

Biodiesel Qualität 2000+

Der neue Kraftstoff FAME

J.Connemann, J.Fischer

Vortrag auf der Konferenz

Innovative Kraftstoffe

für das Automobil der Zukunft

29. und 30. November 1999

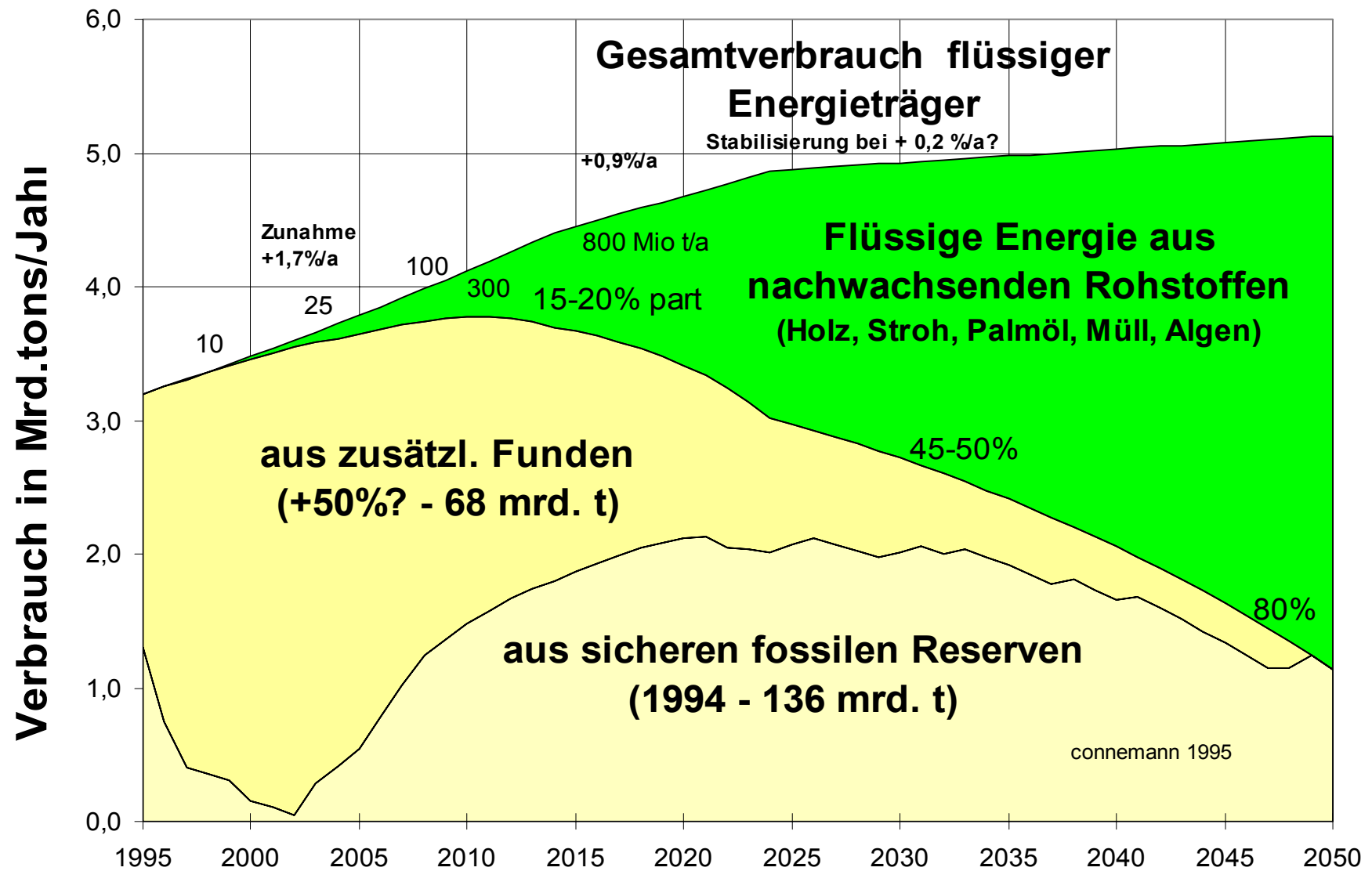
Frankfurt am Main,

Bundesrepublik Deutschland



Der Hintergrund für Biokraftstoffe

- Sichere Ressourcen für Erdöl und Gas begrenzt:
Region Nordsee: Öl für 10 Jahre (derztg. Produktion)
Erdgas 20 Jahre
- Ungünstige geographische Verteilung:
Mineralöl zu 78% in OPEC-Gebieten, vor allem Nahost
Erdgas zu 32% in Russland + 39% im OPEC-Bereich
- Ausbeute-Scheitelpunkt bald erreicht
- Weltweiter Verkehr braucht **flüssige Energieträger**
- Golfkrise am 2. August 1990 löst Biodiesel-Thema aus



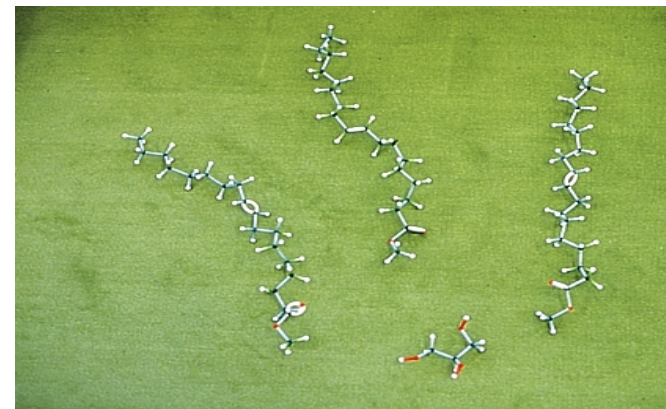
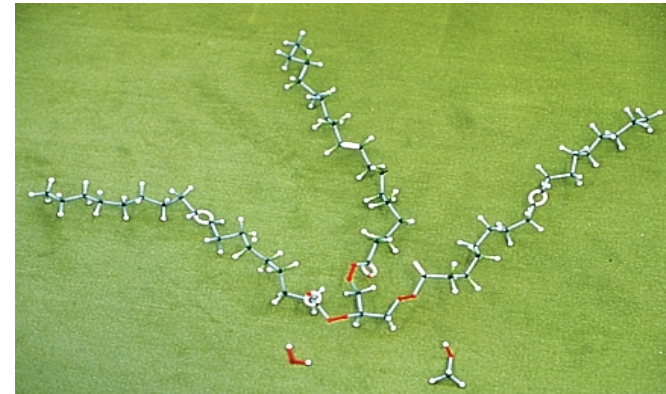
Techn. Aspekte und Wirtschaftlichkeit

Warum überhaupt Biodiesel?

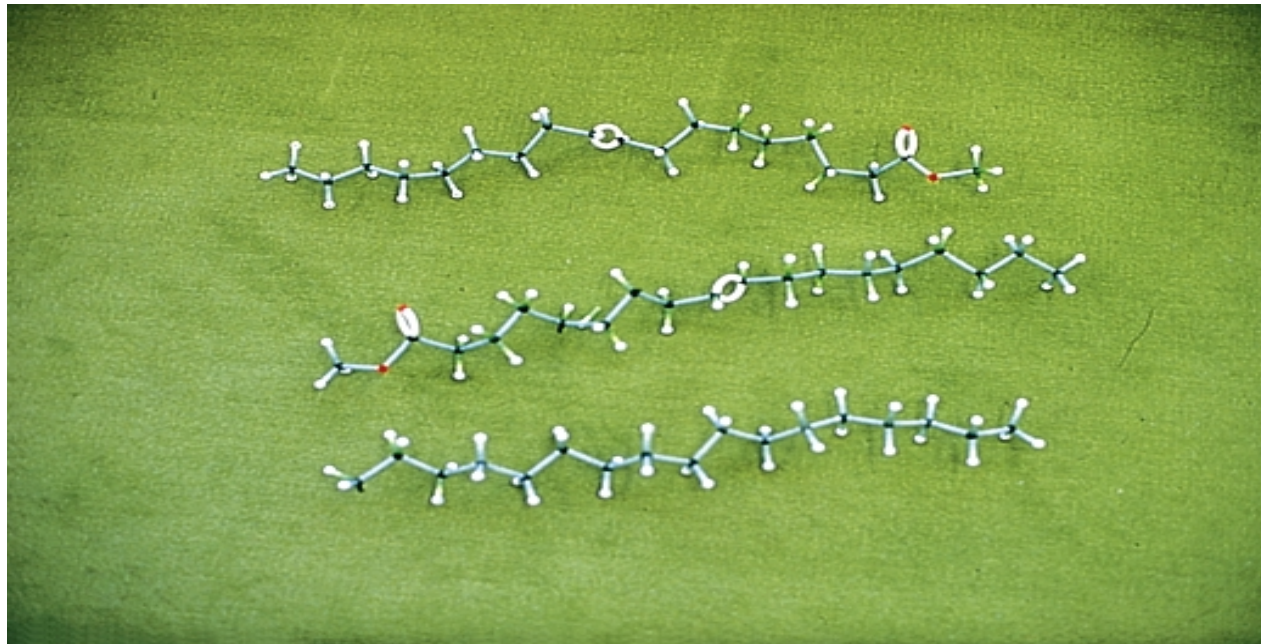
- CO₂-Minderung, Ressourcen-Schonung, Zeit zu gewinnen, Verfügbarkeit der Biokraftstoffe erstmal entwickeln
- Molekularer Aufbau von FAME von hochgradiger Einheitlichkeit, sehr ähnlich Cetan (hohe CZ)
- Viele pflanzl. oder tier. Öle und Fette geeignet, wichtig Schmelzp. (CFPP), Stabilität (JZ)
- Saatenvorräte gleichzeitig riesige strategische Reserve für menschliche Ernährung

Vom Öl oder Fett zum FAME

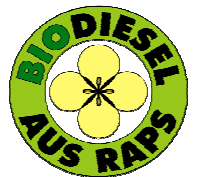
- Triacylglycerin +
Methanol (aus Biomasse?)
+ Katalysator ergibt
Ester + Glycerin
- hakiges Dreibein-Molekül
wird zu glitschigen
Esterketten, dadurch
- sinkt Viskosität von 60 auf 4 cSt
(wie bei Dieselöl)



Biodiesel ist von Haus aus ein Hoch-Cetan Dieselkraftstoff



FAME ist idealer Selbstzünder-Kraftstoff

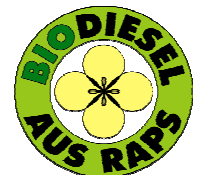


Biogene Ester für technische Zwecke

	Schmelzbereich °C			Jodzahl	Cetanzahl
	Öl/Fett	M-Ester	E-Ester		
Rapsöl, hoch erucas.	5	0	-2	97-105	55
Rapsöl, nd. erucas.	-5	-10	-12	110-115	58
Sonnenblumenöl	-18	-12	-14	125-135	52
Olivenöl	-12	-6	-8	77- 94	60
Sojaöl	-12	-10	-12	125-140	53
Baumwollsaatöl	0	-5	-8	100-115	55
Maisöl	-5	-10	-12	115-124	53
Kokosöl	20-24	-9	-6	8-10	70
Palmkernöl	20-26	-8	-8	12-18	70
Palmöl	30-38	14	10	44-58	65
Palm Olein	20-25	5	3	85-95	65
Palm Stearin	35-40	21	18	20-45	85
Talg	35-40	16	12	50-60	75

Biodiesel = Superdiesel 2000+

- Cetanzahl 54-58
- Schwefel unter 10 ppm
- keine Aromate, kein Benzol
- stabile und langanhaltende
Wirksamkeit von OxKats
- CO, HC, PAH = sehr niedrig,
-50 % Ruß, mit +2° NO_x besser
- extrem schmierfähig = Additiv,
weniger Verschleiß (-50%)
- CFPP -22°C, Fahrbarkeit -20°C



CD PROCESS liefert hiQ-Biodiesel

- CD PROCESS schon 1990 in Leer entwickelt,
in 2 Schritten vergrößert, seit 1995

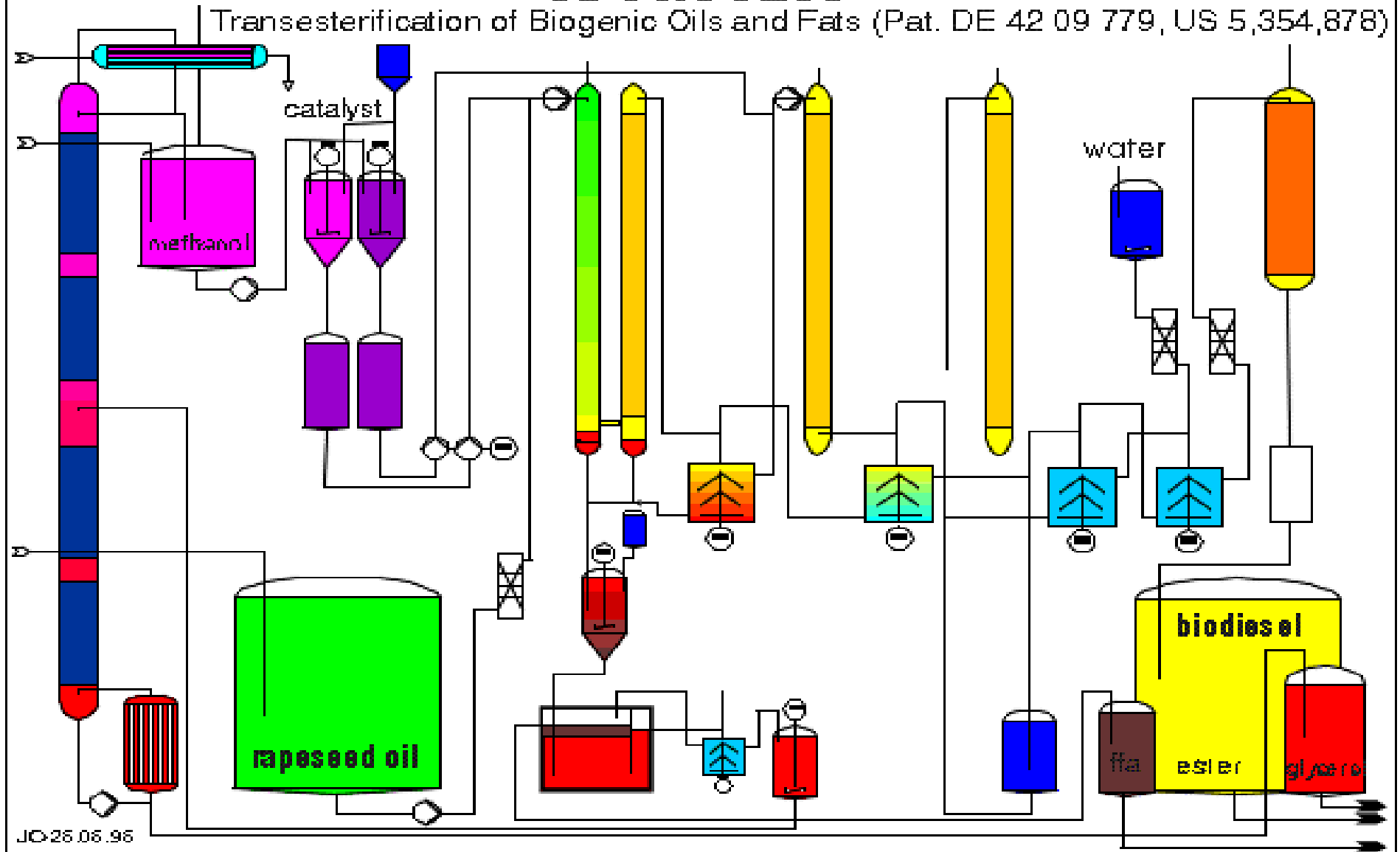
1. Europäische Demonstrations-Anlage für Biodiesel

geplant für 80.000, heute 100.000 tons/Jahr

- unterstützt von Hannover-Bonn-Brussel (DGXVII)
realisiert in sanfter high-chem Technologie
- kontinuierlich, leistungsstark, hochautomatisiert
- erstaunliche gleichbleibende Qualität

CD PROCESS

Transesterification of Biogenic Oils and Fats (Pat. DE 42 09 779, US 5,354,878)

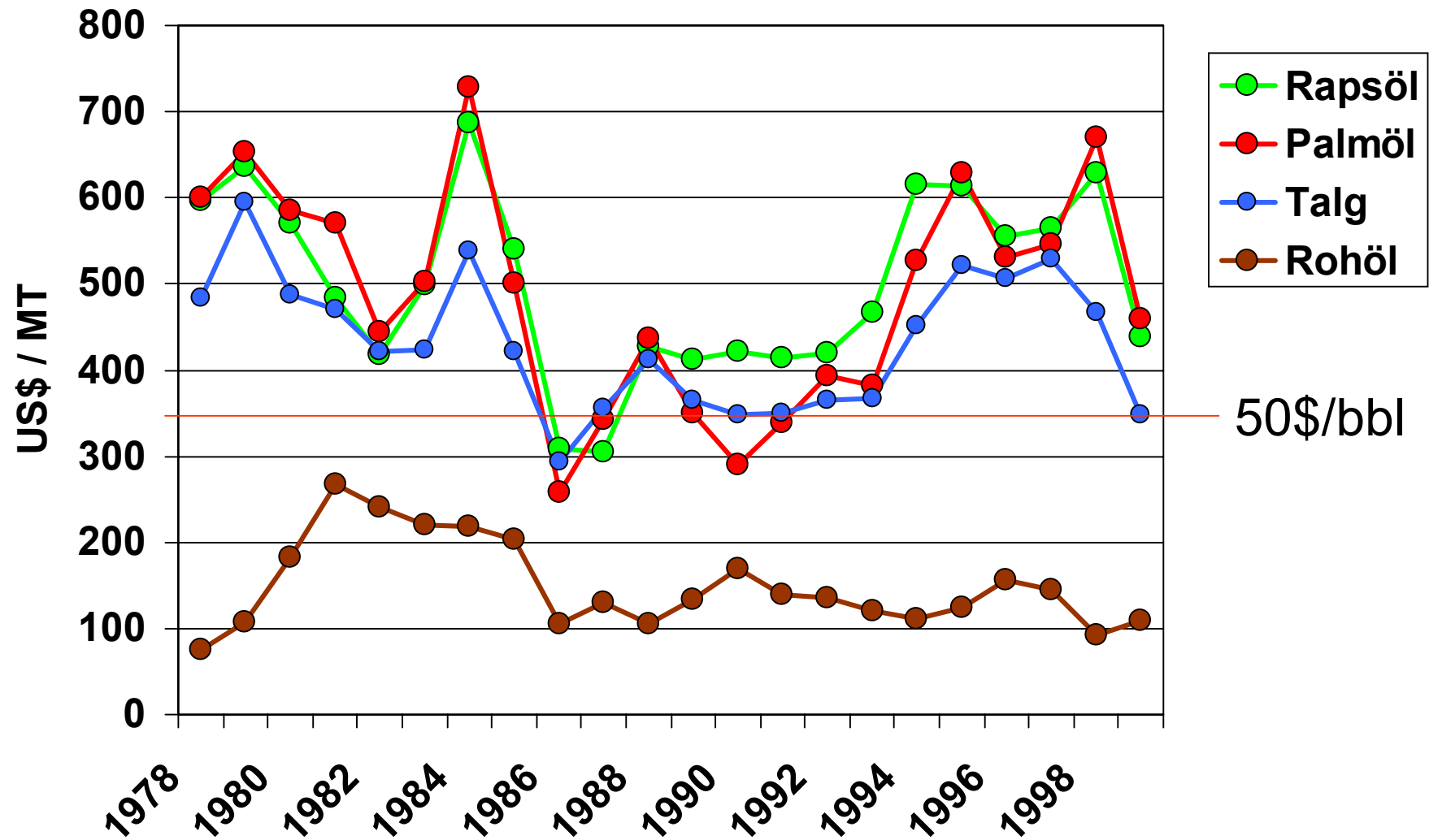


Biodiesel - Standardwerte

Esterspezifische Eigenschaften

		Grenzwerte Dieselkraftstoff E DIN 51606	Typ.Prod.-Daten connediesel [®] made in Leer
Dichte 15°C	g/ml	0,875-0,890	0,883
Flammpunkt	°C	110	über 170
Wasser	ppm	300	200
Neutr.-Zahl	mg KOH/g	0,500	0,150
Ges.-Glycerin	%	0,250	0,100
freies Glycerin	%	0,020	0,002
Phosphor	ppm	10	unter 2
Methanol	%	0,300	0,005
CFPP	°C	-20, -10, 0	Winter: - 22
Liefer-Beschreibung:		Biodiesel aus Raps	
		connediesel FAME 99/-20(-10, -0)	
*auch additiviert		Dieselkraftstoff E DIN 51606 - FAME	
gleicher Flammpunkt		Pflanzenölfettsäure-Methylester	

Rohstoffpreise



Herstellungskosten in Biodiesel-Anlagen

Anlage		A	B	C	D	E
Verfahren		batch	batch	batch	cont	cont
Investition	MDM	3,0	20,0	25,0	50,0	20,0
Kapazität	t/a	2.000	15.000	75.000	125.000	80.000
Ölqualität		ref.deg.	ref.deg.	ref.deg.	ref.deg.	crude/ref.
Glycerin-Aufarbeitung	cont.%	60	80 / 99,5%	90	92	80 / 99,7
Personal		3	8	15	20	12
Abschreibungen (10 a)	DM/t	150,00	133,33	33,33	40,00	26,66
Zinsen 6.0%(1/2)		45,00	40,00	10,00	12,00	8,00
Personal		120,00	42,67	16,00	12,80	12,00
Methanol		46,80	36,00	31,20	29,90	29,90
Energie+Chemik.		93,45	80,25	41,90	57,30	31,70
Instandhaltung 3%		45,00	40,00	10,00	12,00	10,00
Overheads		75,00	20,00	10,00	10,00	10,00
Herstell.-Kosten ges.	DM/t	575	392	152	174	128
-Glycerin, 125/60		0	-108	-59	-60	-109
-Fettsäure, 55		-22	-18	-13	-22	-12
+Ölverlust, 90		45	36	27	45	25
Aufpreis a. Öl-Basis	DM/t	598	303	108	137	33

Zum Vergleich: 100 DM/t = etwa 55 US\$/t oder 0,20 US\$/gal c: connemann 98

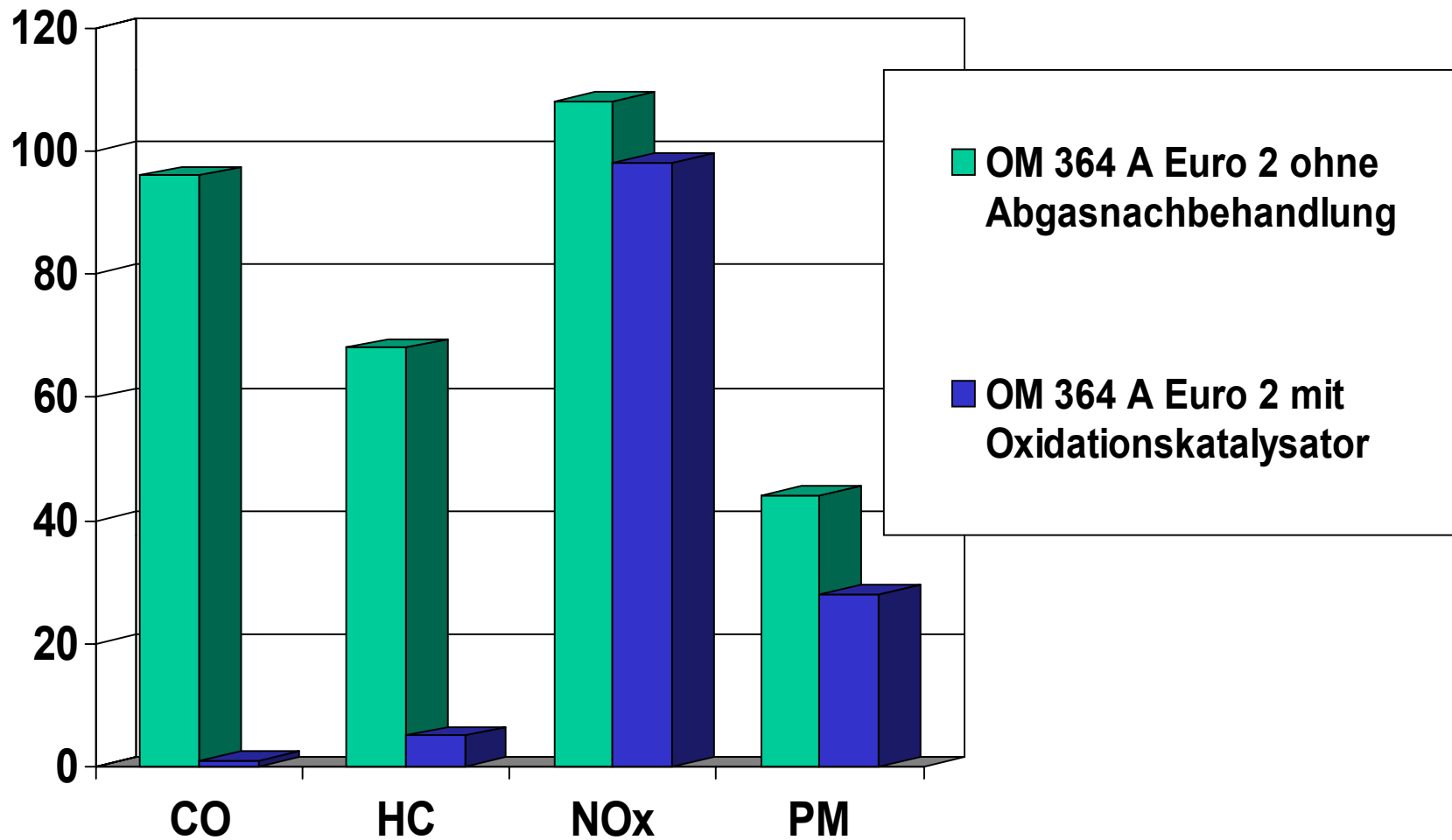
Felderfahrungen mit Biodiesel

Seit 1973 weltweit zahlreiche Tests,

zu erwähnen:

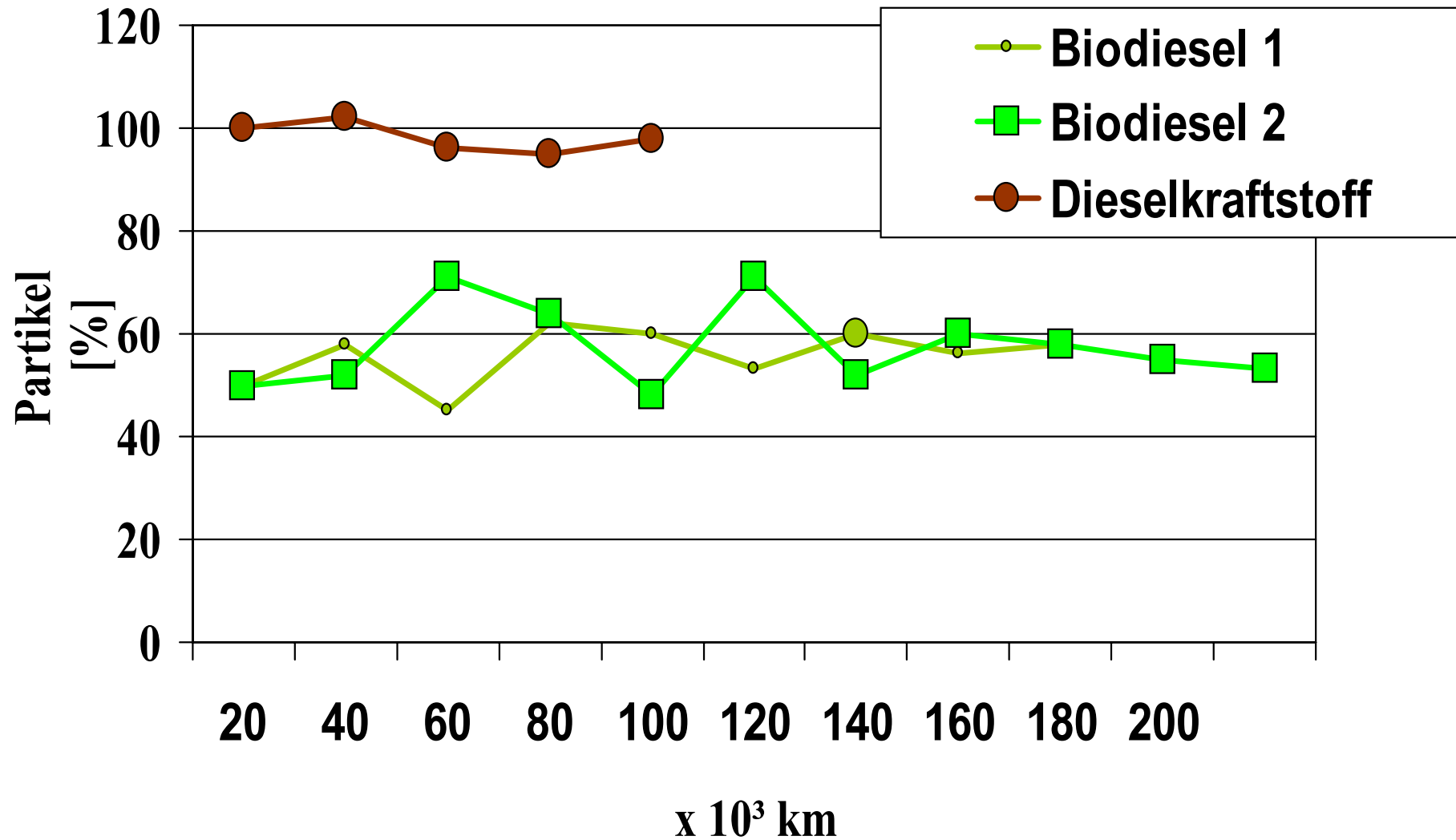
- 1987-90 Palm-Ester in Malaysia (A.Schäfer, MB)
- 1991-92 Taxi-Experiment in Freiburg
- 1992-93 Porsche-Weissach: 2 RME-Typen je 500 Std.
- Juni 1991 Eigene Produktion in Leer/Ostfriesland
- seit 1996 VW-Freigabe, heute 100.000 Autos (B100)
in Oesterreich, Schweden, Deutschland
- seit 1995 steigend auf heutige 10.000.000 tons (B05)
additiviertem Diesel EN 590 in Frankreich

Abgas-Emissionen MB Nfz-Motor



Quelle: Oberland-Mangold GmbH (1998)

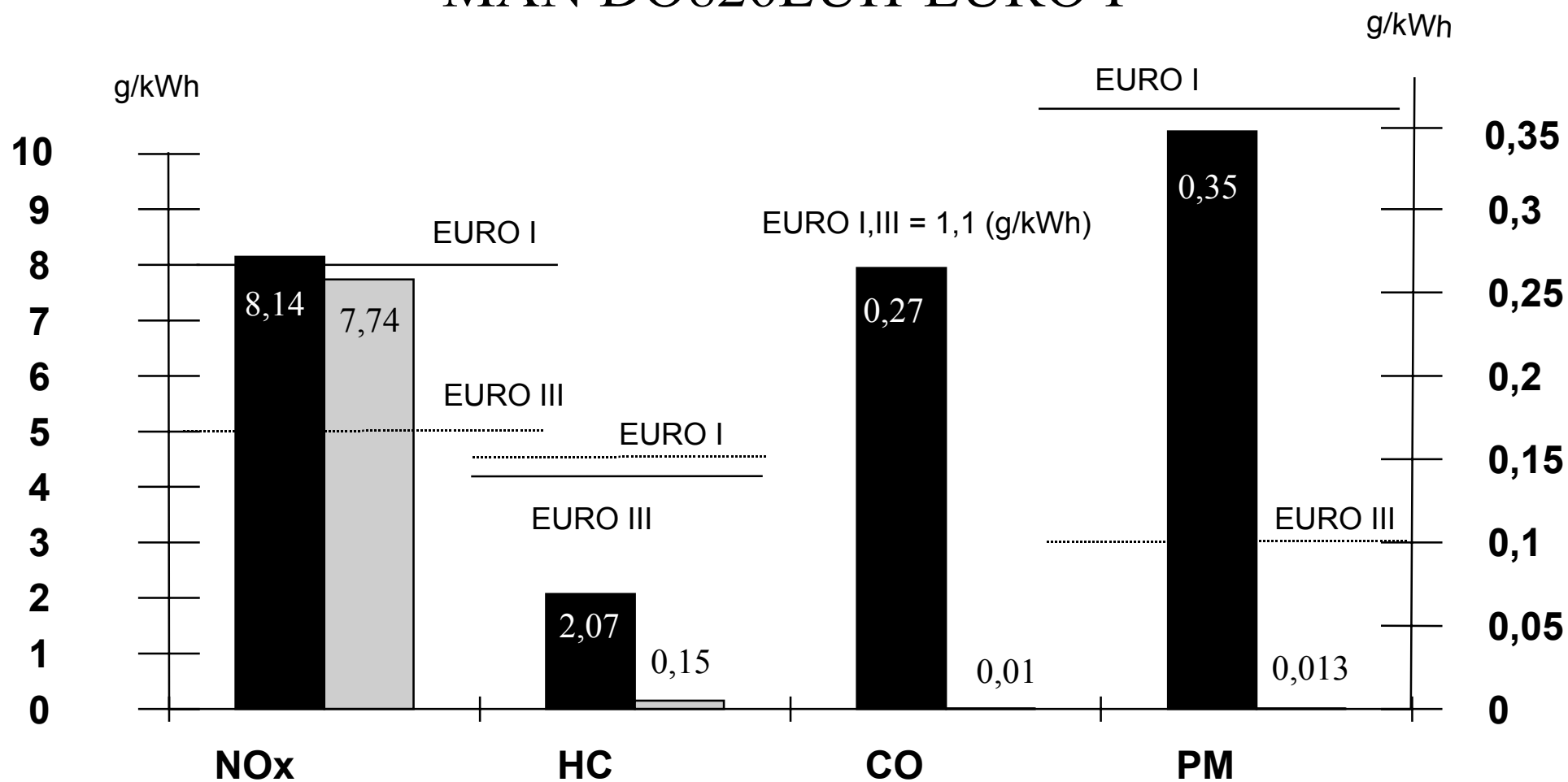
Partikel-Emissionen



Quelle: A.Schäfer, MB (1997)

Abgas-Emissionen im 13-Stufen-Test

MAN DO826LUH-EURO I

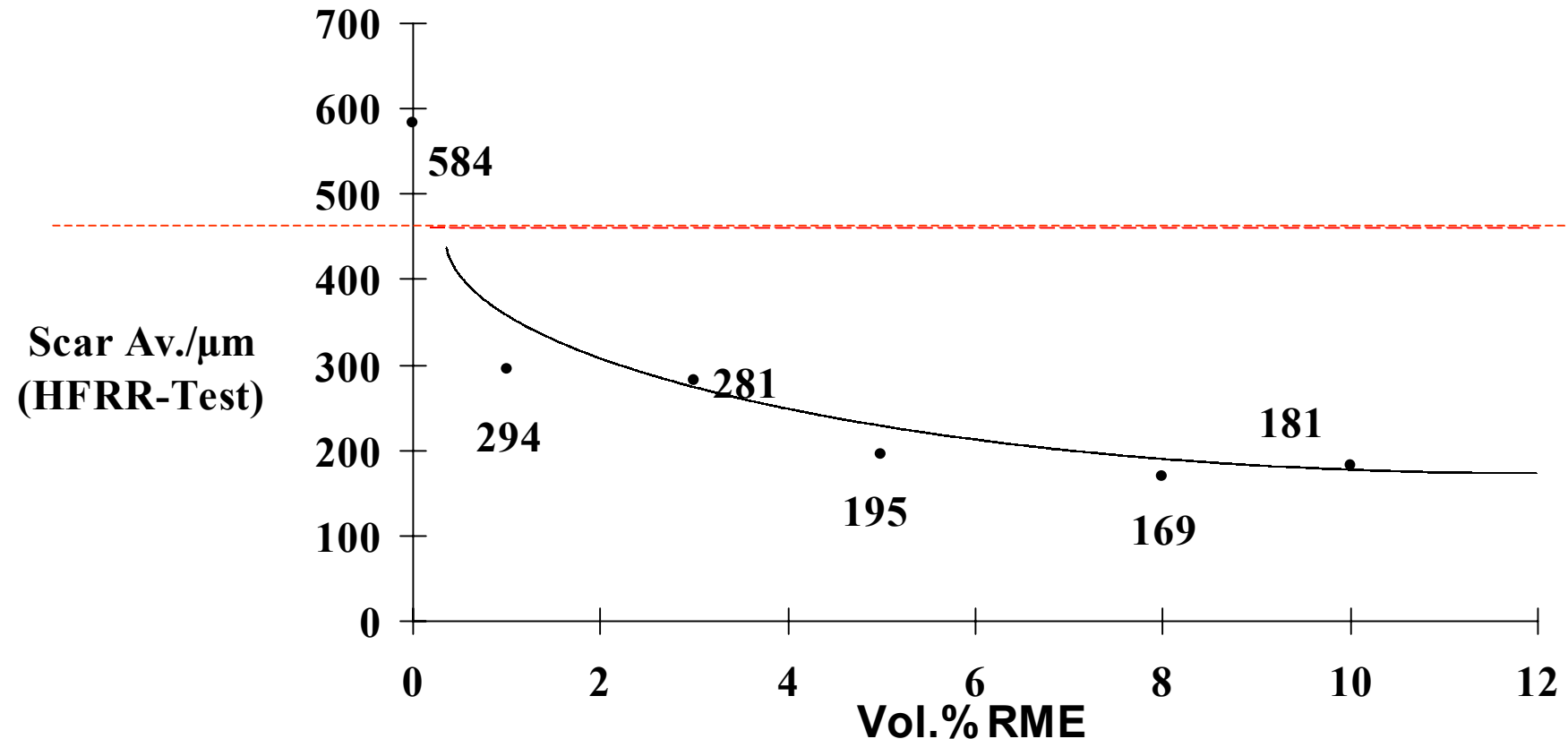


Quelle: HJS/Johnson Matthey (1997)

■ MAN Serie 400 ppm S
■ MAN CRT 10 ppm S

RME/Diesel-Mischungen

Schmierfähigkeit



Quelle: SGS control-co, Speyer (1996)

Vermutete Mängel bei Biodiesel

noch vom Beginn der Biodiesel-Zeit?

Fragen

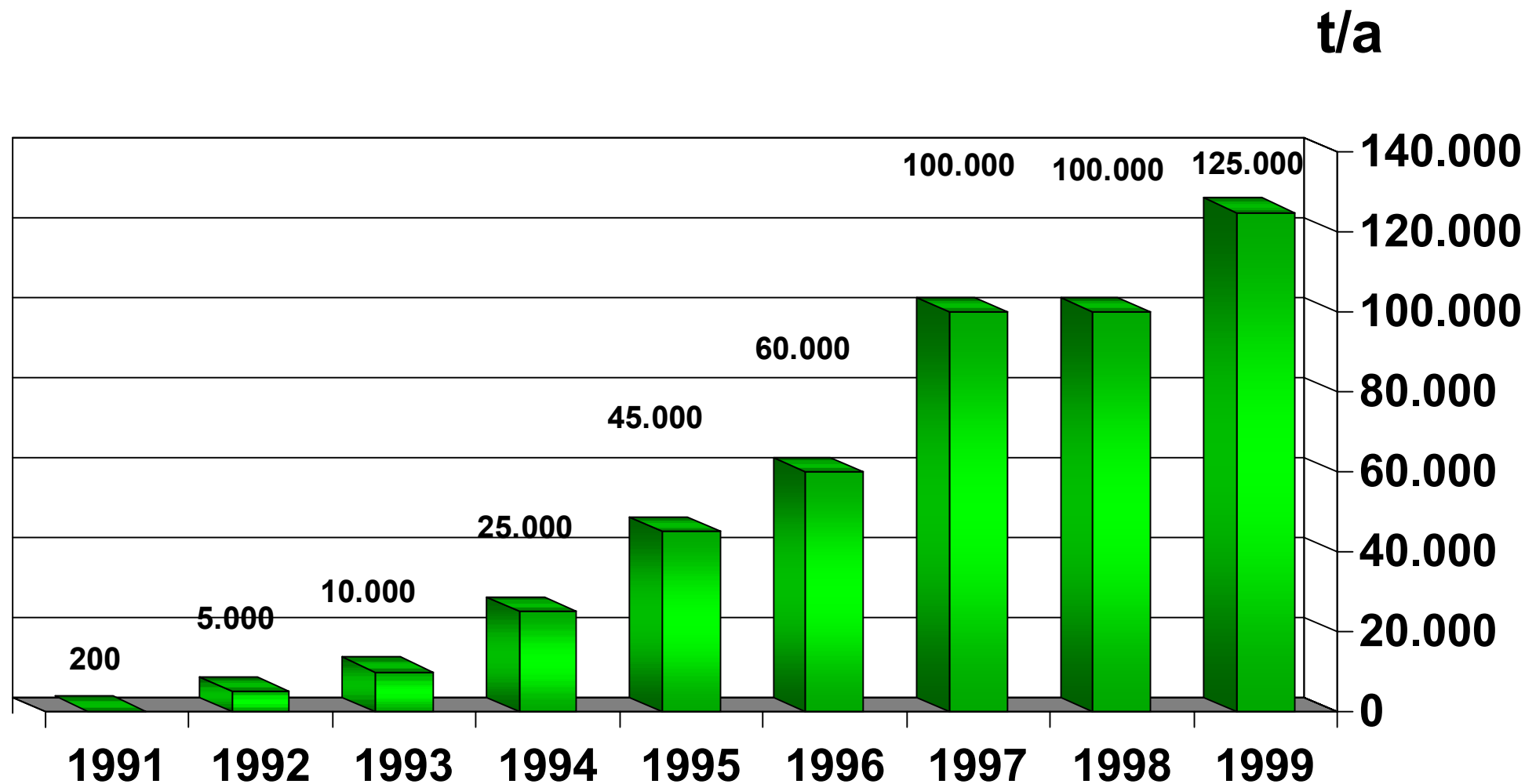
- FAME als Lösungsmittel
- Freies Methanol in FAME
- Chemikalienreste
- Gelöstes und freies Wasser
- Freies Glycerin
- Freie Fettsäure
- Hohe Viskosität im Winter
- Schmutz + Alterungsprod.
- Polymerisationsprodukte

Antworten

- Elastomere? PA, FPM
- Flammpunkt min. 110 °C
- Na, K unter 5 ppm
- max. 500 ppm kein Problem
- unter 0,02%, besser nur 1/10
- max. 0,25% schw.org.Säure
- muß verbessert werden
- Problem ist gelöst?
- Problem unter Kontrolle

Biodiesel-Absatz in Deutschland

1991-1999



1999: geschätzt

Biodiesel-Hersteller in Europa 2000

Umesterungskapazitäten und Absatz in tons/Jahr

Land	Firma	Sitz	UE-Kapazität t/a	Marktsegmente und gesch. Absatz in t/a				Produktion seit
				Oleochem.	Biodiesel	-5% BM	Heizöl	
Deutschland	Connemann/OMH	Leer	100.000	10.000	75.000	10.000	0	91/93/95
	Oelmühle Hbg/ADM	Hamburg	100.000	10.000	60.000	20.000	0	99/00
	Bio-Diesel	Wittenberge	50.000	0	20.000	0	0	99
	VNR	Ochsenfurt	50.000	0	20.000	0	0	99/00
	L.U.T.	Rudisleben	40.000	0	18.000	0	0	99/00
Frankreich	Robbe/Diester	Compiègne	40.000	0	0	40.000	0	94/96
	Diester	Rouen	120.000	0	0	120.000	0	1995
	Sidobre-Sinnova	Boussens	70.000	30.000	0	30.000	0	93/95
Italien	Novaol	Livorno	90.000	0	0	20.000	60.000	93
	Sisas	Milano	50.000	0	0	10.000	30.000	95
Belgien	Sisas	Feluy	80.000	0	10.000	20.000	20.000	95
Oesterreich	RME Bruck	Bruck	15.000	0	15.000	0	0	94
Schweden	Ecobränsle	Skive	6.000	0	7.000	5.000	0	92
			811.000	50.000	225.000	275.000	110.000	
Europa EU-15: FAME			In Autos verbraucht		aus nachwachsd. Rohstoffen			
Kapazität in t/a: 811.000			225.000	275.000	gesamt FAME in t/a: 660.000			
Quellen: Marktinformationen, eigene Schätzung 4/99			Biodiesel -5% BM		c: connemann 99			

Quellen: Marktinformationen, eigene Schätzung 4/99

c: connemann 99

Biodiesel Empfehlungen

- **für Produzenten**
 - Gesunde Rohstoffe, Oxid.-Stabilität kontr.
 - Selbstverpflichtung: Prod. ab Werk mit
Wassergehalt: max. 200 ppm
Jodzahl max. 115
 - Freies + Gesamt-Glyc. + Säurezahl
so niedr. wie möglich, Oxid.-Stabil.
= 4 hrs@110 °C, Filter 10 micron
- **für Spediteure**
 - Letzte Ladung FAME (evtl. Diesel, kein Benzin), sauber + trocken, v. unt. laden
- **für Tankstellen**
 - Sorgf. Wechsel Sommer/Winter-Qualität

Bewertung alternativer Kraftstoffe für das Jahr 2010

	EURO 4	Unlimit. Emiss.	Abbau + Toxic.	Ver- schleiß	Kosten+ Verfügb.	LCA- CO ₂
CNG	*	●	●	✖	*	✖✖
LPG	*	●	✖	✖	*	✖
METHANOL(NG)	*	●	✖	✖	*	✖✖✖
BIODIESEL	*	*	*	*	●	**
BIOFUEL(B5D)	●/*	●	✖	*	*	●
BIOFUEL (E15D)	●/*	●	✖	●	*	●
BIOFUEL (E85G)	●/*	●/*	●	✖	●	*
ETBE/GASOLINE	●/*	●/*	✖	✖	*	●

✖ PROBLEMATISCH ● Aussichtsreich * VIELVERSPRECHEND

EURO4er2010 07 00

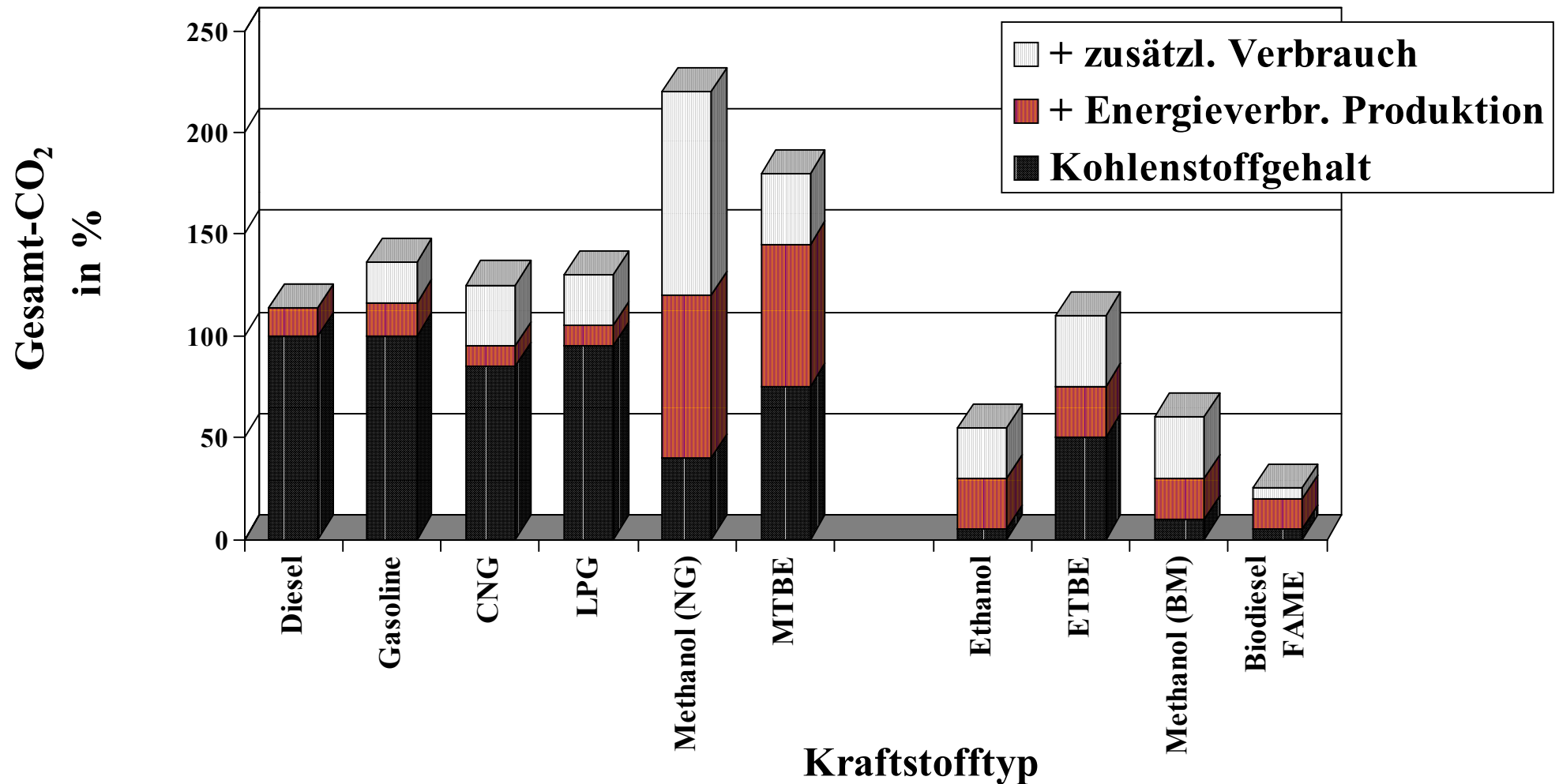
Konventionelle und alternative Kraftstoffe

CO₂ aus Verkehr

	CO ₂ Entwicklung (%)*	Weltweiter Kraftstoffverbrauch im Verkehr (Mio tons/Jahr)	
		1998	2020
Konventionelle:			
Benzin	130	800	500
Diesel	115	700	700
CNG	125	1	50
LPG	130	0,2	10
Methanol (Erdgas)	220	0	50
MTBE	180	4	10
Alternative:			
Ethanol	30-60	15	150***
ETBE	70-90	3	25
Methanol (Biomasse)	20-50	0	100
Biodiesel FAME	15-25	0,8	50***
* % = in Relation zum Rohöl-C-Gehalt 100 *** EC Weißbuch: Summe 18 Mio tons in 2010			
** niederer Wert = prod. mit alternativen Kraftstoffen			

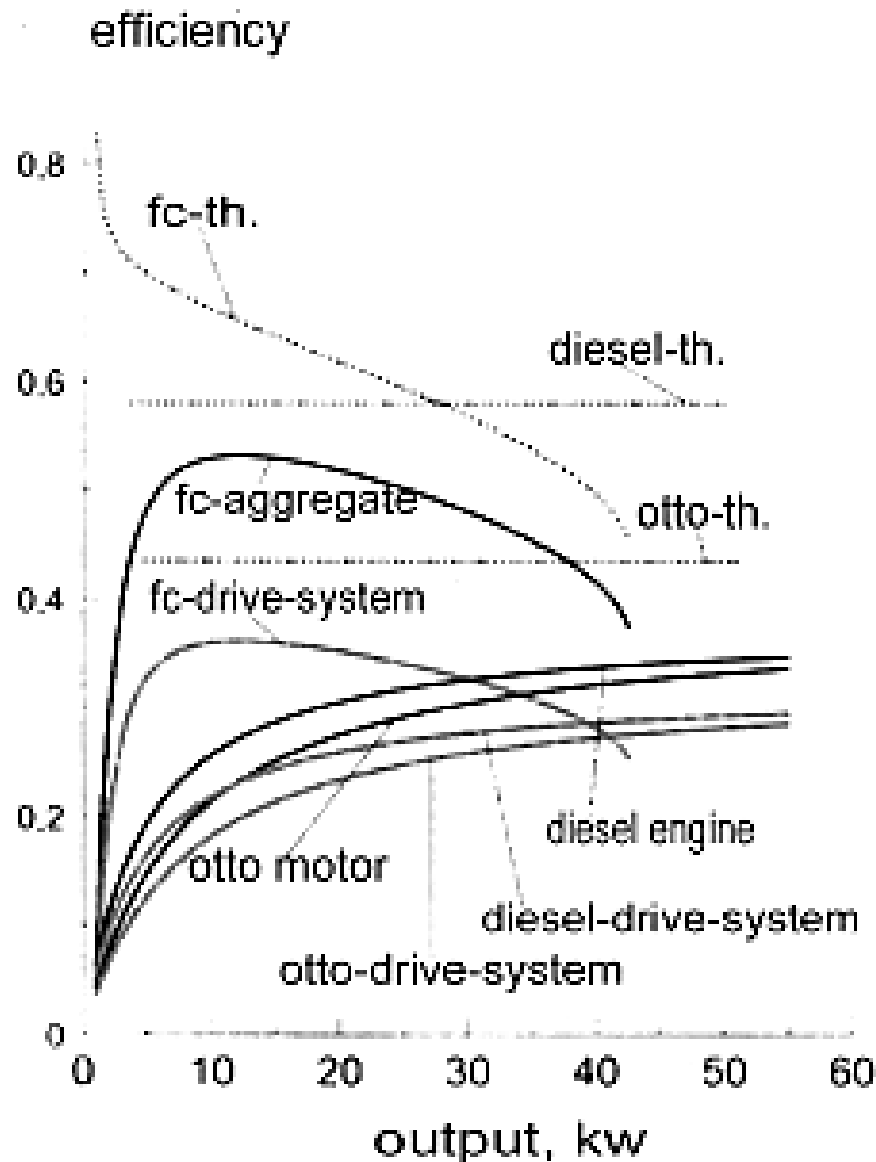
Globale CO₂-Entwicklung

Verschiedene Kraftstoffe



Wirkungsgrade

Verbrennungskraftmaschinen
(Otto oder Diesel)
und Brennstoffzelle

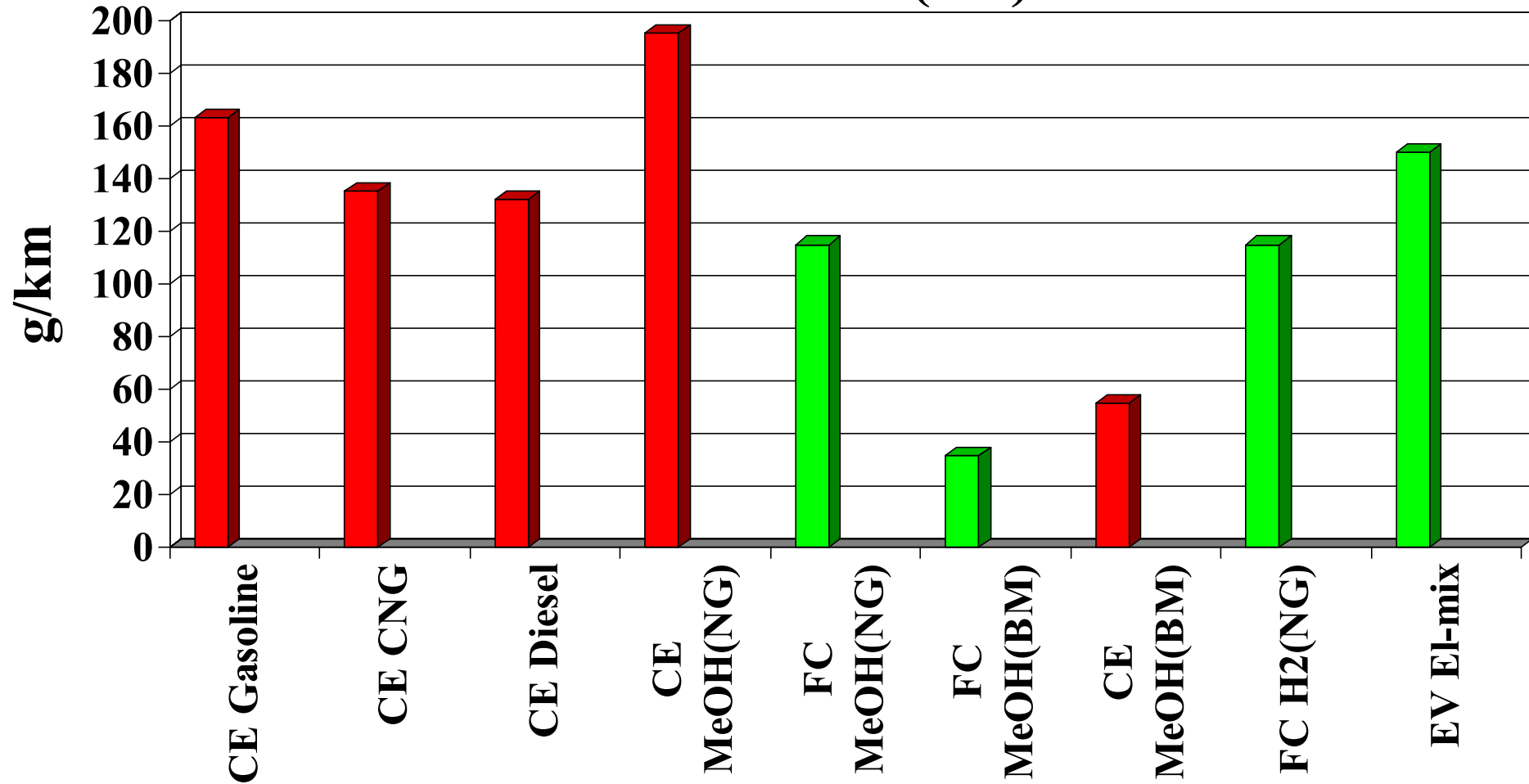


- Für höhere Leistung sinkt der Wirkungsgrad der Brennstoffzelle
- Klarer Vorteil für Dieselmotor
- hinsichtlich CO₂ Kombination „Diesel oder Otto-Motor + Bio-Kraftstoff“ günstiger als „Brennstoffzelle + Benzin/MeOH/CNG/H₂“

Source: C.Carpetis, J.Nitsch, MTZ 60 (1999) 2

Globale CO₂-Entwicklung

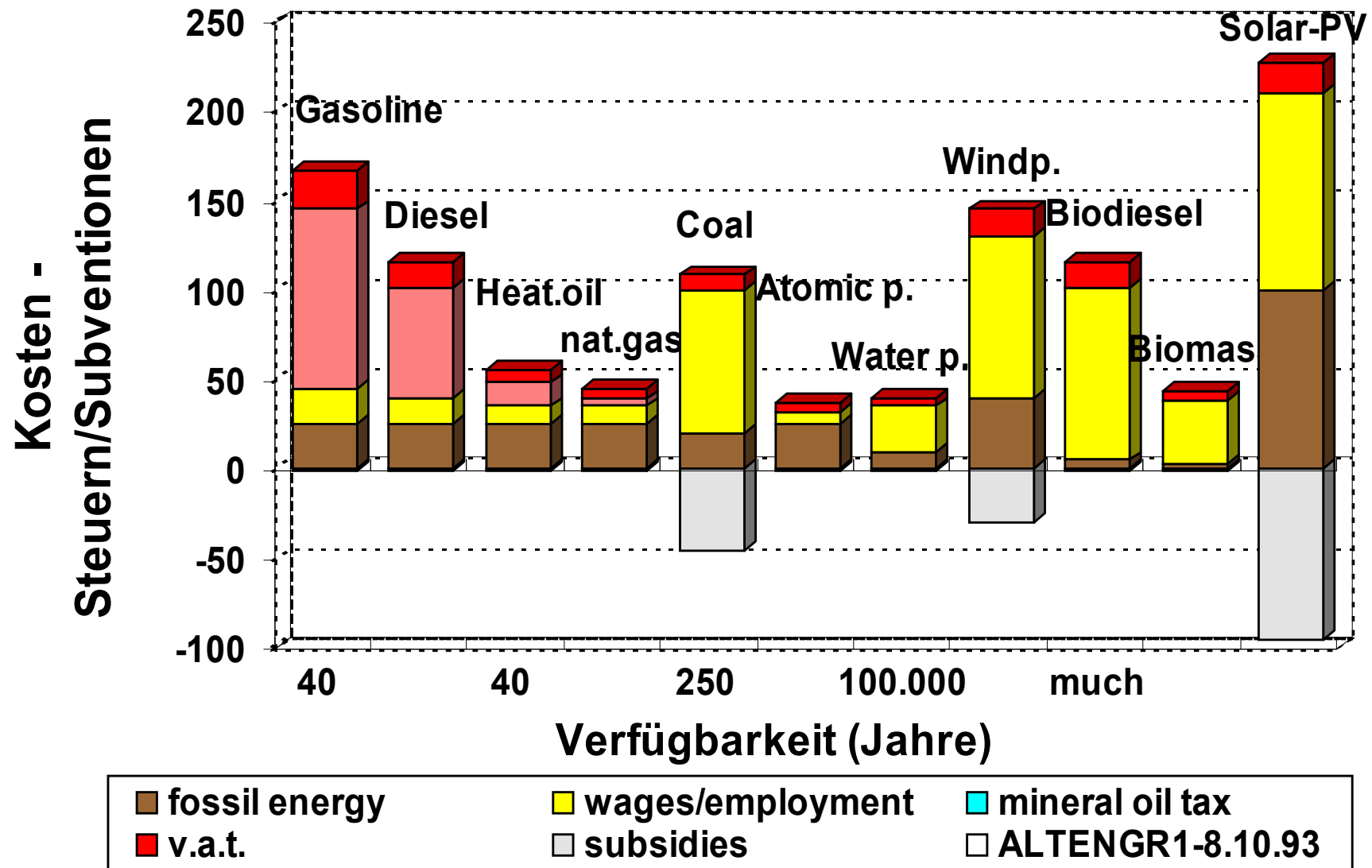
Verbrennungskraftmaschine (**CE**) oder
Brennstoffzelle (**FC**)



Quelle: C.Carpetis, J.Nitsch, MTZ 60 (1999) 2

Mit Steuern steuern?

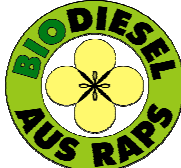
Zeithorizont und Nachhaltigkeit



Biodiesel Ausblick

- **Qualität und Eignung** FAME geeignet für moderne Hochleistungs-Dieselmotoren, Sensor + Management optimieren
- **Potenzial** Potenzial in Europa max. 10% des Verbrauchs, aussichtsreich für wärmere Regionen, hohe Ausbeute Palm-Ester bis 6-10 tons/Hektar
- **Kosten/Preis** Wettbewerbsfähig bei 50 US\$/bbl
- **Verbrennungskraftmaschine oder Brennstoffzelle** Dieselmotor bester Wirkungsgrad
Biodiesel = wenig CO₂ + flüssiger Energieträger für VKM oder BZ

finis

- Vielen Dank - grazie mille - palion kiitoksia - hartelijk dank - merci beaucoup - muchas gracias -thank you tack sa mycket - muito obrigado - mange tak,
meine Damen und Herren,
- für Ihr Interesse an unserem geschätzten Biodiesel in dieser hall of FAME.

- **Nachhaltigkeit** (wie ein Ire es ausdrückte) meint
„for ever and ever“. Amen.