



**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

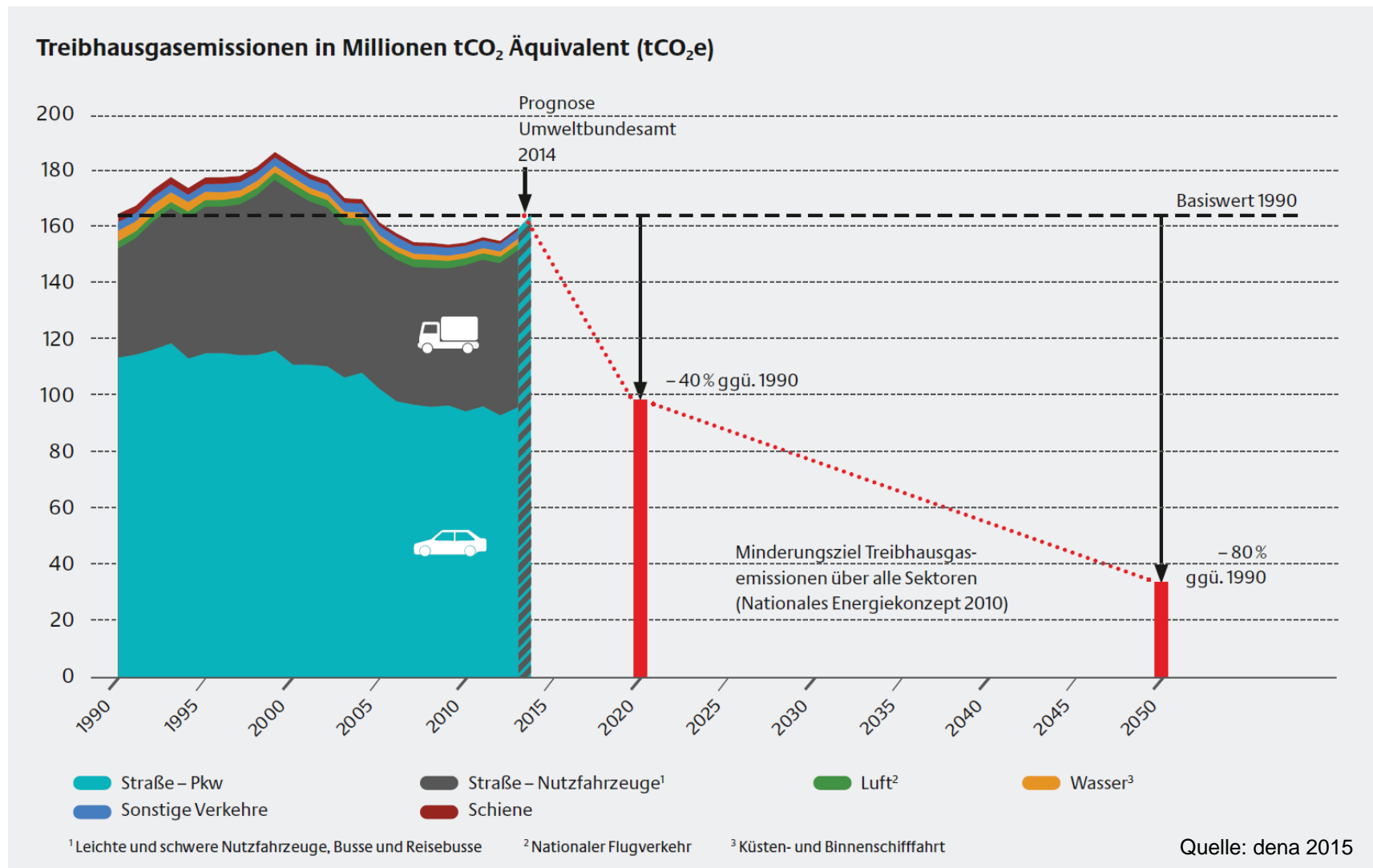
Ergebnisse (Präsentation)

- Potenziale der Motorentechnik
- Ausblick



Quelle: Shell Lkw-Studie

THG-Emissionen des Verkehrs 1990-2014



Motorenkonzepte für Lkw

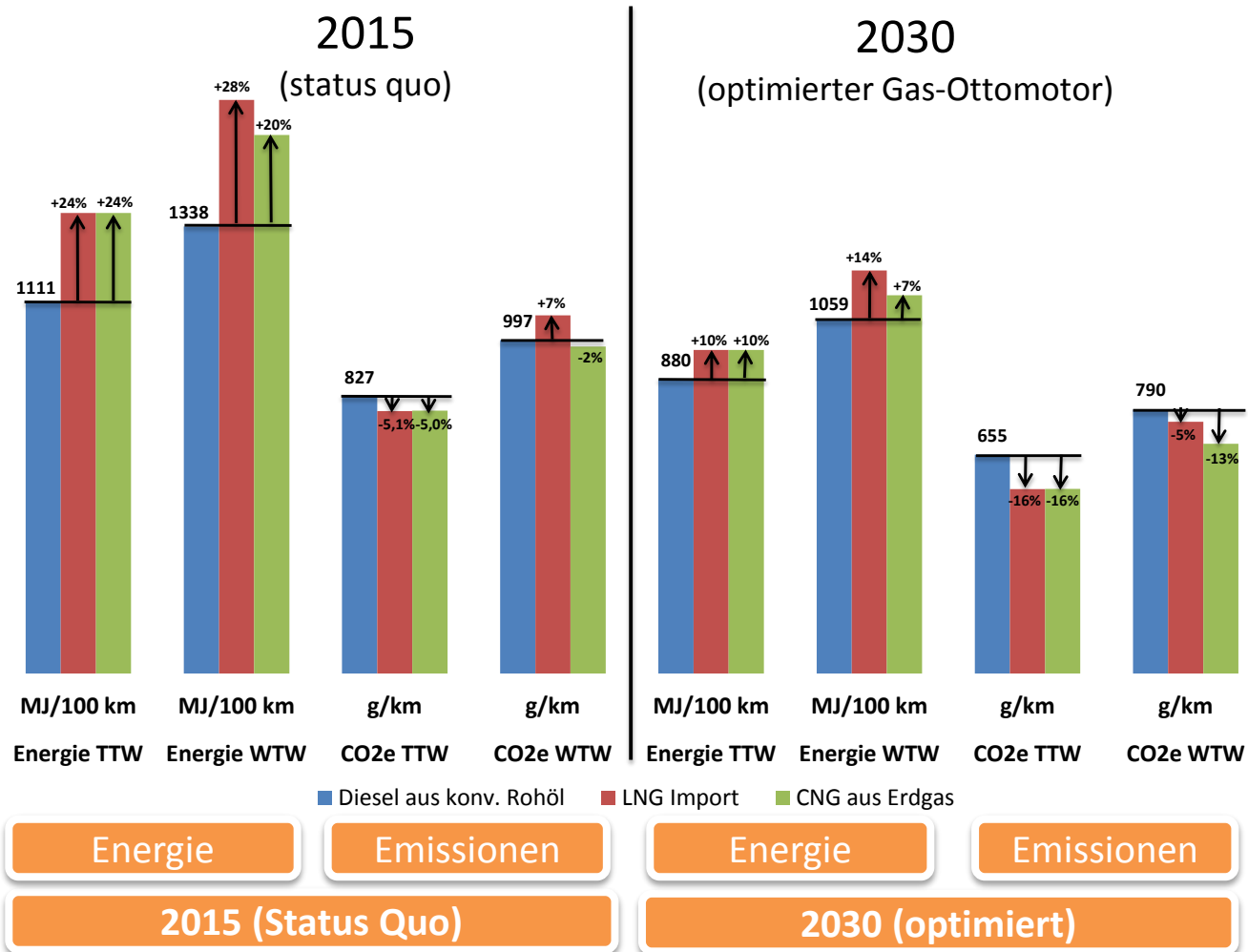
| | Monofuel – Stöchiometrisch ($\lambda=1$) | Monofuel – Magerbetrieb ($\lambda>1$) | Dual-Fuel | HPDI (High Pressure Direct Injection) |
|---|--|---|--|--|
| Substitution mit Erdgas und Betriebsweise | 100 % (reiner Gasbetrieb) | | < 70 % (kein reiner Gasbetrieb möglich) | < 95 % (kein reiner Diesello- 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; λ = Lambda

Emissionen Fernverkehrs-Lkw

Diesel – LNG – CNG Vergleich mit optimiertem Gasmotor

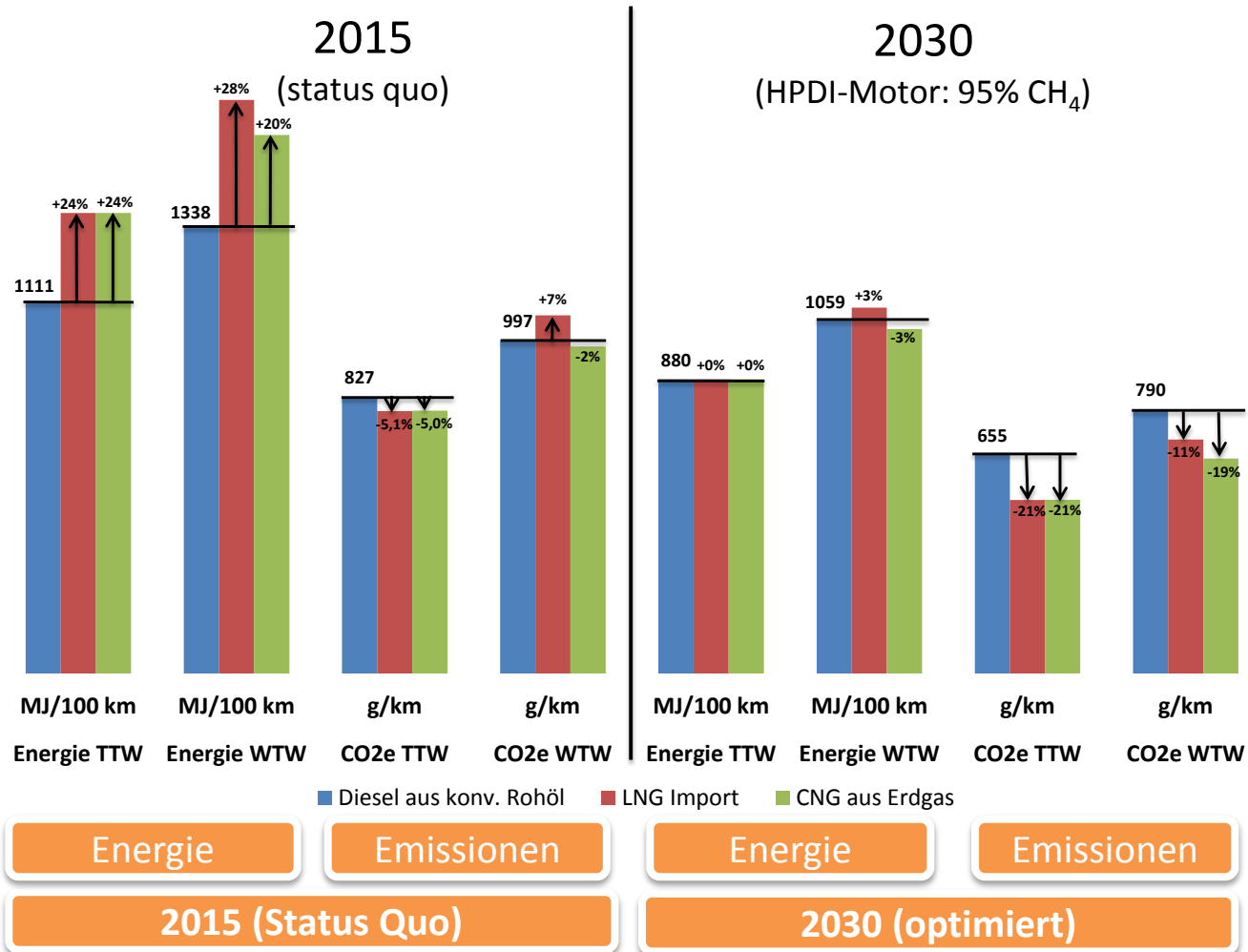
- THG-Emissionen schwerer Nutzfahrzeuge (N3) tank-to-wheel (TTW) und well-to-wheel (WTW) und well-to-wheel (WTW)



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

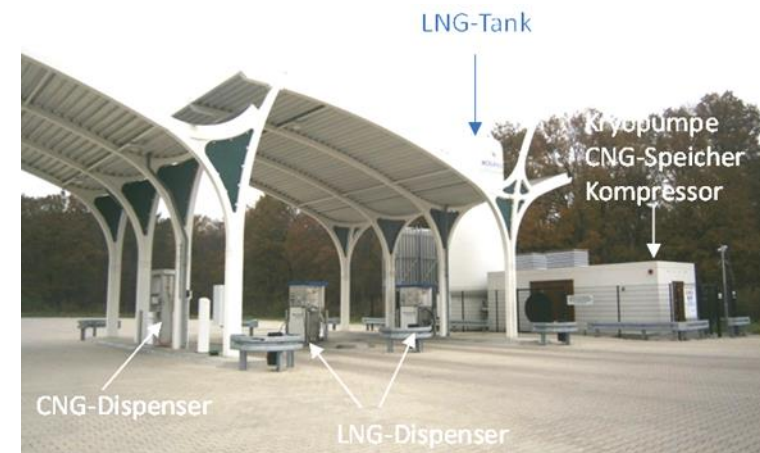
Ausblick auf MKS Studie

■ 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



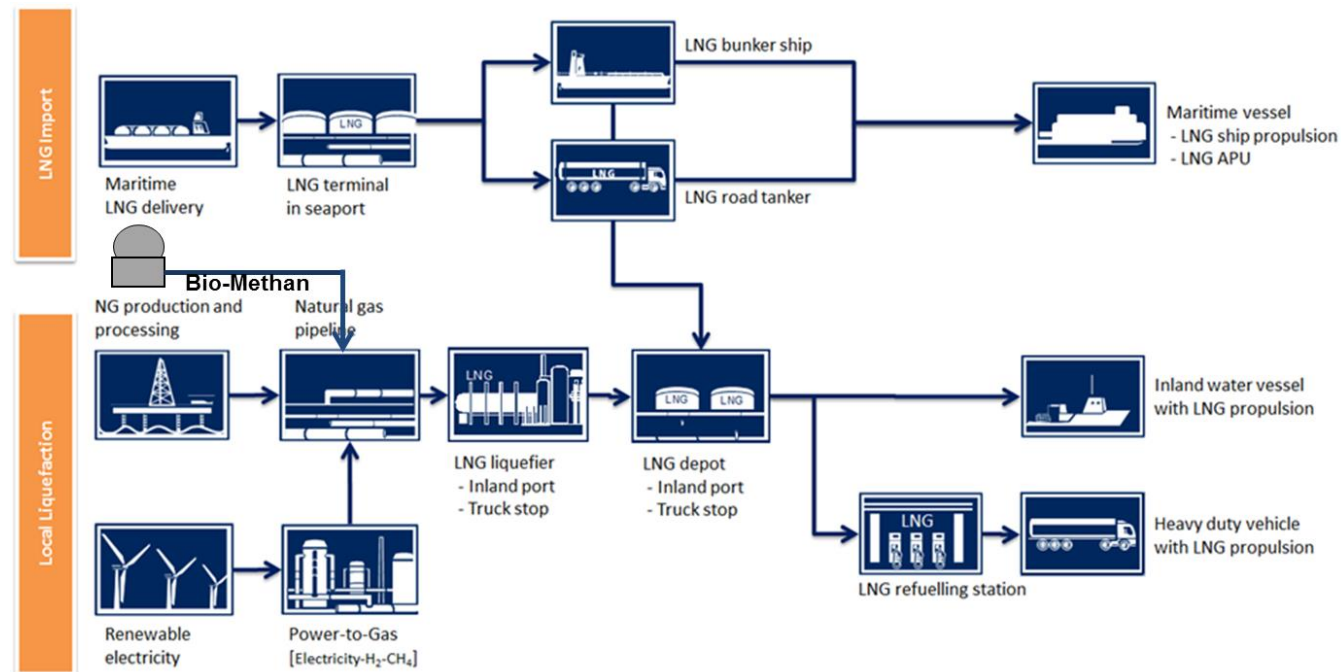
Quelle: Wurster (LBST)

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

Tel.: 030 / 67055-236

andreas.lischke@dlr.de

Reiner Wurster

Ludwig-Bölkow-Systemtechnik

www.lbst.de

Tel.: 089/608110-33

Karin Naumann

DBFZ Deutsches

Biomasseforschungszentrum

Christoph Heidt

ifeu - Institut für

Energie- und Umweltforschungs-
zentrum Heidelberg GmbH