



Diesel-Erdgas- Mischbetrieb

Darstellung der Projektergebnisse



1 Erdgas-Diesel-Mischbetrieb

- Motivation
- Projektpartner
- Projekthistorie
- Systemvorstellung
- Lastenheft/Ziele

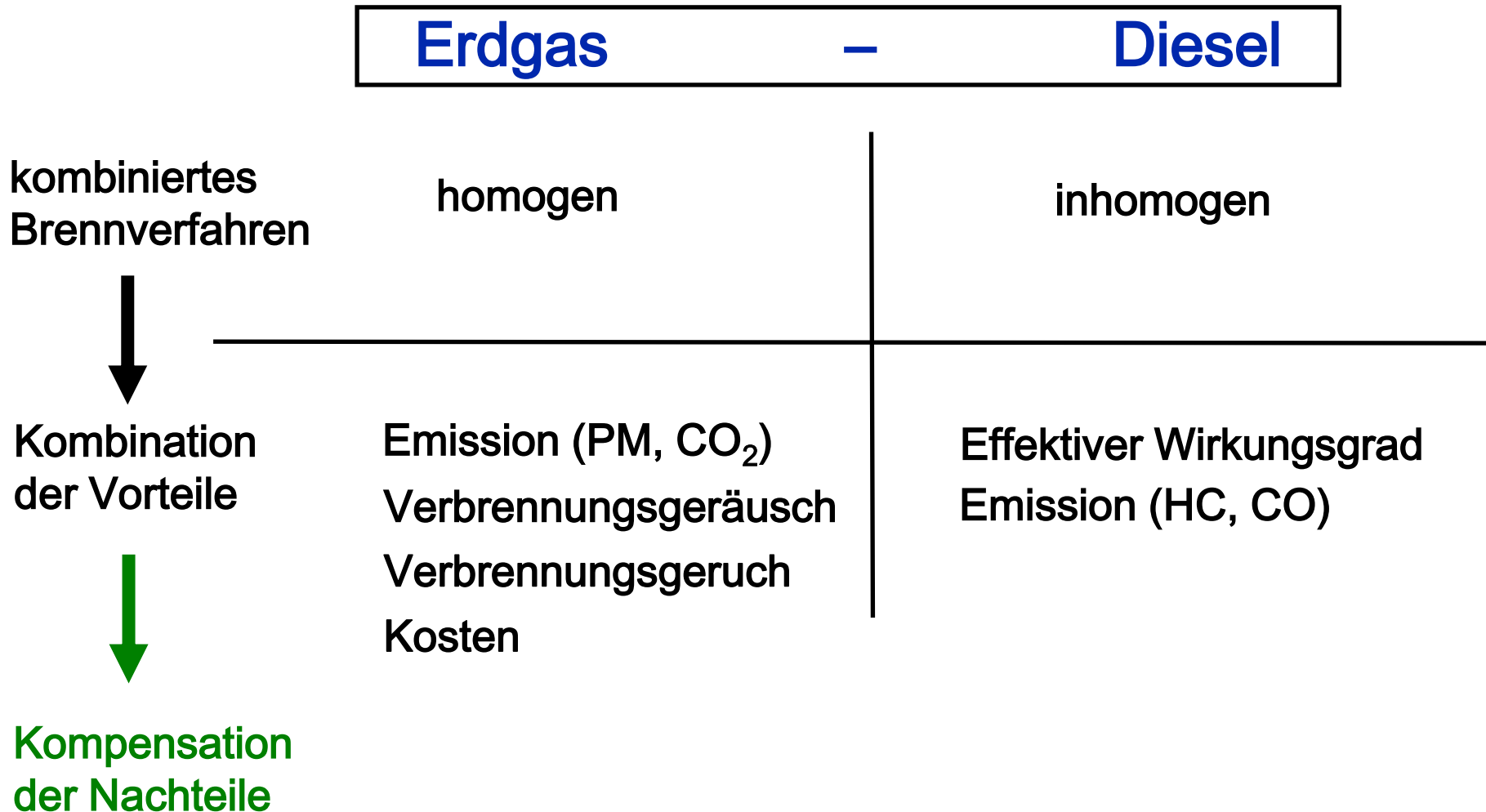
2 Ergebnisse der wissenschaftlichen Untersuchungen

3 Ergebnisse der Zertifizierungstests nach EU-Norm

4 Zusammenfassung und Ausblick

1 Erdgas-Diesel-Mischbetrieb

Motivation



1 Erdgas-Diesel-Mischbetrieb

Projektpartner

Dipl.-Ing. Andreas Wegmann
Referent des VKM



12.11.2008

Ministerium für Umwelt des Saarlandes:

Herr Ministerialrat Bernd Sander

Ministerium für Wirtschaft des Saarlandes:

Herr Regierungsdirektor Klaus Heiss

Stadtbahn Saar GmbH:

Herr Dipl.-Wirtschaftsingenieur Jürgen Henrich
Herr Kfz-Meister Gerhard Gräber

KS Saarbrücken:

Herr Dr.-Ing. Helmut Wiedemann

TÜV Saarland:

Herr Dipl.-Ing. Alois Decker
Herr Dr.-Ing. Stefan Behrning
Frau Dipl.-Ing. (FH) Andrea Birkelbach

Fa. RMS:

Herr Kfz-Meister Rainer Dagn
Herr Elektrotechniker Holger Obinger

TU Kaiserslautern:

Prof. Dr.-Ing. Rudolf Flierl
Herr Dipl.-Wirtschaftsingenieur Thorsten Fuchs
Herr Dr.-Ing. Stefan Bier
Herr Dipl.-Ing. Andreas Wegmann

1 Erdgas-Diesel-Mischbetrieb

Projekthistorie



25.08.2000: erster Prototyp eines Diesel-Erdgas-Fahrzeuges, Stadtbahn Saar GmbH

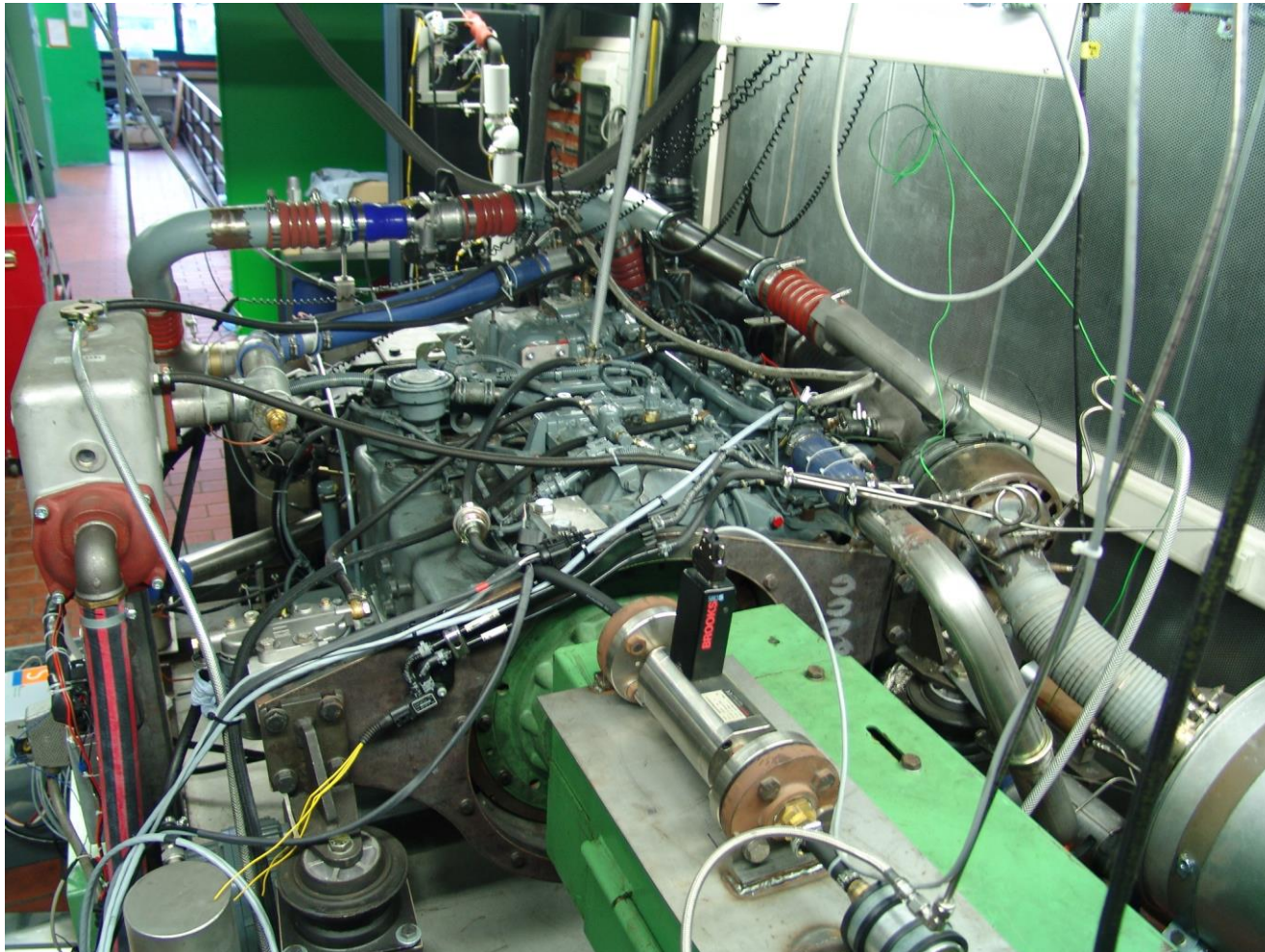


13.08.2004: Vorstellung des 1. Diesel-Erdgas-Busses Deutschlands

1 Erdgas-Diesel-Mischbetrieb

Projekthistorie

März 2006: Beginn des Aufbaus eines Motorenprüfstandes an der Technischen Universität Kaiserslautern



1 Erdgas-Diesel-Mischbetrieb

Projekthistorie



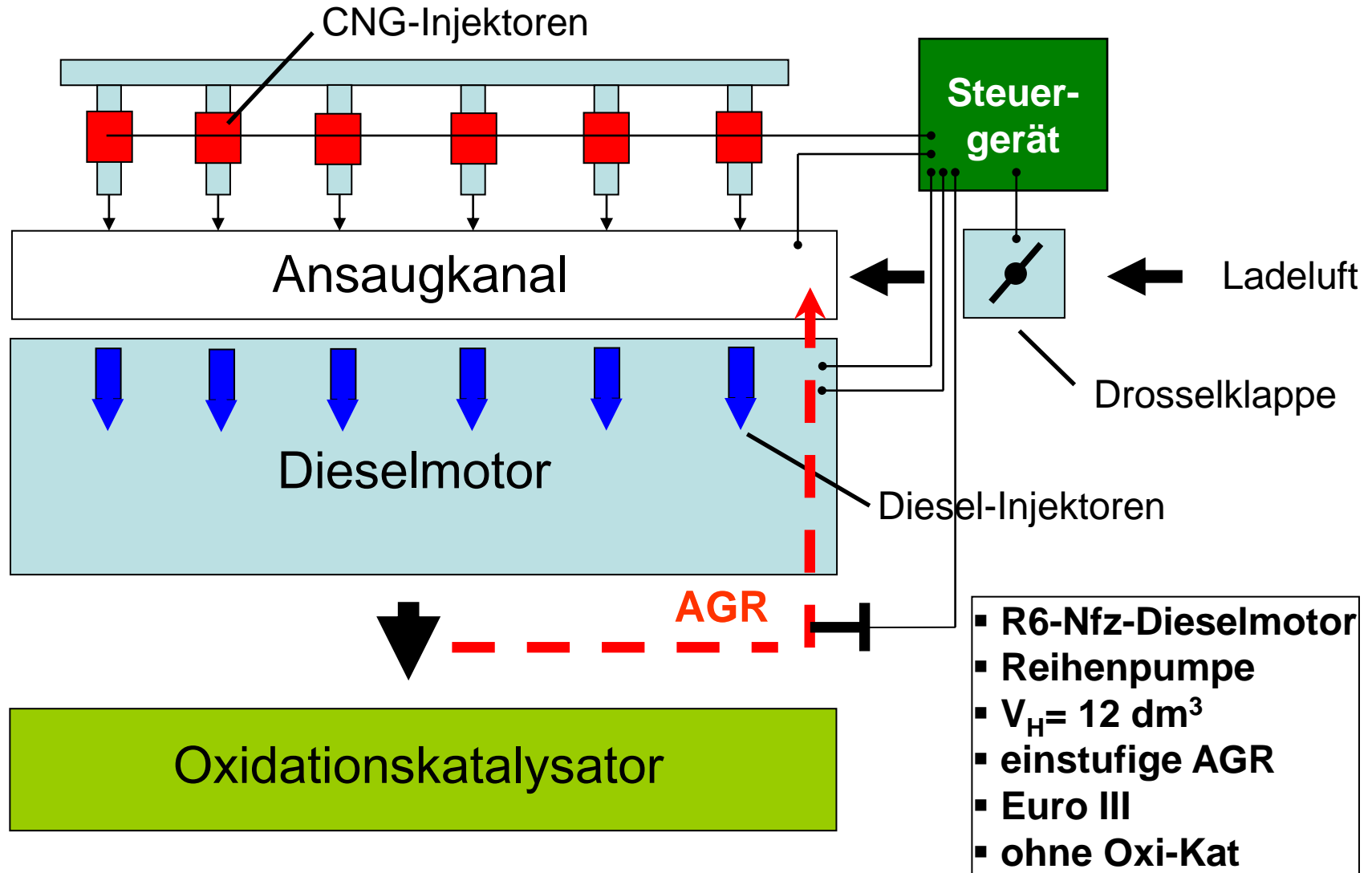
19.12.2007: erster erfolgreicher ESC-Test

**21.07.2008: abschließende Zertifizierung
des Gesamtsystems**



1 Erdgas-Diesel-Mischbetrieb

Systemdarstellung



1 Erdgas-Diesel-Mischbetrieb

Lastenheft/Ziele



- **energetischer Erdgasanteil >50%**
- **maximale Wirkungsgradeinbuße i. H. v. 3% im Vergleich zum Diesel**
- **dauerstabile Motorapplikation im Diesel-Erdgas-Mischbetrieb**
- **Erreichen der Abgasnorm EU 3 des Basisdieselmotors**
- **maximale CO₂-Ersparnis**

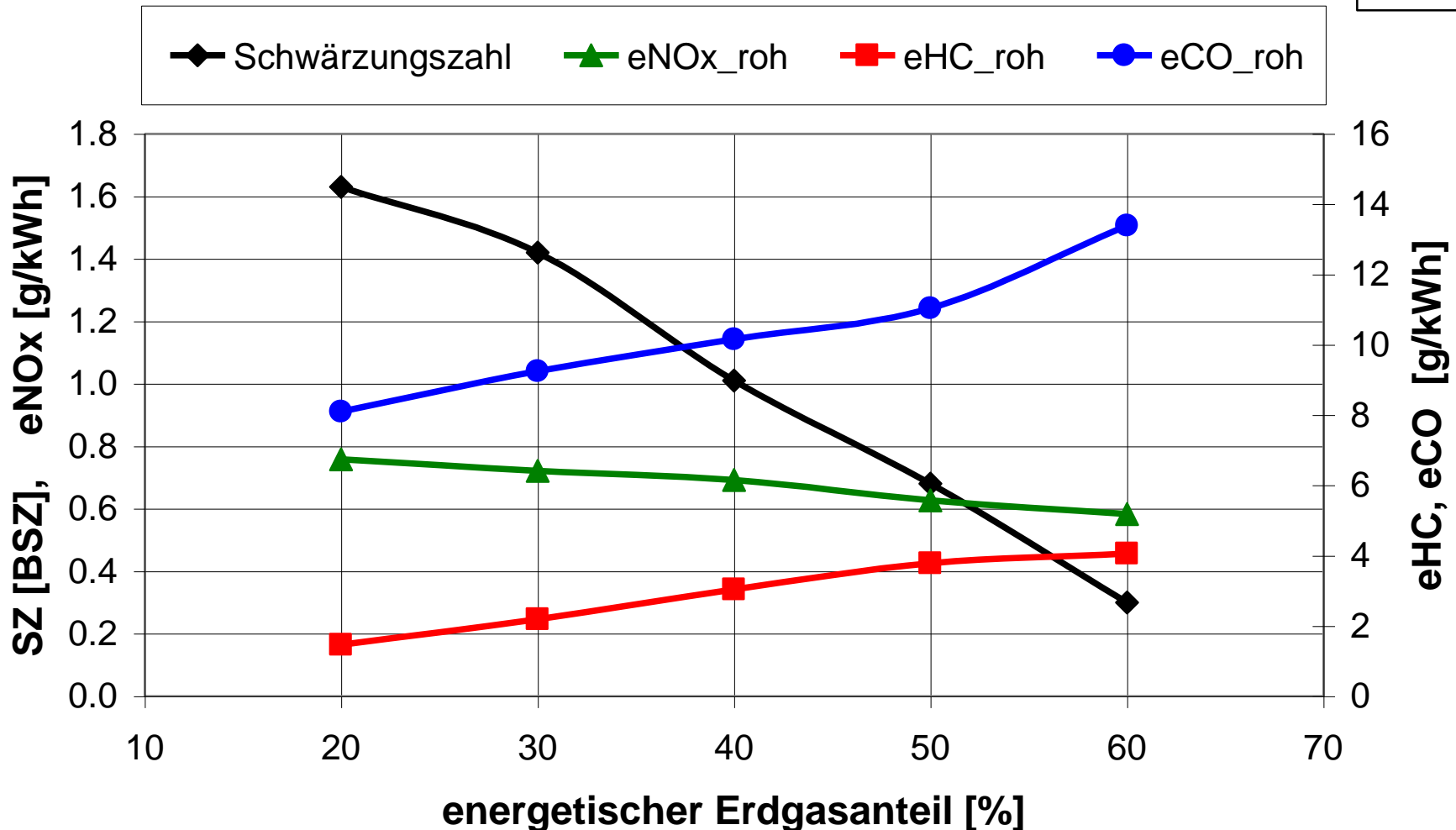
2 Ergebnisse der wiss. Untersuchungen

Einfluss des Erdgasanteils auf die Rohemission



Emission als f(Erdgasanteil)

B50
Lambda 1,5
AGR ein



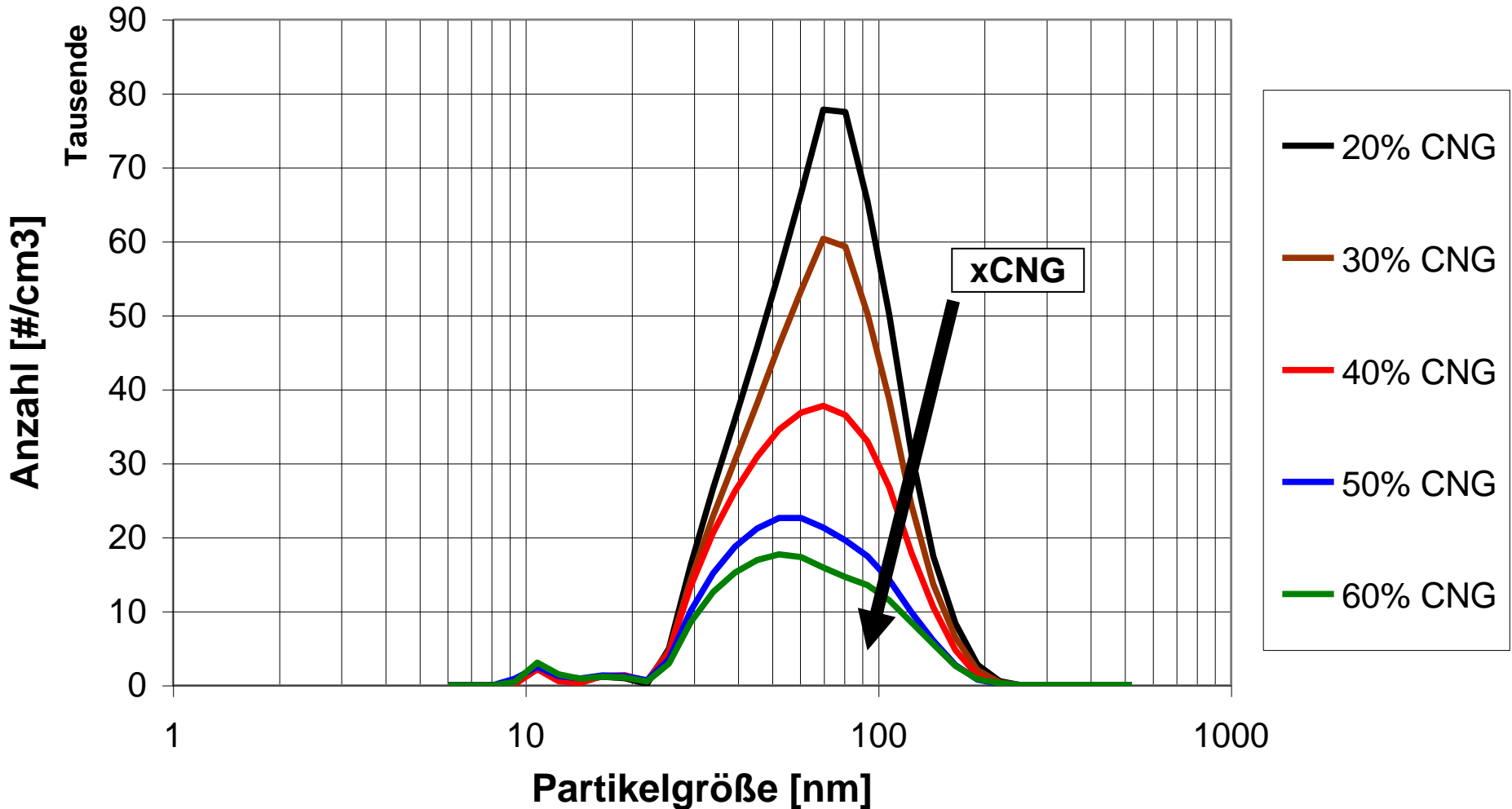
2 Ergebnisse der wiss. Untersuchungen

Partikelverteilung als Funktion des energetischen Erdgasanteils



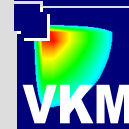
Partikelanzahl als f(CNG-Anteil)

B50
AGRein
Lambda 1,50



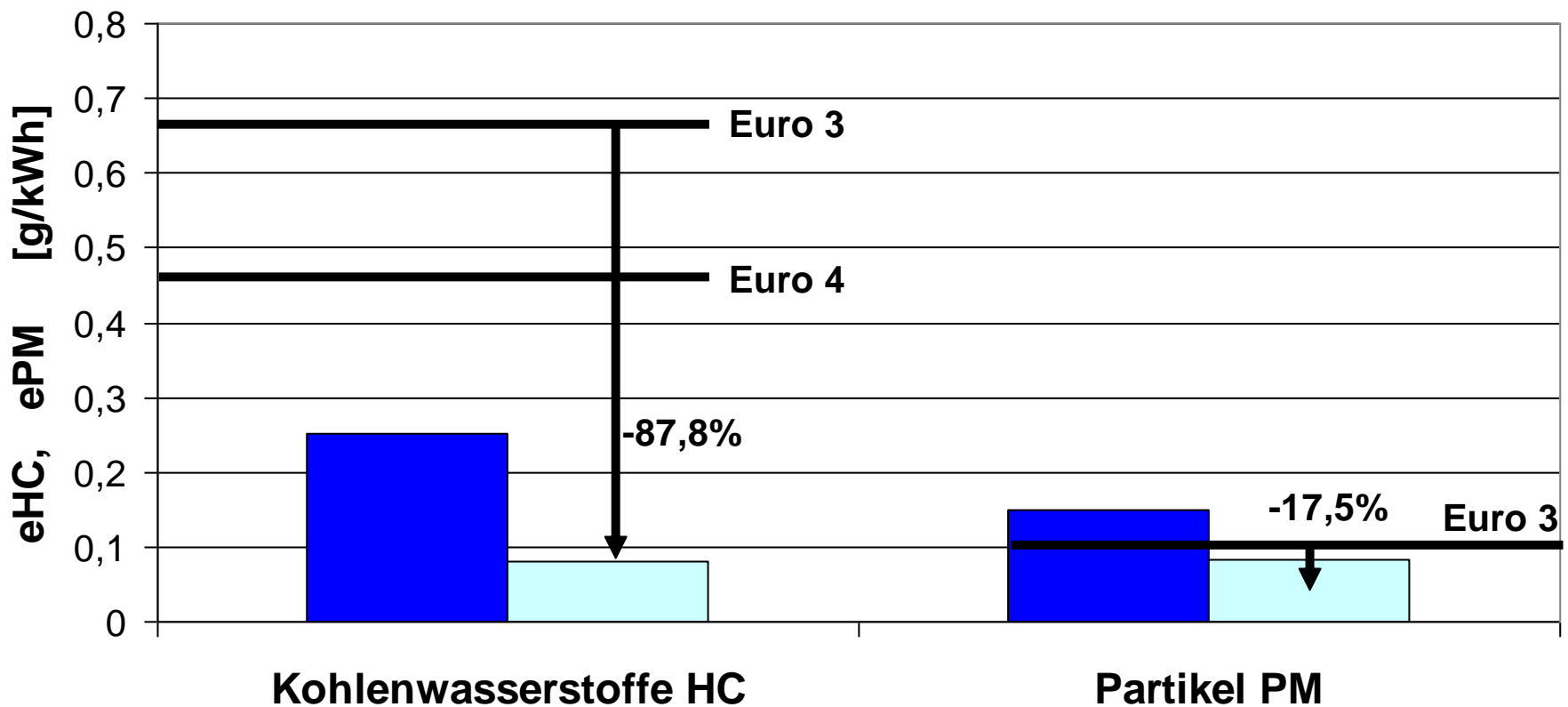
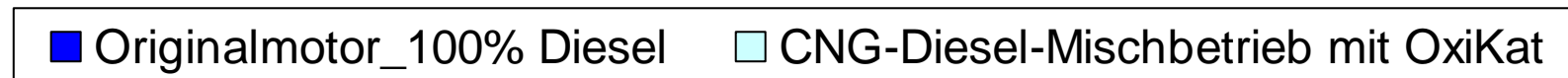
3 Ergebnisse der Zertifizierungstests

ESC-Test nach EU-Norm



ESC-Prüfzyklus

spezifische Emissionen im Vergleich



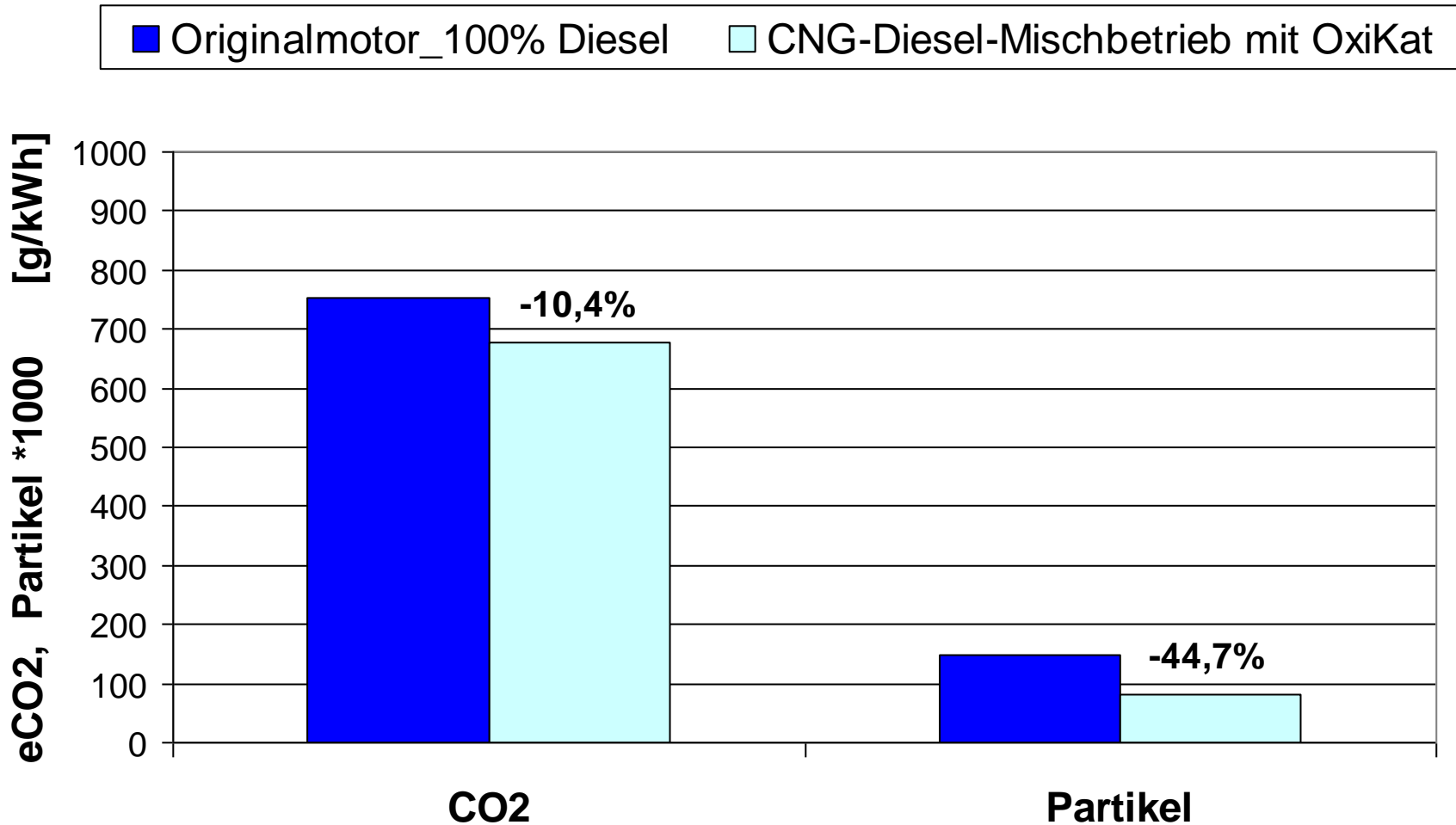
3 Ergebnisse der Zertifizierungstests

ESC-Test nach EU-Norm



ESC-Prüfzyklus

Kenngrößen im Vergleich



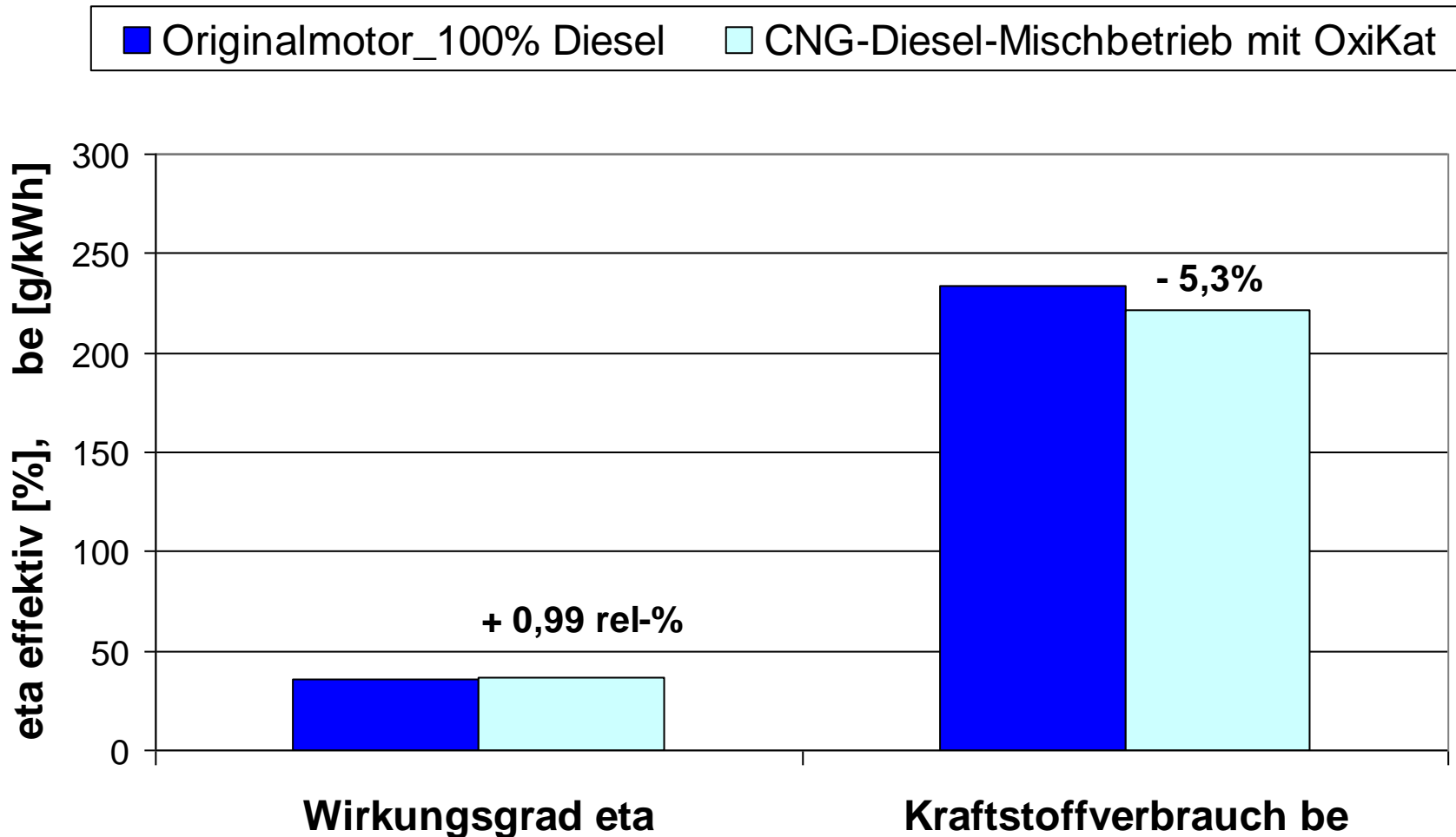
3 Ergebnisse der Zertifizierungstests

ESC-Test nach EU-Norm



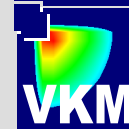
ESC-Prüfzyklus

Kenngrößen im Vergleich



3 Ergebnisse der Zertifizierungstests

ESC-Test nach EU-Norm



Gesamtergebnis des ESC-Testzyklus

	eNO _x	eCO	eHC	ePM	eCO ₂	b _e	eta _e	CNG-Anteil energ.
	[g/kWh]	[g/kWh]	[g/kWh]	[g/kWh]	[g/kWh]	[g/kWh]	[%]	[%]
Euro 3- Grenzwert	5,0	2,1	0,66	0,1	-	-	-	-
100% Diesel, Originalmotor	2,929	1,361	0,251	0,149	754,3	233,6	36,1	0
Zweistoffbetrieb	4,133	0,048	0,080	0,0825	676,2	221,22	36,5	52,06
Differenz [%] Zweistoffbetrieb zu Euro 3	-17,3	-97,7	-87,8	-17,5	-	-	-	-
Differenz [%] Zweistoffbetrieb zu Originalmotor	+41,1	-96,5	-68,0	-44,7	-10,4	-5,3	+ 0,99 rel-%	-

Angaben für eCO₂, b_e und eta_e ohne Wichtung und ohne LL-Anteil
CNG-Anteil im Zweistoffbetrieb ohne LL: 55,98%

4 Zusammenfassung

Erdgas-Diesel-Mischbetrieb



- **Lastenheft und Ziele wurden vollständig erfüllt**
 - **energetischer Erdgasanteil 56%**
 - **keine Einbußen bei effektivem Wirkungsgrad im Vergleich zum Basisdieselmotor**
 - **in Relation zum Ottomotor signifikant gesteigerter Wirkungsgrad (+25%)**
 - **> 600h Prüfstands-Motorbetrieb**
 - **Euro 3-Norm in allen vier Emissionskomponenten erreicht**
 - **Euro 4-Norm für die Komponenten HC und CO durch den Einsatz eines Oxidationskatalysators erreicht**
 - **CO₂-Einsparung von 10,4%**
- **großes Kraftstoffkosten-Einsparpotential**
- **Reduzierung der Rußemission um 40 % – 50 %**



- **Zusammenspiel von Diesel-Erdgas-Mischbetrieb mit hochmodernen Common-Rail-Dieselsystemen**
- **Potentiale durch Pilotinjektion und Nacheinspritzung**
- **Zusammenspiel von Diesel-Erdgas-Mischbetrieb und einer vollvariablen Ventilsteuerung**
- **Erweiterung des Anwendungsbereiches (PKW, light duty)**
- **Schritt zu Euro 4 ,5 und 6**
- **weitere denkbare Kraftstoffkombinationen**

**Diesel
Biodiesel
Pflanzenöl**

+

**CNG
Biogas
Wasserstoff**



Herzlichen Dank für Ihr Interesse.