

# Methanbasierte Kraftstoffe

Was ist das und warum?

Katharina Bär, Christian Müller

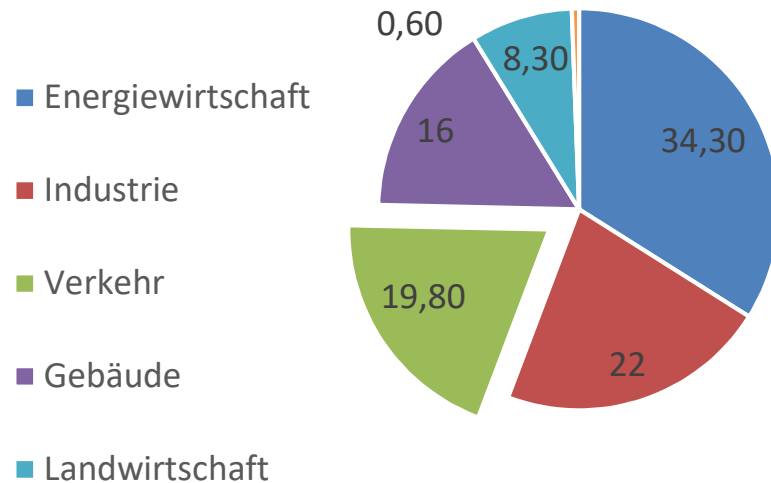
30.06.2023

# Gliederung

1. Motivation
2. Eigenschaften methanbasierter Kraftstoffe
3. Herstellung und Bereitstellung grüner methanbasierter Kraftstoffe

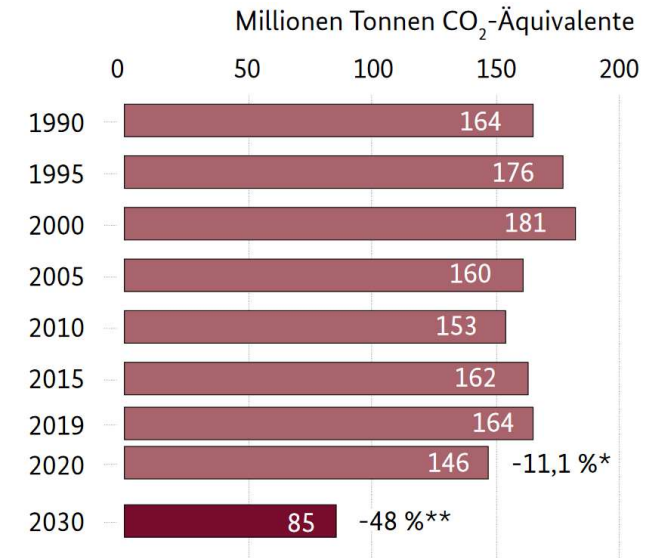
# Motivation

THG-Emissionen in Deutschland (2022)



- 96 % der verkehrsbedingten THG-Emissionen werden durch den Straßenverkehr verursacht
- Davon entfallen 61 % auf Pkw und 35 % auf Nutzfahrzeuge (Lkw und Busse)

Bezugsjahr (2016)



\* Schätzung \*\* Minderungsziel gegenüber 1990

Quelle: UBA (2021)

**Ziel: Senkung der THG-Emissionen im Verkehrssektor!**

# Motivation

- ➔ Clean Vehicle Directive: beschleunigter Markteintritt von alternativen Antrieben im Verkehr wird auf EU-Ebene durch Clean Vehicles Directive forciert
  - Verbesserung der Luftqualität & Senkung des Lärmpegels in den Städten
  - Reduktion der Treibhausgase im Verkehrsbereich
  - Nachfrageimpuls: Wachstum des Marktes für saubere Fahrzeuge & Stärkung der Wettbewerbsfähigkeit
  - Öffentliche Verwaltung soll Vorbildfunktion gerecht werden
  
- ➔ RED: regelt u.a. die Anforderungen an Kraftstoffinverkehrbringer (Biokraft-NachV)
  - Inverkehrbringer ist der sogenannte Quotenverpflichtete und zu einer THG-Minderungsquote verpflichtet. Er ist verpflichtet die THG-Emissionen, der von ihm in Verkehr gebrachten Kraftstoffe um einen festgelegten Prozentsatz zu senken.

Und enthält außerdem Regelungen zum Nachweis der Nachhaltigkeit von Biomasse (BioSt-NachV)

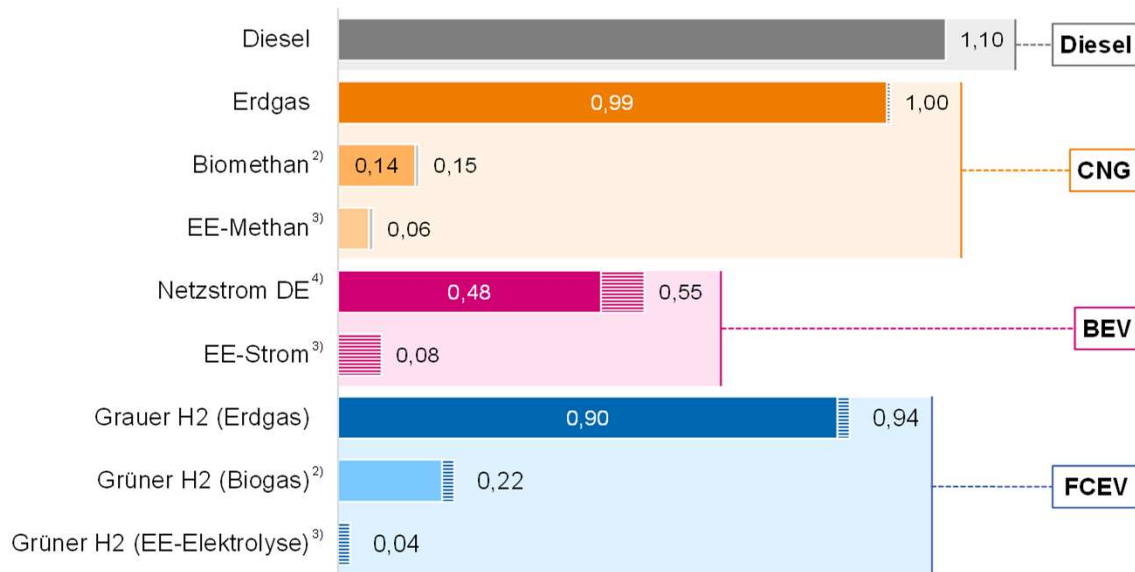
  - Zertifizierung und Zertifizierungsstellen
  - Nachhaltigkeitskriterien und Bestimmungen an die Reduktion von Treibhausgasen für Biomasse

# Alternative Antriebe für Nutzfahrzeuge

## Vergleich der Well-to-Wheel-Emissionen

Well-to-Wheel-Emissionen von Linienbussen in kg CO<sub>2</sub>-eq/km<sup>1)</sup>

≡ H<sub>2</sub>-/CNG-Drucktank    ≡ Batterieherstellung    ≡ Brennstoffzellenherstellung



**Beispiel:  
Linienbusse**

- 1): Fahrzeugnutzungsdauer: 12 a, Fahrleistung, 105.000 km/(Bus\*a)
- 2): Biogas/Biomethan aus Bioabfall
- 3): „Best Case“-Betrachtung (100 % EE-Strom für Ladevorgang/ Kraftstoffproduktion)
- 4): Ladestrom: Strommix Deutschland 2019 – 2030

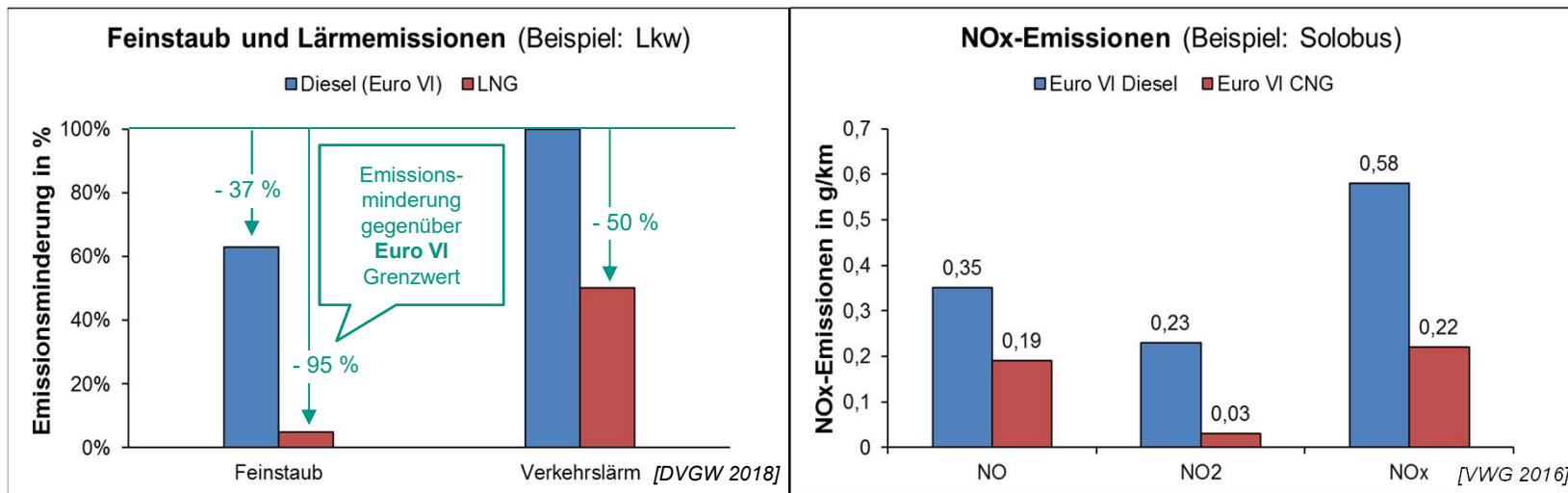
EE-Strom: Strom aus erneuerbaren Energien  
 EE-Elektrolyse: Elektrolyse auf Basis von erneuerbarer elektrischer Energie  
 EE-Methan: Synthetisches Methan aus erneuerbarer elektrischer Energie  
 BEV: Batterieelektrisches Fahrzeug  
 FCEV: Brennstoffzellenfahrzeug

DVGW: Busstudie: Bewertung von Gasbussen für den öffentlichen Personennahverkehr und Vergleich mit Alternativkonzepten (G 201810). 2019



THG-Minderungspotenzial ist stark vom zugrundeliegenden Energieträger abhängig. Grundsätzlich sind alle alternativen Antriebe in der Lage einen nahezu THG-neutralen Betrieb zu gewährleisten

# Motivation: Reduzierung der THG-Emissionen im Verkehr



→ Erdgas-Fahrzeuge zeigen deutlich geringere Feinstaub, Lärm- und NOx-Emissionen im Vergleich zu Euro VI Dieselfahrzeugen

# Status Quo

## Fahrzeugbestand - Lkw

- ➔ Fahrzeugbestand nach Antrieb in **Baden-Württemberg** (Stand: 1. Januar 2020)

	Lkw < 2 t	Lkw 2 - 6 t	Lkw 6 - 12 t	Lkw > 12 t	Sattelzugmaschine
<b>Benzin</b>	17.691	93	12	18	7
<b>Diesel</b>	300.592	32.268	13.996	18.051	24.304
<b>Flüssiggas (LPG)</b>	1.755	6	3	1	-
<b>Erdgas (CNG)</b>	1.704	37	18	18	82
<b>Elektro</b>	2.065	36	3	8	2
<b>Hybrid (inkl. Plug-in)</b>	37	11	1	2	1
<b>Sonstige (inkl. LNG)</b>	27	9	5	4	50
<b>Insgesamt</b>	323.871	32.460	14.038	18.102	24.446



Bestand an (schweren) Nutzfahrzeugen mit alternativen Antrieben nach wie vor gering

# Gliederung

1. Motivation
2. Eigenschaften methanbasierter Kraftstoffe
3. Herstellung und Bereitstellung grüner methanbasierter Kraftstoffe



# Eigenschaften methanbasierter Kraftstoffe

## (Bio-)CNG als Kraftstoff

- Speicherung in Drucktanks bei 200 bar
- Ottomotor, für Einsatz mit gasförmigen methanreichem Kraftstoff optimiert
- Drop-in-fähig: Erdgas, Biomethan und SNG (z.B. via Power-to-Gas) können in beliebigen Mischungen (0 – 100 %) getankt werden.
- Beimischung von Wasserstoff: Aktueller Grenzwert 2 Vol.-%
  - Höhere Konzentrationen werden aktuell in verschiedenen Forschungsprojekten untersucht (z. B. FVV-DVGW-Projekt „*H<sub>2</sub> in the gas network and interaction with gas engines*“)



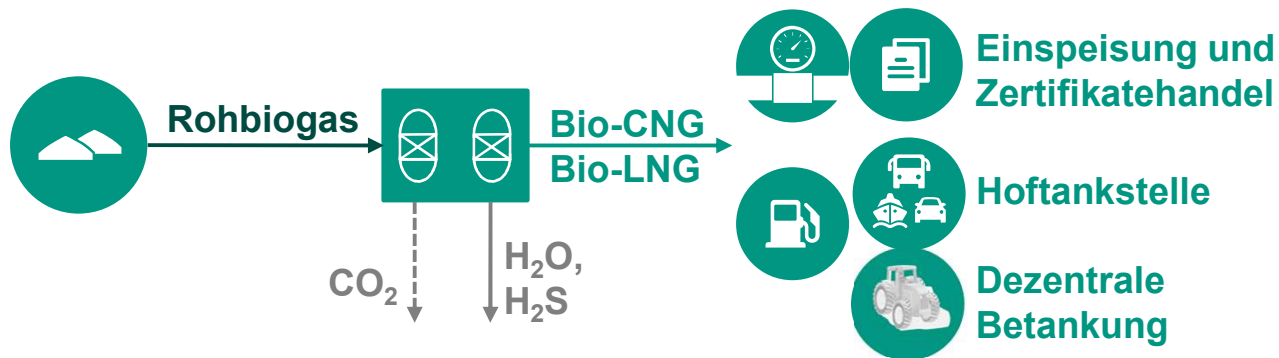
## (Bio-)LNG als Kraftstoff

- Verflüssigung auf -161 °C bei 1 bar
- Regasifizierung und Verbrennung im Motor
- Flüssigmethan ist nicht korrosiv und nicht toxisch
- Verflüssigung von Biomethan sehr gut möglich
- Beimischung von Wasserstoff: H<sub>2</sub> im LNG senkt Verflüssigungstemperatur stark ab → höherer Energiebedarf bei Verflüssigung
  - Abtrennung vorher technisch möglich

# Gliederung

1. Motivation
2. Eigenschaften methanbasierter Kraftstoffe
3. Herstellung und Bereitstellung grüner methanbasierter Kraftstoffe

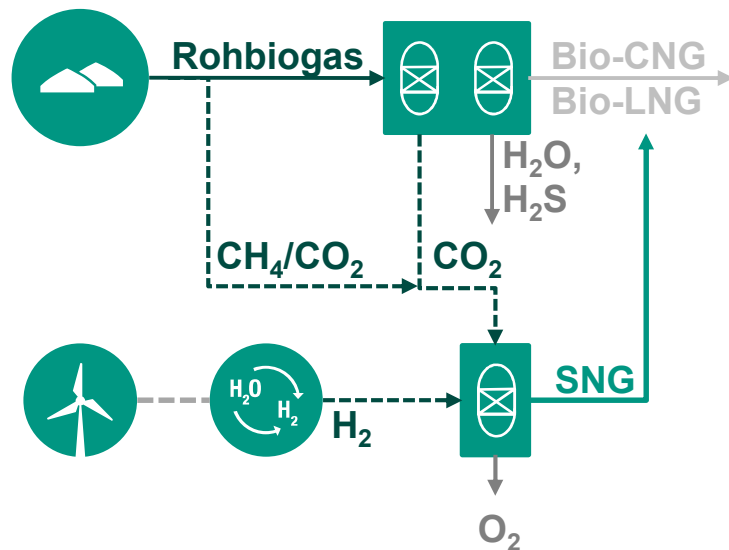
# Grüne methanbasierte Kraftstoffe: Biogasanlage



## Biomethan aus der Biogasaufbereitungsanlage

- Biomethanaufbereitung zu:
  - ⊕ Bio-CNG → Verdichtung
  - ⊕ Bio-LNG → Verflüssigung
- Nutzungskonzepte:
  - ⊕ Einspeisung und Nutzung an anderer Stelle
  - ⊕ „Hoftankstelle“: Tankstelle Individualverkehr und Deckung Eigenbedarf
  - ⊕ „Hoftankstelle“ zur dezentralen Betankung von Land- und Erntemaschine: Kraftstoff muss zur Maschine → Vortrag Class

# Grüne methanbasierte Kraftstoffe: Power-to-Gas



## Methanisierung des biogenen CO<sub>2</sub>

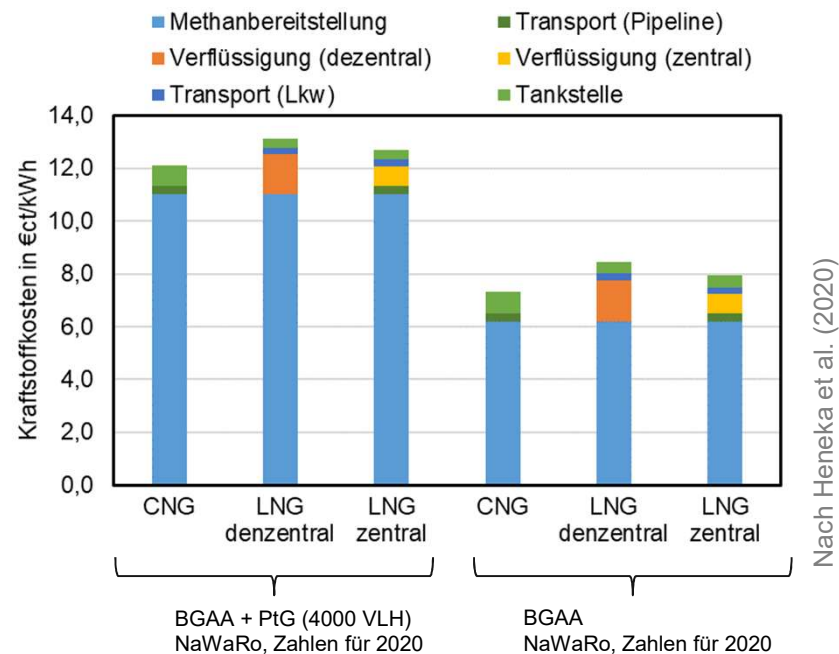
- Katalytische oder biologische Methanisierung
$$4 H_2 + CO_2 \rightarrow CH_4(g) + H_2O(l) \quad \Delta_R H = -206 \text{ kJ/mol}$$
- Herausforderungen der Methanisierung:
  - Exotherme Reaktion: Wärme muss abgeführt werden
  - Gase müssen in Lösung gebracht werden

## CO<sub>2</sub>- und H<sub>2</sub>-Quellen

- CO<sub>2</sub> aus der Biogasaufbereitung oder Verwendung des Rohbiogases
  - Feinentschwefelung ausreichend bei biologischer Methanisierung
- H<sub>2</sub> aus Wasserelektrolyse
  - Abhängig von der Verfügbarkeit des Strom aus Erneuerbaren Energien → ggf. Strom/Wasserspeicher

# Grüne methanbasierte Kraftstoffe: Kraftstoffkosten Bio-CNG und Bio-LNG

- ➔ Bio-CNG und Bio-LNG teurer als fossiles CNG und LNG
- ➔ Kosten bestimmt von Methanherzeugung
  - ➔ BGAA + PtG teurer als BGAA
- ➔ Verflüssigung teurer als Komprimieren
  - ➔ LNG höhere Kosten als CNG
- ➔ Zukünftig: Methanherstellungskosten für PtG werden bis 2040 abnehmen (sinkende Stromkosten für Elektrolyse)



BGAA: Biogasanlage mit Biogasaufbereitung  
PtG: Power-to-Gas

## Zusammenfassung und Fazit

1. Bio-CNG und Bio-LNG können zur Einhaltung der Klimaziele im Verkehr beitragen
2. CNG-Tankstellen und Infrastruktur bereits seit Jahren vorhanden: PKW Individualverkehr
3. Zielmarkt für erneuerbare gasförmige und flüssige Bio-Kraftstoffe: Lkw und schwere Nutzfahrzeuge, ggf. Züge, Teile der Schifffahrt
4. Weitere Nutzungsoption für Biogasanlagen → Erhaltung der Biogasanlagenlandschaft in Deutschland

# Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

**Katharina Bär**  
**DVGW-Forschungsstelle am Engler-Bunte-Institut**  
des Karlsruher Instituts für Technologie  
Gastechnologie · Verfahrenstechnik

T +49 721 608-41271/-41286 · [baer@dvgw-ebi.de](mailto:baer@dvgw-ebi.de)



Wir danken dem BmBF für die finanzielle Förderung des Projekts

