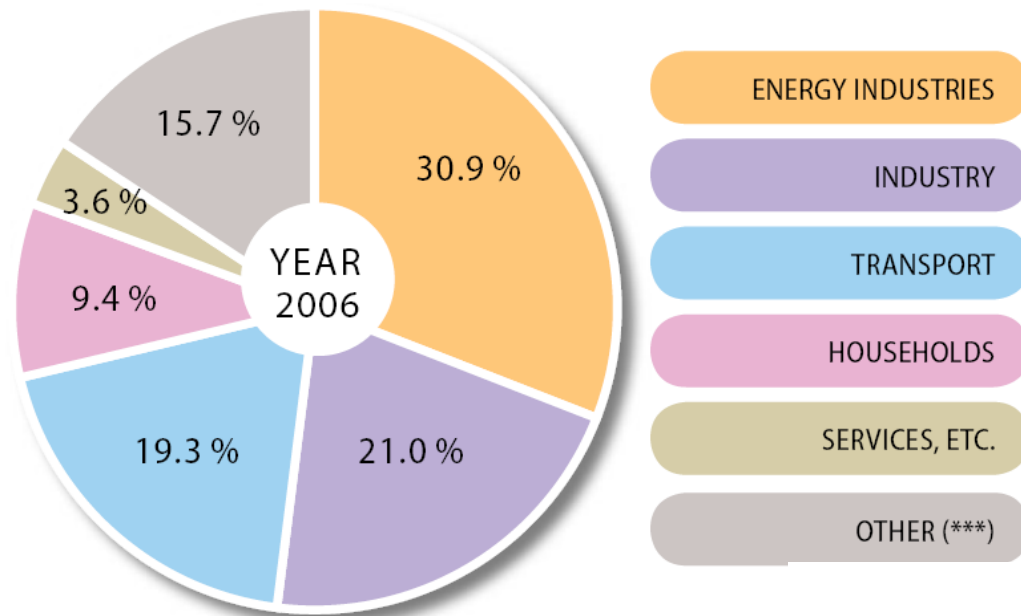
Erdölverbrauch 2008 weltweit → 87 Millionen Barrel
→ $1.383 \cdot 10^{10}$ Liter
→ pro Tag

Wieviel Pegelstand-Absenkung würde das bedeuten für den Bodensee (Obersee) ?

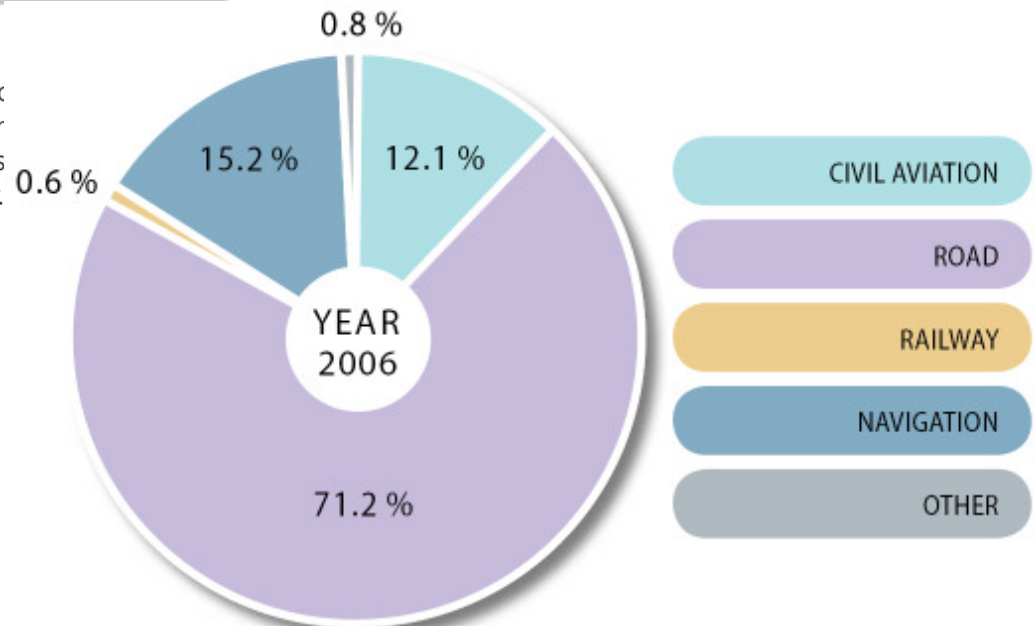
→ 10.58m

Trinkwasserentnahme aus Bodensee: $17.2 \cdot 10^{10}$ Liter

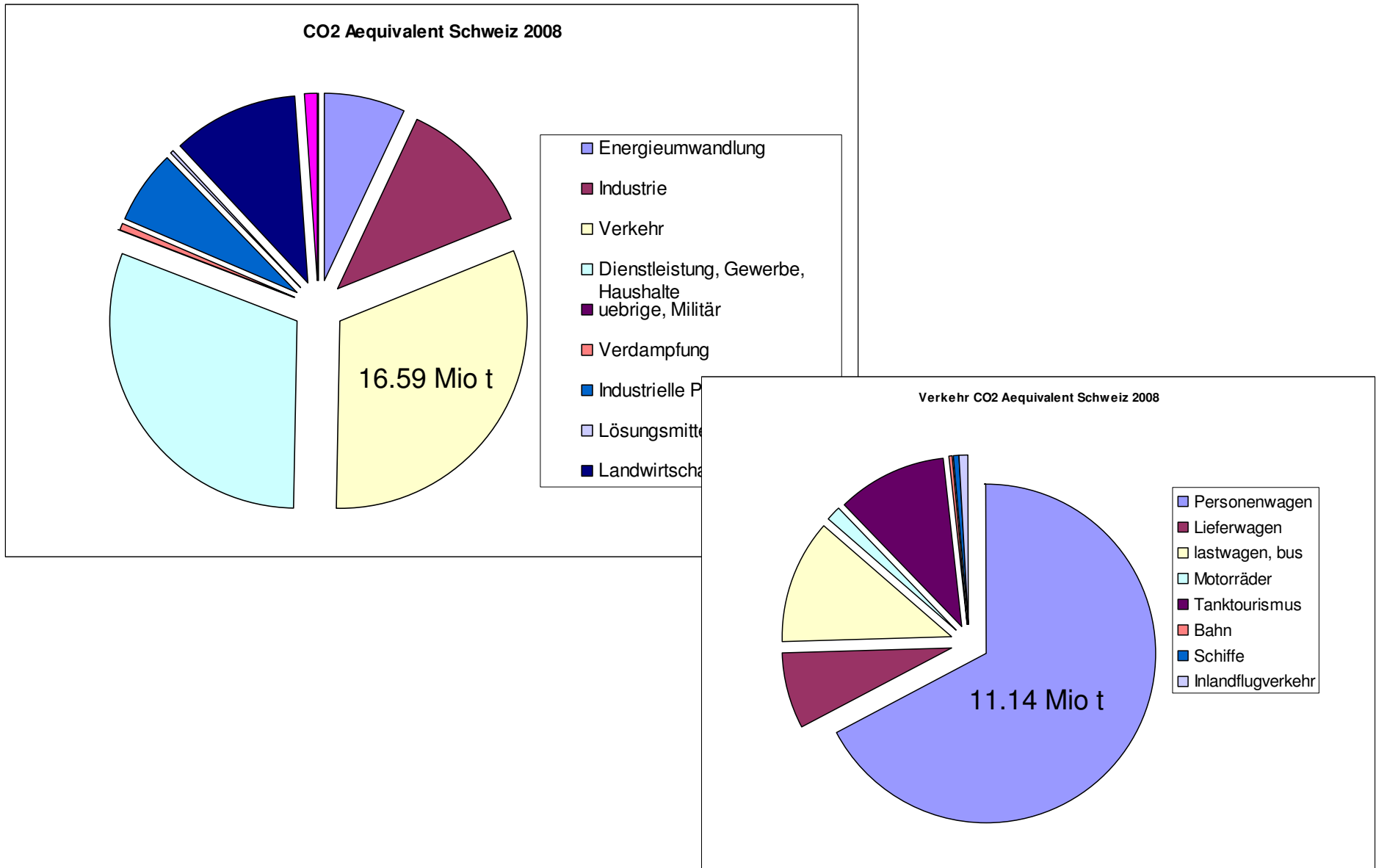
GHG Emissionen EU-27 in Millionen Tonnen CO2-Aequivalent



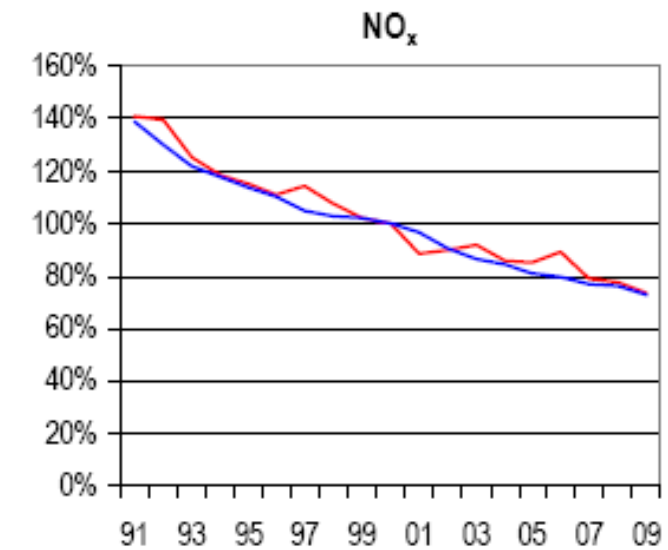
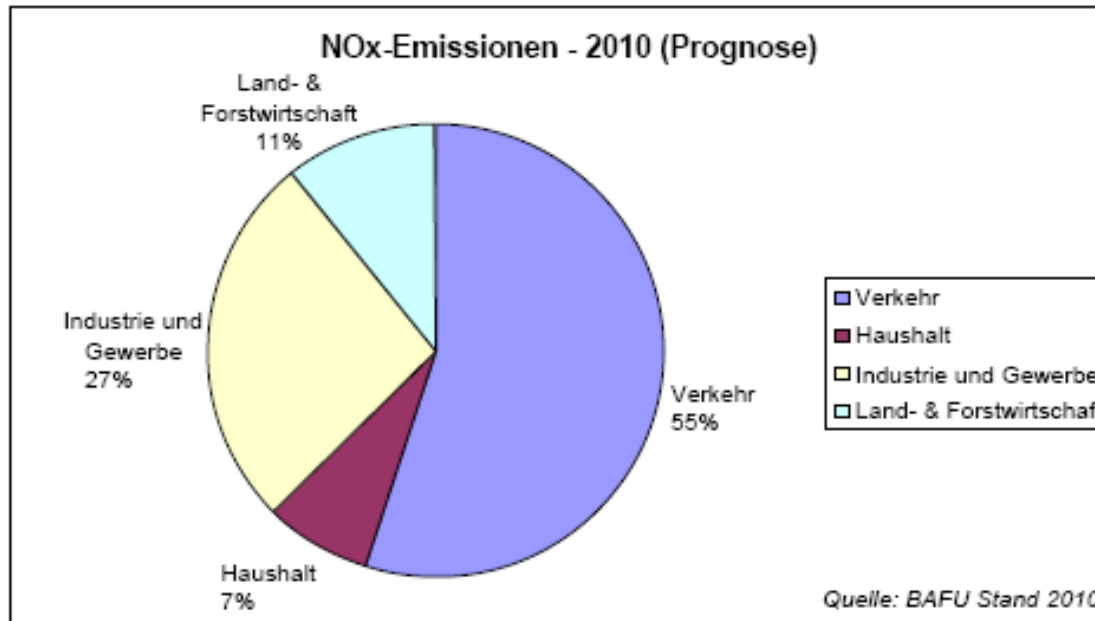
Notes: (*) Excluding international bunkers and LULUCF (Land-Use, Land-Use Change, and Forestry) emissions; (***) Emissions from fuel combustion in forestry/fisheries, Other (Not elsewhere specified), Fugitive Emissions, Solvent and Other Product Use, Agriculture, Waste, Other.



Situation Schweiz: 53.2 Mio Tonnen CO2 Aequivalent



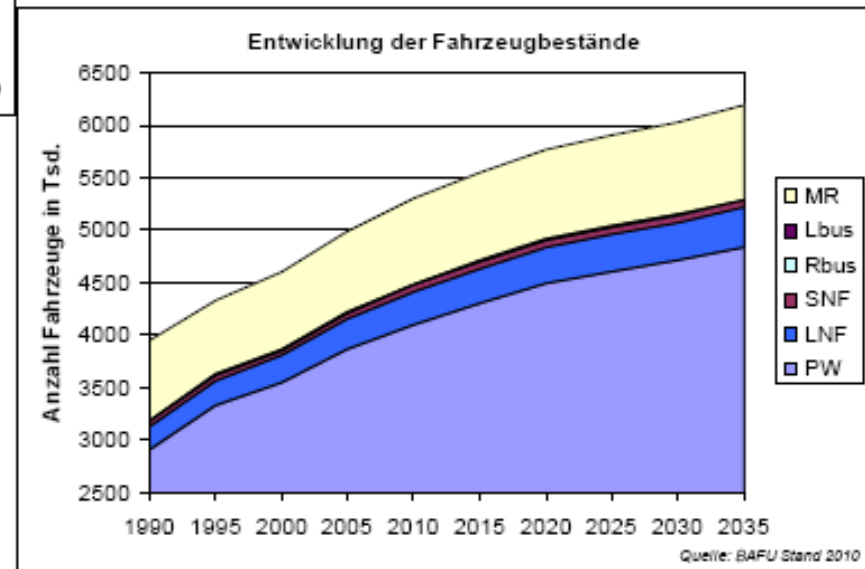
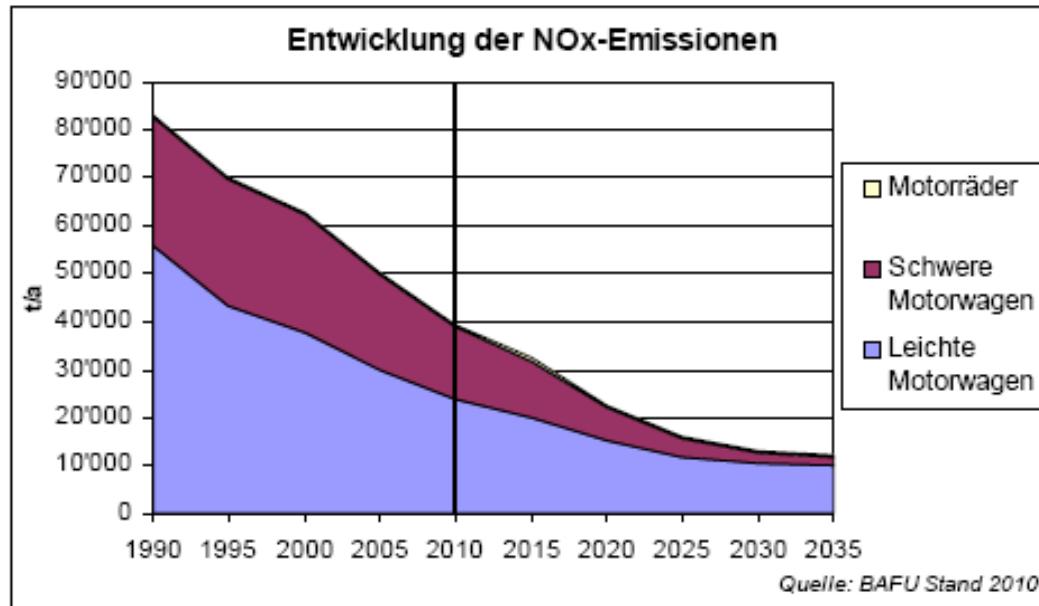
Schweiz: Stickoxide NOx



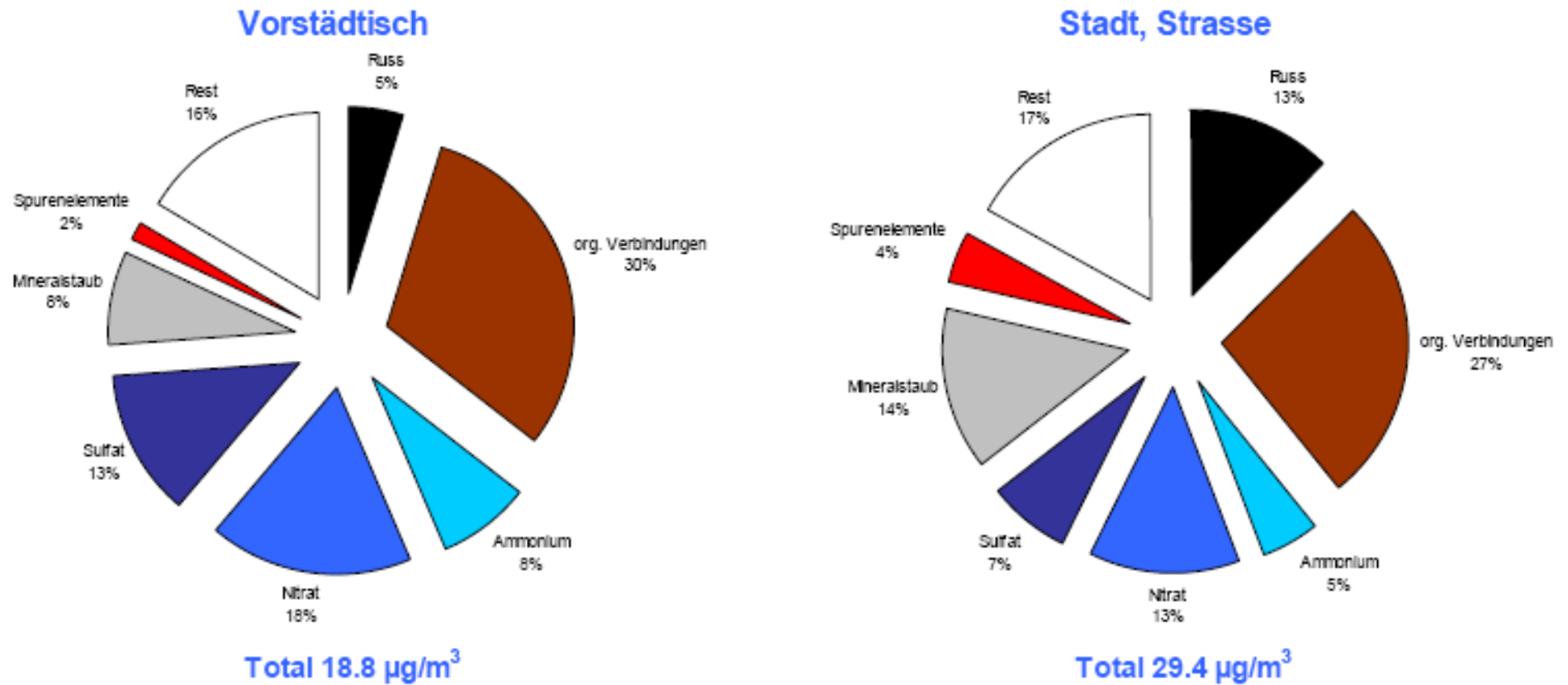
Verlauf Emissionen (blau) – Immissionen (rot)

Quelle: BAFU Stand 2010

Schweiz: Stickoxide NOx - Verkehr



Schweiz: PM10 Zusammensetzung, Jahresperiode 2008-2009

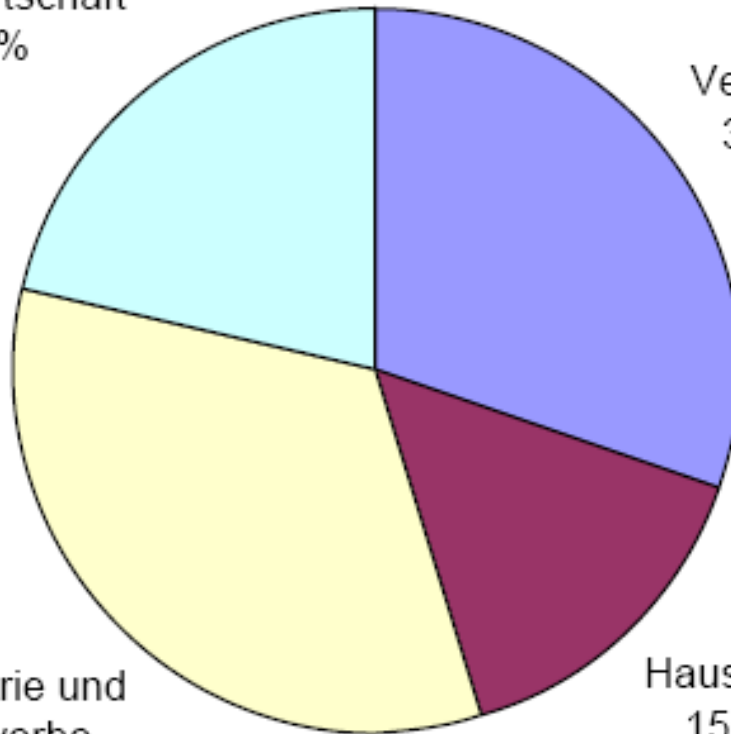


Quelle: EMPA 2010 (Publikation in Vorbereitung)

PM₁₀-Emissionen - 2010 (Prognose)

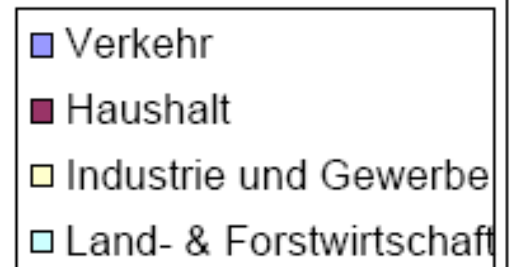
Land- &
Forstwirtschaft
21%

Verkehr
30%

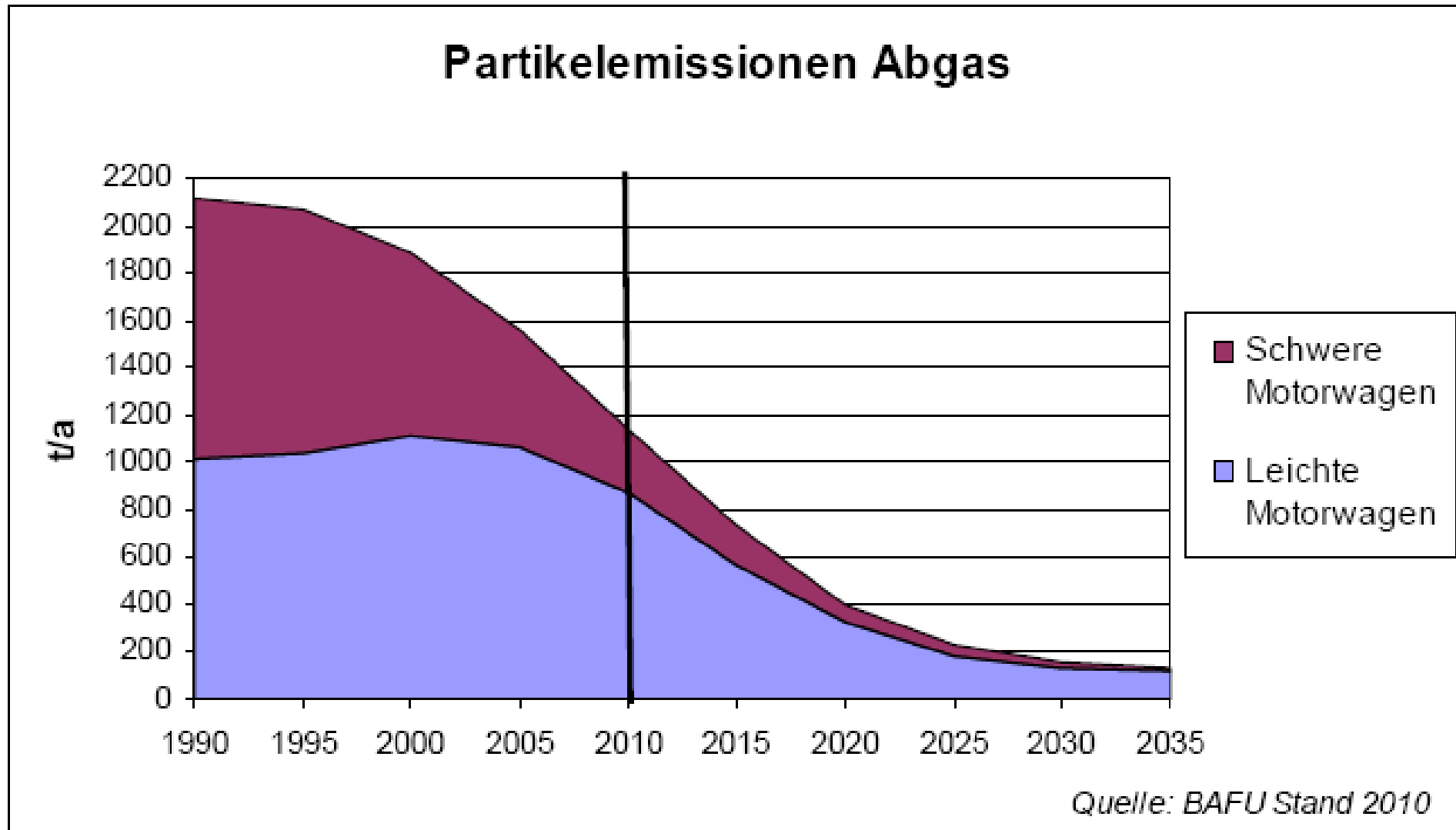


Industrie und
Gewerbe
34%

Haushalt
15%

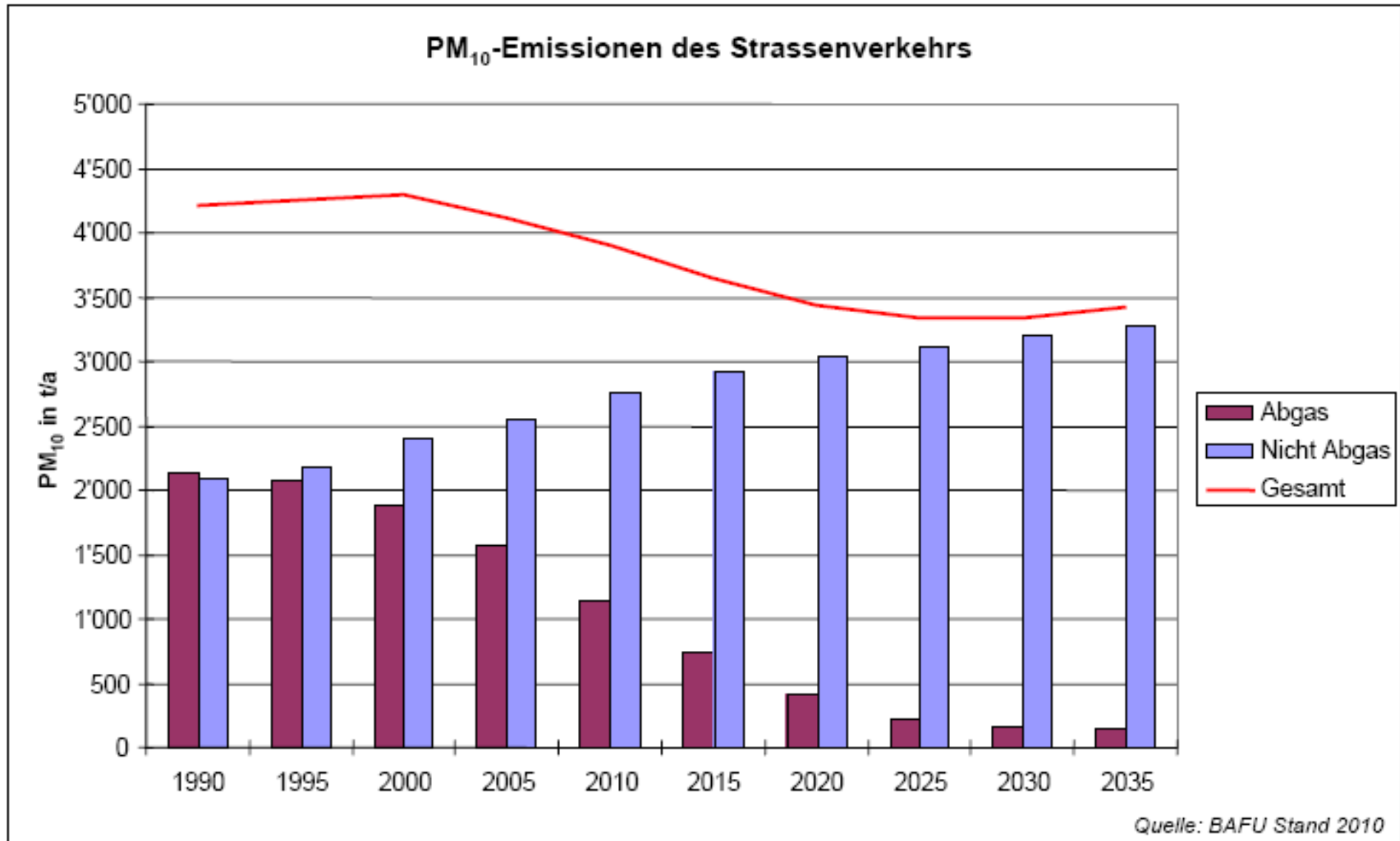


Quelle: BAFU Stand 2010

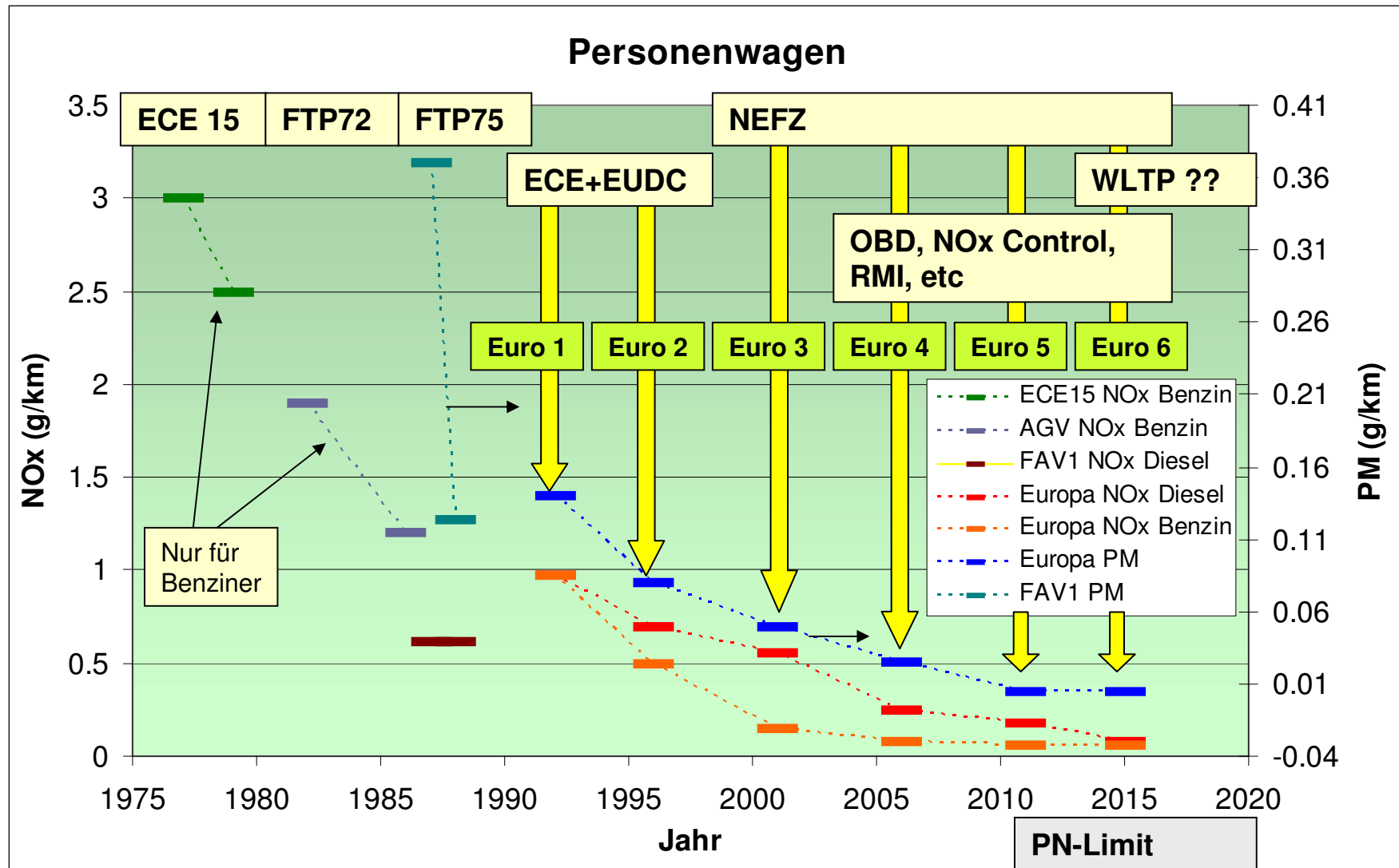


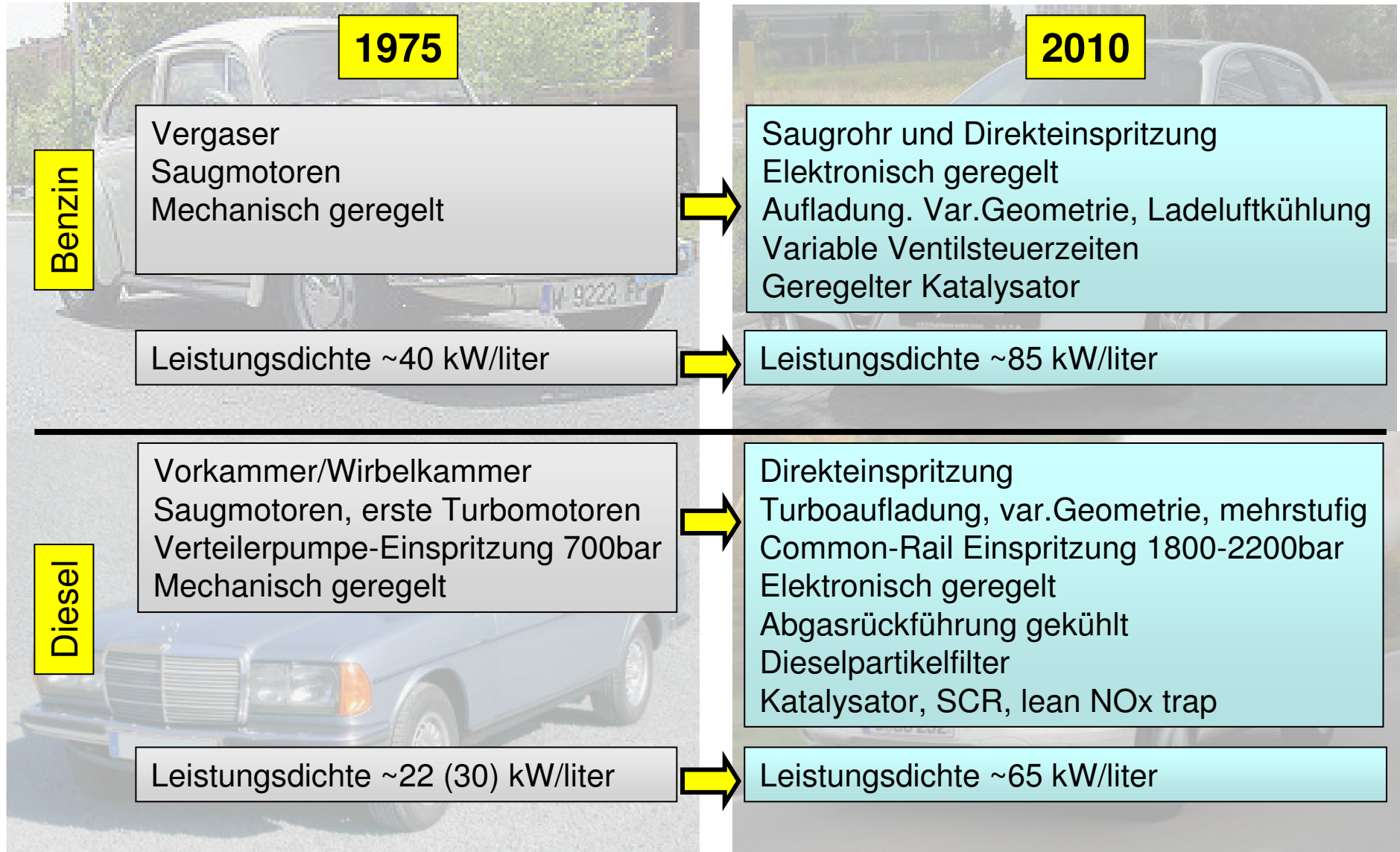
Ein grosser Teil der Partikel aus dem Verkehr ist Russ

Schweiz: PM10 Strassenverkehr, Abrieb und Aufwirbelung

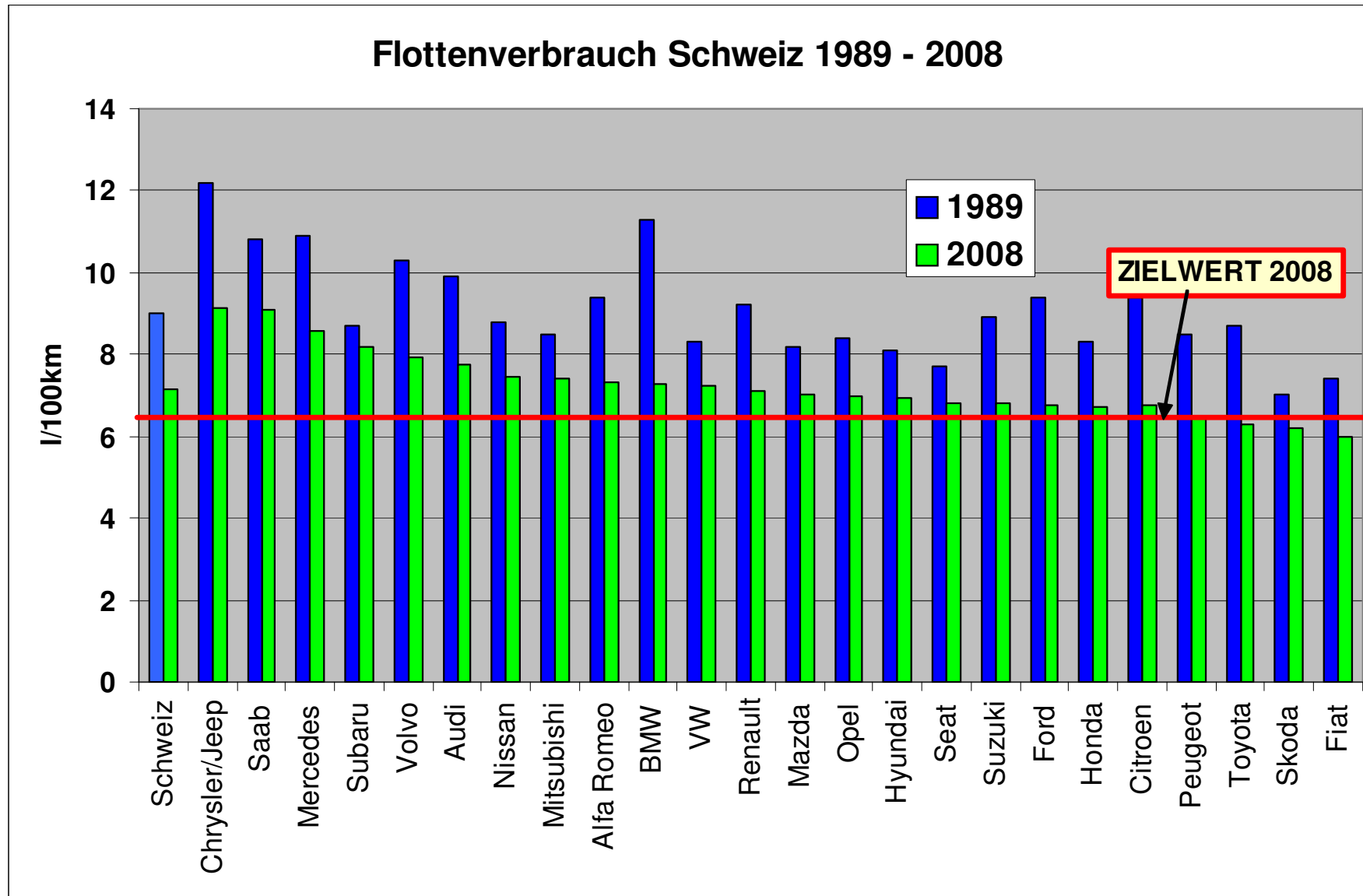


PRIVATVERKEHR PERSONENWAGEN





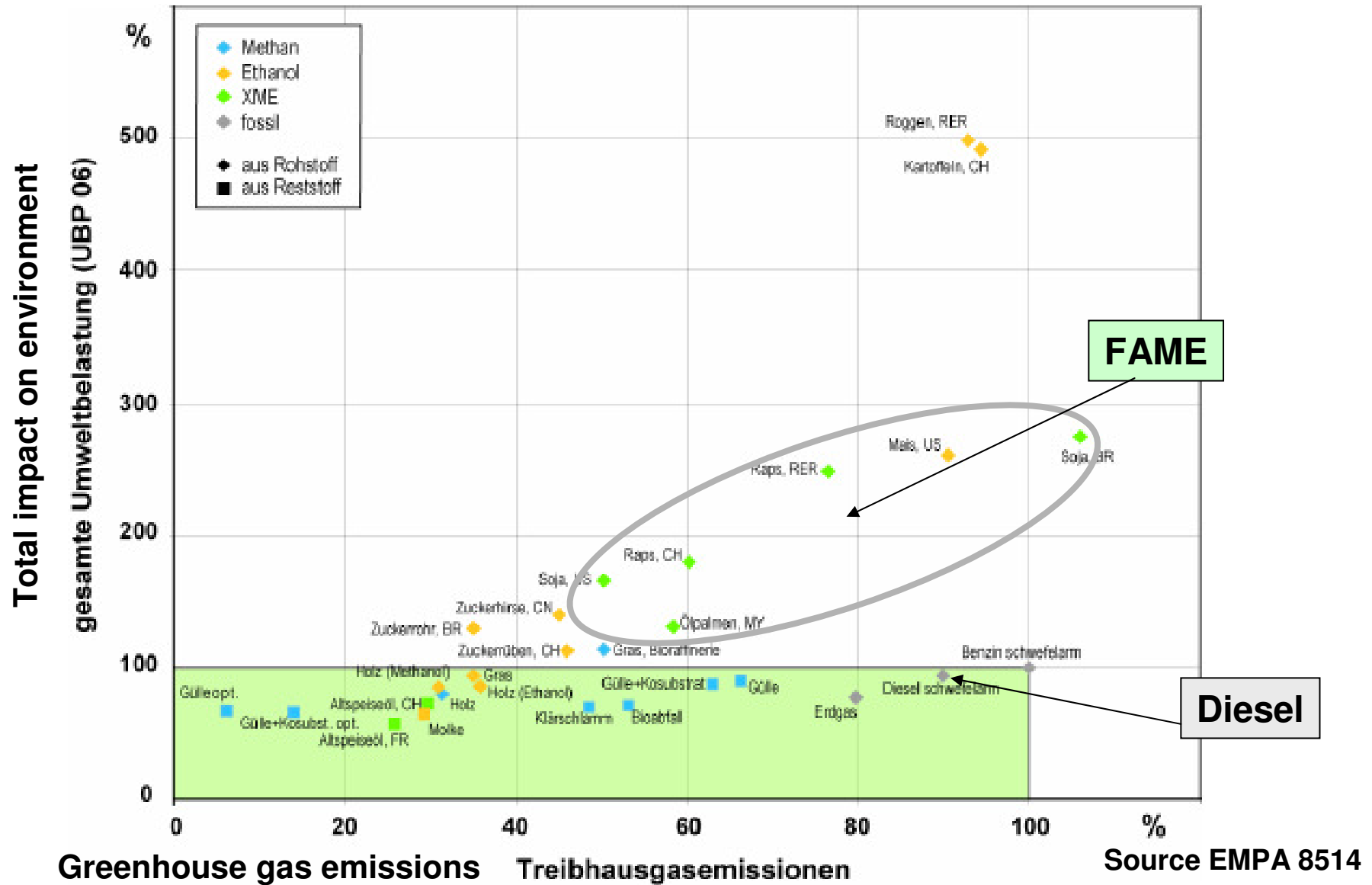
Flottenverbrauch Schweiz 1989 - 2008



- Heute sind 820 Millionen Fahrzeuge auf der Welt und emittieren im Durchschnitt 3.6 Tonnen CO₂ oder 1 Tonne Kohlenstoffequivalent
- Total antropogene Kohlenstoffequivalent-Emissionen betragen 7.7 Milliarden Tonnen pro Jahr.
- Der Anteil der Personenwagen an den weltweiten Gesamtemissionen beträgt 11.7%
- Die Vorhersagen für 2050 (wachsende Bevölkerung und Wohlstand) gehen von 2 Milliarden Personenwagen aus. Wird nichts unternommen, so steigen die Kohlenstoffemissionen entsprechend von 820 Millionen Tonnen auf 2 Milliarden Tonnen an.
- Soll das Wachstum mit tieferen spezifischen Emissionen kompensiert werden, so muss der heutige Durchschnittswert von 148 gCO₂/km in Europa auf durchschnittlich 61 gCO₂/km in 2050 reduziert werden.
- Soll die CO₂-Emission aber deutlich gesenkt werden, dann muss der Wert deutlich unter 60 gCO₂/km reduziert werden.
- Werden die life-cycle CO₂ Emission noch dazugerechnet, dann steigen die spezifischen Werte um ca 33% an.

- Massnahmen zur Reduktion der CO2-Emissionen
 - ▶ Reduzierung des Energieverbrauches des Fahrzeuges im praktischen Fahrbetrieb
 - ▶ Verbesserung des Wirkungsgrades der Verbrennungsmotoren
 - ▶ Steigerung des Anteils von CO2-neutralen Kraftstoffkomponenten, Mischung mit Bio-Kraftstoffen mit ausgewiesenem positiven CO2-Effekt
 - ▶ Änderung des Energie-systems, neue Energiequellen, Ergänzung oder Ersatz für fossile Energieträger
 - ▶ Neue Ideen zu Mobilität und Transport

Bio-Kraftstoffe, GHG-Emissionen



- 95% aus Wasserkraft und Kernkraft
- Für elektrische Energie aus der Schweiz wird rund 20 gCO₂/kWh gerechnet
- Unter Berücksichtigung von Ein- und Ausfuhr von Strom innerhalb Europa gilt dann 112 gCO₂/kWh
- Elektrofahrzeug benötigt für 100km 25 kWh (Mittelklasse)
 - ▶ Für ein E-Fahrzeug ist das $25 \cdot 112 = 2'800$ gCO₂ / 100km (Strommix)
 - ▶ Für ein Fahrzeug mit Verbrennungsmotor: 14'800 gCO₂ / 100km (europ.Durchschnitt)
- Würden alle Personenwagen in der Schweiz als E-Fahrzeuge betrieben, so wäre der zusätzliche Strombedarf 14 TWh, d.h. +23% der heutigen Stromproduktion (ohne graue Energie)
- Im Falle von Brennstoffzellen mit Wasserstoffversorgung (hergestellt aus Strom) ist der Zusatzbedarf 21 TWh, d.h. +35%

Quelle: PSI, Fiat

Wie könnte der zusätzliche Strom erzeugt werden



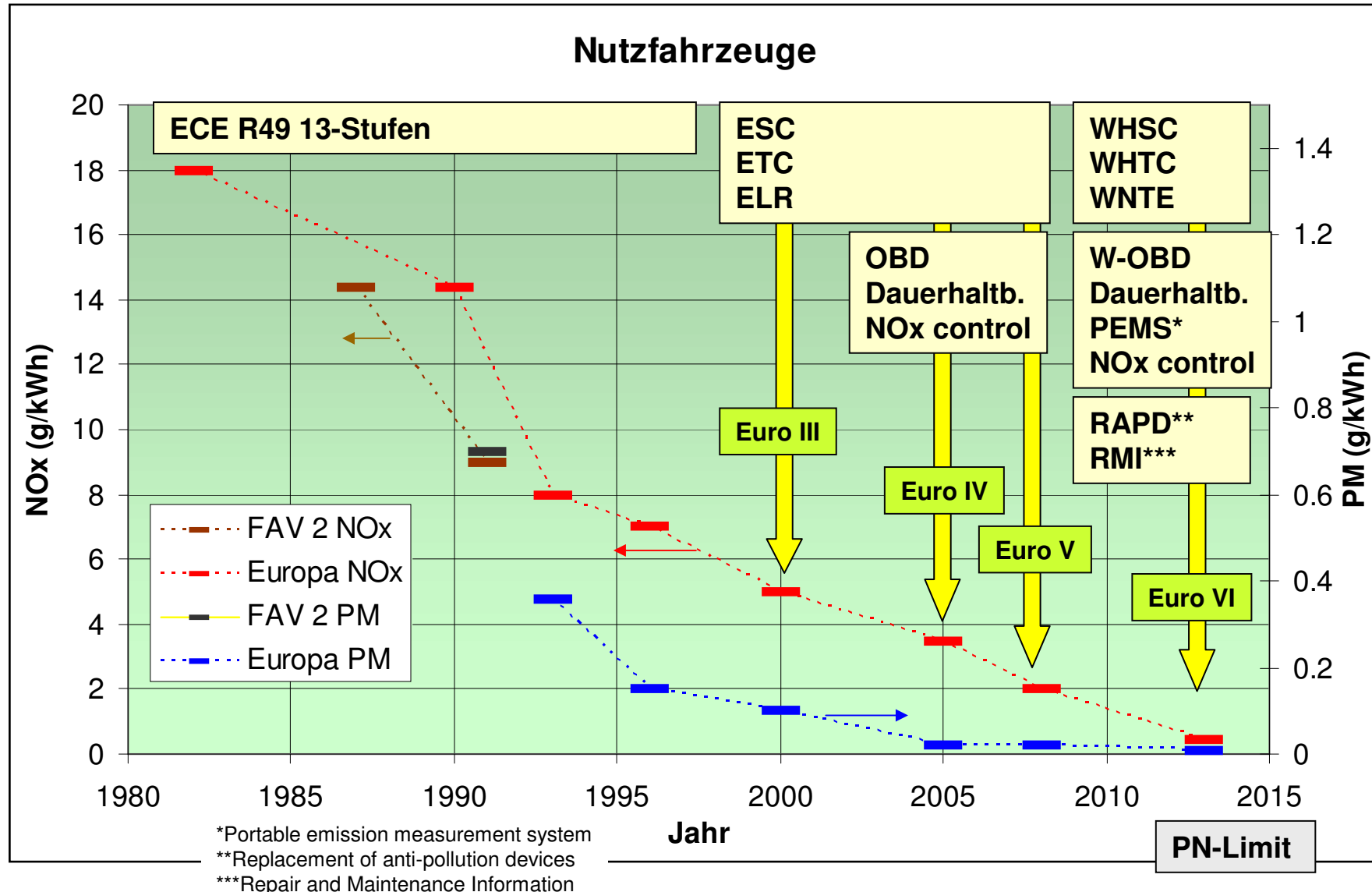
- Kernenergie
 - ▶ AKW Leibstadt in 2008 rund 9.5 TWh → also + 1.5 AKW Typ Leibstadt
- Wasserkraft
 - ▶ Wasserkraftwerke Oberhasli 2.3 bis 3 TWh → + 6-7 solcher Kraftwerke
 - ▶ Wasserkraftwerk Beznau 0.2 TWH → + 70 solcher Kraftwerke
- Windkraft
 - ▶ Eine 2 MW Anlage produziert 4 GWh im Jahr → 7000 Anlagen
- Photovoltaik
 - ▶ 10m² ergeben pro Jahr 1 MWh → 14 Millionen 10m² Panels oder 2 solcher 10m² Panels pro Einwohner → 30% der Fläche des Bodensees (Obersee)
- Biomasse
 - ▶ 1 kg Holz erzeugt 1kWh → 14 Millionen Tonnen Holz → das doppelte des jährlichen Holzzuwachses in der Schweiz

Quelle: PSI

- Mit eher kleinerem E-Fahrzeug und einem Energiebedarf von 13 kWh pro 100km
 - ▶ Mit Verbrennungsmotor 140 gCO₂/km
 - ▶ E-Fahrzeug mit Europa Strom-mix 86 gCO₂/km
 - ▶ E-Fahrzeug mit USA Strom-mix 110 gCO₂/km
 - ▶ E-Fahrzeug mit China Strom-mix 191 gCO₂/km

NUTZVERKEHR LASTWAGEN

Entwicklung Emissionsgesetzgebung Lkw



1975

Pumpe-Leitung-Düse Einspritzung 800bar
Mechanische Regler
Turboaufladung (mit Turbobloch) kommt
Erste Fahrzeuge mit Ladeluftkühlung

Leistungsdichte 20 kW/liter
Mitteldruck 13-14 bar
Ölwechselintervall 5'000-10'000 km

NOx ~17-18 g/kWh ECE R49 13-Stufentest

2010

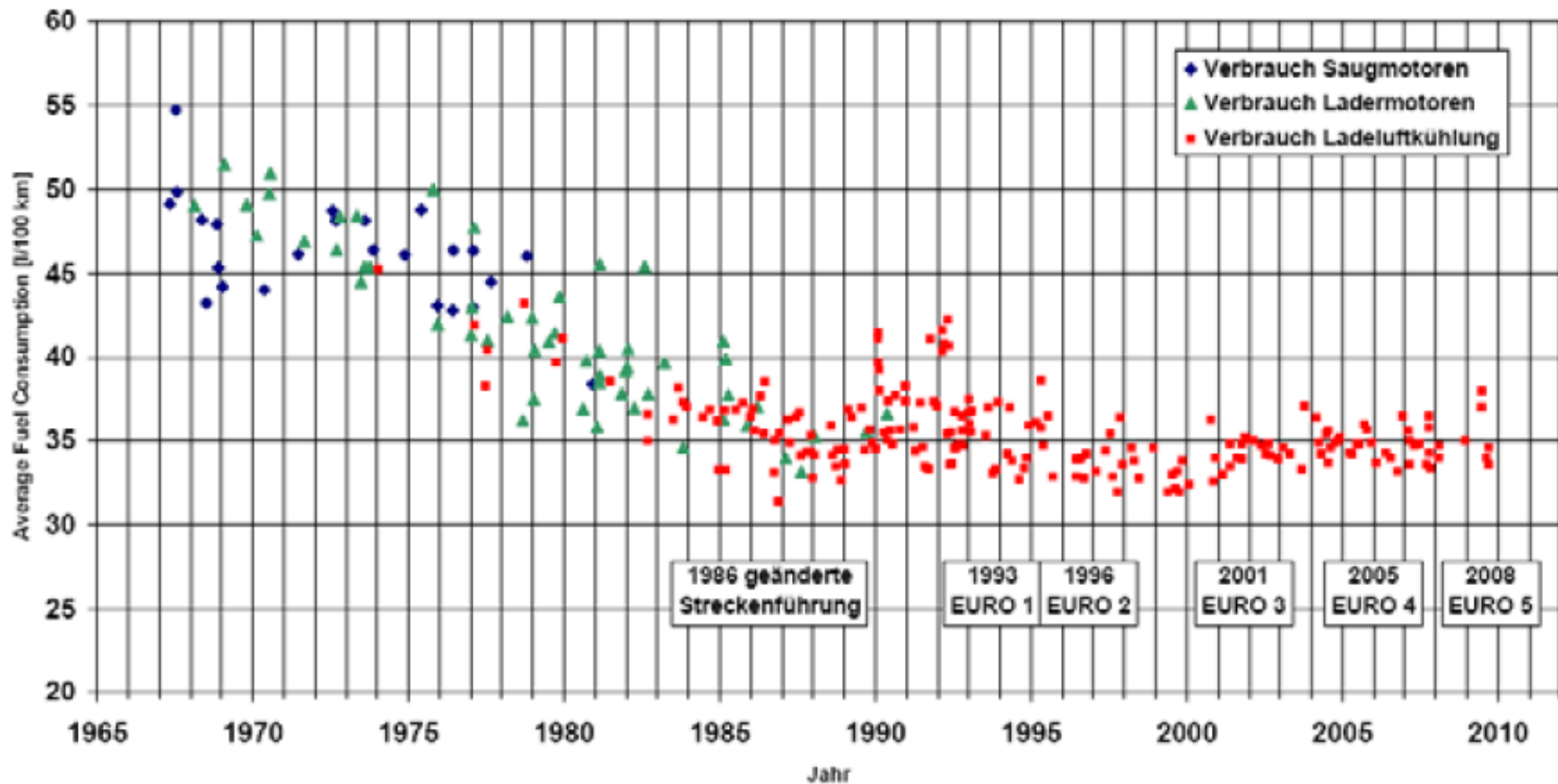
Common-Rail Einspritzung bis 2500bar
Mehrfacheinspritzung
Elektronisch geregelt
Turbo mit variabler Geometrie, LLK
2-stufige Aufladung
Abgasrückführung gekühlt
SCR Abgasnachbehandlung
Dieselpartikelfilter

Leistungsdichte 33-39 kW/liter
Mitteldruck 25-29 bar
Ölwechselintervall 150'000 km

Euro VI: NOx 0.46 g/kWh im WHDC

Average Fuel Consumption

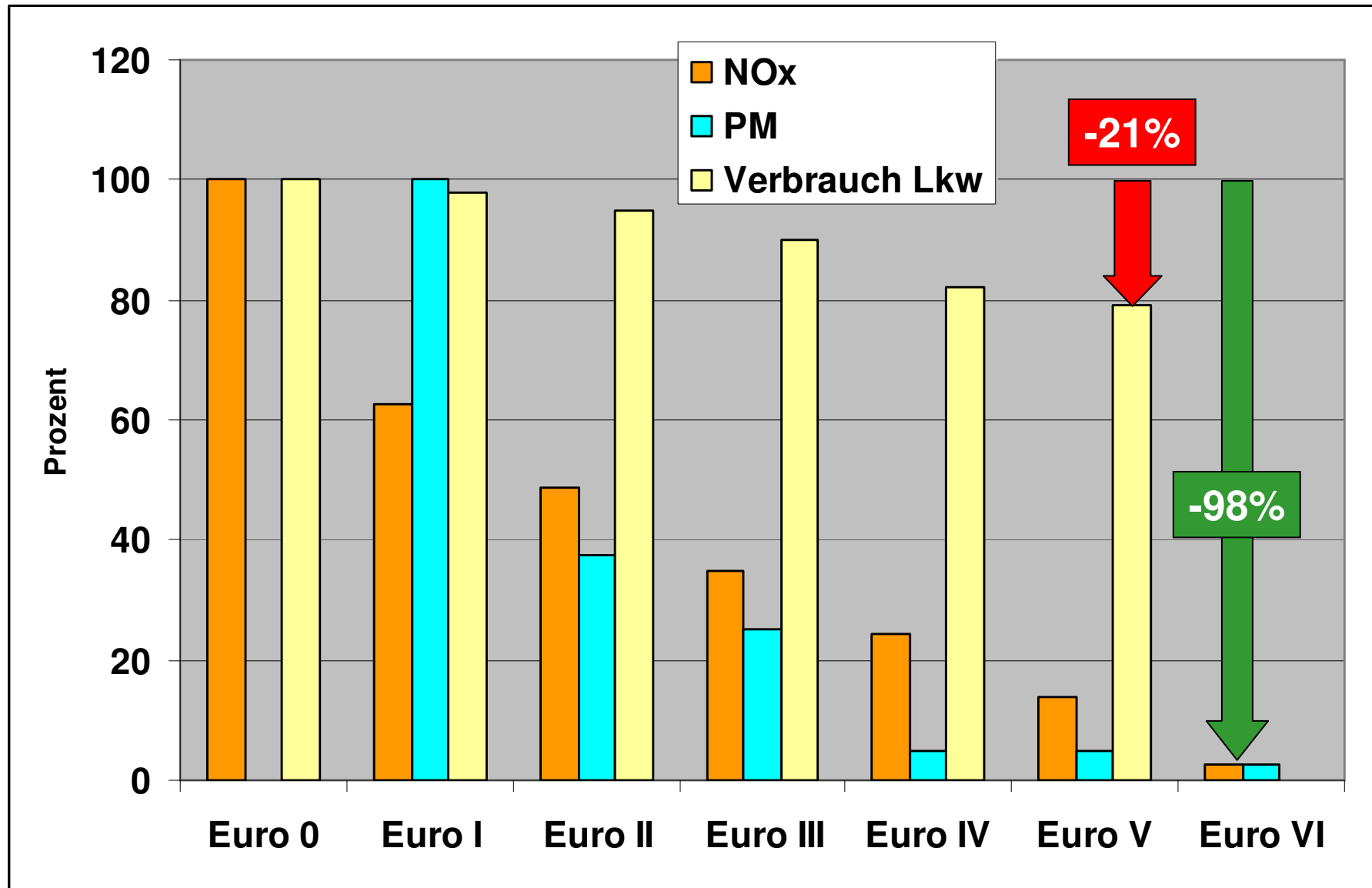
(Gross Vehicle Weight 38/40 t)

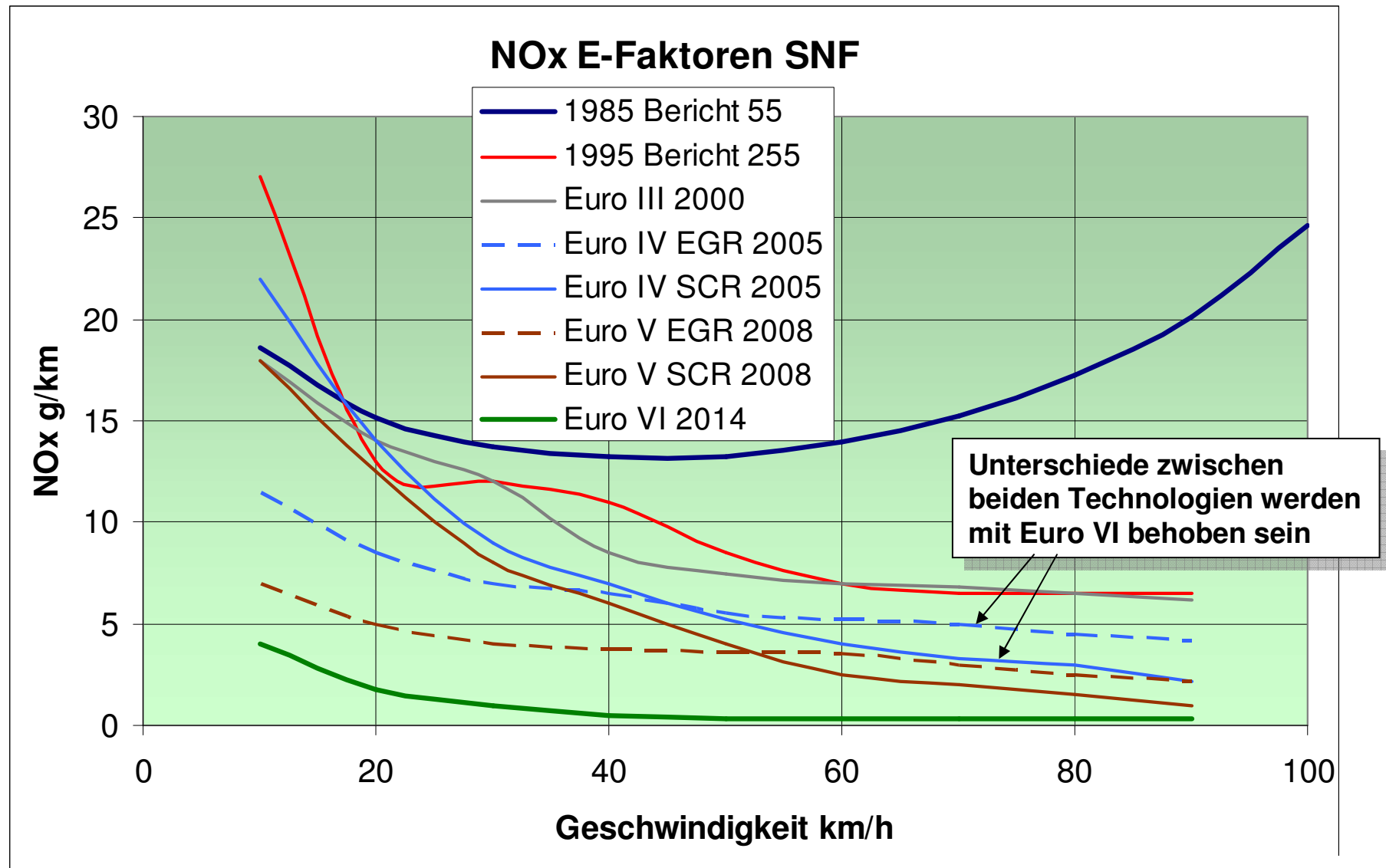


Source: Lastauto Omnibus
Testreports 1967 - 2009

Status: 10/2009

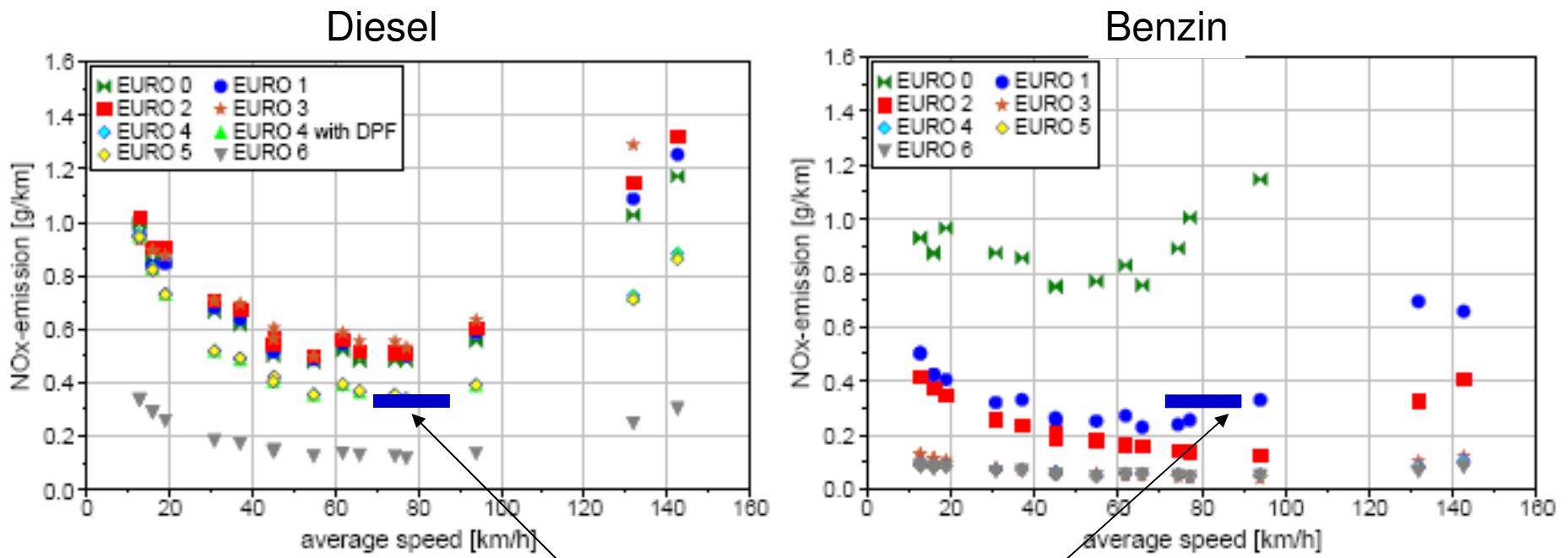
Emission und Verbrauch, wo stehen wir heute





1985 / 1995 Bericht 55 und 255 BAFU
 Euro III-VI 40t Lkw mit 50% Beladung, Ebene, TU Graz

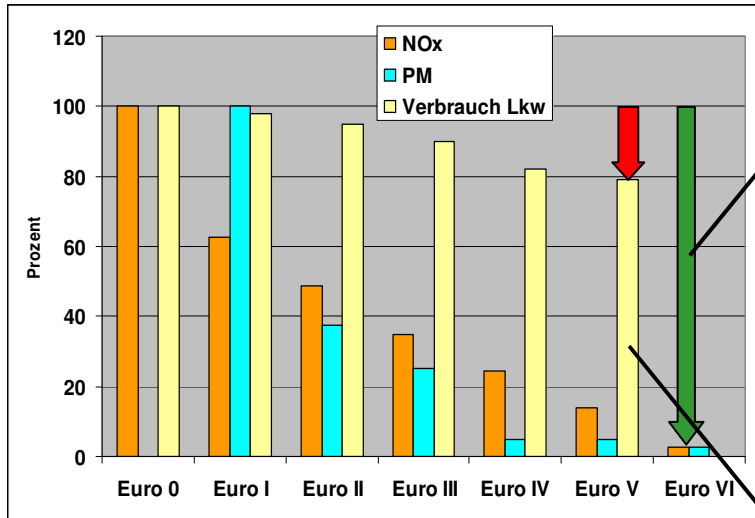
Emissionsfaktoren Personenwagen – Euro VI Nutzfahrzeuge



Euro VI Truck 40to 50% beladen

Quelle: TU Graz, HBEFA 3

Stand heute, was ist zu tun

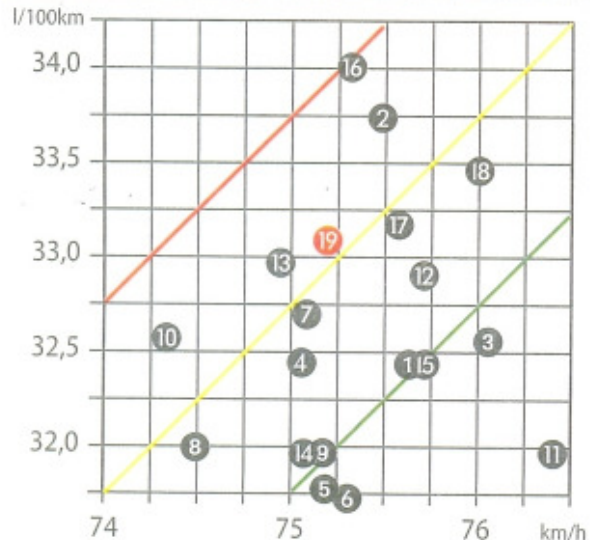


**Emissionen praktisch auf Null,
DPF, SCR, AGR, usw.
Keine weiteren Massnahmen**

Weitere Verbrauchsoptimierung

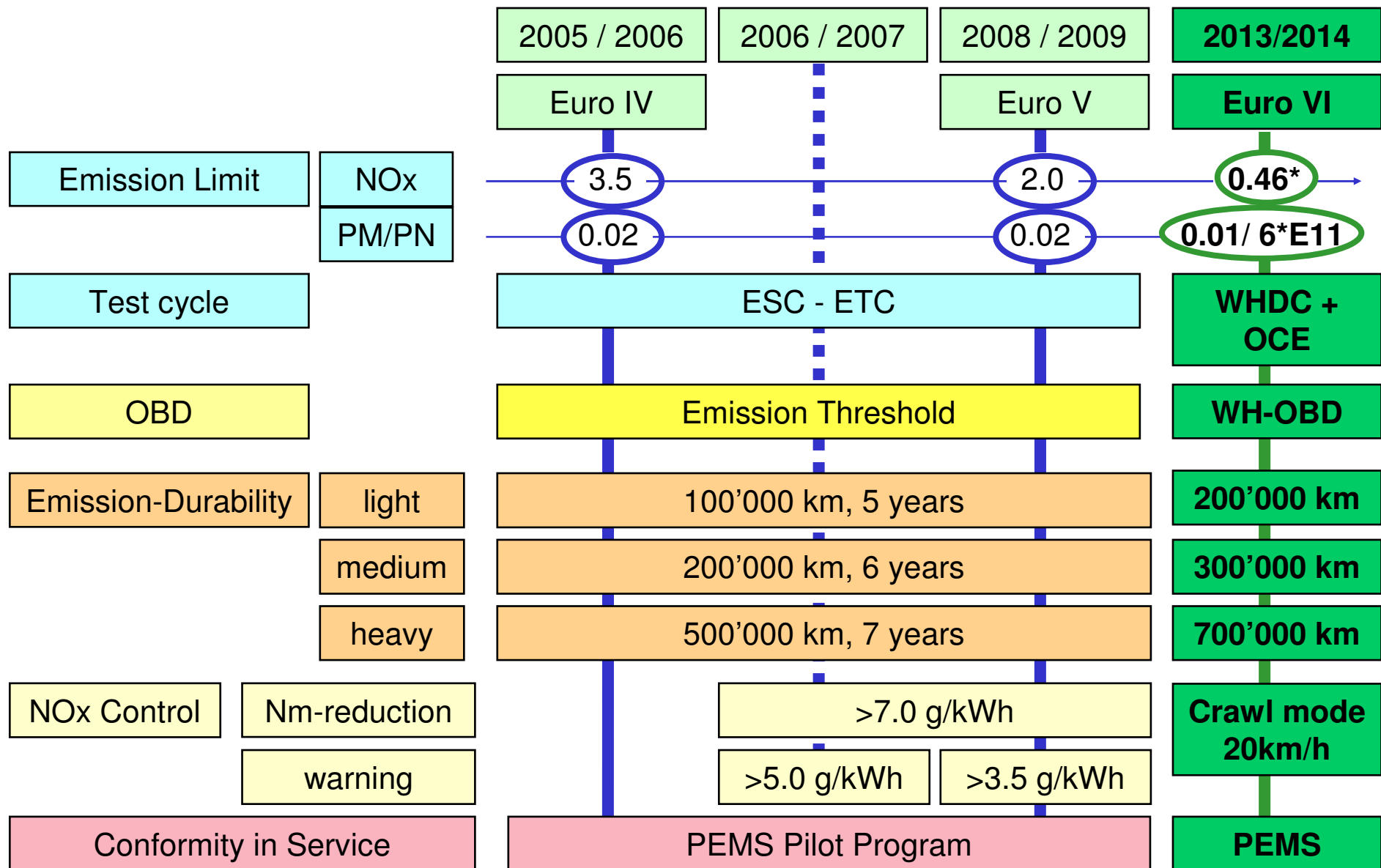
- Betriebskostenreduktion
- Wettbewerb
- CO2 - Gesetzgebung

Konkurrenzvergleich



**40t Lkw Verbrauch
32.5 l/100km, 1.25 l/t*100km**

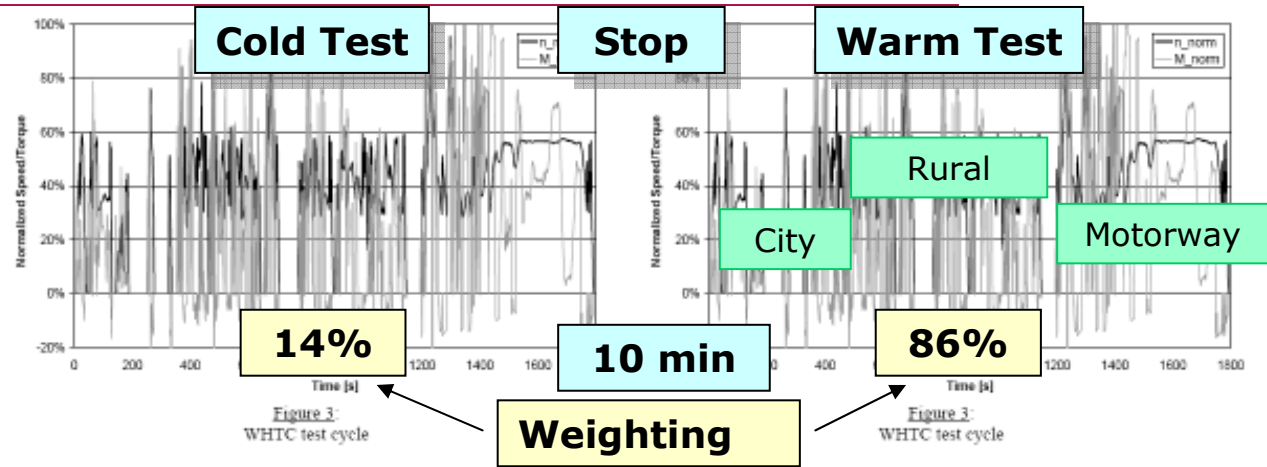
Euro VI Übersicht



WHTC*

World Harmonised Transient Cycle

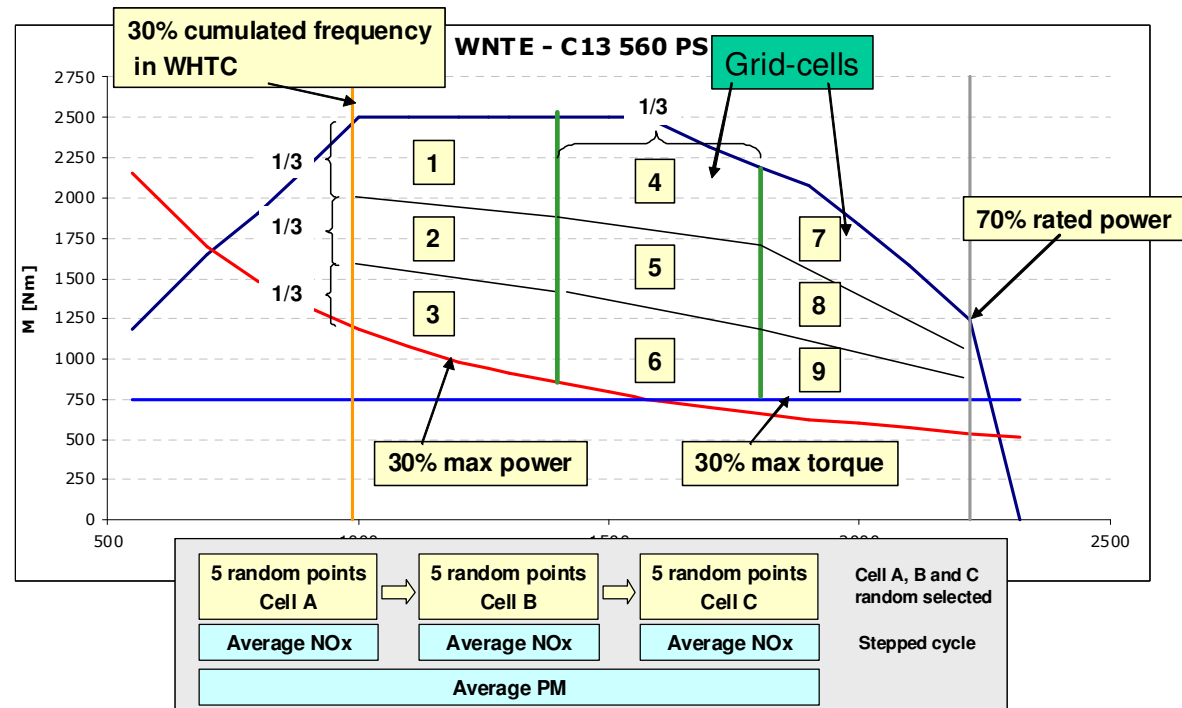
→ Represents real truck driving conditions on a world-harmonised basis



WNTE*

World harmonised Not To Exceed limit

→ Deals with off-cycle-emissions and covers the major operating part of the map

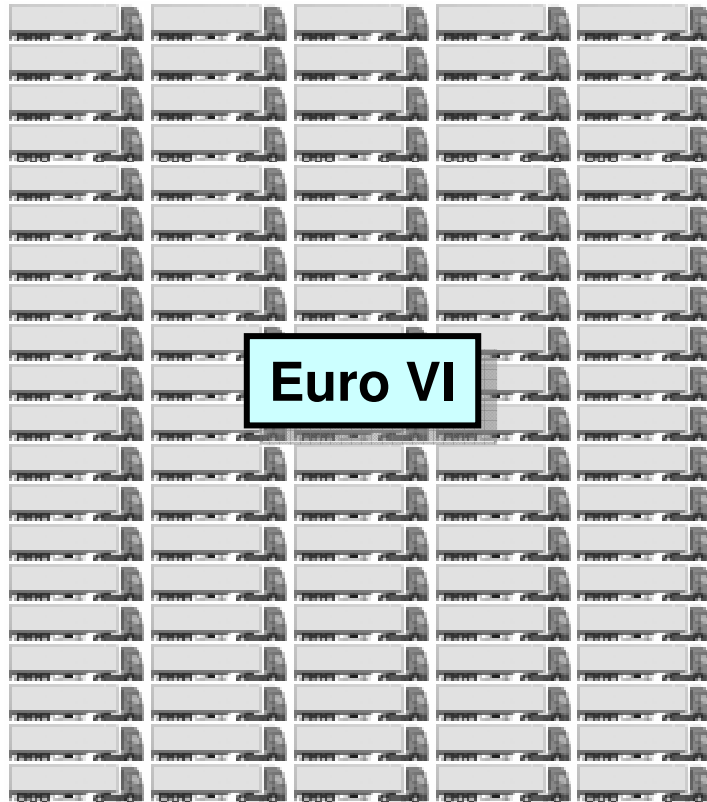


* Based on UN-ECE GTR (Global Technical Regulation)

Euro VI Emissionen im Vergleich zu Euro 0 und V



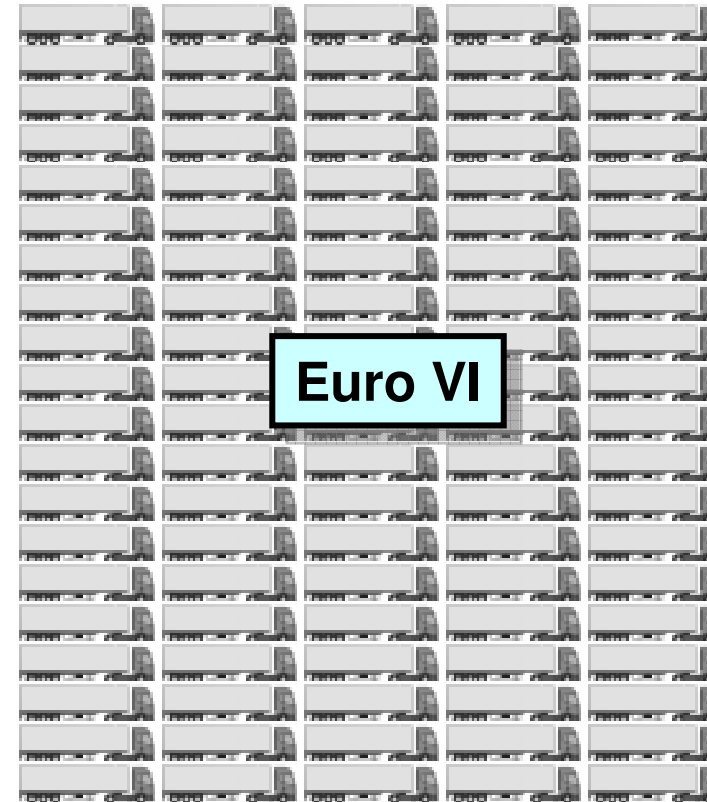
gleiche NOx / PM wie...



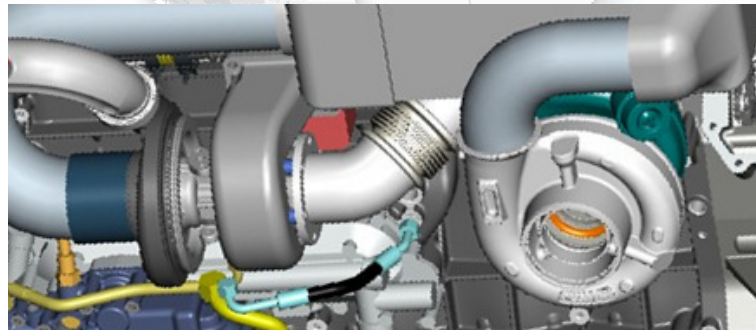
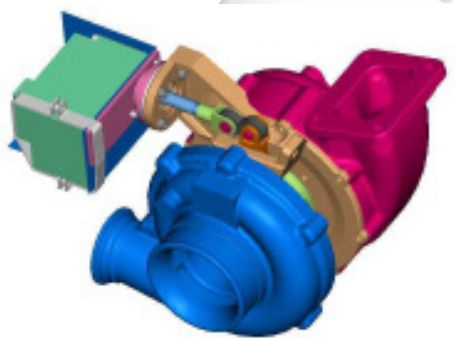
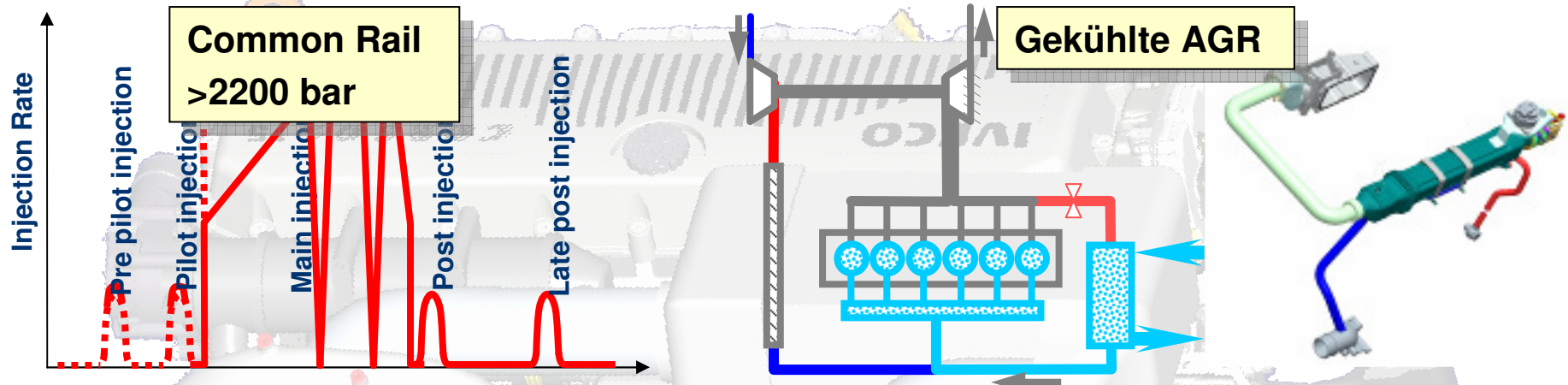
gleiche NOx wie...



gleiche PN wie...



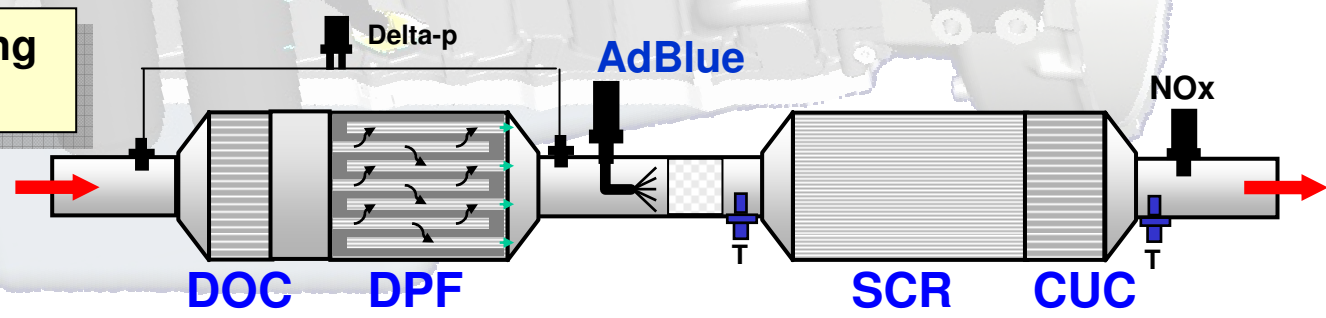
Euro VI Technische Lösung



2-stufige Aufladung, VTG, turbocompound

Struktur-Massnahmen, max. Drücke, etc

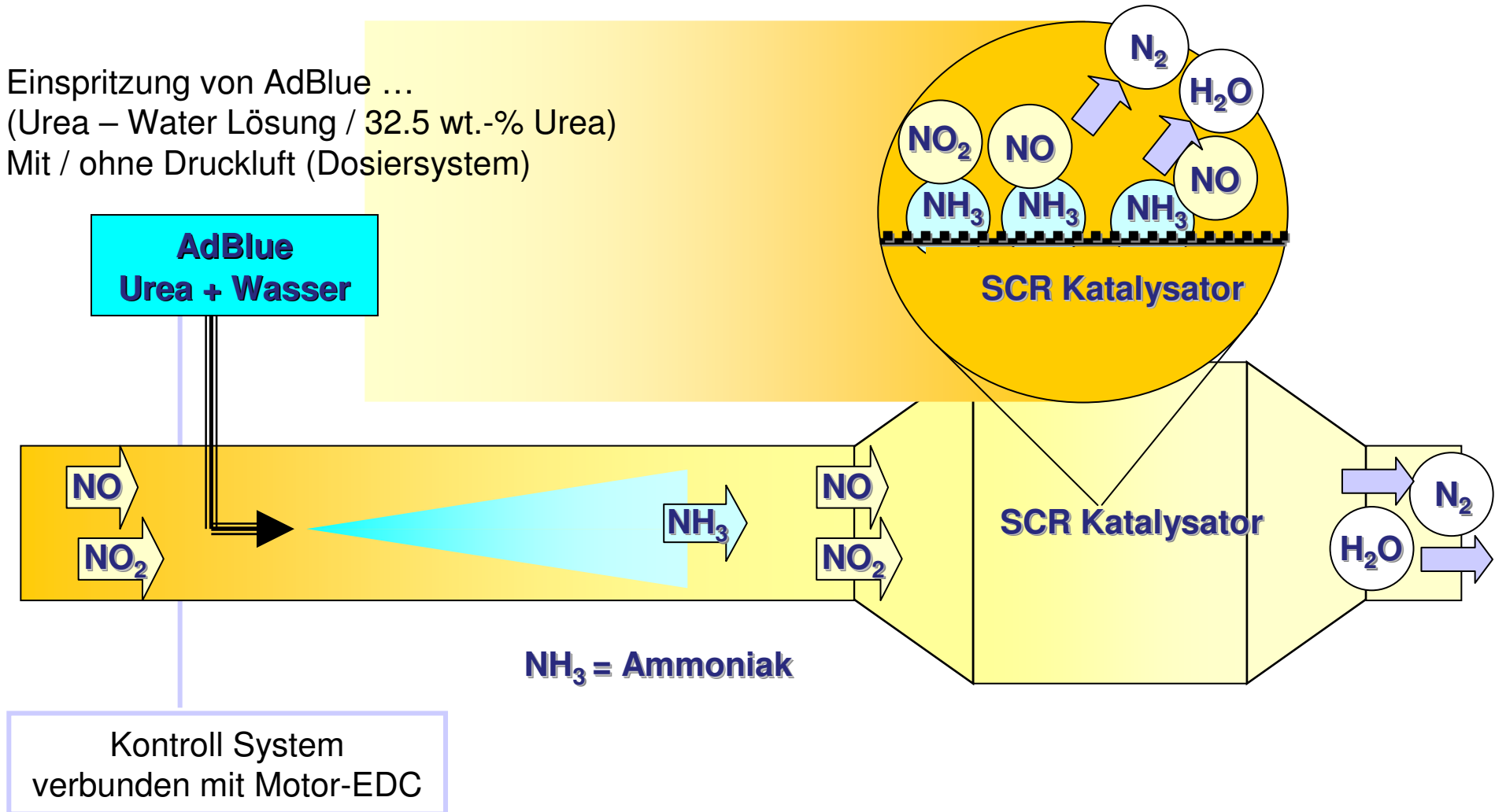
Abgasnachbehandlung DPF und SCR



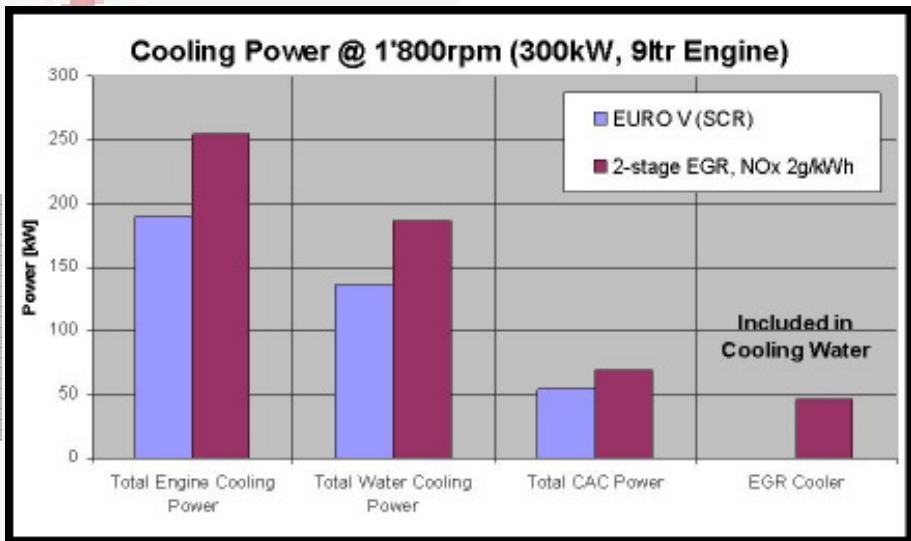
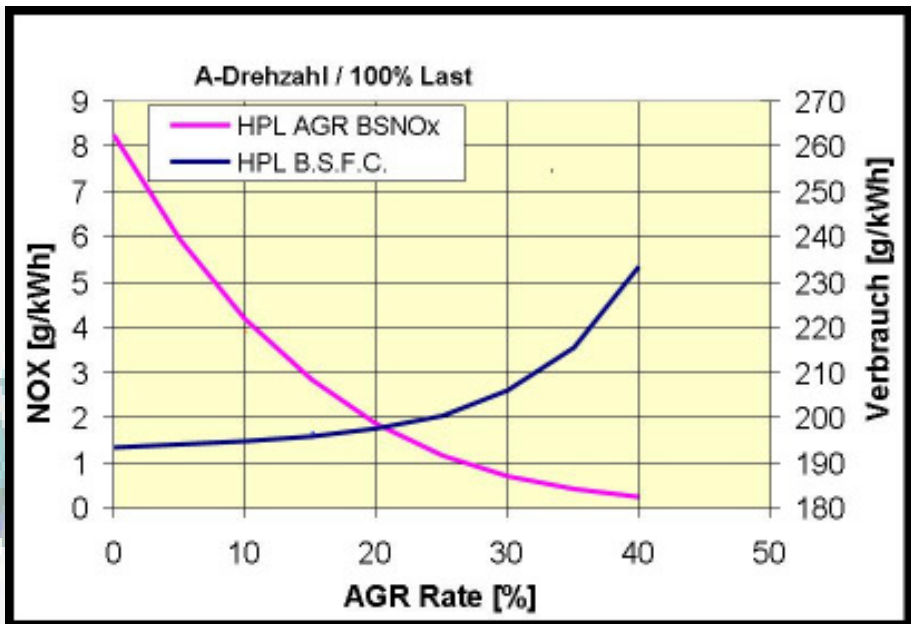
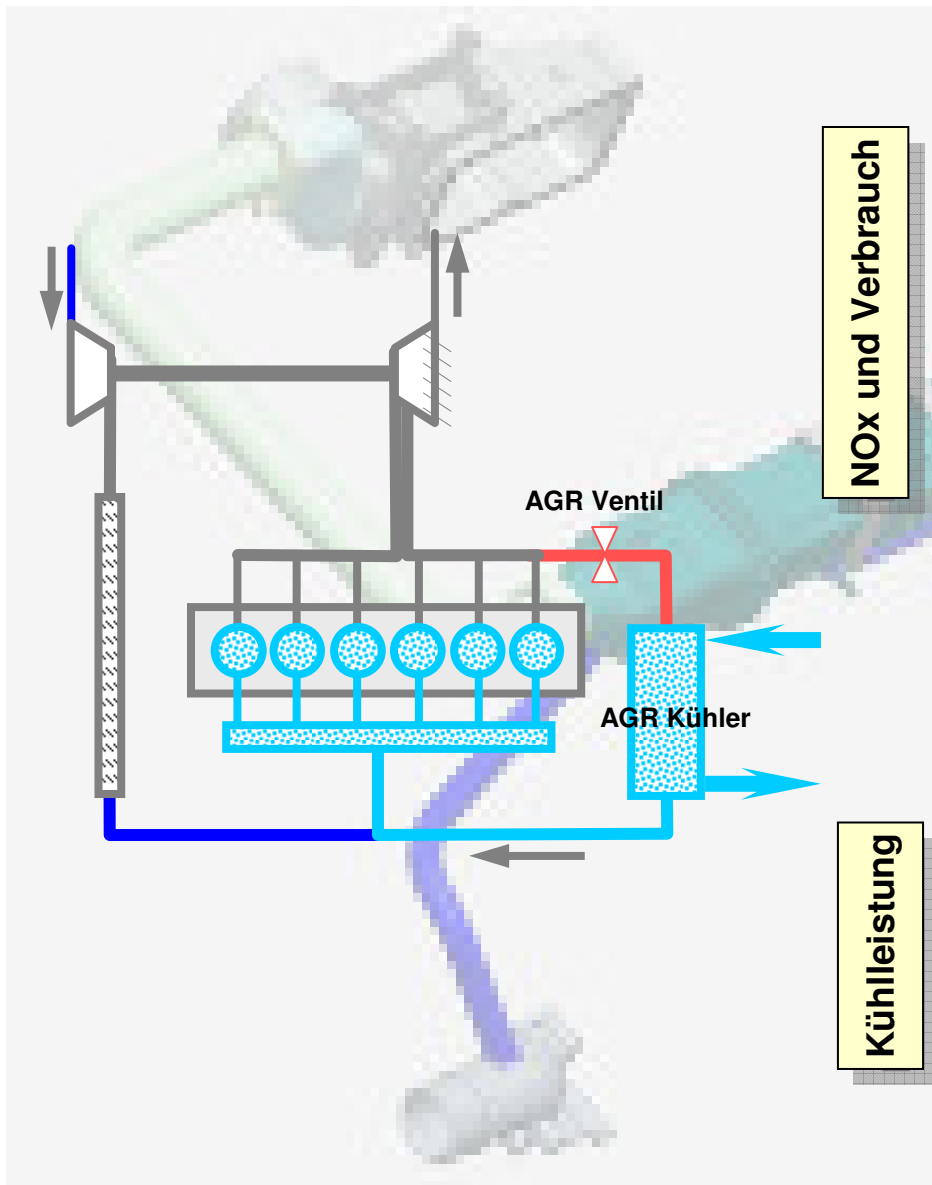
SCR System Funktionsweise

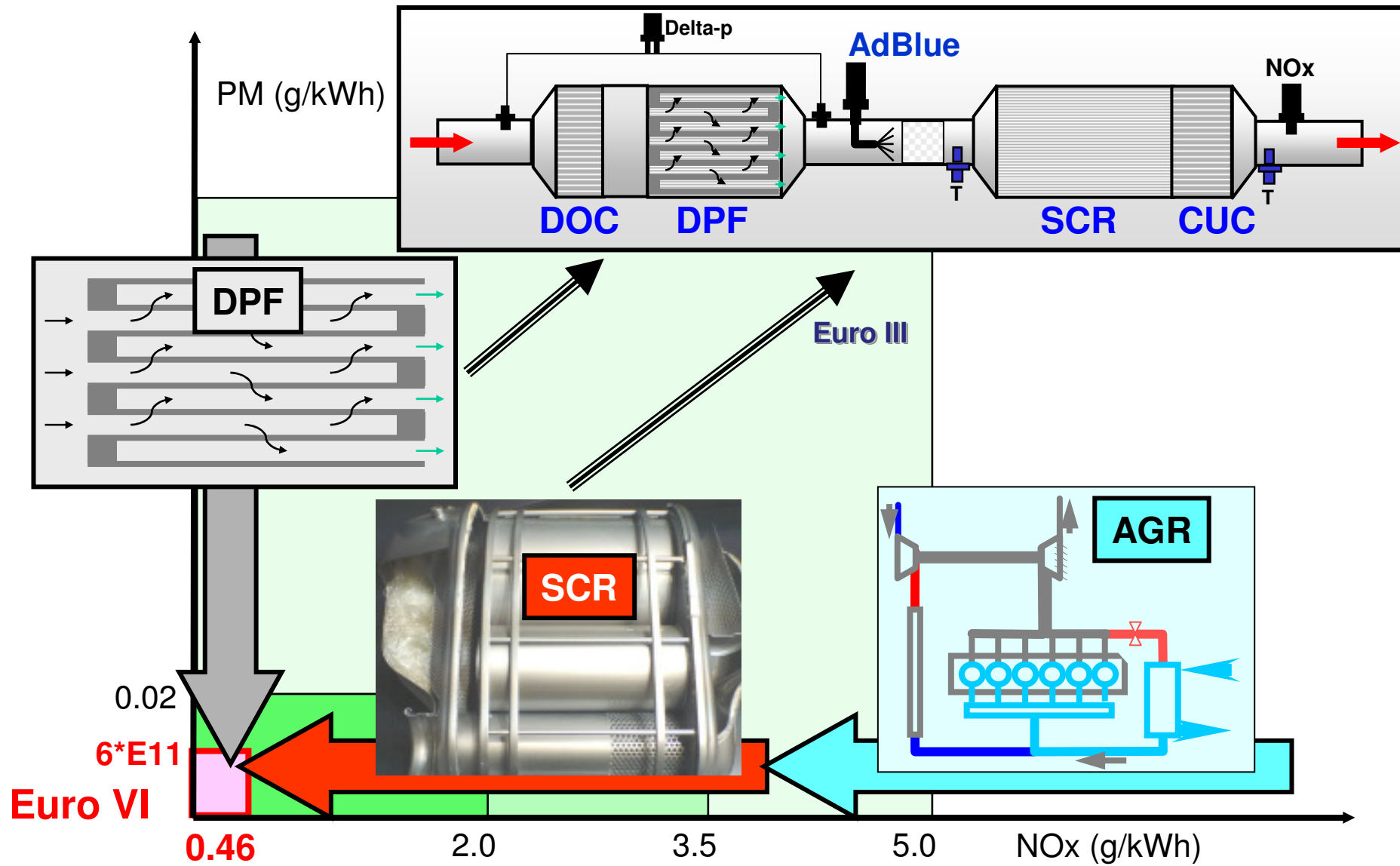


Einspritzung von AdBlue ...
(Urea – Water Lösung / 32.5 wt.-% Urea)
Mit / ohne Druckluft (Dosiersystem)

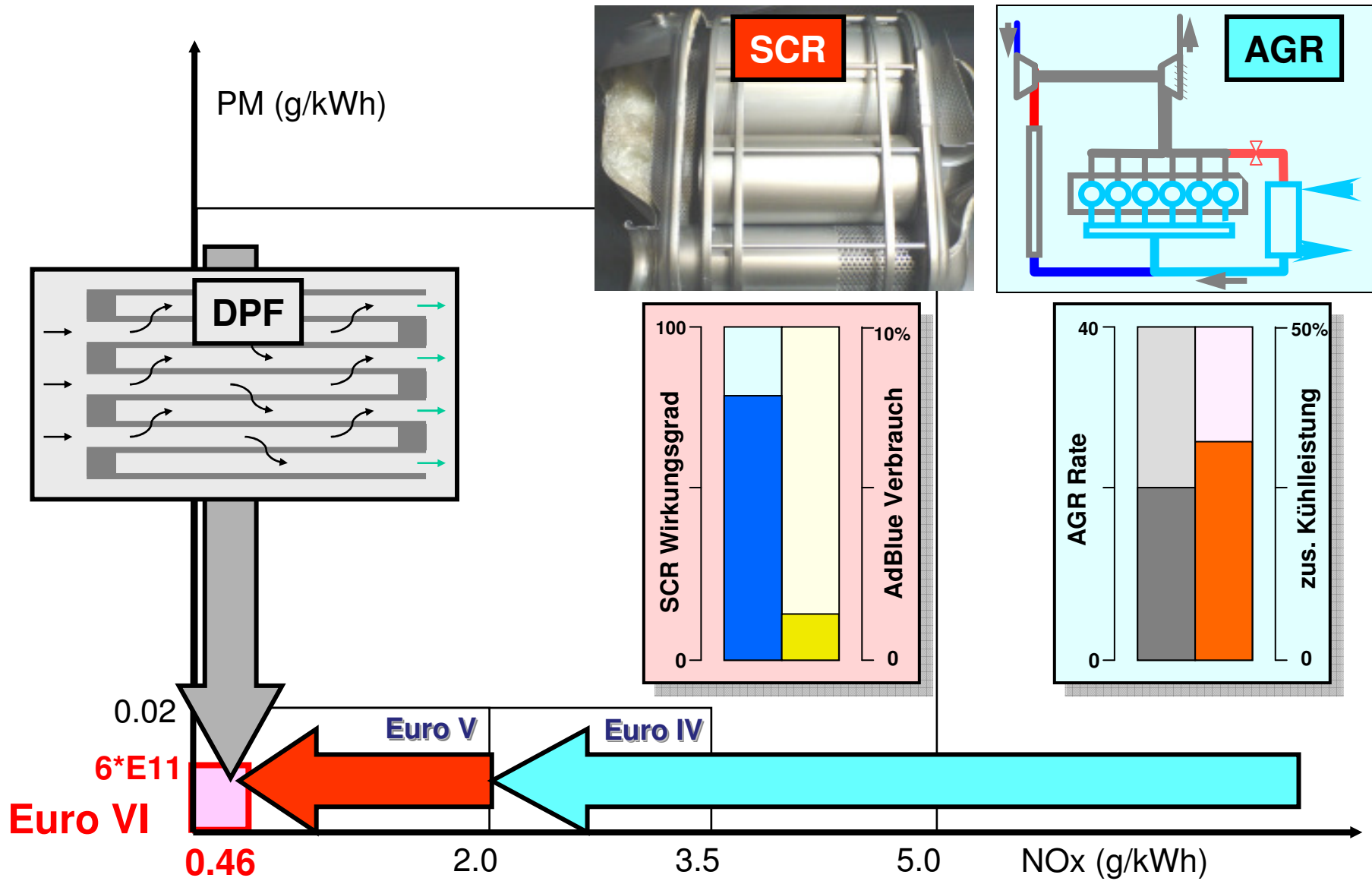


Abgasrückführung

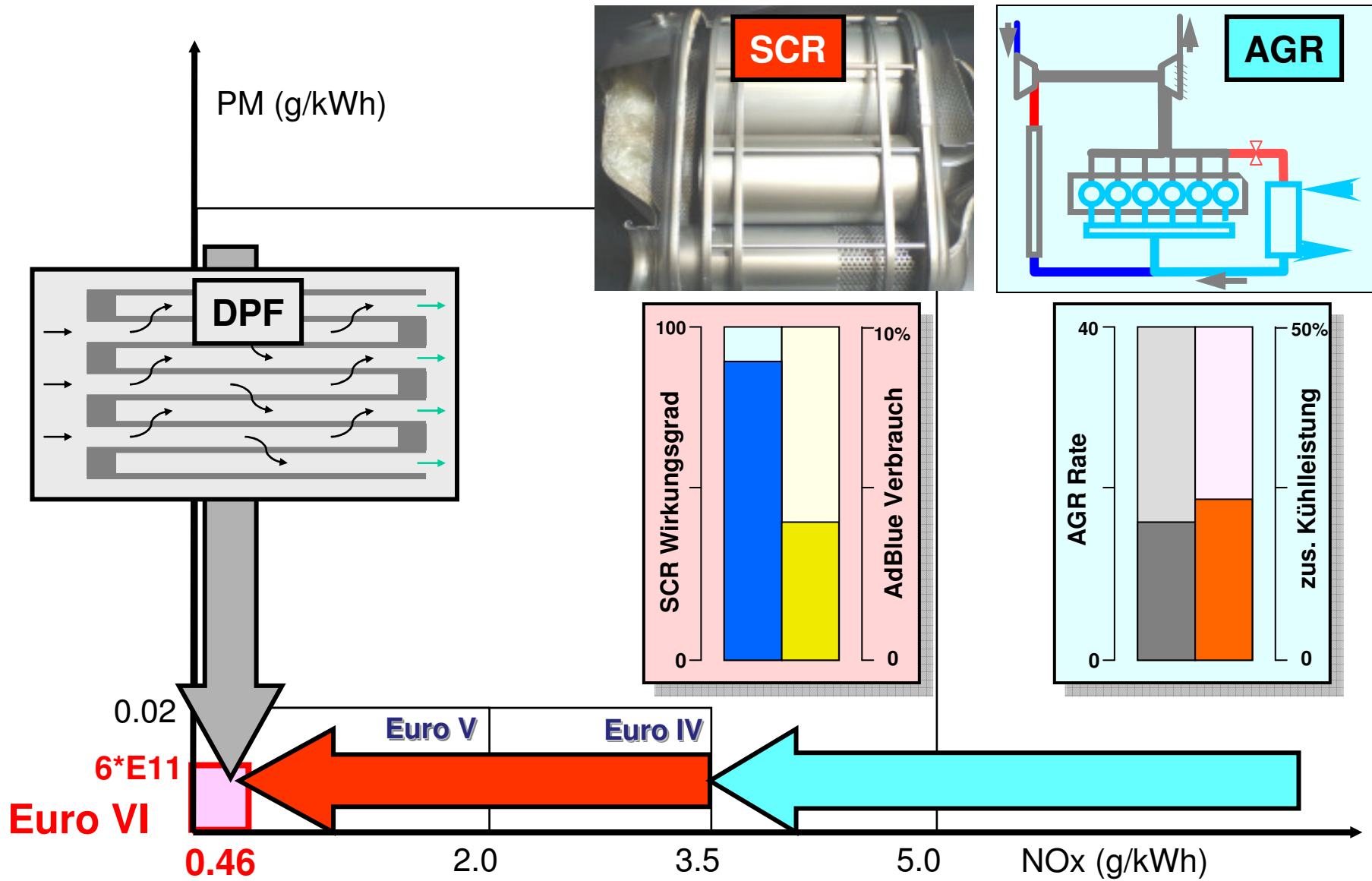




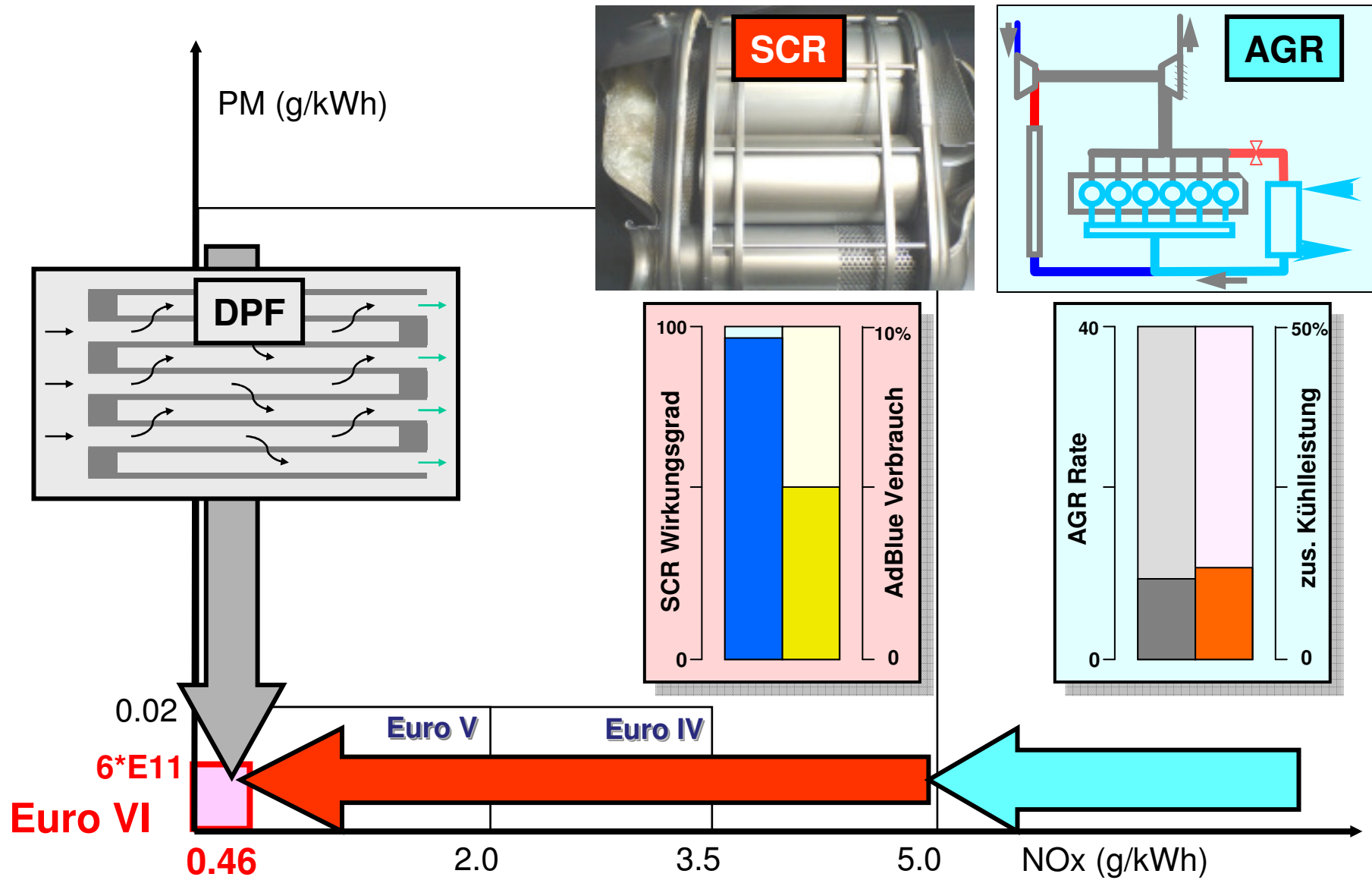
Euro VI Technik...Kombination der Technik..1



Euro VI Technik...Kombination der Technik..2



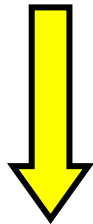
Euro VI Technik...Kombination der Technik..3



Heute.....

....Zukunft

Verbrauchsoptimierung



Antriebsstrang
Emissions-Konzept
Verbrennung
Aufladung
Reibungsreduktion
5W-30 ... 0W-20

Hybrid



Speicherung von
Energie und
Wiederverwendung
Vermeidung von
unwirtschaftlichen
Betriebszuständen

Rückgewinnung

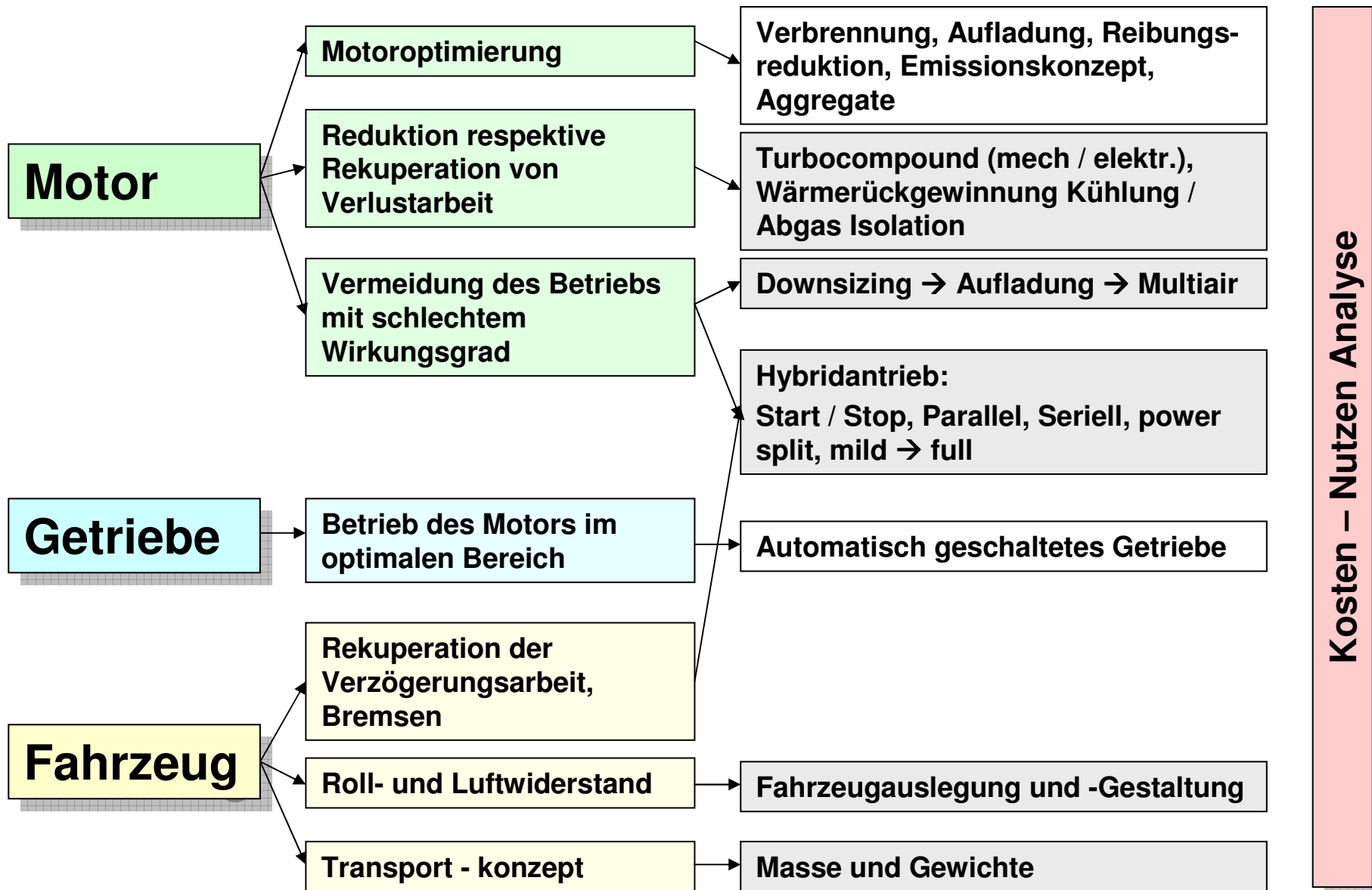


Umwandlung von
Wärmeverlusten in
nutzbare Energie
(Auspuss, Kühlung)

Fahrzeug-Optimierung, Luft- und Rollwiderstand, Auslegung, Konzept

ACEA Position: Reduktion CO₂ pro Tonne und 100km um 20% bis 2020

Lösungsansätze Fahrzeug und Antriebsstrang



Motor: Turbocompounding, Wärmerückgewinnung

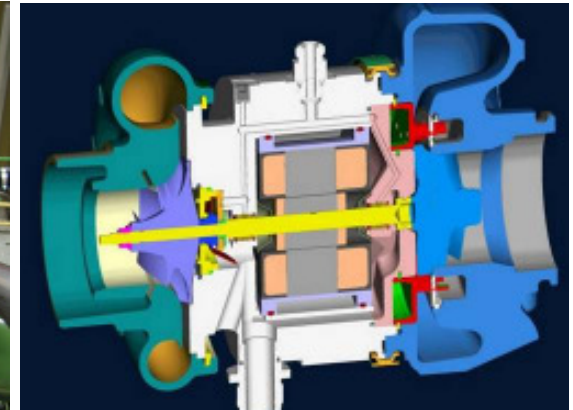
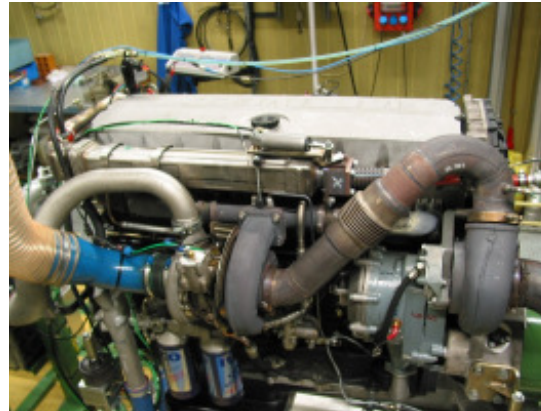


Turbocompound

- Nutzturbine nachgeschaltet
- elektr. Generator in Turbolader

Verbrauchsgewinn 2..4%

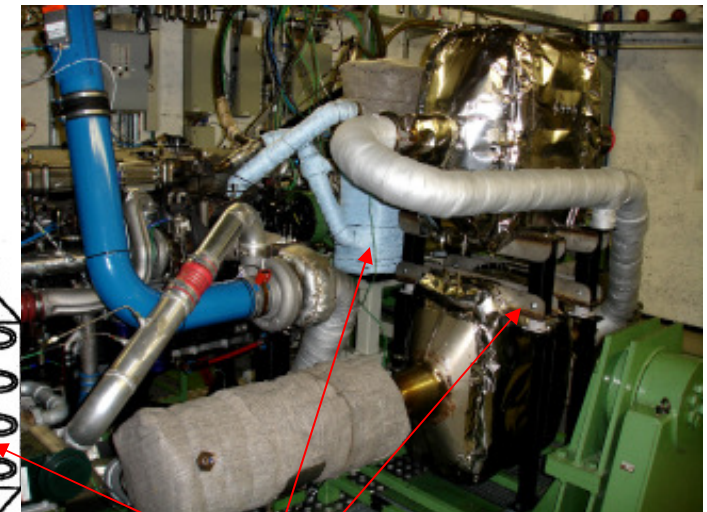
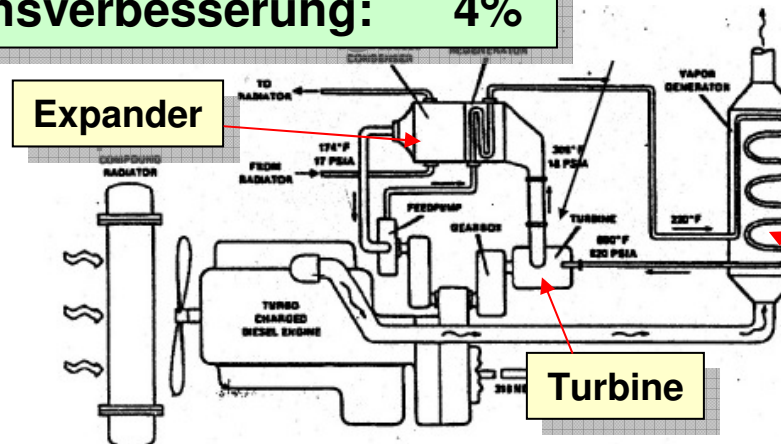
Abhängig von Betriebsbedingungen



Wärmerückgewinnung Auspuff, Rankine Zyklus

Erwartete Verbrauchsverbesserung: 8%

Erzielte Verbrauchsverbesserung: 4%



**Dampf-Generatoren
AGR und Auspuff**

Transport - Konzept

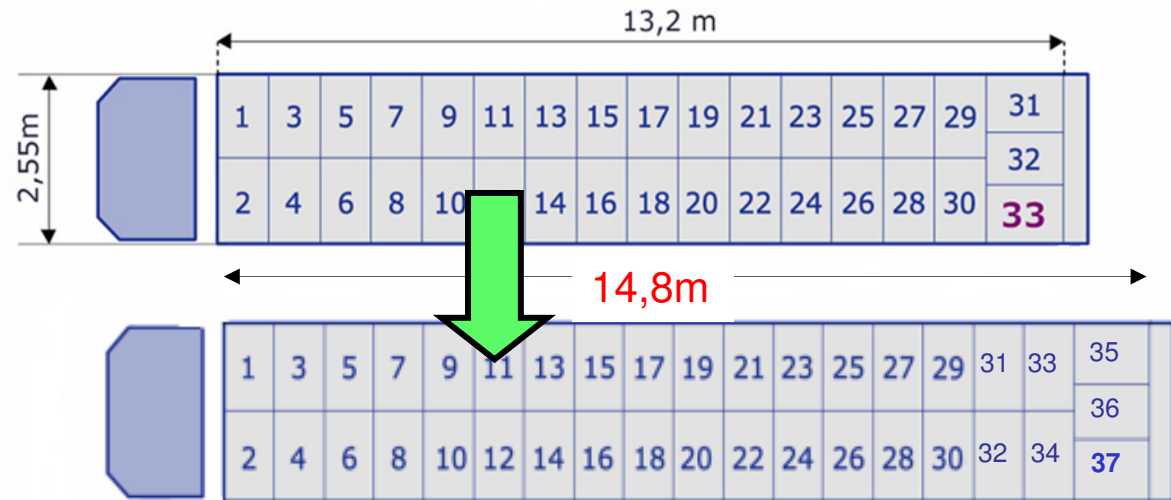


Iveco Transport Konzept:

- Gesamtgewicht 44t
- Gesamtlänge: 18m
- optimierte Aerodynamik
- moderate Änderung von Massen und Gewichten

**Nutzlast +15%,
Euro Pallets +9%
Verbrauch Lkw -15%
Verbrauch pro t*km -24%**

Autoarticolato:



● Iveco Daily Hybrid (3.5t-Fz)

- ▶ 2.3 l Dieselmotor, 85kW 270Nm
- ▶ Motor – Generator 32kW 280Nm
- ▶ Automatisiertes Getriebe mit automatisierter Kupplung
- ▶ Li-Ion Batterien mit Batterie-Management-Unit
- ▶ Start – Stop Automatik
- ▶ In-line Parallel-Hybrid, limitierter Elektro-betrieb
- ▶ **Verbrauch -26-30% unter FedEx-Bedingungen (Stadtbetrieb)**

● Iveco EurocargoHybrid (12-16t Fz)

- ▶ 6 l Dieselmotor,
- ▶ Motor – Generator 44kW 420Nm
- ▶ Automatisiertes Getriebe mit automatisierter Kupplung
- ▶ Li-Ion Batterien mit 340V, Batterie-Mgmt-Unit
- ▶ In-line Parallel-Hybrid, limitierter Elektro-betrieb
- ▶ **Verbrauch -25-30% im Verteiler-Nahverkehr (städt. Auslieferung)**

Vergleich Verbrauchsverminderung



Konzept	Verbrauchsverminderung		
	Motor	Fahrzeug l/100km	Nutzlast l/t*100km
Motor Reibungsverminderung, stark abhängig vom Betriebspunkt	2...7 %		
Rankine, Dampfprozess Auspuff (AGR)	4...8%		
Abwärmenutzung mit Stirlingmotor	2...3%		
Abwärmenutzung mit Compound	2...4%		
Abwärmenutzung mit Peltier	2...3%		
Leichte Nutzfahrzeuge Hybrid im Verteiler-einsatz, vornehmlich in der Stadt		25...30%	
Mittlere Nutzfahrzeuge Hybrid im Verteiler-einsatz, vornehmlich Stadt / Agglomeration		20...30%	
40t Lkw Hybrid im gemischten Ueberlandeinsatz		8...12%	4...8%
Transport – Konzept neu definiert und Massnahmen am Fahrzeug 44t		~15%	~24%

umweltfreundlich

- Euro VI stellt das umfangreichste Regelwerk zur Emissions-senkung von Fahrzeug-antrieben dar
- Emissionen nahezu Null
- Und dies auch unter praktisch allen Fahrbedingungen
- Verbunden mit den entsprechenden Kosten für das Produkt
- Letzte Stufe der Emissions-reduzierung

effizient

- Nutzfahrzeuge werden nach wirtschaftlichen Kriterien betrieben, Verbrauch ist 30% der Transportkosten
- Wettbewerb unter Herstellern hat die Verbrauchsoptimierung angetrieben und auf sehr tiefe Werte gebracht
- Weitere Verbesserungen sind möglich, es muss jedoch auf die Individualität von Fahrzeug und Einsatzbedingungen eingegangen werden

