



Alternative Kraftstoffe im Tank -
die Lösung für einen
nachhaltigen
Straßengütertransport?

Dr. Michael Faltenbacher
Ludwigsburg 25.9.2013

Agenda



1. Einführung lebenszyklusbasierte Nachhaltigkeitsbewertung
2. Ganzheitliche Bewertung Kraftstoff- & Antriebskonzepte am Beispiel Biodiesel und Erd-/Biogas
3. Zusammenfassung





Einführung lebenszyklusbasierte Nachhaltigkeits- bewertung

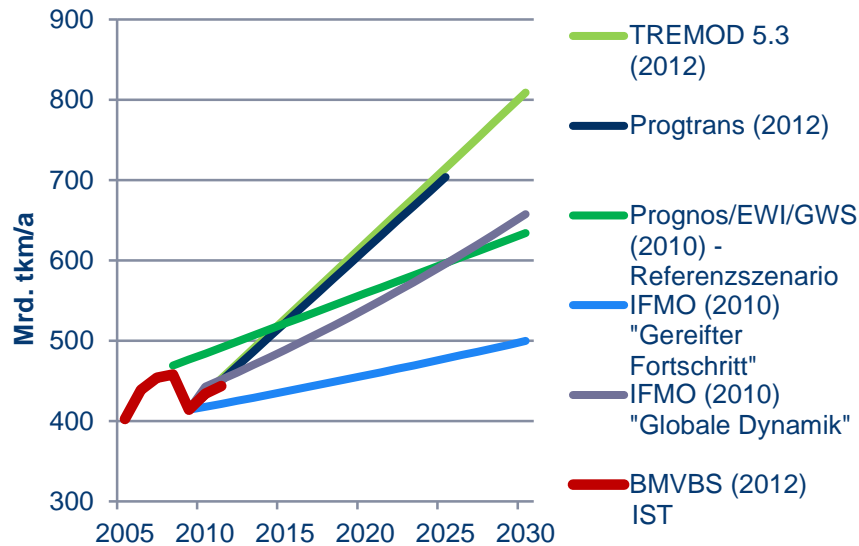
Ausgangssituation

- **Verkehrsentwicklung:** zukünftig weiter steigendes Transportaufkommen
- **Markt:** starker Wettbewerbsdruck für Transportdienstleister/ Fahrzeughersteller
- **Klima- und Umweltpolitik:** Senkung von Energieverbrauch und CO₂-Emissionen, Verschärfung Abgasnormen für Schadstoffe: Euro VI (ab 2014)
- **Kunde:** Nachfrage/Anspruch Transportdienstleister: Anbieter eines wettbewerbsfähigen, nachhaltigen Gütertransports, gilt analog für Nutzfahrzeughersteller
- **Technologie:** Dieselerbrennungsmotor mit Dieseldkraftstoff aus fossilen Quellen und Beimischung Biodiesel (aktuell DE: B7) als aktuelle Referenzantriebstechnologie
- **Technologieentwicklung:** wachsende Anzahl Alternativen zu Selbstzündungsmotor mit Dieseldkraftstoff gegeben sowie Technologien zur Effizienzsteigerung und Sicherheitserhöhung

- Frage: Welche Maßnahmen tragen am effektivsten zu einem nachhaltigen Straßengüterverkehr bei?
- Notwendigkeit einer quantitativen Nachhaltigkeitsbewertung

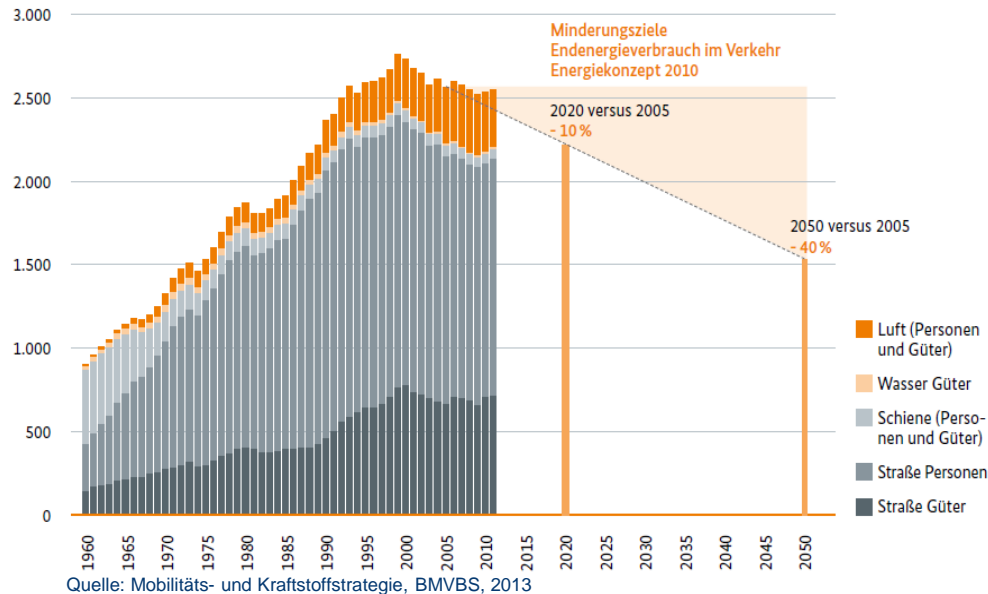
Entwicklung Verkehrsaufkommen – klimapolitische Minderungsziele – ein Spannungsfeld

Prognosen Straßengüterverkehrsleistung



- Es wird von einem deutlich steigenden Güterverkehrsaufwand ausgegangen.
- Bei Betrachtung (mautpfl.) Fzg.km aktuell keine weitere Steigung zwischen 2011/12

Endenergieverbrauch des Verkehrs



- Für Verkehr in DE neben Energieziel kein explizites CO₂ Minderungsziel, allgemeines Ziel für Dt.land: – 40% CO₂ bis 2020 vs. 1990 (-55% bis 2030)
- EU Transport Wh.paper: – 60% CO₂ bis 2050 vs. 1990

→ **Entkopplung Verkehrswachstum – Ressourcenbedarf & Umweltwirkungen erforderlich um die verschiedenen Minderungsziele zu erreichen**

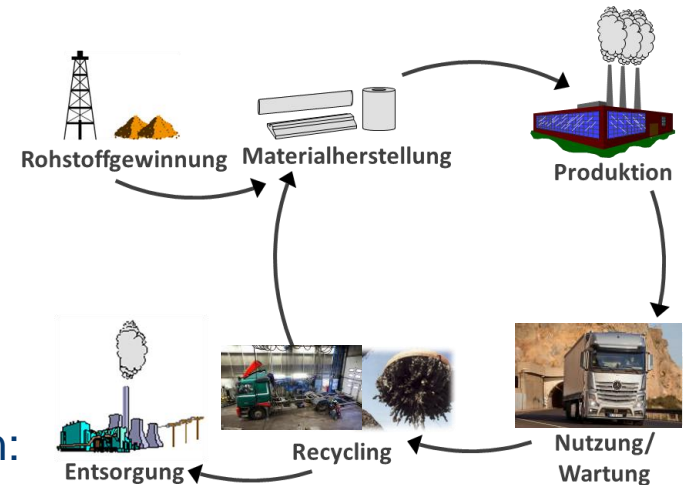
Ansatz für ganzheitliche Nachhaltigkeitsbewertung Straßengüterverkehr

- Ganzheitliche Betrachtung durch Berücksichtigung des gesamten Lebenszyklus



Ansatz für ganzheitliche Nachhaltigkeitsbewertung Straßengüterverkehr

- Ganzheitliche Betrachtung durch Berücksichtigung des gesamten Lebenszyklus
- 2 Bewertungsdimensionen:
 - Ökonomie
 - Ökologie
- Analyse und Vergleich verschiedener Maßnahmen:
 - Kombinationen von Kraftstoff- und Antriebstechnologien (z.B. Dieselblends BXX, GtL, CNG/LNG bzw. Gasmotor, Antriebselektrifizierung etc.)
 - neue Komponenten (z.B. Aerodynamik, Wärmerückgewinnung,...)
 - Optimierung von Komponenten
 - Fahrertraining
- Berücksichtigung konkrete Einsatzbedingungen (Routenprofil, Ladung etc.)
- Berücksichtigung Lebens- bzw. Haltedauer → meist kontinuierliche Fuhrparkerneuerung



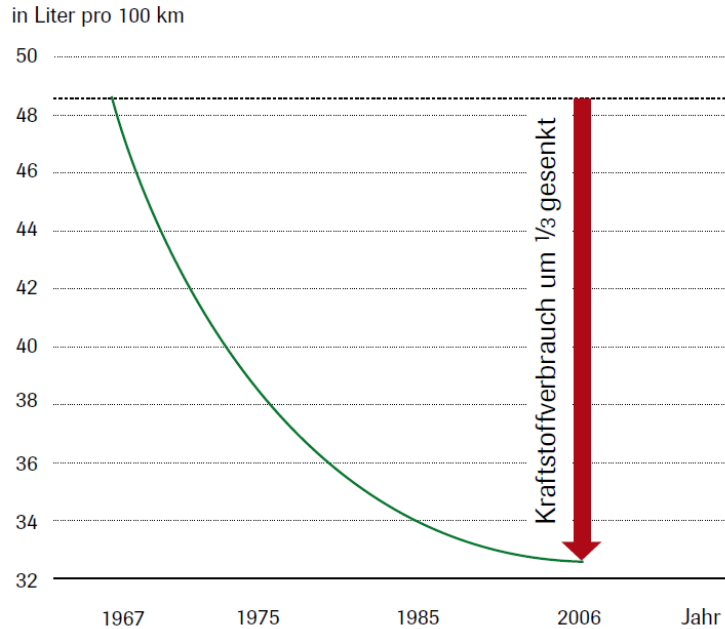
→ **Steigerung der Nachhaltigkeit des Straßengüterverkehrs durch ökonomische & ökologische Bewertung über gesamten Lebensweg**



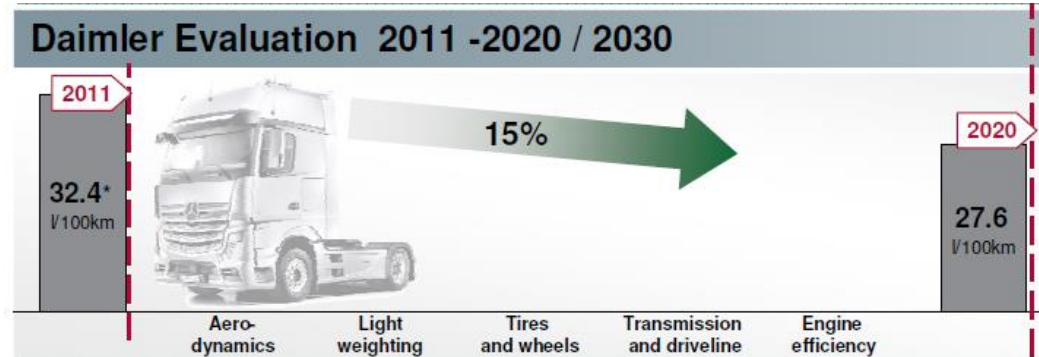
Ganzheitliche Bewertung Kraftstoff- & Antriebskonzepte am Beispiel Biodiesel und Erd-/Biogas

1. Maßnahme: Reduktion Energieverbrauch

Entwicklung Kraftstoffverbrauch (Fernverkehr 40t) bis heute in Zukunft



Quelle: VDA 2008



Quelle: Daimler, 2012

Weitere Studien

- Prognos/EWI/GWS 2010 - Verbrauch Sattelzug
 - 2008 → 30,8 l/100km
 - 2020 → 27,2 l/100km (- 8% vs. 2010)
 - 2030 → 26,8 l/100km (- 8% vs. 2010)
- TREMOD 5.3 2012 – Verbrauch Nutzfahrzeuge
 - 2010 → 30,8 l/100km
 - 2020 → 28,3 l/100km (- 8% vs. 2010)
 - 2030 → 24,6 l/100km (- 20% vs. 2010)

- Reduzierung Verbrauch 40t Lastzug auf 27-28 l/100km (2020) bzw. 25-27 l/100km (2030)
- Verbesserung Kraftstoffverbrauch kann je nach Anstieg Verkehrsleistung kompensieren

→ Zur Erreichung Minderungsziele noch weitere Maßnahmen erforderlich

Welche Optionen gibt es?

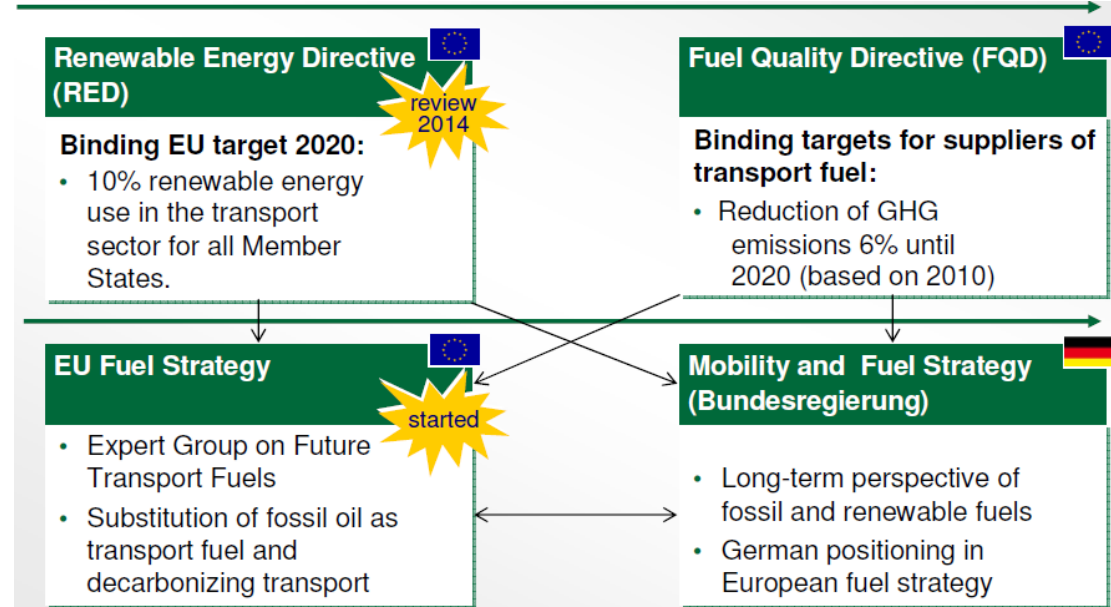
Antriebstechnologie und Kraftstoffe

| | Trucks | Available fuel options |
|---------------|--|--|
| Selbst-zünder | Diesel | <ul style="list-style-type: none"> • Diesel • Gasoline • Methanol, Ethanol, Butanol |
| | | Fremd-gezündet |
| CNG | <ul style="list-style-type: none"> • CNG: Compressed Natural Gas • CBG: Compressed Biogas • LPG: Liquid Petrol Gas • SNG: Synthetic Natural Gas • BTL: Biomass-to-Liquid • CTL: Coal-to-Liquid • GTL: Gas-to-Liquid • HVO: Hydrotreated Vegetable Oil • H₂ • Electricity..... | |
| LNG | | |

Quelle: M. Schuckert/ VDA, 2012

- Kraftstoff für Nfz
- Hier betrachtet

Regulations



Policies

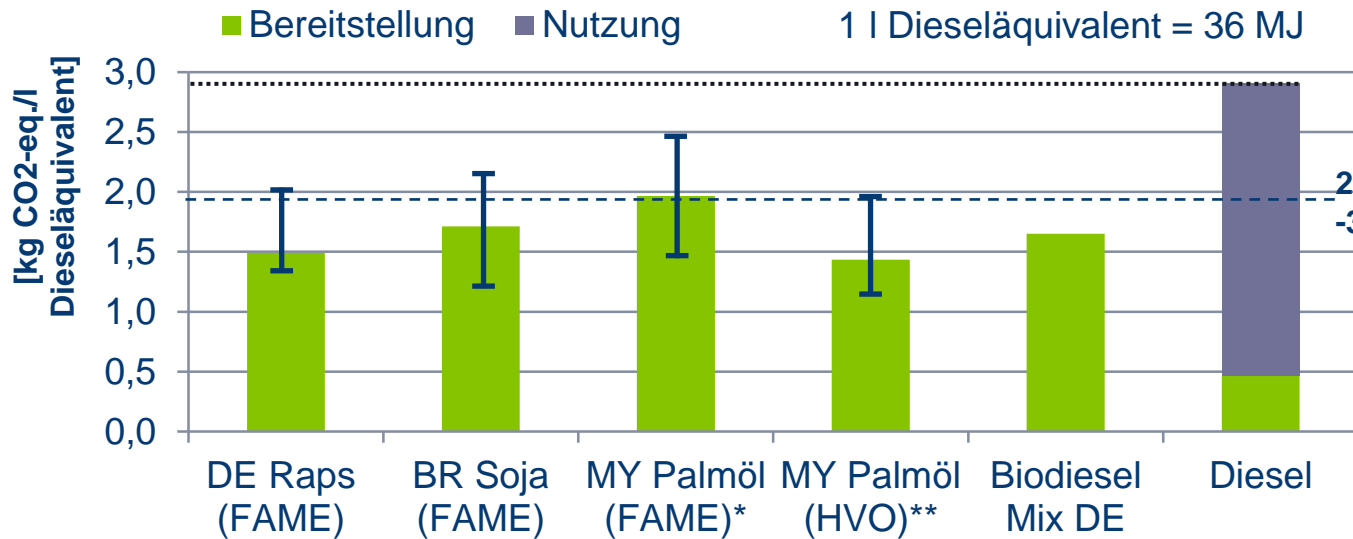
→ Neben technischen Parameter wachsender Einfluss politischer Ziele und Strategien auf Kraftstoff/ Antriebssystem

Kraftstoffsteckbrief – ausgewählte Aspekte

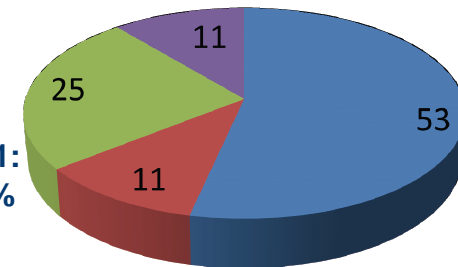
| | |
|-----------------------------|---|
| Biodiesel | <ol style="list-style-type: none"> FAME – Ester auf Basis Pflanzenöl / tierische Fette HVO – Hydrierte Öle auf Basis Ölpflanzen / tierische Fette |
| Fahrzeug | <ul style="list-style-type: none"> Bei B7 keine Modifikation notwendig (EN 590) Herstellerabh. Freigabe für B100 FAME, aktuell nicht für Euro VI B 100 auf Basis HVO unproblematisch („drop-in fuel“) |
| Qualität | <ul style="list-style-type: none"> FAME (Fettsäuremethylester) über DIN EN 14214 (Kältebeständigkeit, Motorölverdünnung, Lagerfähigkeit, Kat“gifte“, PM Filter) HVO (Hydriertes Pflanzenöl) über CEN/TS 15940 |
| Verfügbarkeit | <ul style="list-style-type: none"> Signifikante Anteile aus Importen gedeckt (Palmöl, Soja, Kokos) Vorschlag für überarbeitete RED 2012 begrenzt Ziele für Biodiesel aus Nahrungsmitteln und gibt Anreize für Biodiesel aus Abfallstoffen Nutzungskonkurrenz → „Teller-Tank“ Diskussion (Relation zw. Flächenbedarf Bioenergie, Nahrungsmittel, Fleisch/Milch: 1:5:92) |
| Ökobilanz Bereitstellung | <ul style="list-style-type: none"> Biomasseart und -herkunft (dt. Raps, malays. Palmöl, brasilian. Soja etc.) Verwendung von Nebenprodukten (energetisch, stofflich, Abfall) Einbezug von Landnutzungsänderungen (LUC und ggf. ILUC) |
| Ökobilanz Nutzungsphase | <ul style="list-style-type: none"> Biogene CO₂ Emissionen bei der Verbrennung, kein fossiles CO₂ Schadstoffe: FAME: Verbesserung bis auf NO_x; HVO: Verbesserung Veränderte Wechselintervalle Betriebsstoffe (z.B. Motoröl bei B100 FAME) |
| Preis/Steuer | <ul style="list-style-type: none"> Seit 2013 gilt der volle Mineralölsteuersatz von 45 ct/l. Preis B100 vs. Diesel (B7) ca. +20% → B100 Markt marginalisiert |

Ökologische Analyse Kraftstoffe

Biodiesel aus unterschiedlichen Biomassen (FAME) im Vergleich zu Diesel (ohne ILUC)



Biodieselmix DE 2013



Quelle: UFOP 2013

- Rapsanteil
- Sojaanteil
- Palmanteil
- Kokosanteil

Quelle: PE International 2013, RED 2009

* typischer Wert nach RED, erfüllt 35% Einsparung, bei Berücksichtigung LUC mit Rodung 3,8 kg CO₂-Äq./l Dieseläq.

** bei Berücksichtigung LUC mit Rodung 4,4 kg CO₂-Äq./l Dieseläq

→ Deutliche Einsparungen möglich, aber Herkunft und Anbau entscheidend

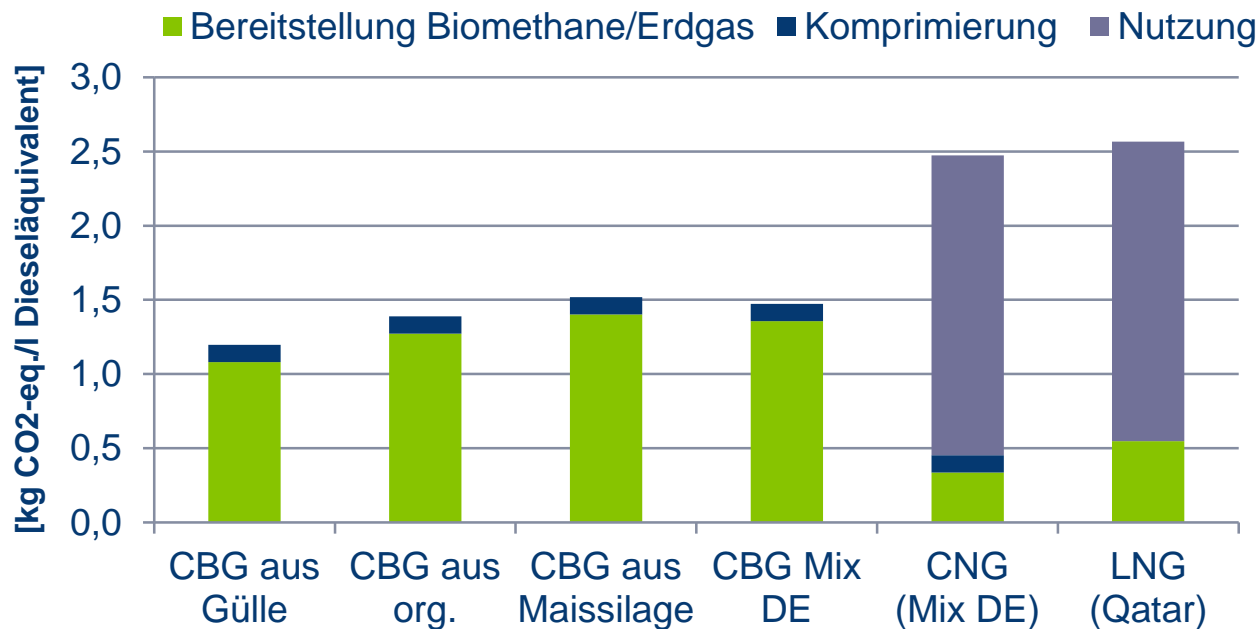
→ Zukünftige Nutzung von Reststoffen vermeidet „Tank-Teller“ Diskussion

Kraftstoffsteckbrief – ausgewählte Aspekte

| Erd-/Biogas | CNG (compressed natural gas) | LNG (liquefied natural gas) | CBG (compressed biogas/-methane) |
|-----------------------------|--|---|--|
| Fahrzeug | Bei Ottomotoren höherer Verbrauch durch ca. 10-15% niedrigeren Wirkungsgrad vs. Dieselmotor, unterschiedliche Reichweiten bzw. Tankgewichte, Standzeiten | | |
| Qualität | <ul style="list-style-type: none"> DIN 51624 | | <ul style="list-style-type: none"> CEN/TC 408 |
| Ökobilanz Gasbereitstellung | <ul style="list-style-type: none"> Transportdistanz Leckageraten Strom für Komprimierung | <ul style="list-style-type: none"> Herkunft (importiert oder Pipelinegas) Verflüssigung energieintensiv | <ul style="list-style-type: none"> Aus Reststoffen oder Energiepflanzen |
| Emissionen | Euro VI vgl. bar mit Diesel, CO ₂ -24% 56g/MJ vs. 74 g/MJ bei Dieselerbrennung | | Euro VI, vorwiegend biogene CO ₂ Emissionen |
| Verfügbarkeit | 900 Tankstellen in DE, wenige für Lkw | Bisher keine Tankstellen in DE, EU Ziel: alle 400 km an TEN-T | Reines CBG an ~120 Tankstellen in DE (2012) Ziel: min. 20% in 2015 |
| Preis | ca. 30% geringere Kosten gegenüber Diesel | | |
| Steuer | Reduzierte Energiesteuer für Erdgas bis 2018 (13,9 €/ MWh statt 31,8 €/ MWh) | | Vollständige Befreiung bis 31.12.2015, danach wie CNG |

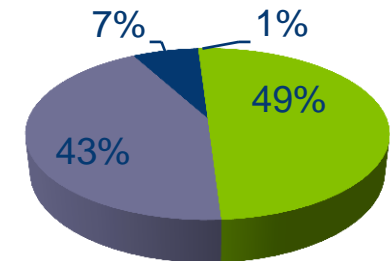
Ökologische Analyse Kraftstoffe – Bsp. Treibhausgase

Bereitstellung von Biomethan/Erdgas (CBG/CNG/LNG)



Quelle: PE International 2013

Eingesetzte Substrate für Biogas Mix DE (2011)

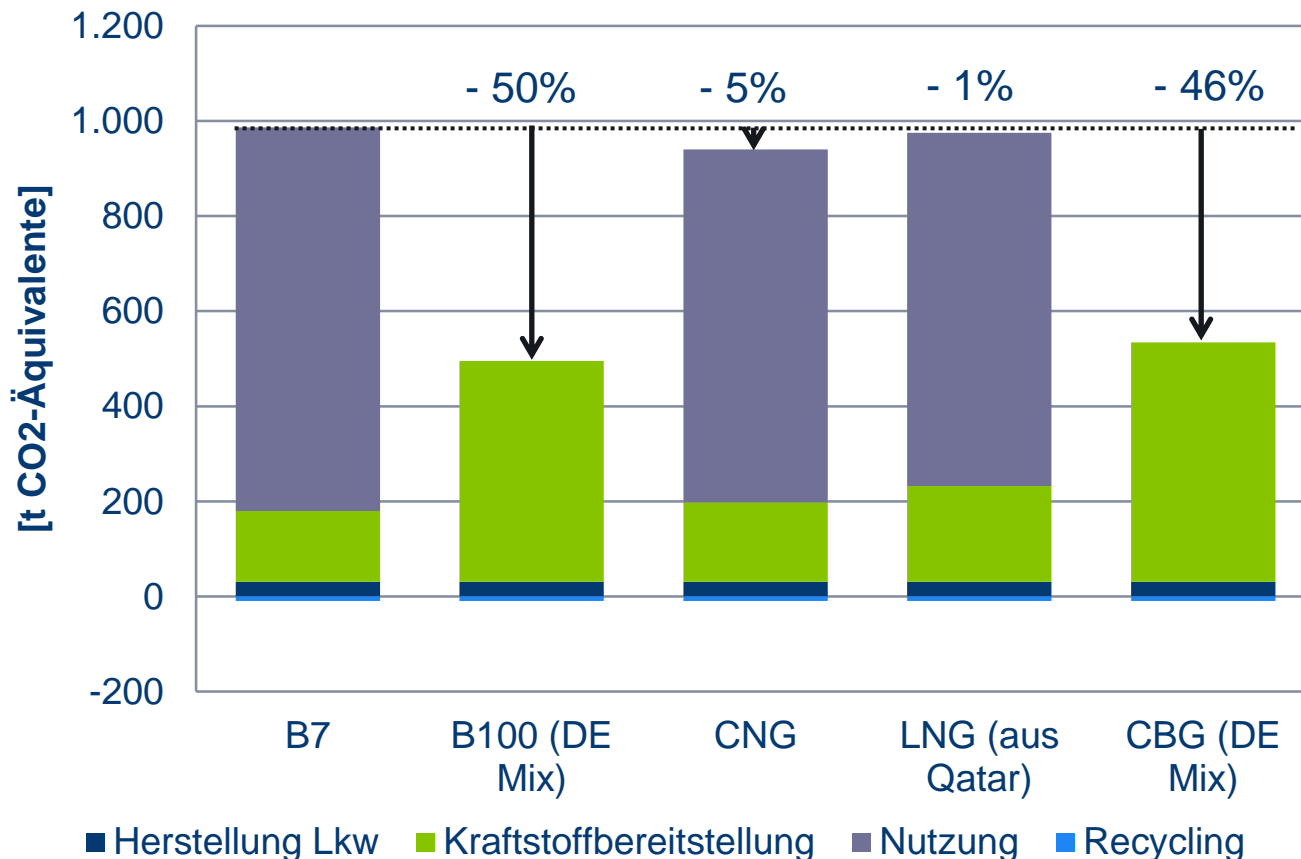


- Energiepflanzen
- Exkremente
- Bioabfall
- Reststoffe

Quelle: FNR 2012

→ Biomethan aus Abfällen/Gülle mit deutlichen THG Einsparungen gegenüber fossilen Kraftstoffen ohne „Teller-Tank“ Diskussion

Ökologische Lebenszyklusanalyse Gesamtfahrzeug



Annahmen:

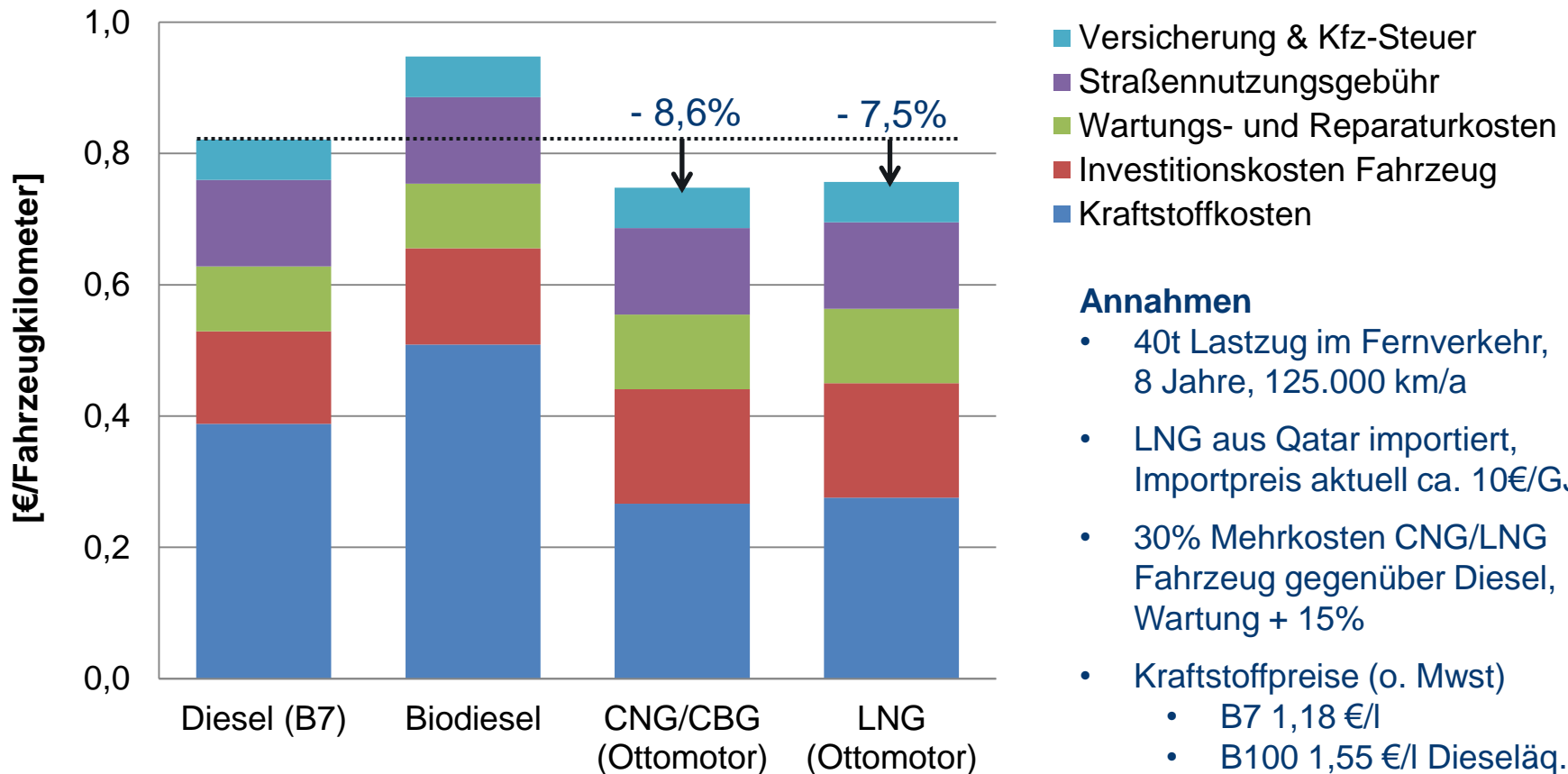
- 40 t Lastzug Fernverkehr
- Laufleistung 1 Million km (8 Jahre, 125.000 km/a)
- Unterschiede der Antriebskonzepte bei der Herstellung des Fahrzeuges nicht berücksichtigt
- Effizienz Erdgasmotor ($\lambda=1$) 12,5% (10 - 15%) niedriger vs. Diesel

Quelle: PE International 2013

→ Vorteile von CNG teilweise durch Mehrverbrauch kompensiert

→ Biokraftstoffe können zur Reduzierung von THG beitragen (Anbau entscheidend)

Ökonomische Analyse – Fahrzeugbezogene Kosten

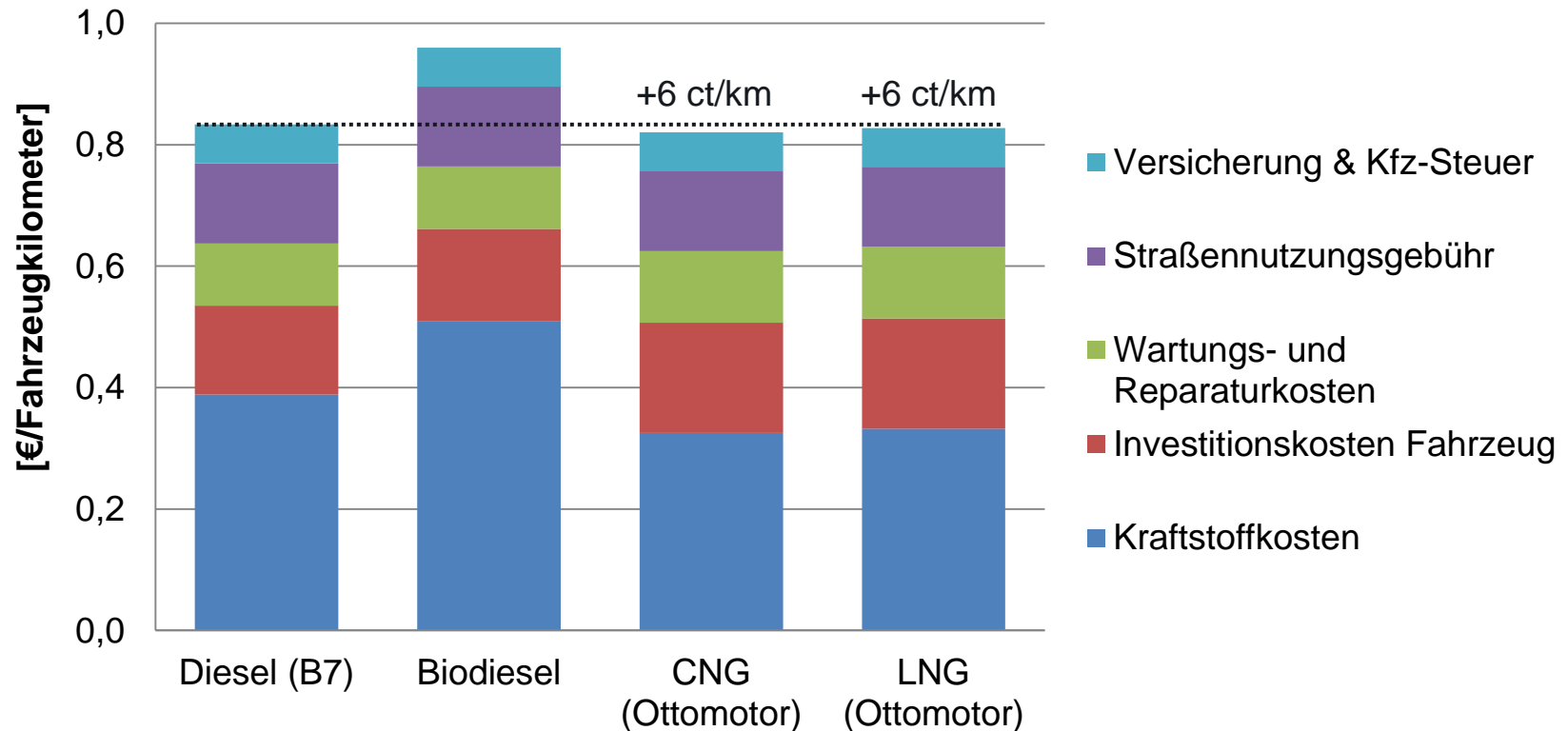


Quelle: PE International, BGL, Kfz Anzeiger, Eurostat, EID, Frost&Sullivan

→ Erdgas ergibt in der TCO ca. 5-10 ct/km Einsparpotential

Ökonomische Analyse – Fahrzeugbezogene Kosten

Szenario: Wegfall reduzierte Energiesteuer Erdgas ab 2019



Quelle: PE International, BGL, Kfz Anzeiger, Eurostat, EID, Frost&Sullivan

→ Volle Besteuerung Erdgas würde Vorteil gegenüber Diesel neutralisieren



Zusammenfassung

Zusammenfassung - Kraftstoff-/ Antriebsvergleich

- Signifikante Effizienzsteigerungen/ Kraftstoffreduktion erzielt, Höhe des Beitrages zu Reduktionszielen von THG/ Energieverbrauch abhängig von tatsächlichen Entwicklung der Verkehrsleistung
- Reduzierung THG & fossiler Energieverbrauch durch Biokraftstoffe möglich, folgende Faktoren sind zu beachten:
 - Herkunft & Anbau der Biomasse sowie Verfügbarkeit, da Flächen begrenzt
→ Nutzungskonkurrenz
 - Qualität des Kraftstoffes
- Biokraftstoffe aus Reststoffen, org. Abfällen oder Gülle mit guter THG Bilanz, keine Nutzungskonkurrenz als Nahrungsmittel.
- Erdgasfahrzeuge mit Vorteilen gegenüber Diesel bei THG, Wirtschaftlichkeit u.a. abhängig von reduzierter Energiesteuer
- Weitere Kraftstoffoptionen: Power-to-gas, BtL, GtL,...
- Neben THG sind aber auch andere Umweltkategorien betrachtet werden (Versauerung, Eutrophierung etc.)

→ Biokraftstoffe können einen Beitrag zur Steigerung der Nachhaltigkeit leisten, bei Berücksichtigung der relevanten Aspekte und N.Kriterien

Zusammenfassung Methodik – Ganzheitliche Lebenszyklusanalyse

1. Transparente Bewertung verschiedener Technologien hinsichtlich
 - Energieeffizienz/ Kraftstoff- und Ressourcenverbrauch
 - Treibhausgase und weitere Umweltwirkung (Smog, menschl. Gesundheit)
 - Kosten inkl. Emissionsvermeidungskosten etc.
2. Identifizierung potentieller Tradeoffs zwischen Umweltwirkungen und/ oder Kosten sowie Lebenszyklusphasen (z.B. Nfz-Betrieb \leftrightarrow Kraftstoffbereitstellung) durch ganzheitliche lebenszyklusbasierte Betrachtung
3. Quantifizierung des aktuellen Umwelt- und Kostenprofils der kompletten Nfz-Flotte einschließlich Vorketten und externer Effekte
4. Transparente und quantitative Informationsbasis bei Fragestellungen zur Umweltrelevanz des Straßengüterverkehrs
5. Kommunikation und Außendarstellung/Imagegewinn gegenüber Stakeholdern (z.B. Mitarbeiter, Kunden, Verwaltung und Politik)

→ Werkzeug für quantitative Entscheidungsunterstützung zur strategischen Fuhrparkausrichtung um Wettbewerbsfähigkeit zu erhöhen

Kontakt

Michael Faltenbacher (Dr.-Ing.)

PE INTERNATIONAL
Hauptstrasse 111-113
70771 Leinfelden-Echterdingen
GERMANY

Phone: +49 – (0)711 341817 29

E-Mail: m.faltenbacher@pe-international.com

Internet: www.pe-international.com

