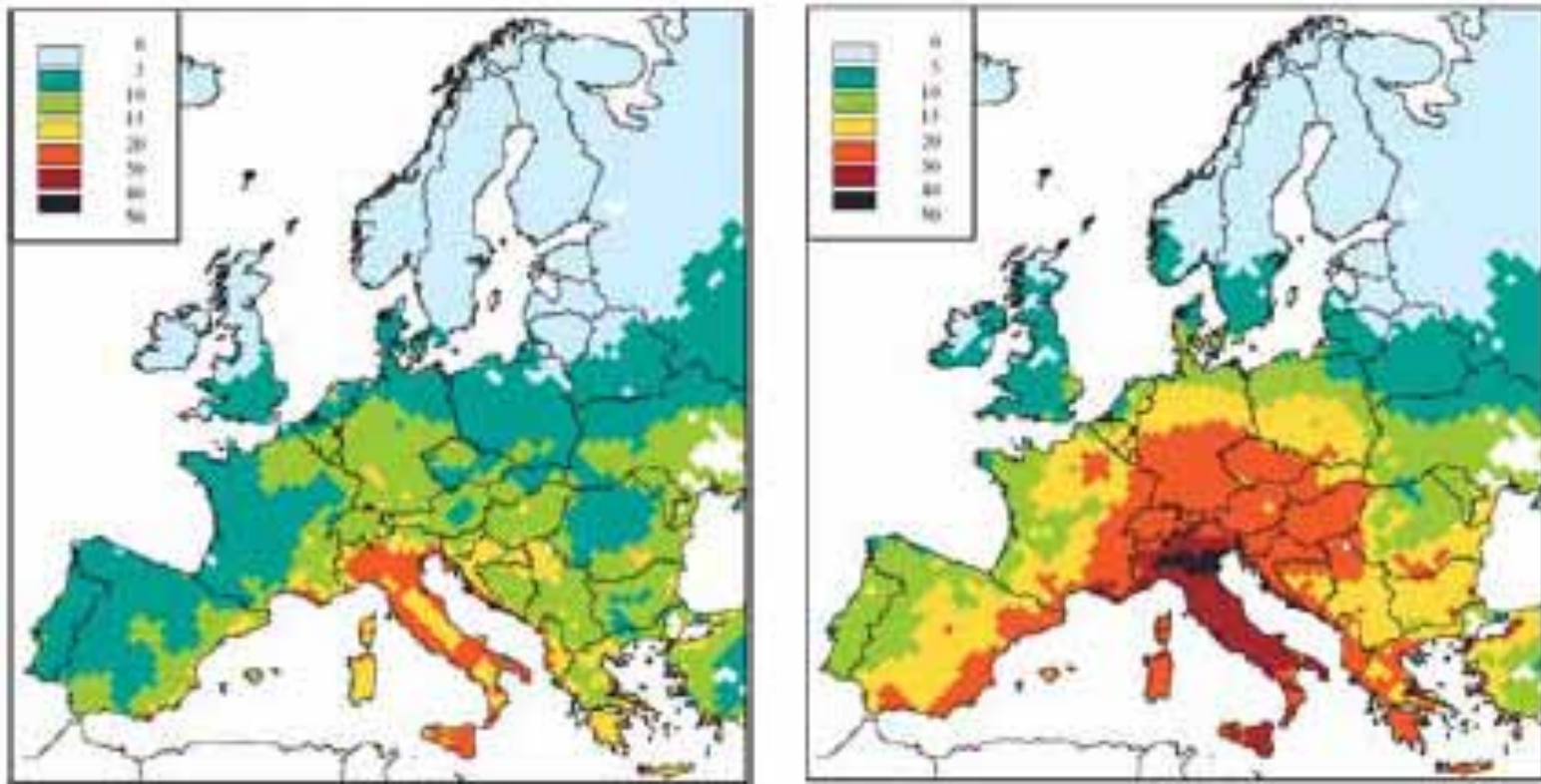
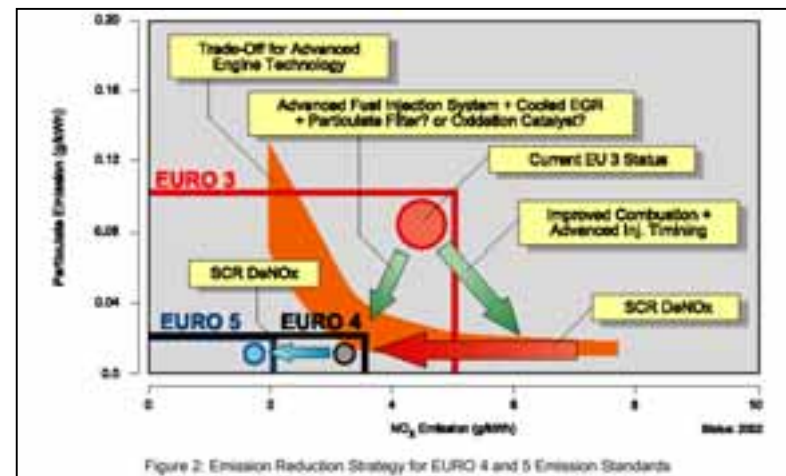
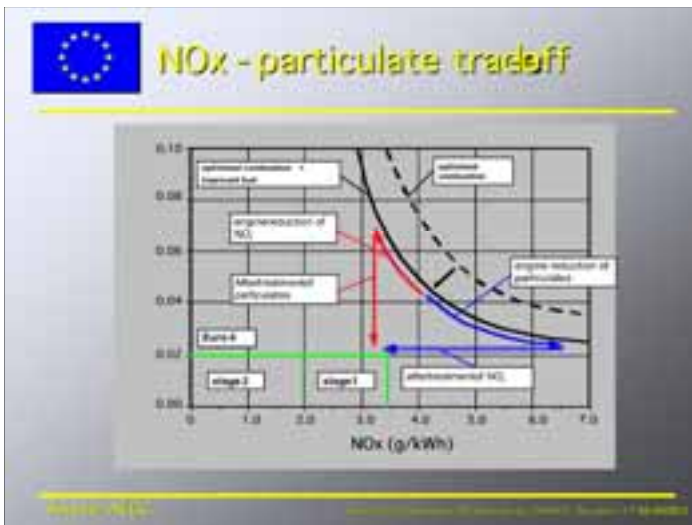


Loss in statistical life expectancy that can be attributed to the identified anthropogenic contributions to PM<sub>2.5</sub> for the emissions of the year 2003 (in months). (CAFE 2005)

**Excess ozone concentrations harmful to forest trees (AOT40 above the critical level of 5 ppm.hours). Left panel: 2000, right panel: 2020. (CAFE 2005)**



# Minderungstechniken bei Nfz-Motoren in der Zukunft, Nachrüstung



## Future Exhaust Emission Standards Required Raw Emissions

Component	Emission limit [g/kWh]	Efficiency of aftertreatment system [%]	Max. raw emission [g/kWh]
PM USA	0.013	90	0.1
PM Japan	0.01	90	0.08
NOx (USA & J)	0.27	80	1.0
NOx (USA & J)	0.27	90	2.0

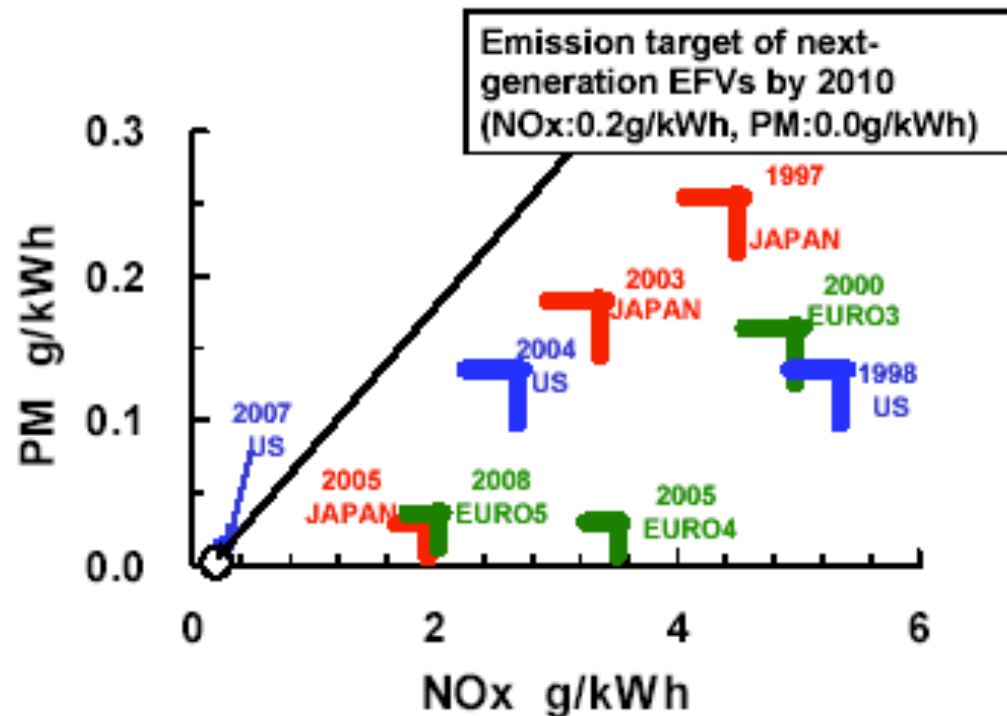
Europe 2012, ESC, ETC, assumption for EURO6

Component	Emission limit [g/kWh]	Efficiency of aftertreatment system [%]	Max. raw emission [g/kWh]
PM	0.01	75	0.03
PM	0.01	90	0.08
NOx	1.0	80	4.0



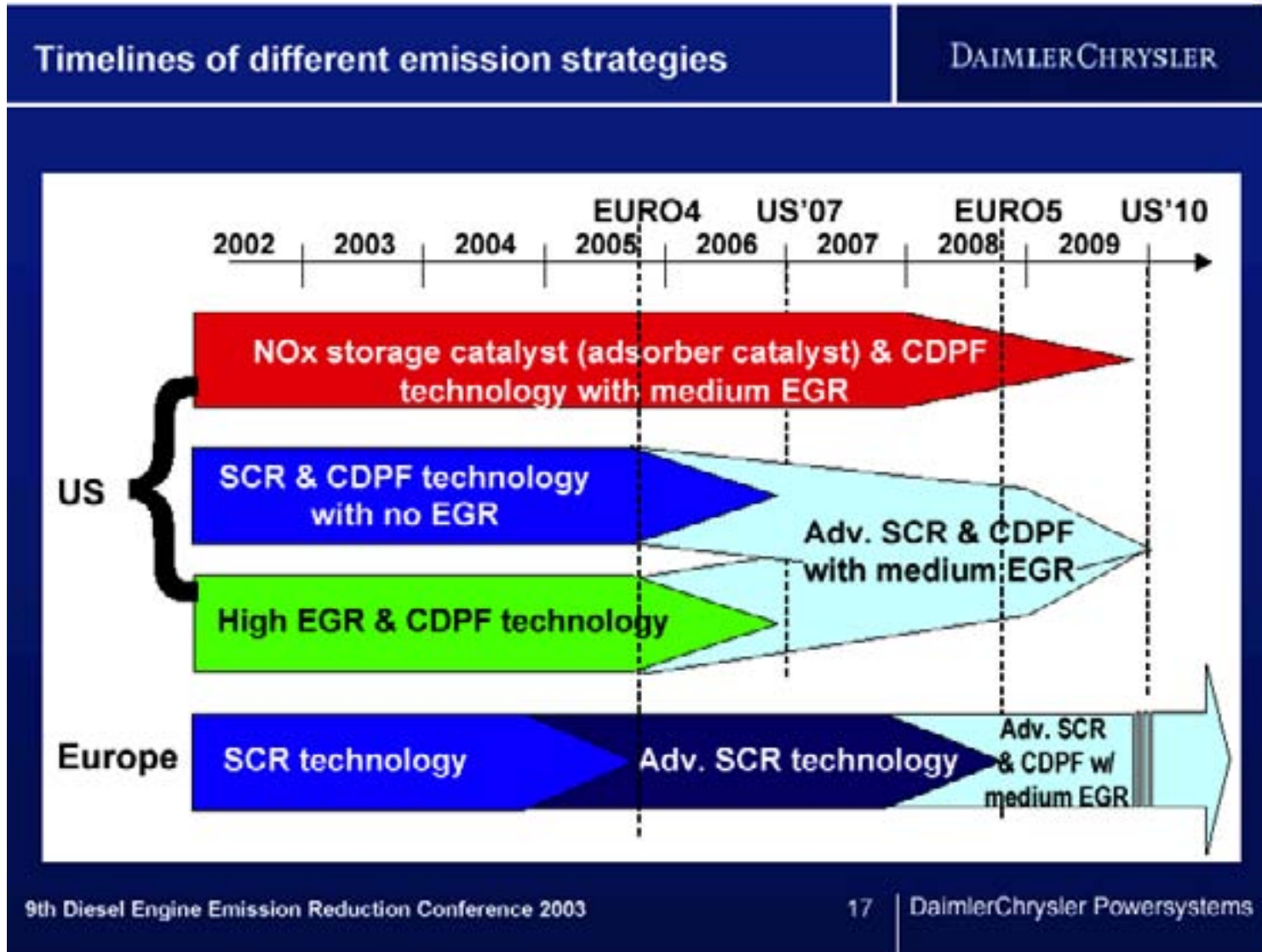
# Next-Generation Environmentally Friendly Vehicle (EFV) Development Promotion Project in Japan

2002–2004 (3-year plan), total 3-year expenditure: approximately 30 million euro



### 3. Ideal Emission Target of Next-Generation EFVs (Heavy-duty vehicle)

Source: Informal document No. GRPE-48-15 (48th GRPE, 1–4 June, 2004)

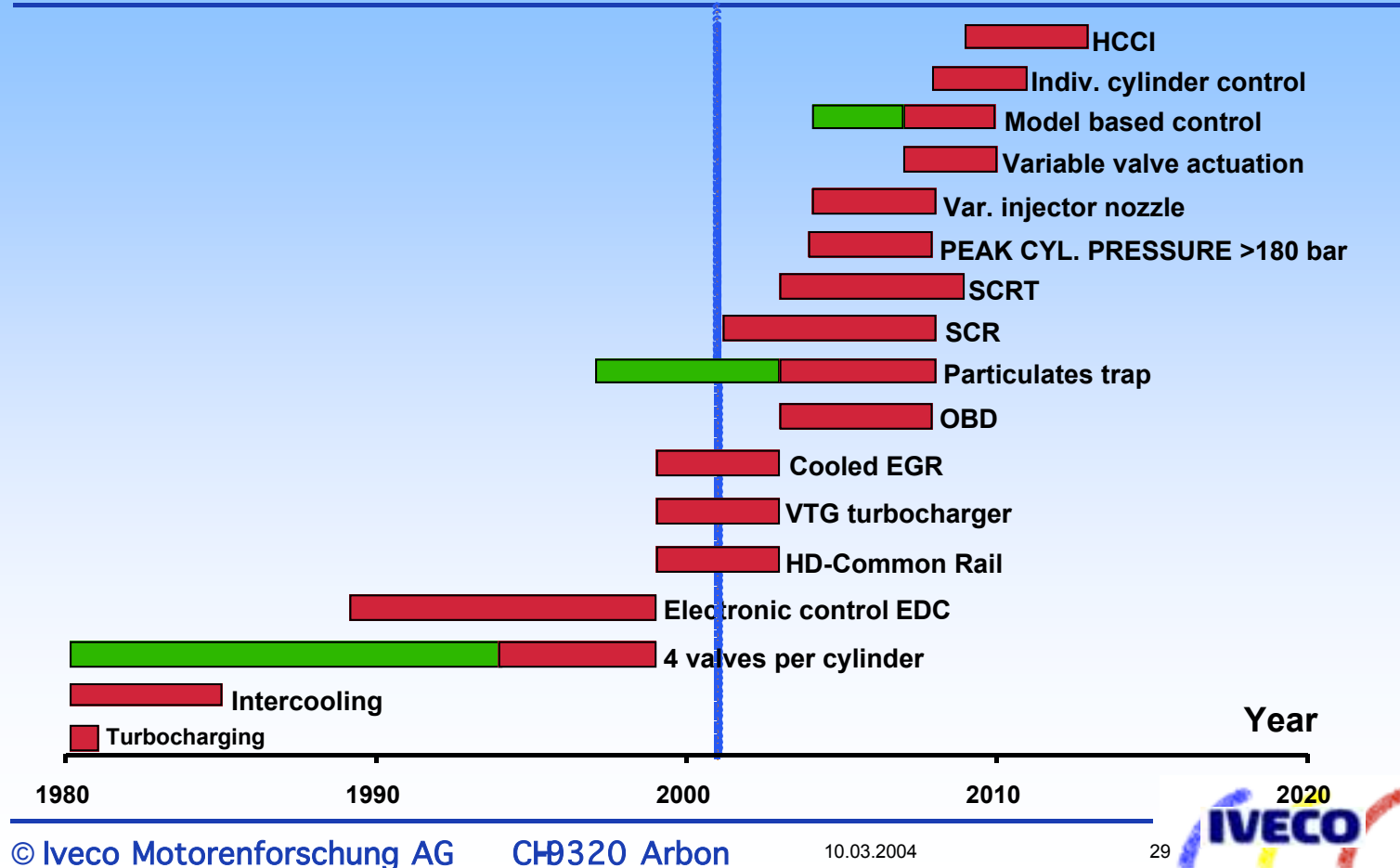


## Global Emission Control Scenarios Medium and Heavy Duty Trucks

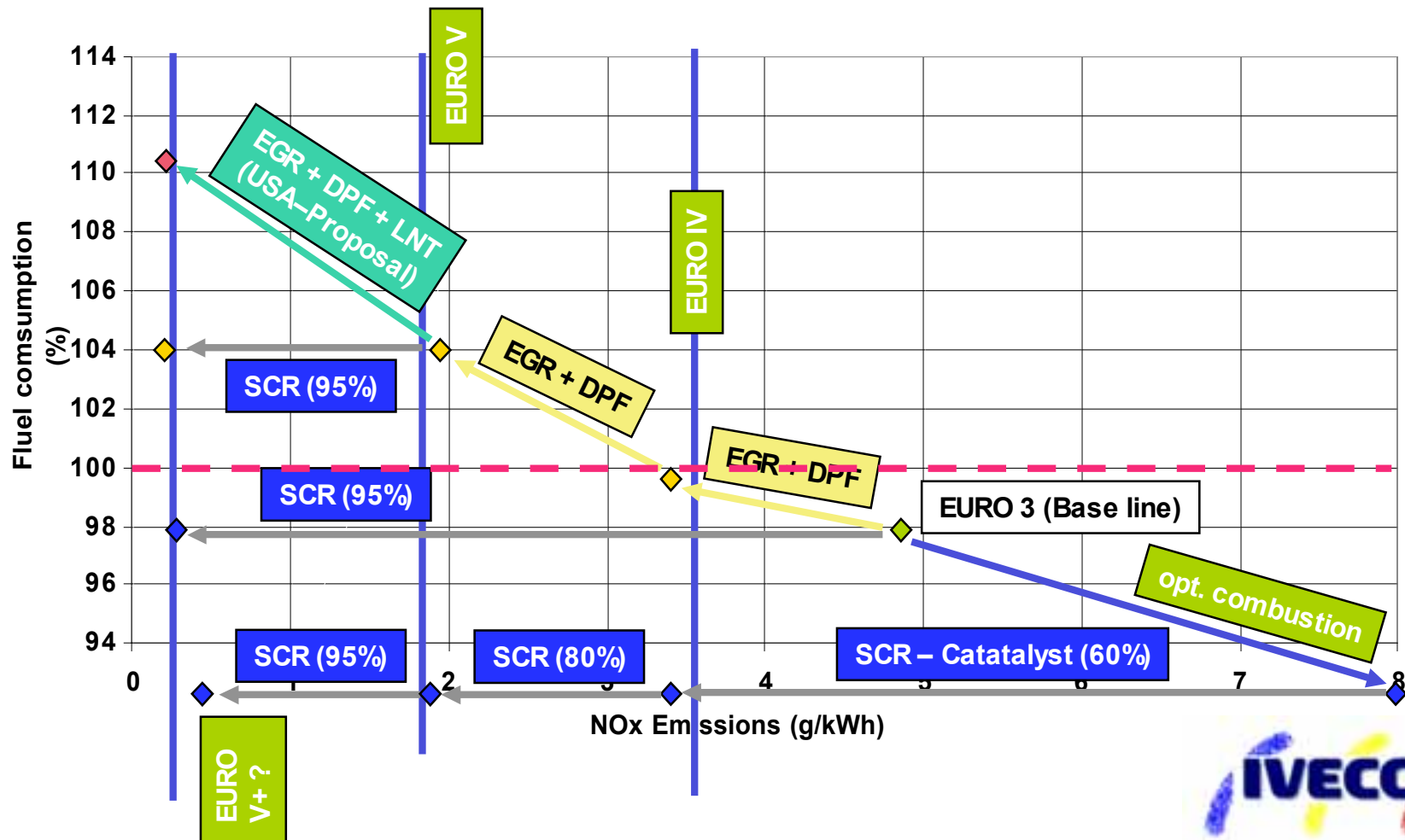
		EURO IV				EURO V				EURO VI ?			
		2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	
Europe	Heavy Duty		SCR		SCR		SCR		DPF, SCR				
	Medium Duty		SCR		SCR		SCR		DPF, SCR				
USA	Heavy Duty	EGR		EGR, DPF		EGR, DPF, SCR		EGR, DPF, SCR					
	Medium Duty	EGR		EGR, DPF		EGR, DPF, NSC or EGR, DPF, SCR		EGR, DPF, NSC or EGR, DPF, SCR					
Japan	Heavy Duty	EGR		EGR, DPF		EGR, DPF, SCR		EGR, DPF, SCR					
	Medium Duty	EGR		EGR, DPF		EGR, DPF, SCR		EGR, DPF, SCR					

Source: DaimlerChrysler, DEER 2004

## Technologie der nächsten Jahre



### ESC Test



## Filter-Nachrüstungen



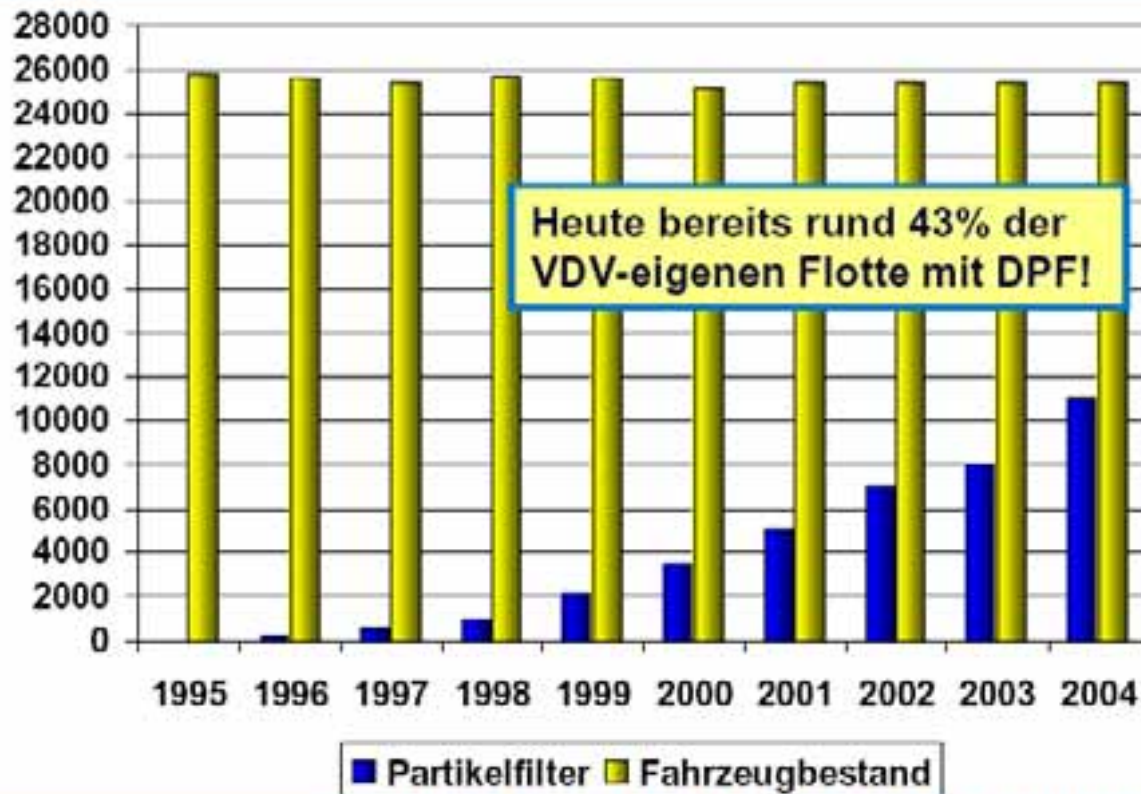
Quelle: Mayer TTM, 06/2004

## Filter-Nachrüstungen / PLÄNE

• USA, freiwillig bisher	10'000
erwartet in 2 Jahren	100'000
• Kalifornien, :	
alle Diesel on-road und off-road	1'000'000
• Tokyo bisher	100'000
Planung	500'000
• Seoul	100'000
• China: grüne Olympiade 2008	
• Santiago	4'000
• Kopenhagen	20'000

Quelle: Mayer TTM, 06/2004

## Einführung von Partikelfilter-Systemen (z.B. CRT) im VDV



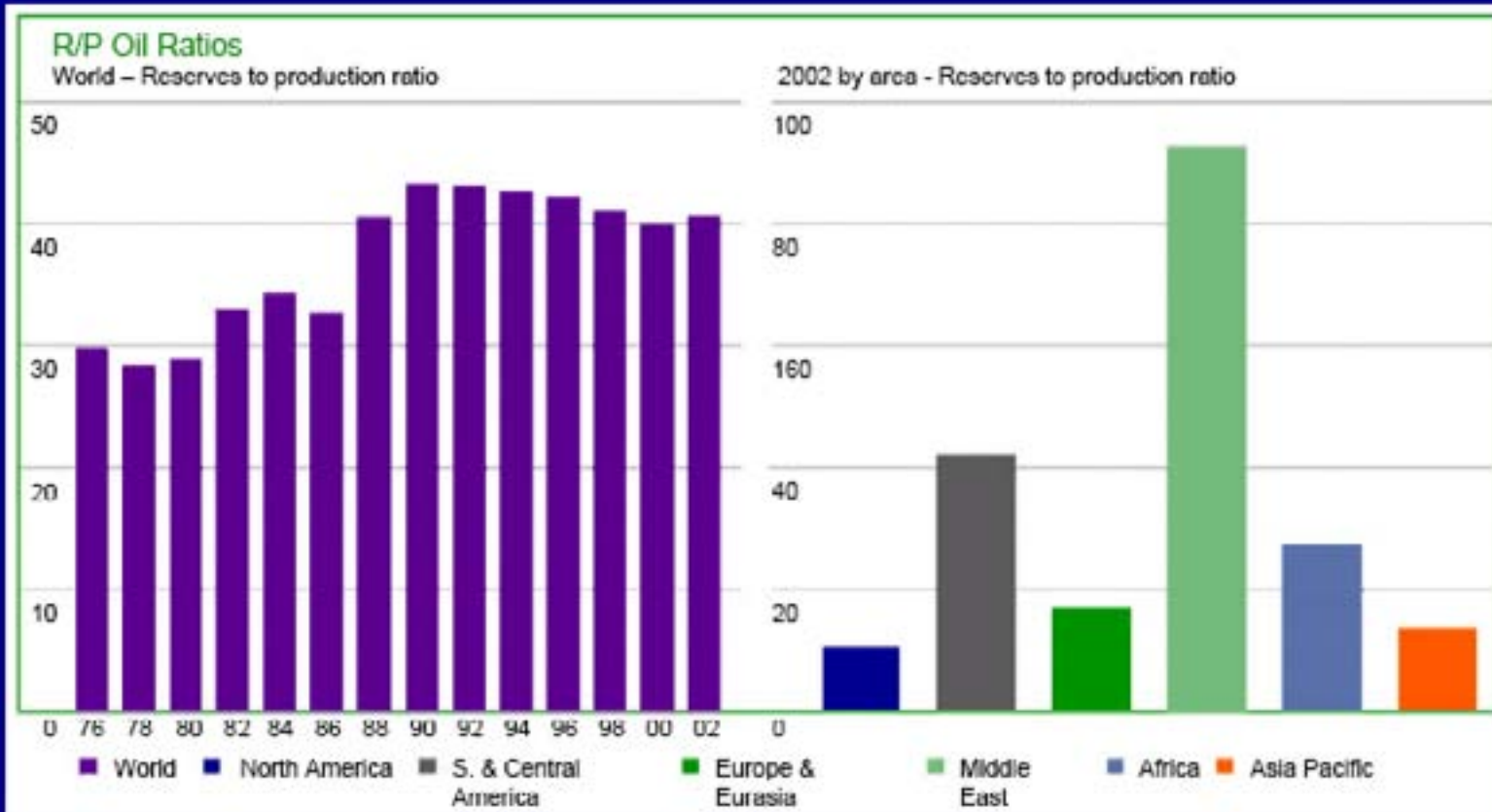
VERBAND DEUTSCHER VERKEHRSUNTERNEHMEN



## Heutiger Einsatz alternativer Antriebe und Ausblick



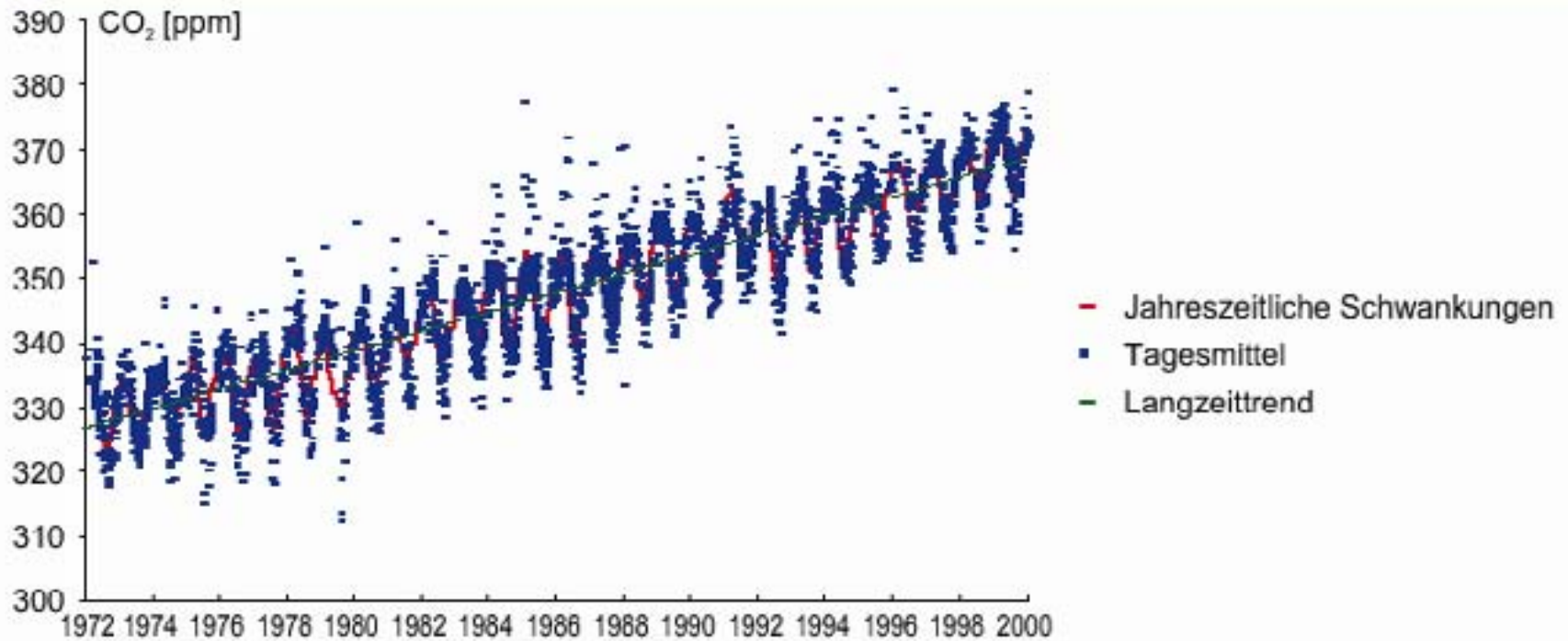
# Oil reserves to production ratio



The world's oil R/P ratio increased to 40.6 years in 2002, as the fall in global oil production outweighed a small drop in proven reserves.

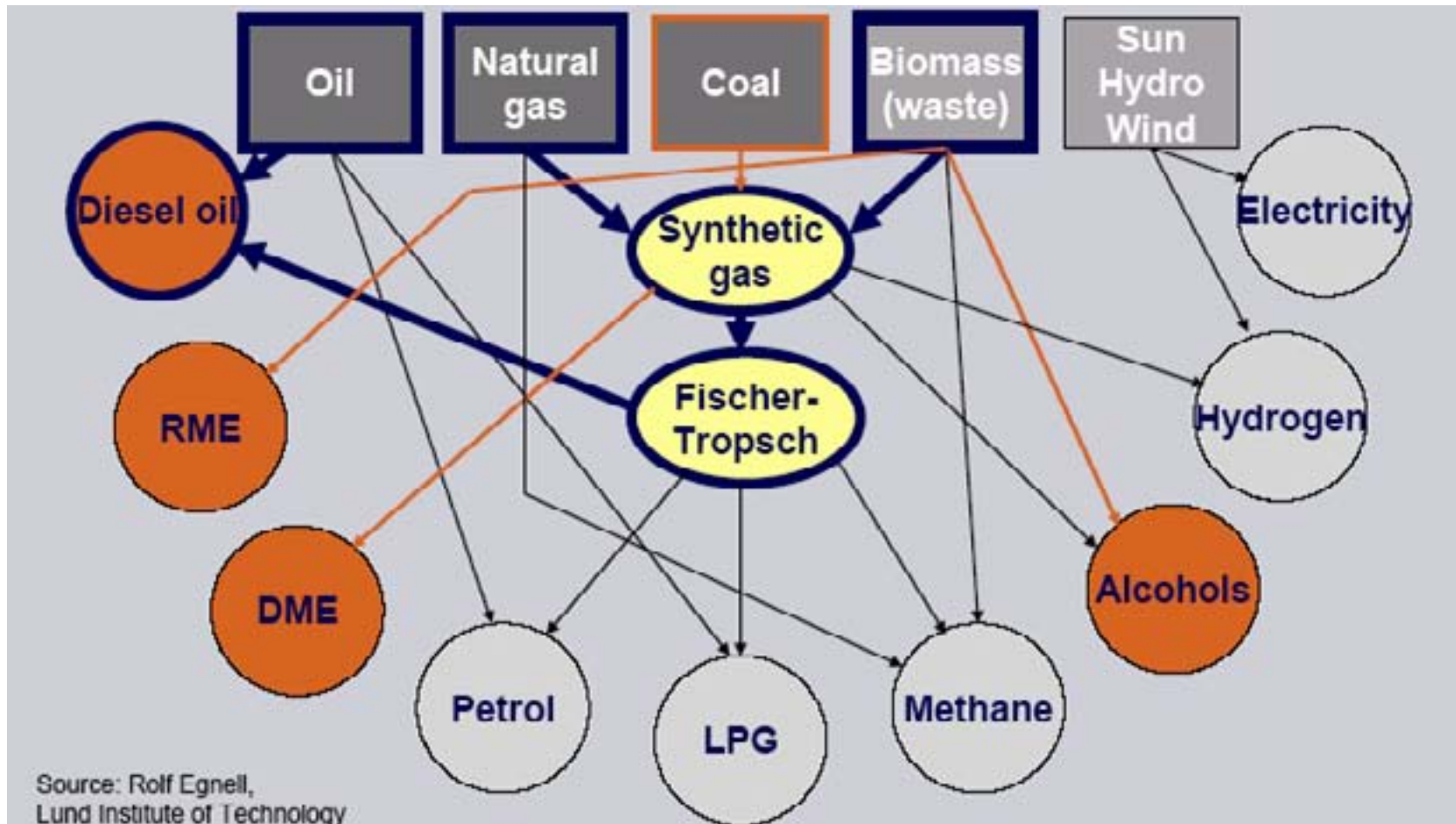
*BP Statistical Review of World Energy 2003*

## Entwicklung der atmosphärischen CO<sub>2</sub>-Konzentrationen



Quelle: Umweltbundesamt (Messstelle Schauinsland)

## Future fuels and energy carriers



## Alternative Kraftstoffe und Antriebe – Vor- und Nachteile







### Flüssiggas (LPG) (Liquefied Petroleum Gas)

-  Reduzierte Emissionen
-  Relativ preiswert
-  Gute Verfügbarkeit
-  Mäßige Speicherdichte
-  Sicherheit (Tiefgarage)
-  Erhöhte Fahrzeugkosten






### CNG/LNG (Erdgas)

-  Reduzierte Emissionen
-  Schonung Erdölressourcen
-  Gute globale Verteilung
-  Schlechte Speicherdichte
-  Mehrverbrauch gegenüber Diesel
-  Höhere Kosten

### RME Biodiesel

-  Erneuerbare Energie
-  Biologisch abbaubar
-  CO<sub>2</sub>-Reduktion ca. 40%
-  Substitutionspotential gering
-  Herstellung ca. 1,80 DM/l
-  60% Energie für Herstellung







### SynFuel

-  Reduzierte Emissionen
-  Regenerativ erzeugbar
-  Flexibel einsetzbar  
(Fahrzeug und Logistik)
-  energieintensive Herstellung
-  Höhere Kosten
-  Verfügbarkeit

### Brennstoffzelle

-  Kaum Emissionen
-  Hoher Wirkungsgrad
-  Geräuscharm
-  Weiterer Entwicklungsbedarf
-  Noch fehlende Wirtschaftlichkeit
-  Fehlende H<sub>2</sub>-Versorgungsstruktur

### Sonstige

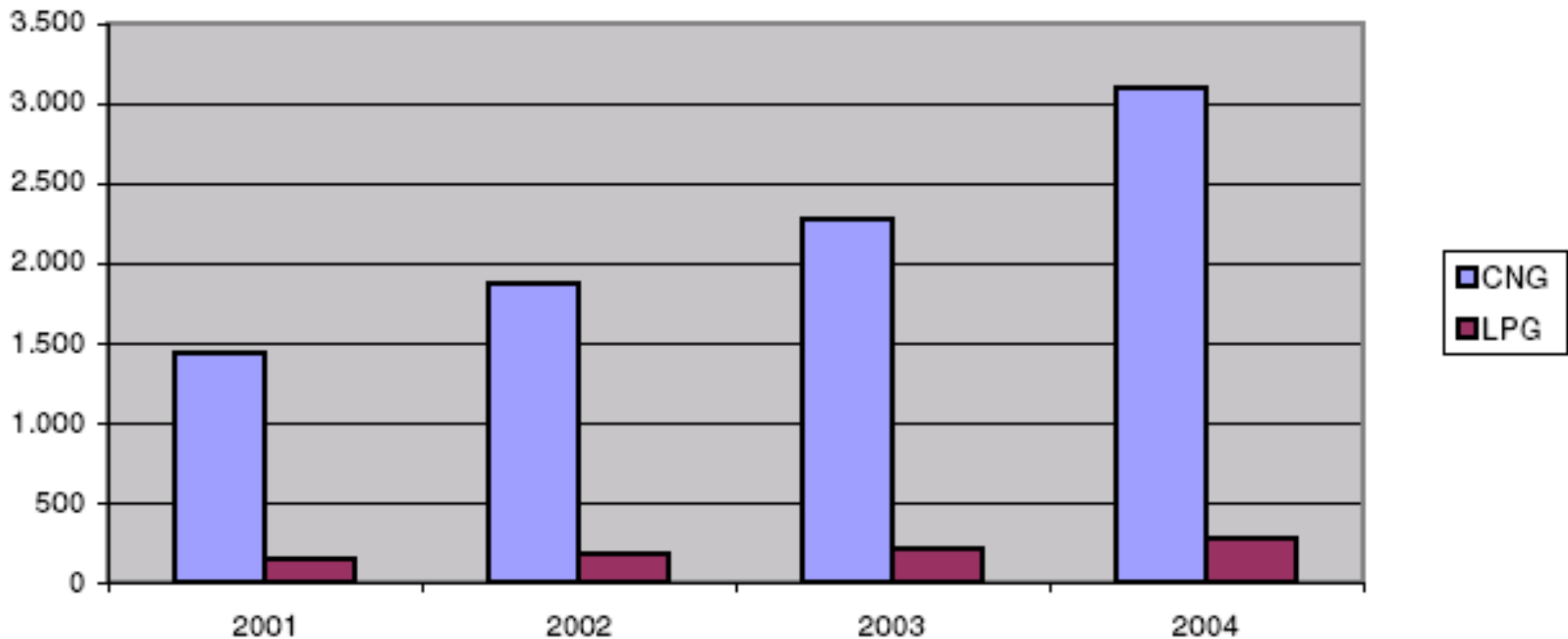
-  Wasserstoff
-  Methanol
-  Ethanol
-  Diesel/Wasser Emulsionen
-  Elektrizität
-  Hybridantrieb

Quelle: SHELL Pkw-Szenarien, 2001

## Alternative Technologies in the German Fleet 2004:

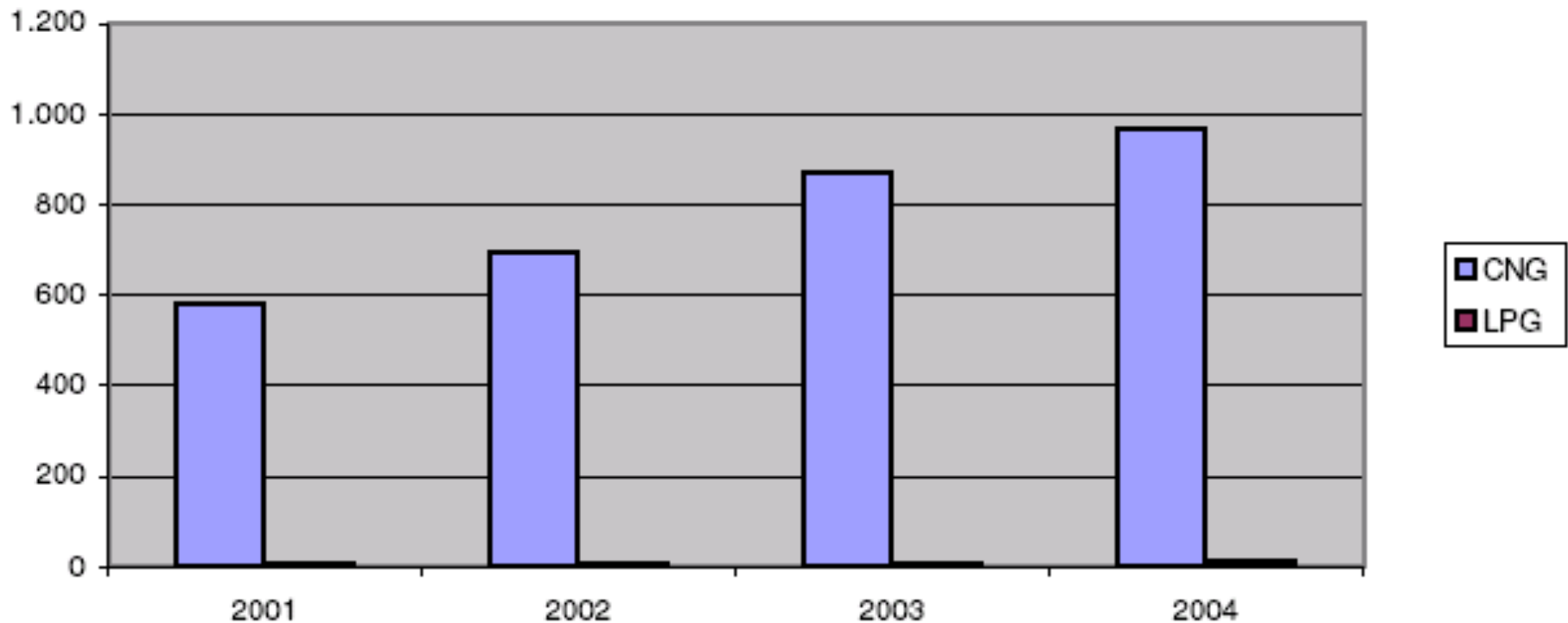
- **Electric Cars:** ca. 5,000, majority light single seaters
- **Fuel Cell (H<sub>2</sub>):** ca. 100 prototypes (ca. 5 filling stations)
- **Electric Hybrid:** ca. 5,000 PC (Toyota Prius, a few Honda)
- **DPF Retrofit:** ca. 11,000 City Busses (mostly CRT), almost no PC
- **DOC Retrofit:** none (DOC is standard equipment in Diesel PC since many years, not in HDV)
- **CNG:** ca. 14,500 PC and ca. 4,000 HDV
- **LPG:** ca. 5,100 PC and ca. 300 HDV (retrofit)

## CNG and LPG Vehicles in the German Fleet: Commercial Vehicles (CNG: 100% OEM, LPG: 100% retrofit)



Quelle: KBA, Flensburg 2004

## CNG and LPG Vehicles in the German Fleet: City Busses (CNG: 100% OEM, LPG: 100% retrofit)



Quelle: KBA, Flensburg 2004

## EU plans to achieve 20% substitution of diesel and gasoline by alternative fuels in road transport by 2020

"Directive Biofuel Proposal"

Biofuels appears to be the most promising solution in a short/medium term, as they are already available, and possibly blended. The two other candidates are Natural Gas and Hydrogen

### Optimistic Development Scenario

Year	Biofuels %	Natural Gas %	Hydrogen %	Total %
2005	2			2
2010	<del>6</del> 5,75	2		8
2015	7	5	2	14
2020	8	10	5	23



Diesel + Gasoline

2 - 4 %

2 %

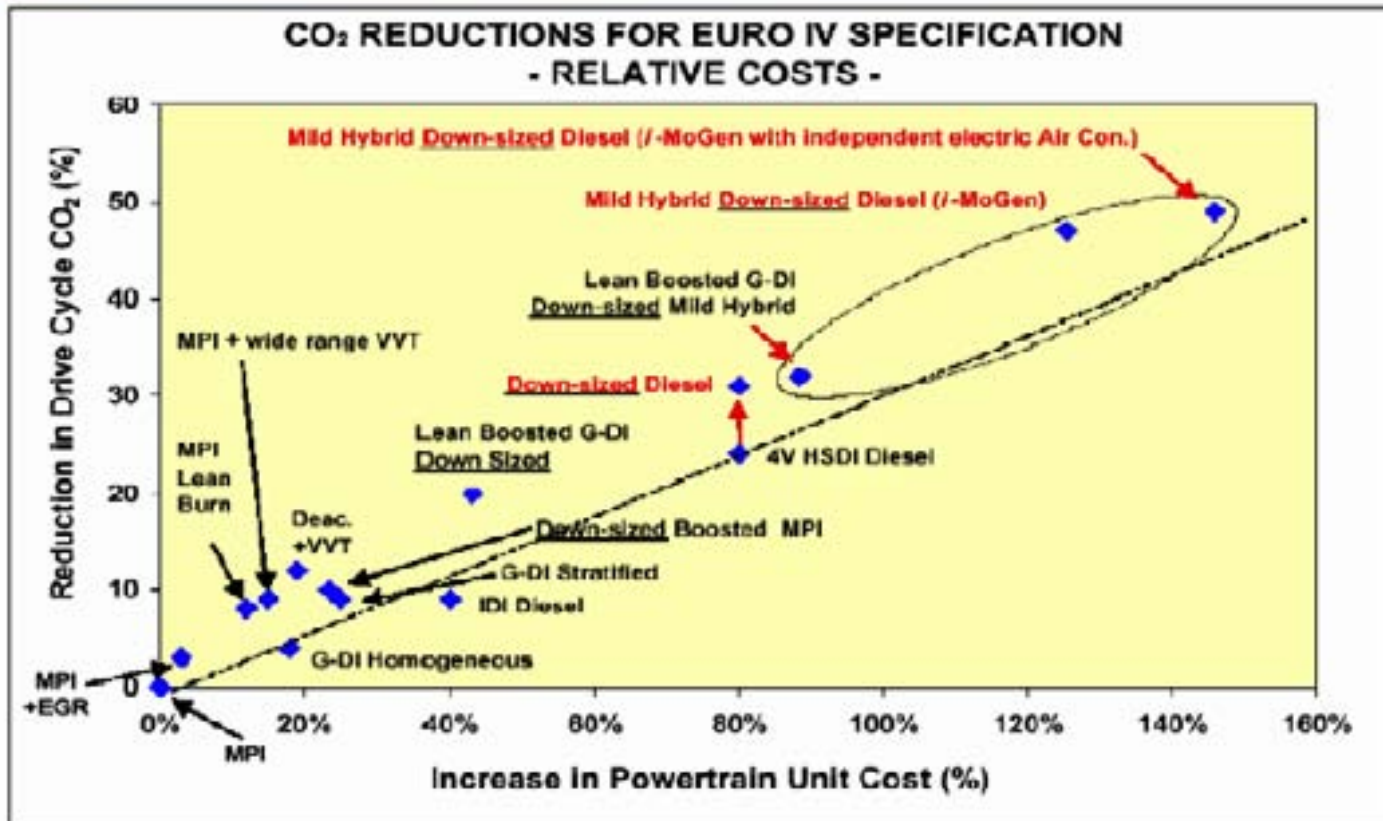
AG „Kraftstoffmatrix 2020“ des BMVBW

## Beitrag erneuerbarer Energien/Biofuels (EE) zum Kraftstoffverbrauch im Jahr 2020

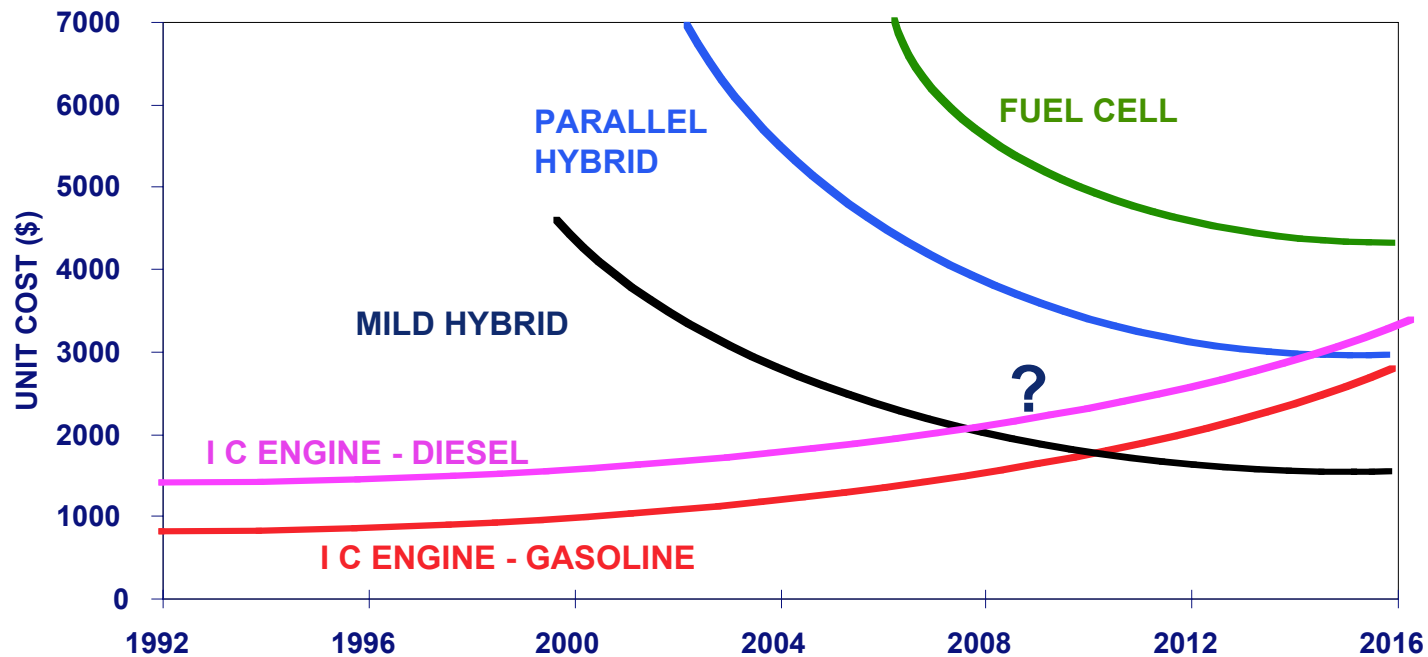
- Der Beitrag der EE zum Kraftstoffverbrauch lässt sich – mit Einschränkungen – **belastbar nur bis 2010 einschätzen**. Bei weiterer politischer Förderung und der Lösung technischer Probleme im Bereich Bioethanol ist **bis 2010 die Einhaltung der EU-Vorgabe von 5,75 % Biokraftstoff denkbar**.
- In Szenarien über 2010 hinaus wird mit innovativen Biokraftstoffoptionen gerechnet, zu denen heute keine belastbaren Daten vorliegen, **Konkrete Prognosen für 2020 sind daher heute kaum belastbar durchzuführen**.
- Die Studie „*Ökologisch optimierter Ausbau erneuerbarer Energien in Deutschland*“ kommt in verschiedenen Szenarien auf **Beiträge der EE zum Kraftstoffverbrauch im Jahr 2020 zwischen 0,9 und 9,4%**. Diese Zahlen zeigen die Spannbreite möglicher Entwicklungen,
- Bis zu diesem Zeitpunkt (**2020 und deutlich darüber hinaus**) sollte sowohl der energetische Einsatz von Biomasse als auch der **Einsatz von regenerativ erzeugtem Strom aus Klimaschutzsicht im stationären Bereich** und nicht im Verkehr erfolgen.

Quelle u. a. [http://www.fvv-net.de/Download/Download%20CO2-Studie/AB\\_CO2-Studie\\_komplett\\_Internet.pdf](http://www.fvv-net.de/Download/Download%20CO2-Studie/AB_CO2-Studie_komplett_Internet.pdf)

# The Cost of Reduced CO<sub>2</sub>



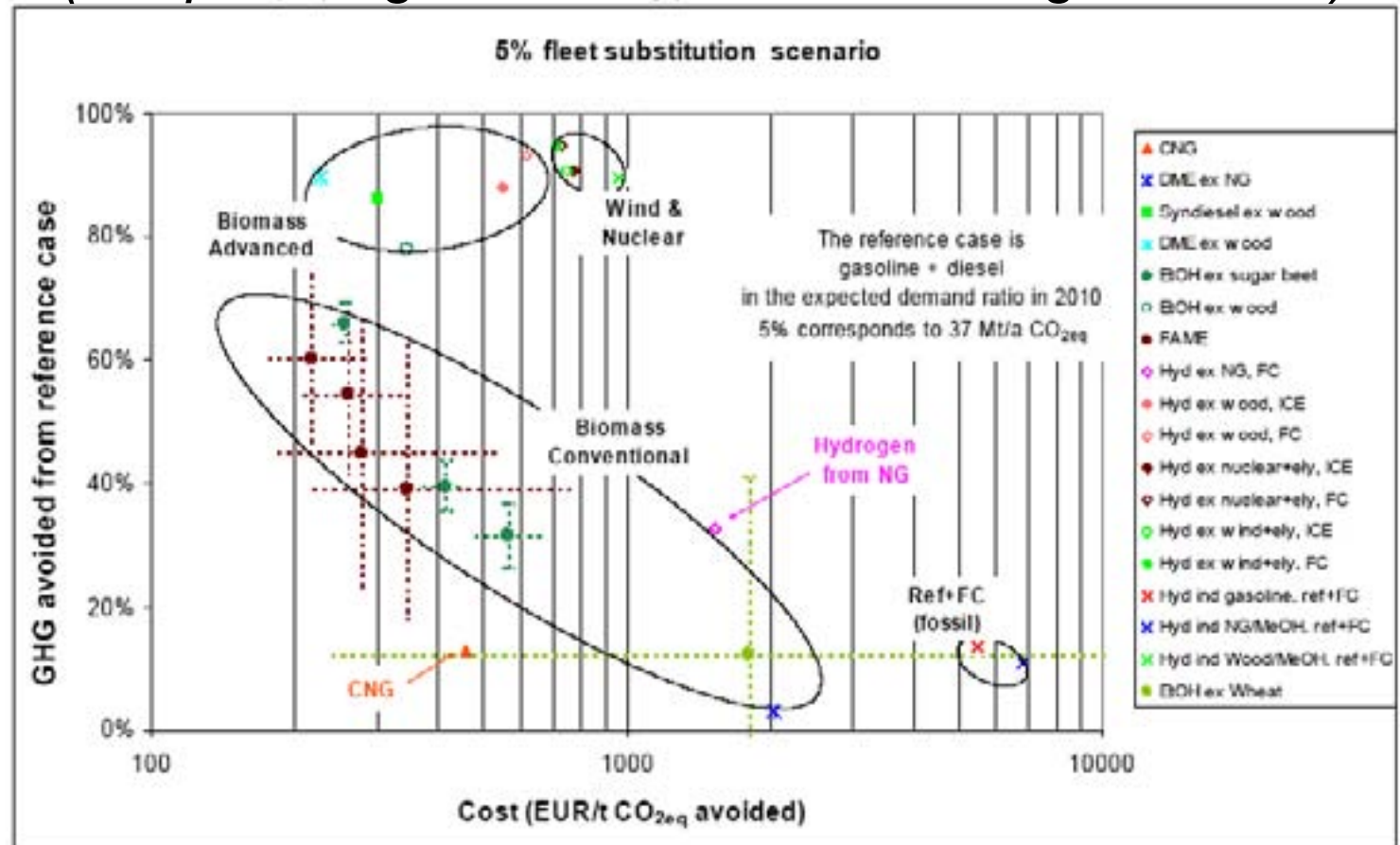
# UNIT MANUFACTURING COST



Technology for low emissions and CO<sub>2</sub> will push cost of IC engine upward

## *CO<sub>2</sub> avoided and incremental specific cost (5% passenger cars demand coverage in 2010)*

Im Emissions-  
 handel kostet  
 die Tonne  
 CO<sub>2</sub> zzt. ca.  
 10 € !

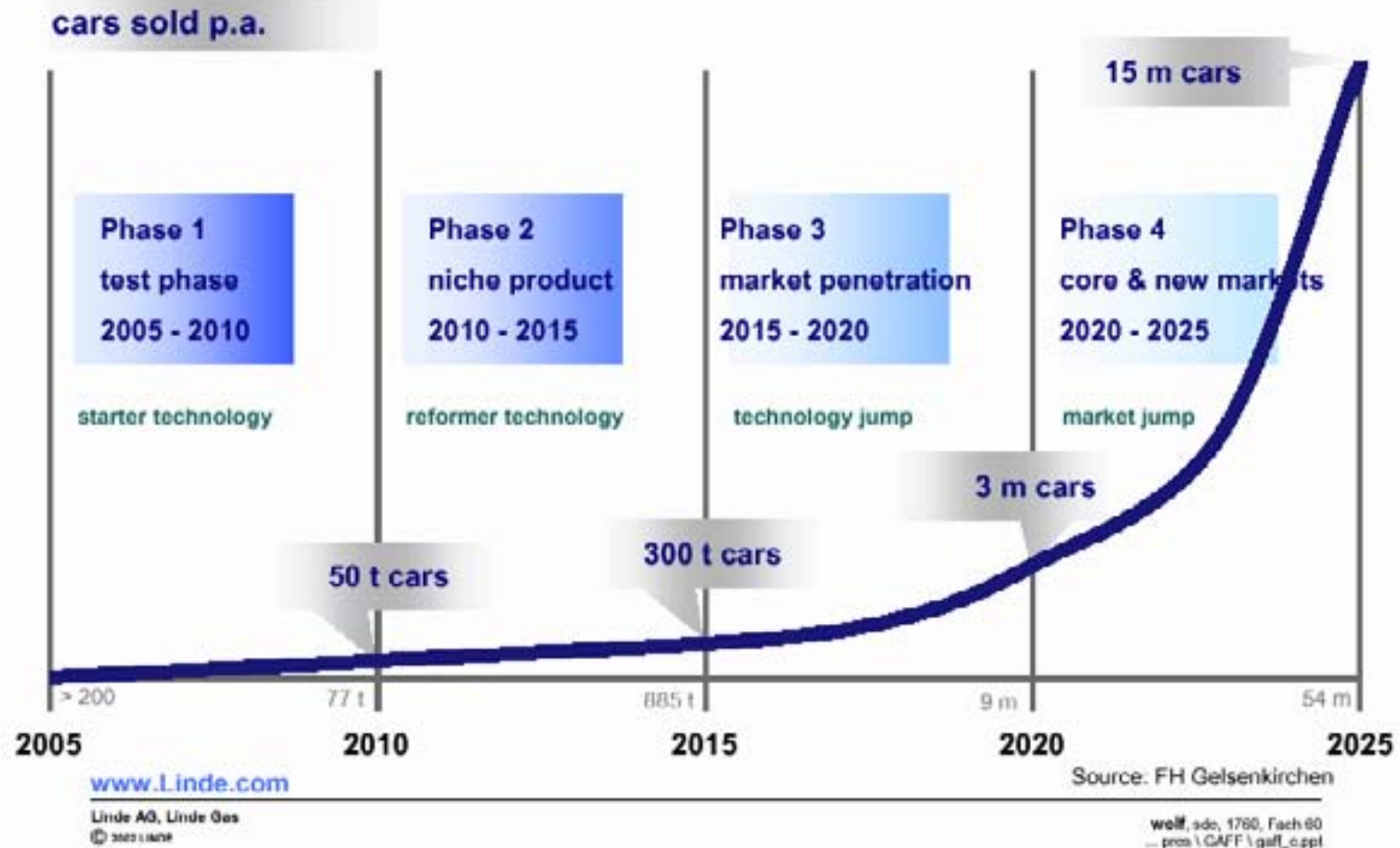


Dotted lines are error bars due to N<sub>2</sub>O emissions uncertainty

Source: CONCAWE WTW Report 220104.

## Hydrogen as Alternative Fuel

**outlook** - growth scenario for hydrogen fuelled cars -



## Thesen zur Brennstoffzelle (BZ), Teil 1:

- In der stationären Energieversorgung verspricht die BZ-Technologie erhebliche Vorteile und sollte gefördert werden.
- Die Anwendung als Fahrzeugantrieb stößt auf größere technische Probleme und die so erreichbare Schadstoffminderung bzw. CO<sub>2</sub>-Minderung ist verglichen mit anderen Maßnahmen sehr teuer.
- BZ-Fahrzeuge verwenden Wasserstoff oder Methanol als Kraftstoff, der mit hohem Energieaufwand hergestellt werden muss. Eine entsprechende Infrastruktur fehlt. Hohe Betriebskosten sind noch offen.
- Zukünftig stehen nur geringe Wasserstoffmengen zur Verfügung, die auf regenerativen Energieträgern (z. B. Elektrolyse mit Solarstrom) basieren.

## Thesen zur Brennstoffzelle (BZ), Teil 2:

- **Kostbare regenerativ erzeugte Elektrizität sollte direkt genutzt werden**, um fossile Energieträger bei der Stromerzeugung zu ersetzen. Hierbei ist die THG-Minderung 2 – 3fach höher als bei Nutzung für die H<sub>2</sub>-Elektrolyse und Substitution fossiler Kraftstoffe (gilt bis ca. 2050).
- Die **Einhaltung der Luftqualitätsziele** ist am kostengünstigsten durch weiterentwickelte Fahrzeuge mit Verbrennungsmotor realisierbar. Zero-Emission-Fahrzeuge nach kalifornischem Vorbild sind in Europa nicht notwendig.
- Eine **Halbierung des Treibstoffverbrauchs** ist bei Pkw mit **Verbrennungsmotor kurzfristig** auf breiter Basis **erreichbar** und bedarf keiner neuen Infrastruktur.
- Bis 2050 sind die Klimaschutzziele (80 % THG-Mind.) auch ohne H<sub>2</sub> im Energiesystem kosteneffizient erreichbar.

## Thesen zur Brennstoffzelle (BZ), Teil 3:

- Bereits heute muss zum Schutz der Atmosphäre der Ausstoß von CO<sub>2</sub> aus dem Verkehr erheblich gemindert werden. Das BZ-Fahrzeug kann **erst in einigen Jahren in kleinen Stückzahlen marktreif** sein.  
(2% Marktanteil in 2020, siehe „Kraftstoffmatrix 2020“)
- Gegenüber der Entwicklung von BZ-Fahrzeugen darf die **Weiterentwicklung konventioneller Antriebe** nicht vernachlässigt werden.
- Brennstoffzellenfahrzeuge werden auf absehbare Zeit ein prestige-trächtiges, aber teures **Nischenprodukt** bleiben, das nur auf lokaler Ebene einen kleinen Beitrag zum Umweltschutz leisten kann.

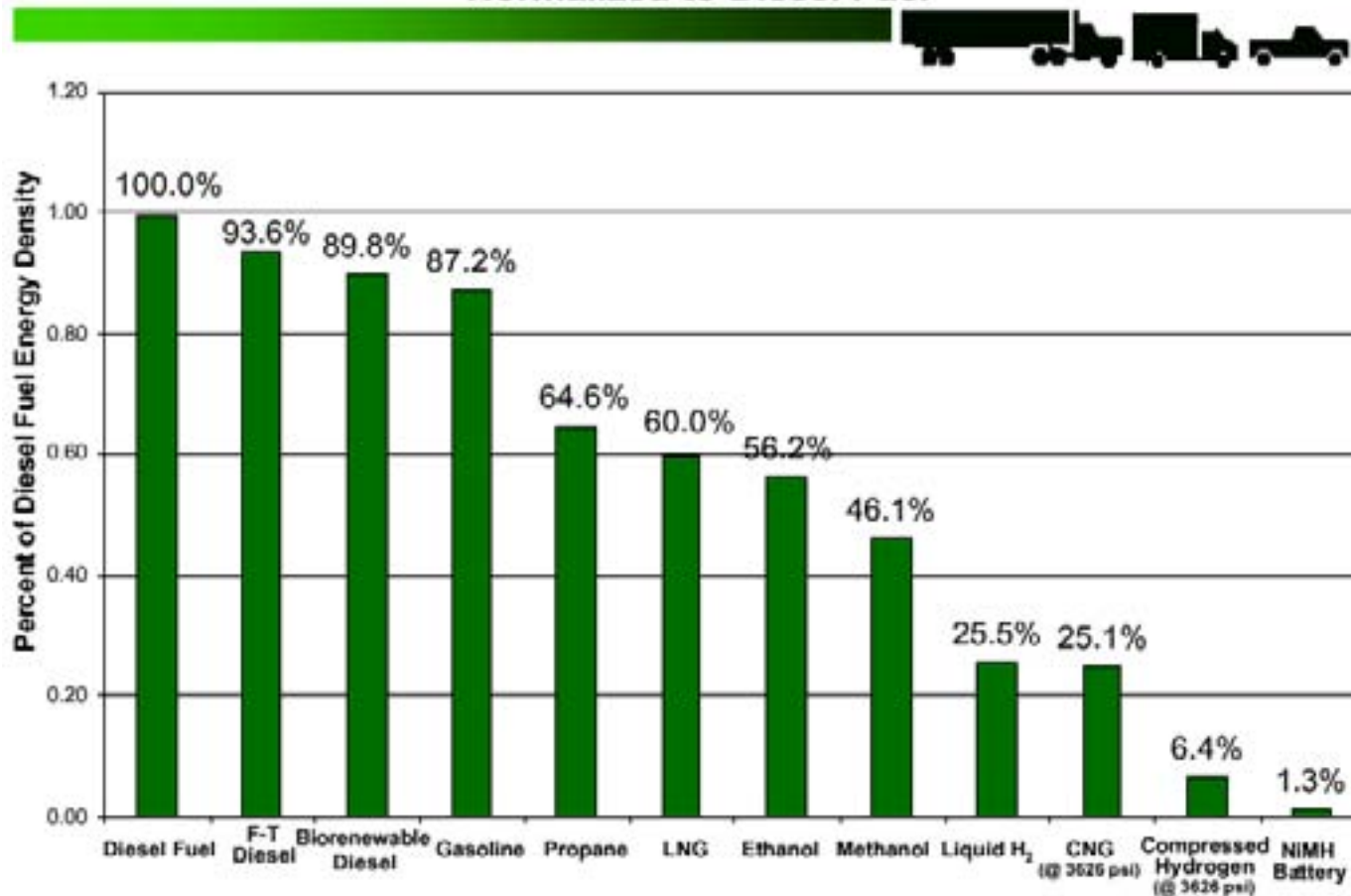
**Saurer-Bus, Bauj. 1947 – mit CRT-Filter**

**Vielen Dank  
für Ihre Aufmerksamkeit !**



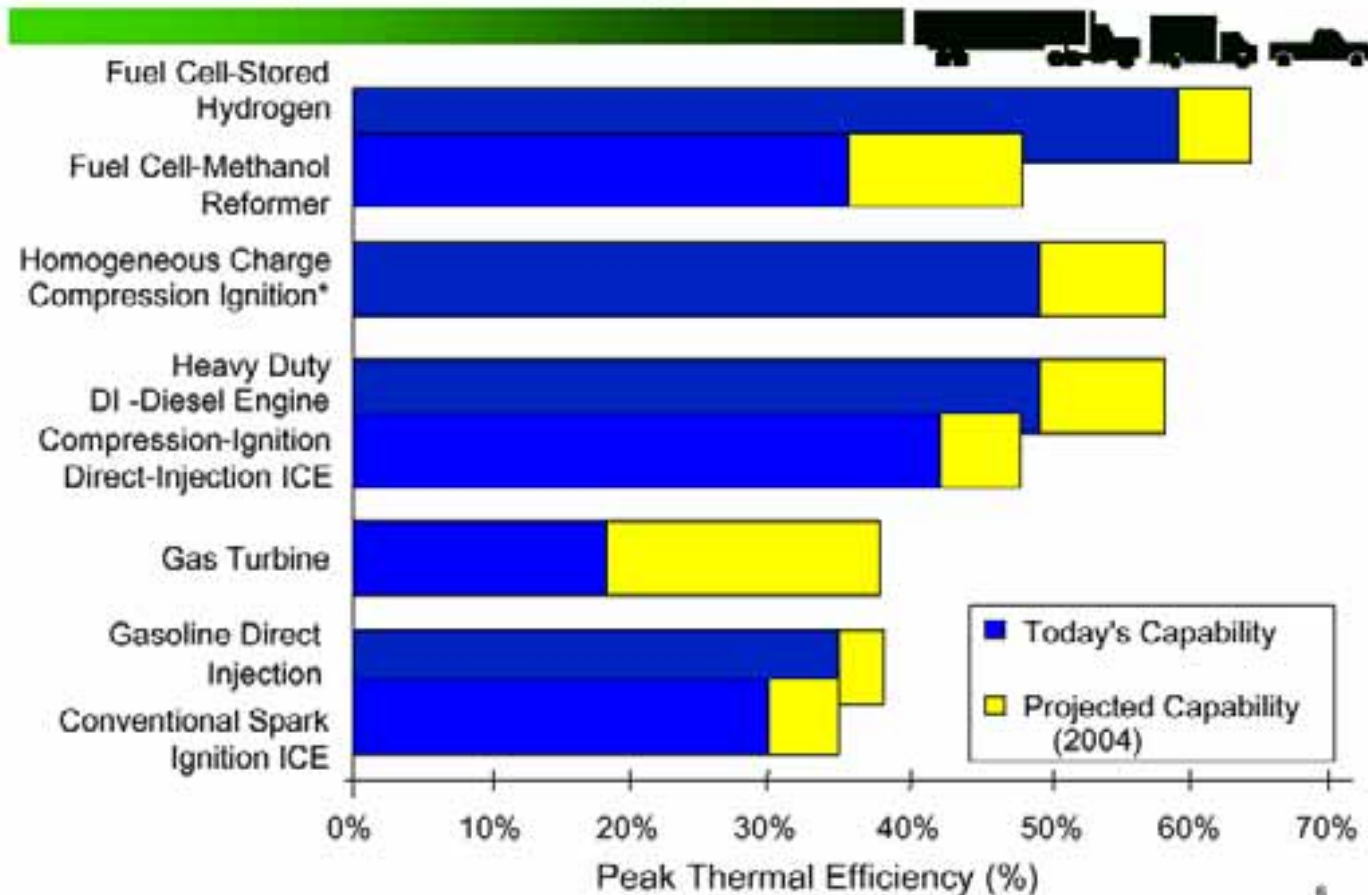


### Energy Density of Fuels Normalized to Diesel Fuel



Source: US DOE, DEER 2002

## Comparison of Energy Conversion Efficiencies



\* HCCI research focus: operate well across the load-speed map and extend the operating range to higher loads

Source: US DOE, DEER 2002