



**Deutsches Zentrum  
für Luft- und Raumfahrt e.V.**  
in der Helmholtz-Gemeinschaft



INSTITUT FÜR ENERGIE-  
UND UMWELTFORSCHUNG  
HEIDELBERG



**ludwig bolkow  
systemtechnik**



# Fachworkshop

## Erdgas im schweren Lkw – Entwicklungspotenziale der Motorentechnologien

### Vorstellung der aktuellen Untersuchungsergebnisse aus der MKS

Dipl.-Ing. Reinhold Wurster (LBST, Ludwig-Bölkow-Systemtechnik)

Dipl.-Ing. Andreas Lischke (DLR, Institut für Verkehrsforschung)

---

BMVI, Berlin, 15.10.2015

# Ziele und Ergebnisse

---

## Ziele

- Analyse von Hemmnisse bei der zukünftigen Nutzung von Gas als Kraftstoff für schwere Lkw
  - Kostenbetrachtung
  - Infrastrukturbedarf laut AFID sowie aus erstem Fachworkshop
  - THG-Emissionen und Rolle von Bio-/EE-Methan sowie der Motorentechnik
- Handlungsempfehlungen zur Überwindung

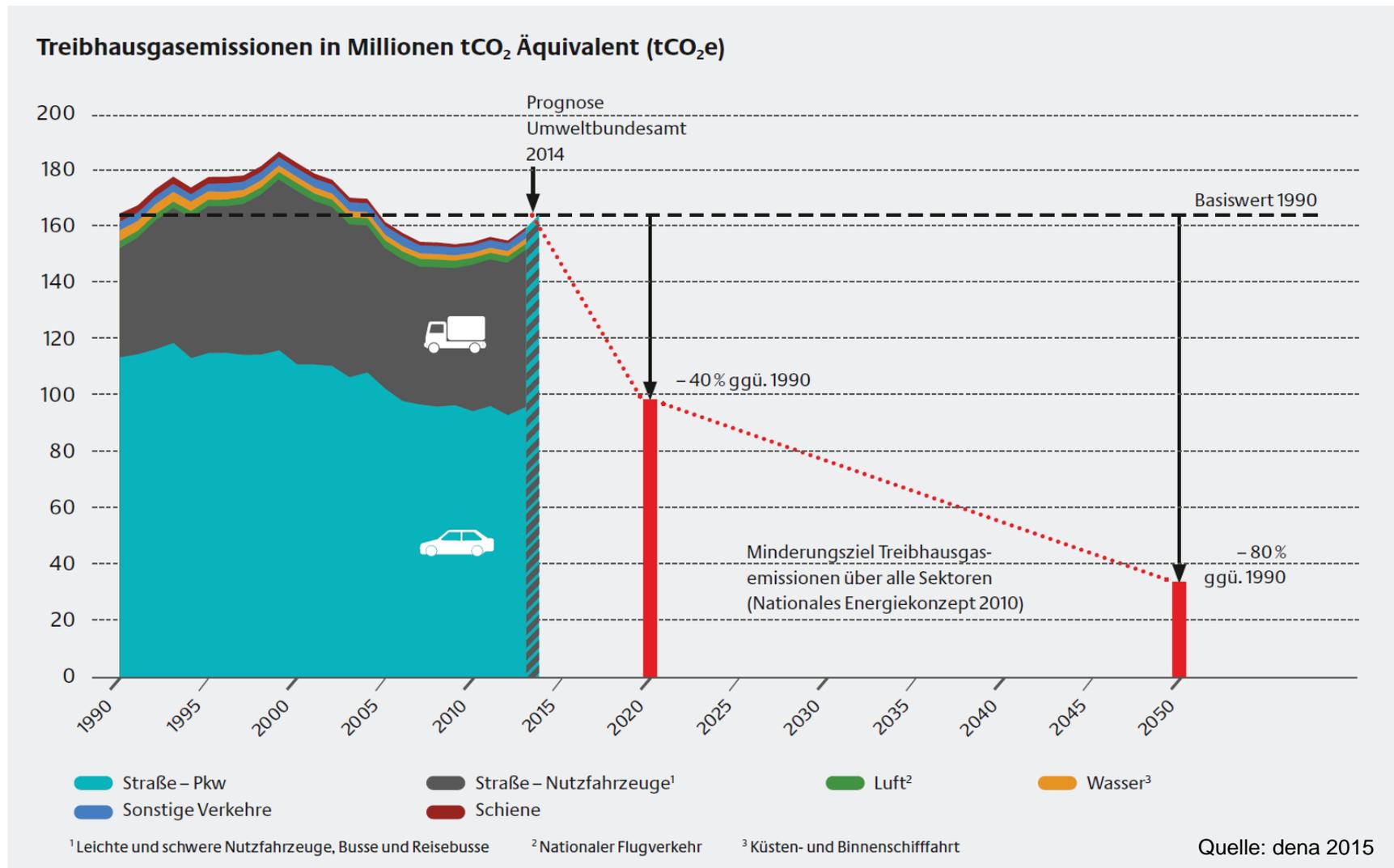
## Ergebnisse (Präsentation)

- Potenziale der Motorentechnik
- Ausblick



Quelle: Shell Lkw-Studie

# THG-Emissionen des Verkehrs 1990-2014



# Motorenkonzepte für Lkw

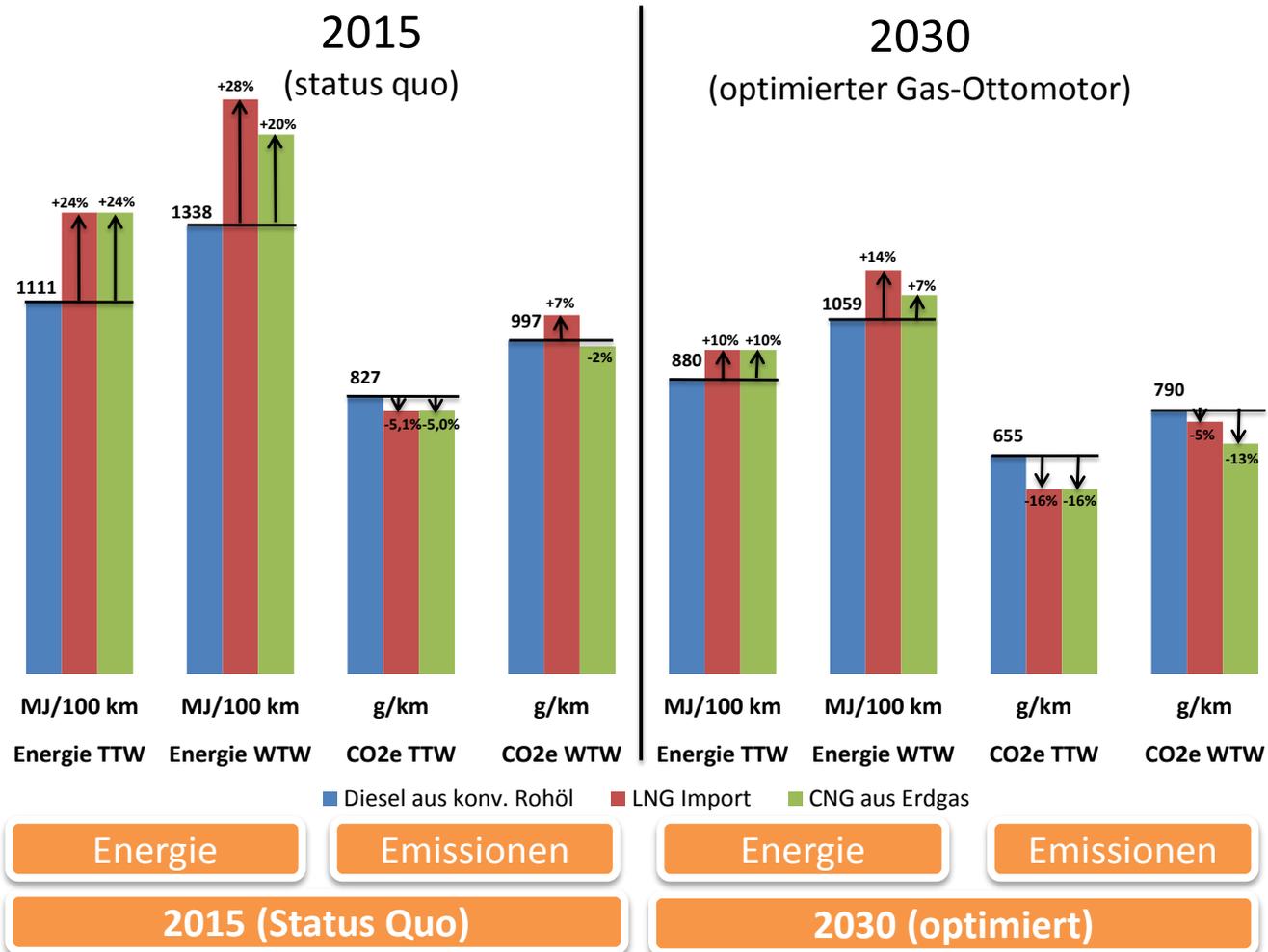
	Monofuel – Stöchiometrisch ( $\lambda=1$ )	Monofuel – Magerbetrieb ( $\lambda>1$ )	Dual-Fuel	HPDI (High Pressure Direct Injection)
Substitution mit Erdgas und Betriebsweise	100 % (reiner Gasbetrieb)		< 70 % (kein reiner Gasbetrieb möglich)	< 95 % (kein reiner Diesel- oder Gasbetrieb möglich)
Motorleistung	Heute ca. 340 PS Bis 2030 >400 PS möglich		>450 PS möglich	
Abgasminderung Euro VI	3-Wege-Katalysator	SCR	SCR + DPF	SCR + DPF
Schadstoff-/ Schallemission (Lärm)	PM, NOx: mindestens -50 % gegenüber Diesel Euro VI; Motorschall ca. -10 % gegenüber Diesel	Konkrete Zahlen nicht vorhanden	Heute: keine Einhaltung Euro VI; Motorschall wie Diesel	zulassungsfähig („designed to meet“) Euro VI und EPA 2014; Motorschall wie Diesel
Entwicklungsstand	Ausgereift, bereits im Einsatz	Herausfordernd	Euro V ausgereift Euro VI in Entwicklung	in Erprobung

DPF = Diesel-Partikel-Filter; SCR = Selektive katalytische Reduktion; PM = Rußpartikel; NOx = Stickoxide; HPDI = Hochdruck-Direkteinspritzung;  $\lambda$  = Lambda

# Emissionen Fernverkehrs-Lkw

## Diesel – LNG – CNG Vergleich mit optimiertem Gasmotor

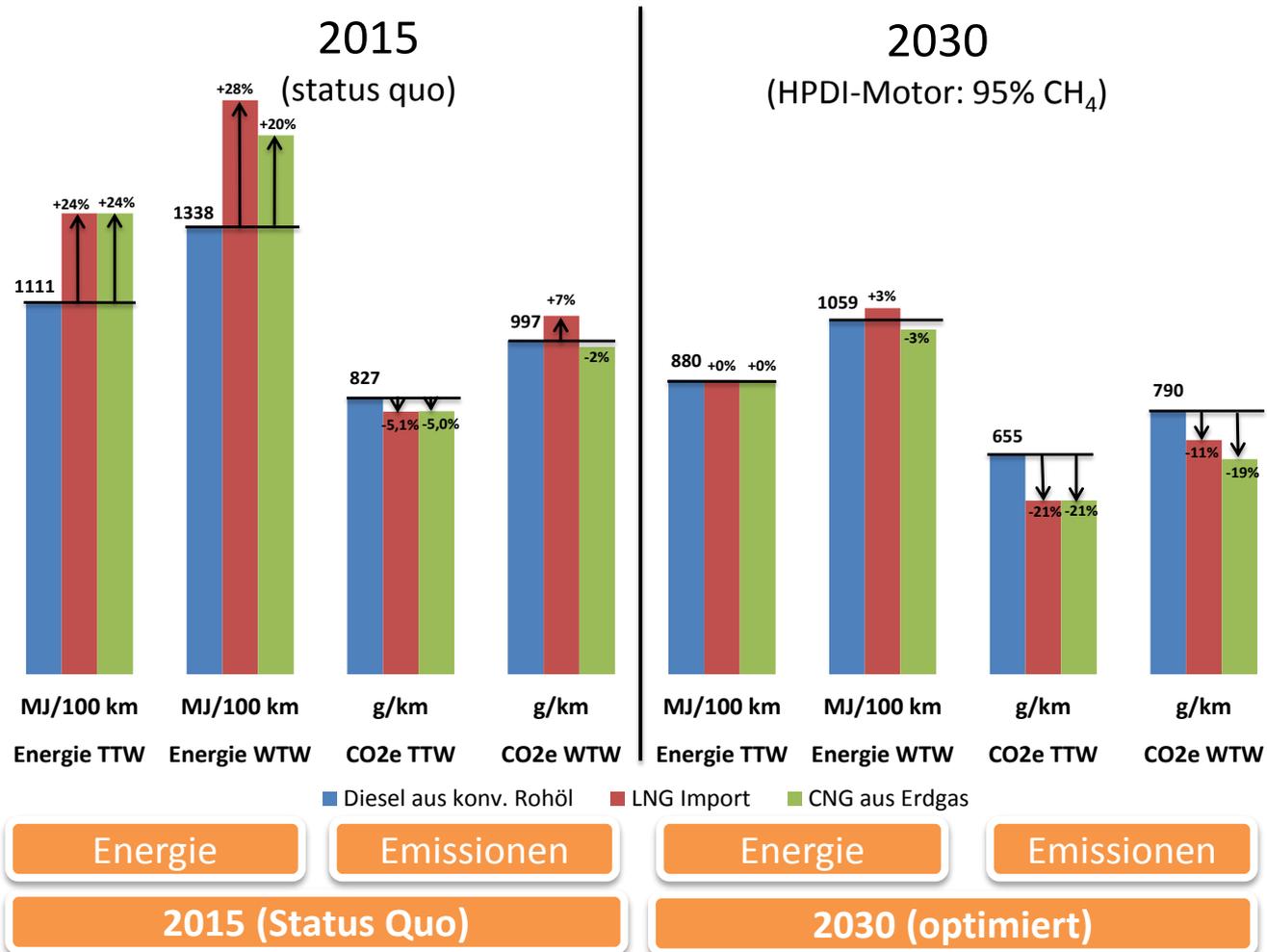
- THG-Emissionen schwerer Nutzfahrzeuge (N3) tank-to-wheel (TTW) und well-to-wheel (WTW) und well-to-wheel (WTW)



# Emissionen Fernverkehrs-Lkw

## Diesel – LNG – CNG Vergleich mit HPDI-Motor

- THG-Emissionen schwerer Nutzfahrzeuge (N3) tank-to-wheel (TTW) und well-to-wheel (WTW)



# Potenziale der Motorentechnik

---

- Gasmotormehrverbrauch gegenüber Diesel liegt heute bei bis zu 24% und kann bis 2030 auf 10% abgesenkt werden → THG-Emissionen abhängig von der Kraftstoffvorkette
- HPDI-Motoren könnten bis 2030 die Energieeffizienz des Dieselmotors erreichen → nennenswerte THG-Reduktionen auch mit fossilem Methan möglich („fuel switch“) [evtl. bereits früher]
- Verbesserte Gasmotoren werden nicht ganz die Wirkungsgrade von HPDI-Motoren erreichen
- Alle bisher konkret diskutierten Motorentechniken lassen sich sowohl mit CNG als auch mit LNG (umgewandelt in Gasphase an Bord des Lkw) betreiben

# Handlungsempfehlungen zu Motorentechnik

- Entwicklung von hocheffizienten Lkw-Motoren für Methan (wie z.B. im HDGAS-Projekt Technologie-neutral)
- Schaffung von Rahmenbedingungen für die Wirtschaftlichkeit von CNG/LNG (Vergleich zu Diesel) bzw. von Rahmenbedingungen / Anreizen durch Formulierung von Effizienzzielen für schwere Lkw (unterstützt durch eine gleichzeitige Regulierung der Kraftstoffe bezogen auf Anteil Erneuerbarer)
- Honorierung der klimaschutzpolitischen und wirtschaftlichen Aspekte einer Umstellung von Diesel auf CNG, LNG sowie Bio-Methan, EE-Methan oder EE-Diesel



# Erwartungen aus Sicht der Begleitforschung

---

- Aussagen, wie THG-Emissionen im schweren Lkw-Verkehr (insbesondere Fernverkehrs-Lkw) mit fossilem Methan kurzfristig maximal reduziert werden können und sollen
  - 1) mit HPDI-Motoren im Einsatz in schweren Lkw mit verlängerter Zugmaschine und CNG-Speicherung für >2.000 km unter Einsatz von pipelinegebundenem Erdgas (2020+)
  - 2) mit HPDI-Motoren im Einsatz in schweren Lkw mit LNG in bestehenden Lkw-Geometrien bis zu ca. 1.600 km (2020+)
  - 3) mit verbesserten leistungsstarken Gasmotoren in schweren Lkw mit verlängerter Zugmaschine und CNG-Speicherung für > 2.000 km unter Einsatz von pipelinegebundenem Erdgas
  - 4) mit verbesserten leistungsstarken Gasmotoren in schweren Lkw mit LNG in bestehenden Lkw-Geometrien bis zu ca. 1.400 km

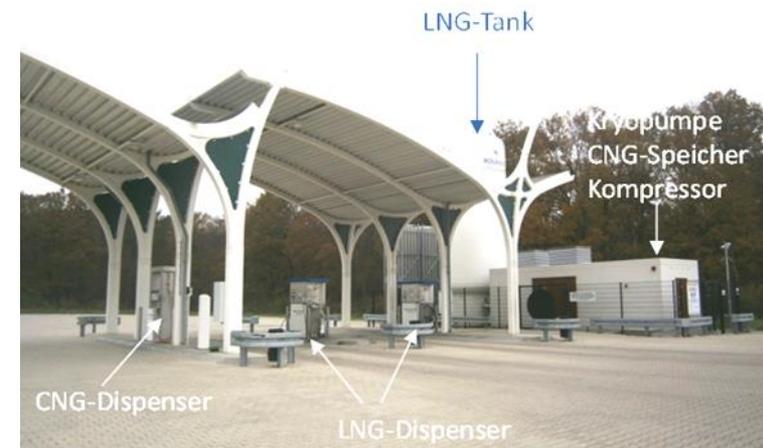
# Ausblick auf MKS Studie

## ■ Kostenbetrachtungen

- Mehrpreis für LNG-Fahrzeuge durch geringere Kraftstoffkosten heute nach 4-5 Jahren amortisierbar
- ohne weitere Steuerermäßigung für Erdgas kein „Business case“ möglich

## ■ Infrastrukturbedarf (AFID)

- Betrachtung von Standorten (drei Herangehensweisen)
- LNG/CNG-Tankstellen nach einheitlichen Normen bzw. gesetzlichen Anforderungen (bis 31.12.2016)
- Nationaler Strategierahmen bis November 2016



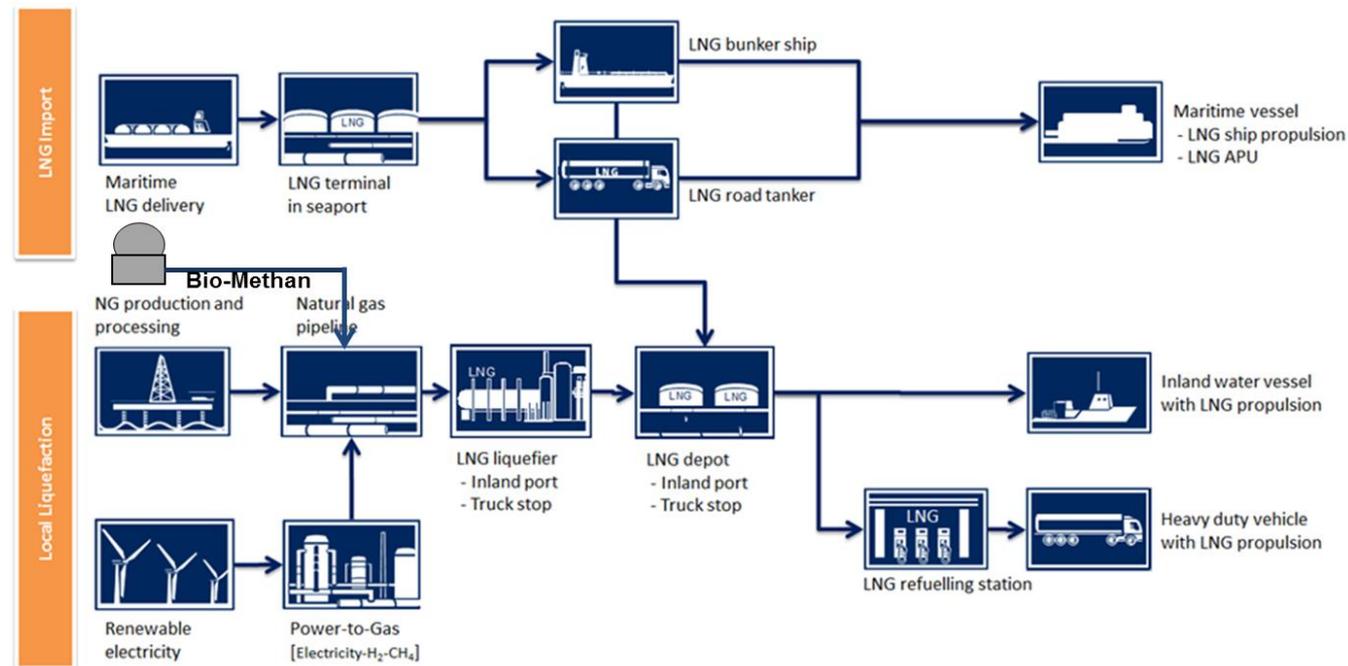
Quelle: Wurster (LBST)

# Ausblick auf MKS Studie

## ■ Rolle von Biomethan und synthetischem Methan (EE)

- Anteil an erneuerbarem Methan ausschlaggebend für Minderungspotenzial THG-Emissionen im Lkw-Fernverkehr
- Kraftstoffbereitstellungskosten erneuerbar vs. fossil

- Komponenten Einsatzbereit
- Biomethananteil steigerbar



---

## Andreas Lischke

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt

Institut für Verkehrsforschung

[www.DLR.de/vf](http://www.DLR.de/vf)

Tel.: 030 / 67055-236

[andreas.lischke@dlr.de](mailto:andreas.lischke@dlr.de)

## Reiner Wurster

Ludwig-Bölkow-Systemtechnik

[www.lbst.de](http://www.lbst.de)

Tel.: 089/608110-33

## Karin Naumann

DBFZ Deutsches

Biomasseforschungszentrum

## Christoph Heidt

ifeu - Institut für

Energie- und Umweltforschungs-  
zentrum Heidelberg GmbH