

# Was tanken wir morgen in unseren heute noch dieselgetriebenen mobilen Arbeitsmaschinen?

## Musterpark Bio-LNG

vom Biogas zum Bio-LNG als Dieselerersatz

Webkonferenz Köln, 19. Januar 2022

Dipl.-Ing. Jochen Lauer, Norbert Haug, M.Eng. Sebastian Hassig

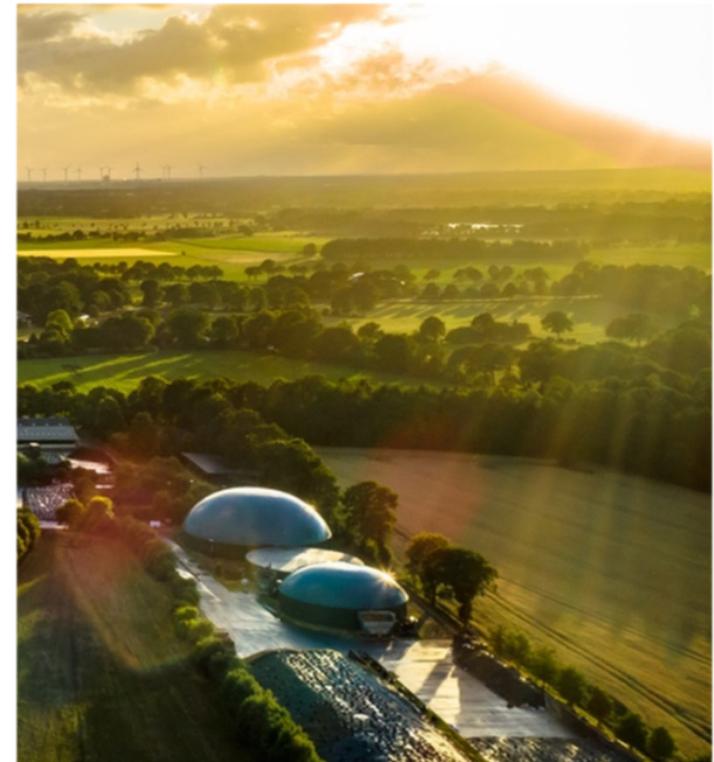


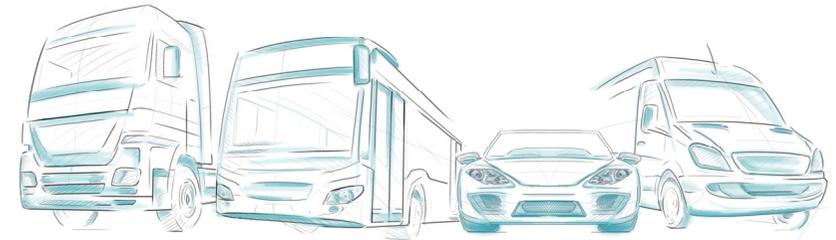
Bild: EXACON

- Zunehmende Konzentration von Treibhausgasen
- EU-Vorgaben: emissionsfrei bzw. CO<sub>2</sub>-bilanzneutral
- „Defossilisierung“ bedeutet nicht „Dekarbonisierung“
- ALLE verfügbaren technischen Möglichkeiten müssen genutzt werden
- Antriebstränge werden zunehmend elektrifiziert
- Für viele Anwendungen sind Batterien jedoch zu schwer oder haben eine ungenügende Kapazität, z. B. Bau- und Agrarmaschinen

- I. **Kurzvorstellung und Firmenprofil Lauer & Weiss GmbH**
- II. Energiewende 2030 - Wege zur Klimaneutralität in Europa
- III. Von der Biogasanlage zum Bio-LNG
- IV. Technische Umsetzung im Musterpark Bio-LNG
- V. Ausblick

- Entwicklung und Bau alternativer Antriebssysteme
- Aus- und Umrüstung neuer und gebrauchter Fahrzeuge
- Individuelle Lösungen auf der Basis von Fahrprofilen und Einsatzzwecken

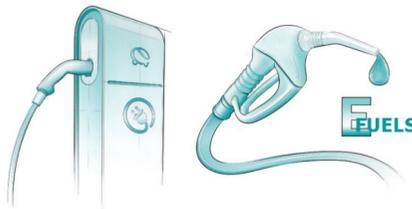
## Automobilkonzepte und Entwicklung



## Konzepte für Fahrzeug und Antrieb

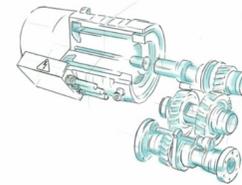
### Energieträger

- Strom
- Gas
- LNG / Bio-LNG
- eFuels
- Biogene Kraftstoffe
- Wasserstoff



### Antriebskonzept

- BEV
- Hybrid
- Range Extender
- Plug-In Hybrid



### Optimiertes Produkt

- Verbrauch
- Emissionen
- Reichweite



Lauer & Weiss

Cooperation

BRASILIEN

São Paulo  
Rio de Janeiro  
Minas Gerais



DEUTSCHLAND

Fellbach  
Weissach  
Neu-Ulm

Schwaben

Engineering

Lauer & Weiss

Engineering & Digital Solutions

Lauer & Weiss

Green Power Systems

Lauer DIE WERKSTATT

Nutzfahrzeugservice

Über 200 Mitarbeiter

## COMPETENCE CENTER



Thomas Heger

### Karosserie

- Fahrzeugkonzepte
- Karosserierohbau
- Interieur & Exterieur
- Kühl-, Heiz- & Kältekreise
- Sonderfahrzeuge



Dr. Ignacio Esteban

### Simulation

- Statik/Dynamik
- Betriebsfestigkeit
- NVH
- Thermomechanik
- Elektromagnetische Simulation



Steffen Genkinger

### Energiemanagement

- Systemsimulation
- Energieanalyse
- Strömungssimulation
- Digitale Lösungen
- Zertifizierung



Simon Lang

### Antriebe

- Elektrische Antriebe
- Hochvoltkomponenten
- Bordnetze
- Motoren & Abgassysteme
- Fahrzeugintegration
- Prototypen

PROJEKTBEISPIELE



Wasserstoffbus



eActros



VS30 eSprinter



GEV-Bus (Generator-Electric-Vehicle)



GenH2 Truck

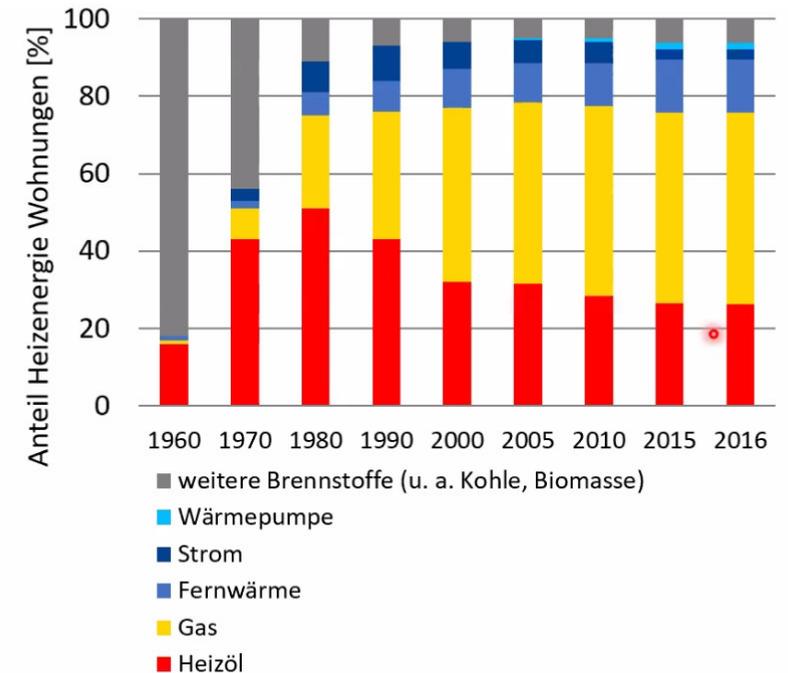
- I. Kurzvorstellung und Firmenprofil Lauer & Weiss GmbH
- II. Energiewende 2030 - Wege zur Klimaneutralität in Europa**
- III. Von der Biogasanlage zum Bio-LNG
- IV. Technische Umsetzung im Musterpark Bio-LNG
- V. Ausblick
- VI. Fragen aus dem Auditorium

# Energiewende 2030 – Wege zur Klimaneutralität in Europa



## Wirtschaftlichkeit treibt den Wandel im Energiesystem

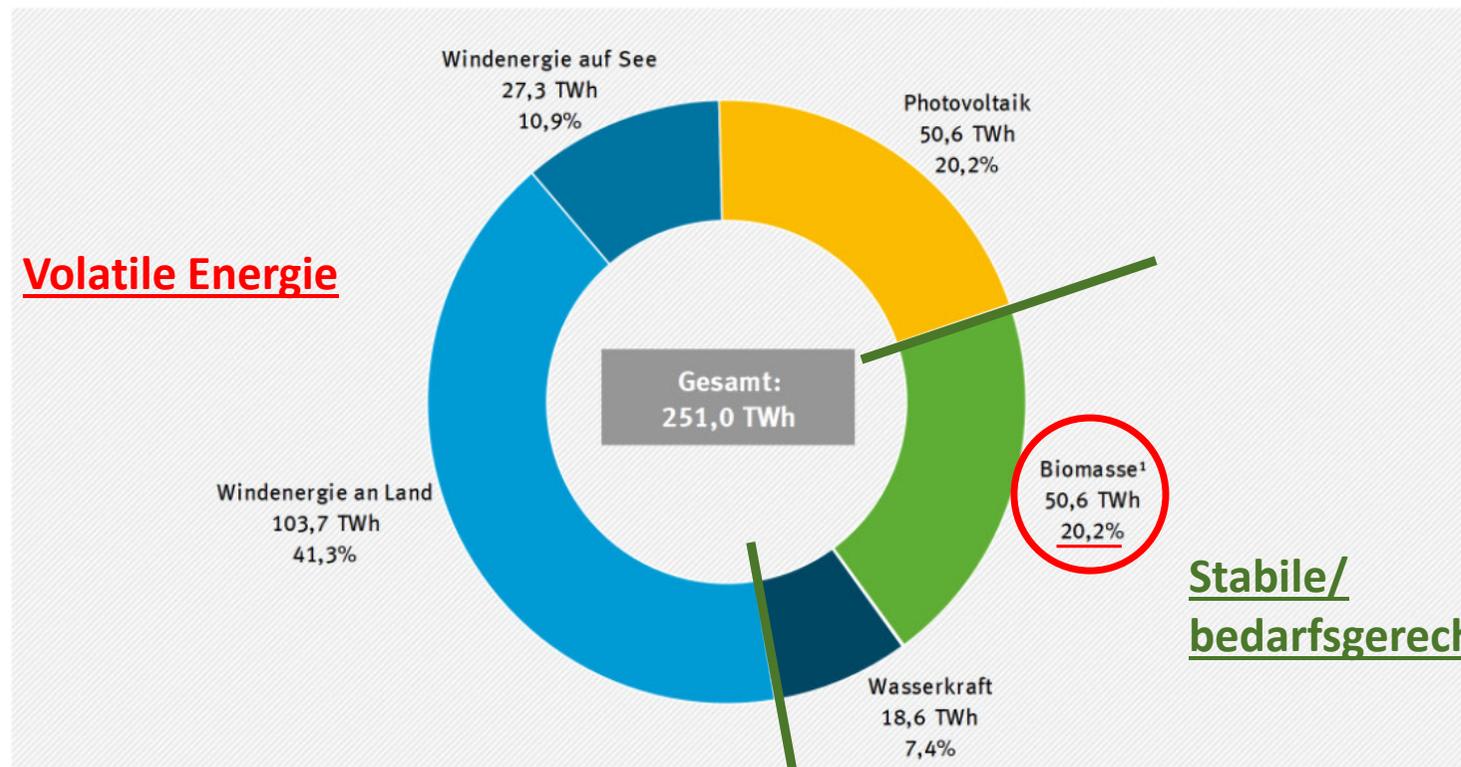
- z. B. Raumwärmebereitstellung
  - 1960-1980 Heizöl verdrängt Kohle
  - 1970-2000 Erdgas verdrängt Heizöl
  - Trend: Gas (H<sub>2</sub>-ready), Wasserstoff/Synfuels, Wärmepumpen/Strom?



# Anteil Bioenergie an den erneuerbaren Energien im Jahr 2020

## Bruttostromerzeugung aus erneuerbaren Energien im Jahr 2020\*

Bruttostromerzeugung [TWh] und Anteile in Prozent [%]



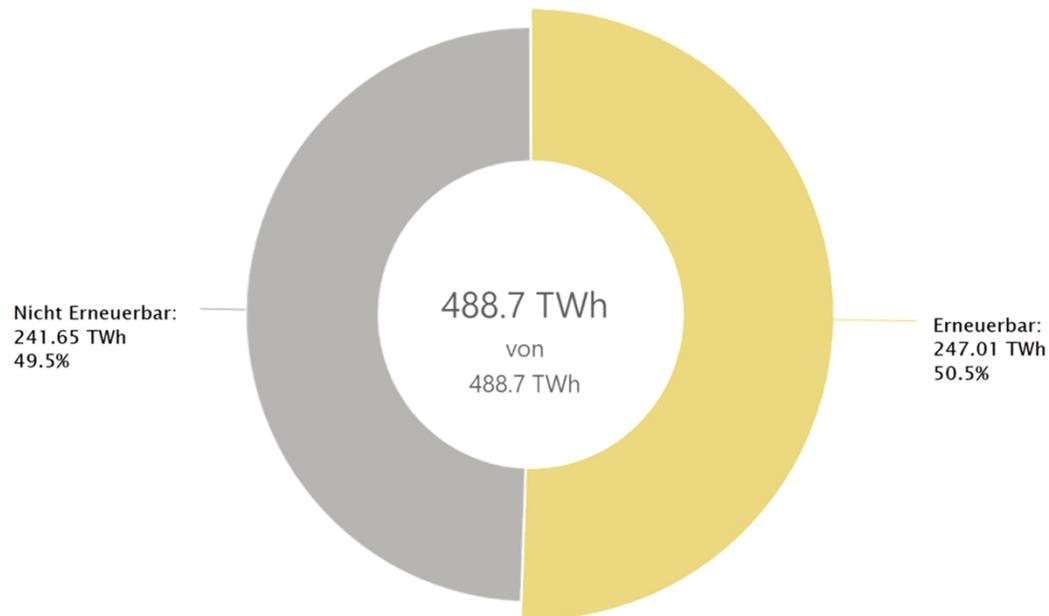
Stromerzeugung aus Geothermie aufgrund geringer Mengen nicht dargestellt (0,2 TWh)

<sup>1</sup> gasförmige, flüssige und feste Biomasse inkl. biogenem Abfall

\* vorläufige Werte

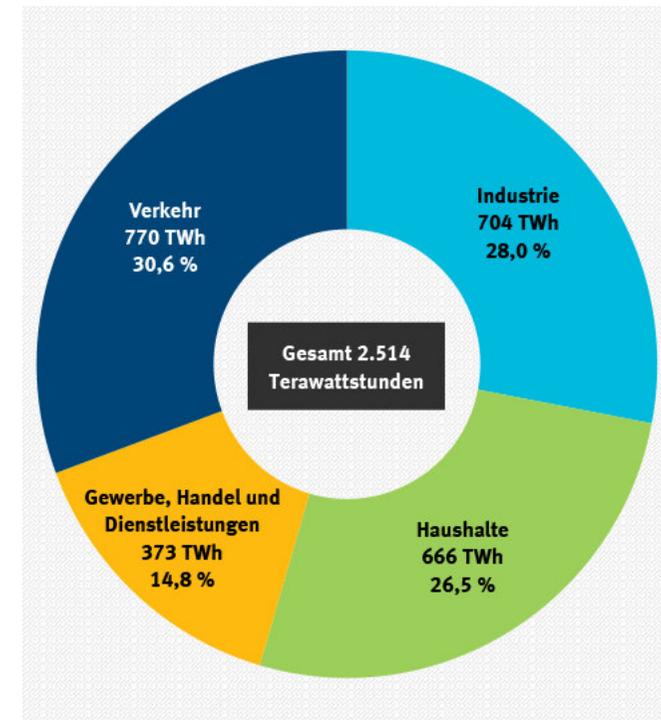
Quelle: Umweltbundesamt (UBA) auf Basis AGEE-Stat

Stand 02/2021



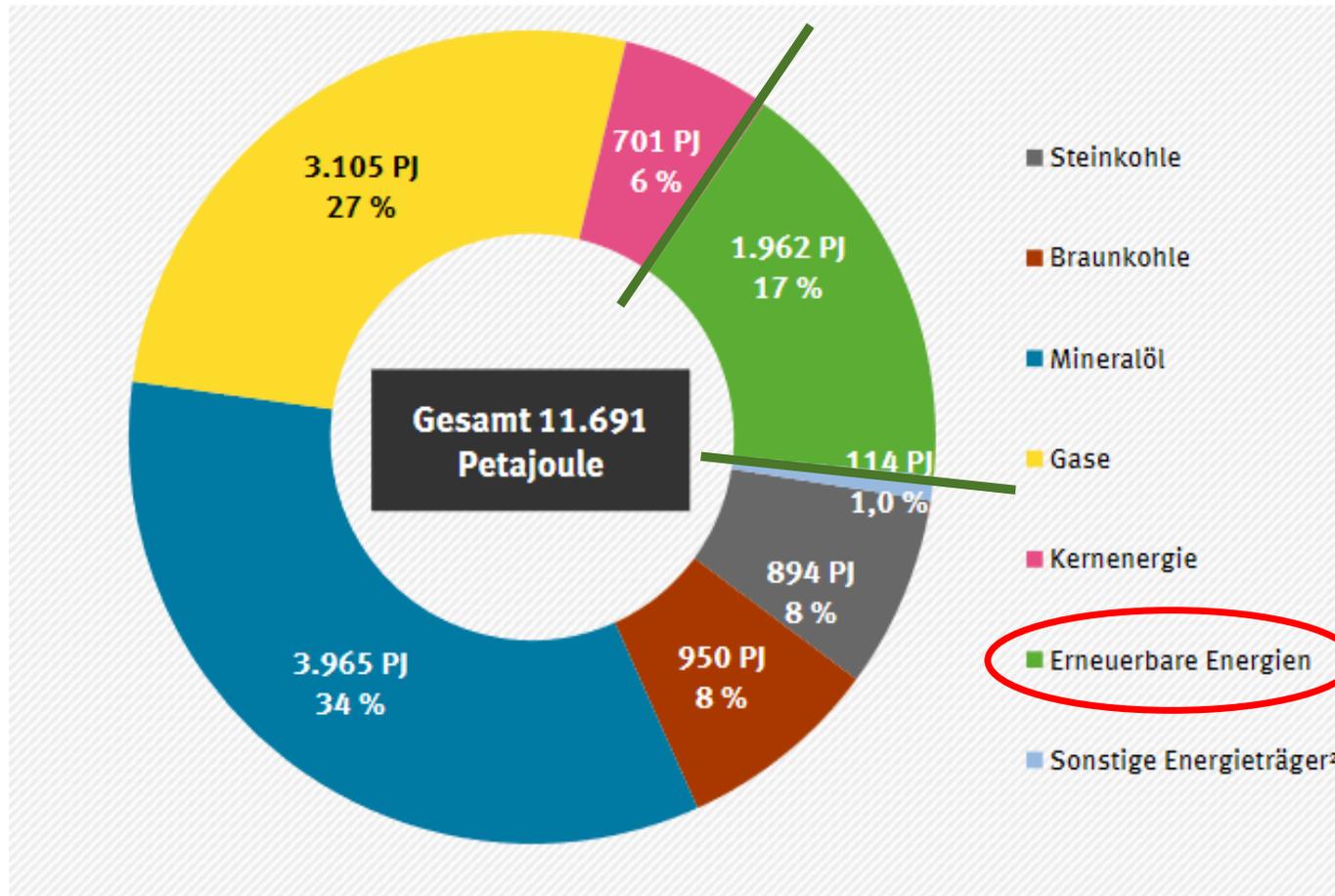
## Nettostromerzeugung rd. 500 TWh

Der Stromanteil entspricht etwa 1/5 unseres Energiebedarfs



## Primärenergie rd. 2.500 TWh

nach Sektoren



Quelle: für 1990-Umweltbundesamt auf Basis AG Energiebilanzen, Auswertungstabellen zur Energiebilanz für die Bundesrepublik Deutschland 1990 bis 2019, Stand 09/2020; für 2020-Umweltbundesamt auf Basis AG Energiebilanzen, Primärenergieverbrauch, Stand 12/2020

# Nutzungsgrad regenerativer Energie in Deutschland 2020

1 GW installierte Leistung\* x 365 Tage á 24h -> 8,760 TWh (rechnerisch maximaler Jahresertrag)

	GW*	Jahresertrag in TWh	Nutzungsgrad	Anzahl der Anlagen
Windpark	55	132	27 %	über 30.000
PV-Anlagen	53	50	10 %	über 2 Mio. (über 500 km <sup>2</sup> )

## Zum Vergleich:

Kernkraft	8,4	61	83 %	6
Kohlekraft	44	116	30 % <sup>1</sup>	ca. 100
Gas	27	60	25 % <sup>1</sup>	
Sonstige (Wasser, Öl)	17,5	22		

An geeigneteren Standorten, wie beispielsweise in den MENA-Staaten wäre für regenerative Energieerzeugung ein 2 bis 4-facher Ertrag bei gleichem Investitionsvolumen gegeben.

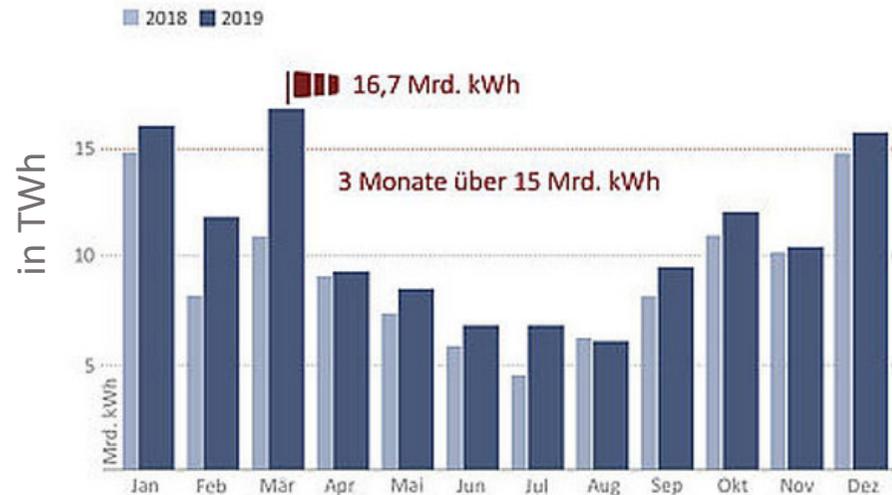
<sup>1</sup> Werden bereits für Residuallast benutzt. Der Nutzungsgrad wäre bei Dauerauslastung höher.

Quelle: Umweltbundesamt

## Gas zum Ausgleich volatiler erneuerbarer Energie

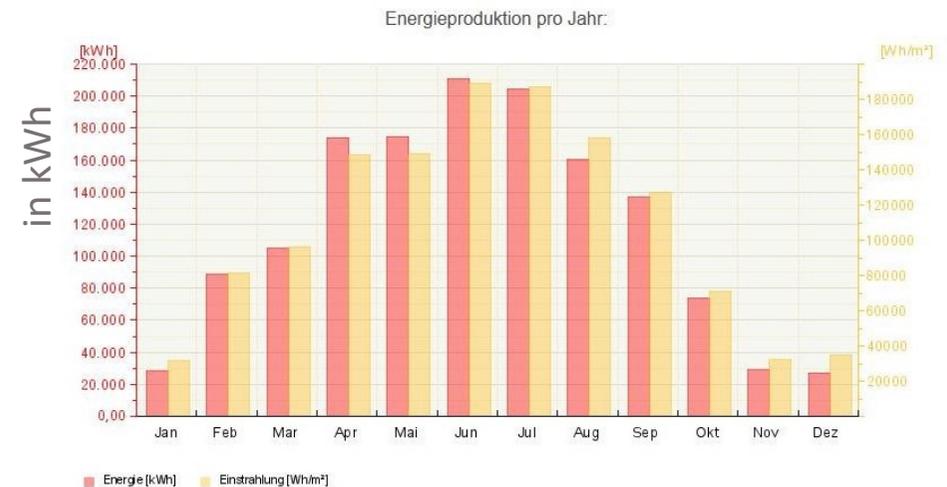
- Volatile regenerative Energie erfordert kontinuierlichen Ausgleich zwischen Bedarf und Angebot (im Extremfall für „Dunkeltage“)
- Die Jahreszeiten erfordern eine saisonale Speicherung von Energie

Schwankende monatliche Windkraftherzeugung - Onshore

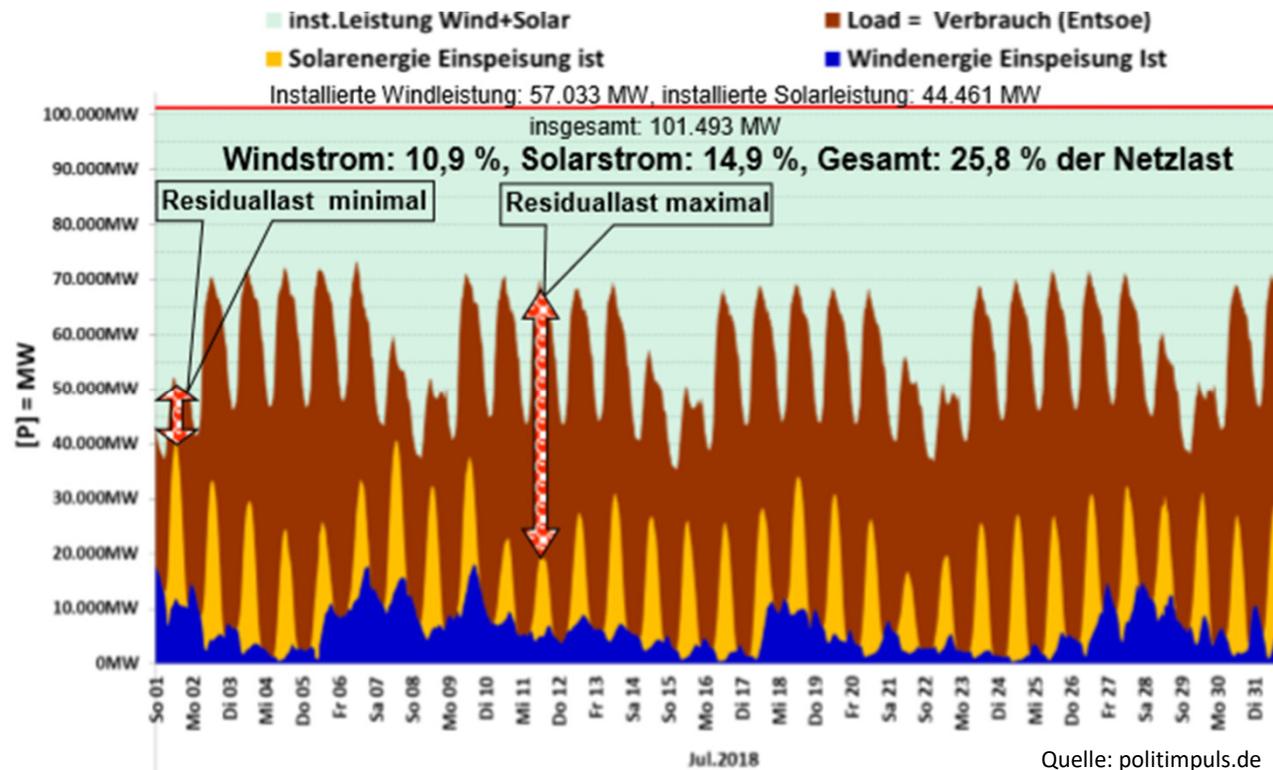


Quellen: Dt.WindGuard, Fraunhofer ISE, Umweltbundesamt

Saisonale Erträge der Photovoltaik



Zur Sicherstellung stabiler Stromversorgung werden Redundanzkraftwerke benötigt.  
→ Gas-Dampf-Stromgeneratoren sind besonders geeignet zum Ausgleich dieser Schwankungen.



- Täglich werden bis zu 1,5 TWh Strom bedarfsgerecht benötigt
- Für eine „Dunkelwoche“ entsprechend bis zu 10 TWh:
  - Pumpspeicherkraftwerke in Deutschland decken **max. 1 TWh** (rechnerisch)
  - 15 Mio. Batterien á 50 kWh zusätzlich **0,75 TWh** (BEV-Batterien / „smart-grid“)
  - Die **fehlenden 8 TWh** müssten **über Gas-Dampfkraftwerke** erbracht werden

## Energiedichte für flüssige Kraftstoffe

	Energiedichte/ Heizwert (kWh/kg)	Energiedichte/ Heizwert (kWh/Liter)	flüssig bei Temperatur
Methanol	6,5	5,1	Umgebungstemperatur
Ethanol	7,4	5,9	Umgebungstemperatur
eFuels	12	10	Umgebungstemperatur
Ammoniak	6,2	4,2	-33 Grad
LNG/Bio-LNG	13,7	6	-162 Grad
(Flüssig-)Wasserstoff	33	2,5	-270 Grad
Zum Vergleich:			
Benzin/Diesel	12	10	Umgebungstemperatur
Li-Ionen-Batterie	ca. 0,1-0,2		von mehreren Faktoren abhängig

**Die Bionik lehrt uns, dass flüssige Kraftstoffe die höchste Leistungsdichte haben.  
Für Transport, Speicherung und Mobilität ideal.**

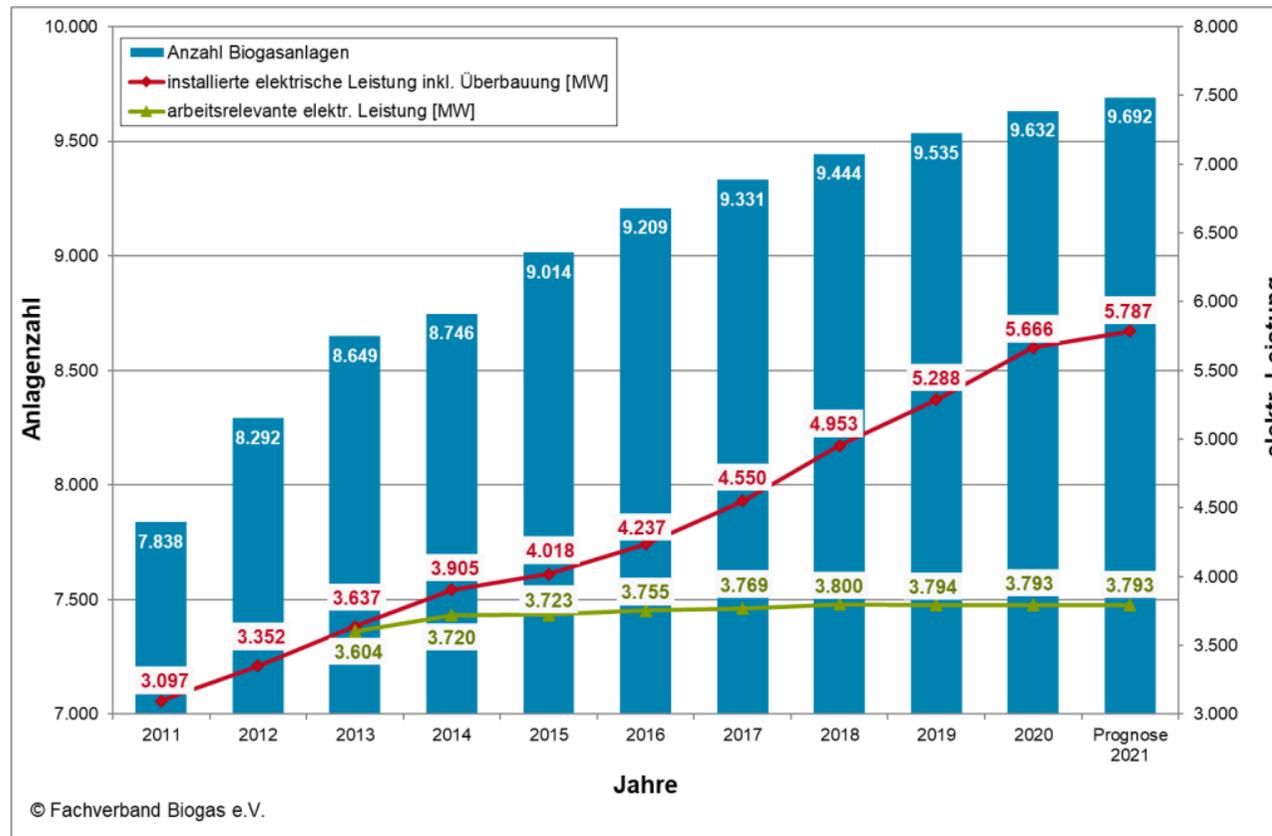
- I. Kurzvorstellung und Firmenprofil Lauer & Weiss GmbH
- II. Energiewende 2030 - Wege zur Klimaneutralität in Europa
- III. Von der Biogasanlage zum Bio-LNG**
- IV. Technische Umsetzung im Musterpark Bio-LNG
- V. Ausblick

### Was ist Bio-LNG?

- LNG = Liquefied Natural Gas
- Bio-LNG ist verflüssigtes Biomethan
- emissionsarmer und klimafreundlicher Kraftstoff mit einer hohen Energiedichte
- Bio-LNG, das direkt an einer Biogasanlage produziert wird, besteht aus nahezu reinem Methan



# Entwicklung der Biogasanlagen in Deutschland

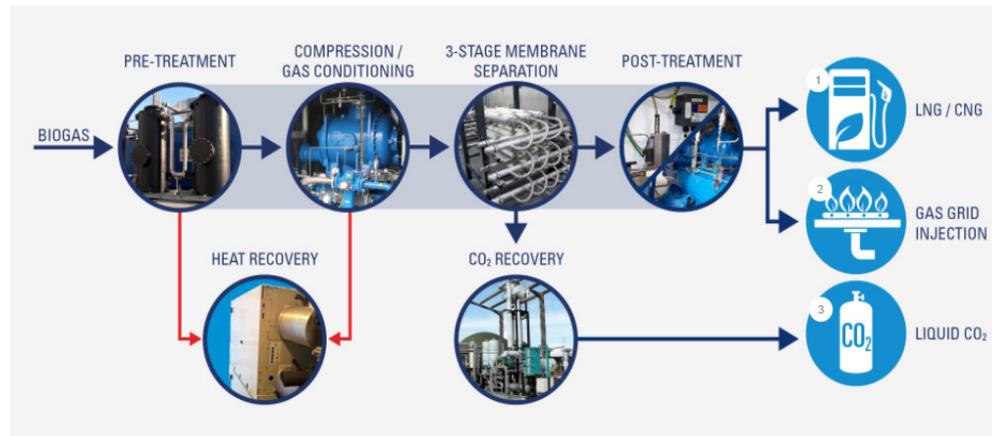


- I. Kurzvorstellung und Firmenprofil Lauer & Weiss GmbH
- II. Energiewende 2030 - Wege zur Klimaneutralität in Europa
- III. Von der Biogasanlage zum Bio-LNG
- IV. Technische Umsetzung im Musterpark Bio-LNG**
- V. Ausblick

## Ziele Musterpark Bio-LNG

- Ausbau der Biogasanlage der Ökoenergie Recke, NRW, um so Bio-LNG erzeugen zu können
- Nutzung eines nachhaltigen und zukunftsfähigen Businessmodells für bestehende Biogasanlagen
  - BGA können auch nach dem Wegfall der EEG-Zulagen profitabel weiterbetrieben werden
- Bio-LNG ergänzt die Elektrifizierung der Antriebe im Verkehrssektor, dem Wärmesektor und der Industrie
  - klimaneutrale, speicherbare Energie wird netzunabhängig zur Verfügung gestellt
  - ein entscheidender Beitrag zur CO<sub>2</sub>-Reduzierung wird geleistet



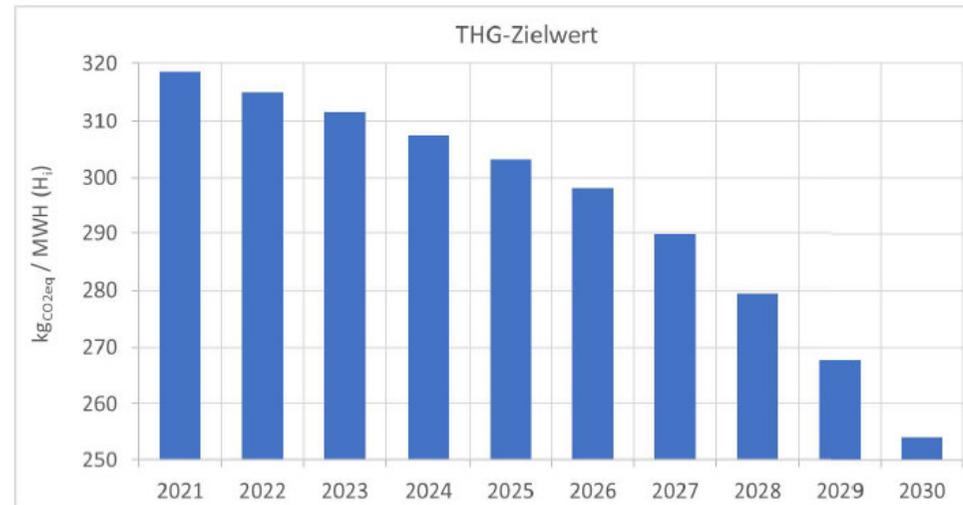


- zur Aufbereitung muss das Rohbiogas zunächst vorbehandelt werden
  - mit Hilfe von Biogaskühlung und Biogasfiltration werden Verunreinigungen (z.B. Wasser oder Schwefelwasserstoff) entfernt
- Nach der Verdichtung wird das Gas mittels einer über die Membran ausgeübten Druckdifferenz aufgetrennt. Dabei werden zwei Gasströme gewonnen:
  1. Biogas mit dem für die jeweilige Anwendung erforderlichen Methanwert und
  2. ein kohlendioxidreiches Gas (CO<sub>2</sub>)
- Verflüssigung des Biogas (und des CO<sub>2</sub>) für die Verwendung im Straßenverkehr

# Gesetzliche Vorgaben zur THG-Quote von Kraftstoffen in Deutschland

## THG-Emissionen konventioneller und fortschrittlicher Kraftstoffe nach 38. BImSchV Werte in $\text{kg}_{\text{CO}_2\text{eq}}/\text{MWh}$ ( $H_i$ )

Ottokraftstoffe	335,9
Diesekraftstoffe	342,4
LPG	265,0
CNG	249,5
LNG	268,2
H <sub>2</sub> (blau/türkis)	189,7
H <sub>2</sub> (grau)	375,5
H <sub>2</sub> (braun)	843,8



Der Inverkehrbringer von Kraftstoffen, die höhere THG-Emissionen verursachen als der Zielwert, muss für die zu hohen THG-Werte entweder eine Ausgleichszahlung von  $600 \text{ €/t}_{\text{CO}_2\text{eq}}$  leisten oder die negativen THG-Quoten anderer Energieträger kaufen.  
Aktueller Quotenpreis:  $>400 \text{ €/t}_{\text{CO}_2\text{eq}}$

### Inverkehrbringen von 1.000 l Diesel:

2021: 143,40 € Ausgleichszahlung

2030: 529,98 € Ausgleichszahlung

## Meister Proper

Kann ein 18 Tonnen schwerer Bus mit nur 68 PS agil betrieben werden?

Ja, mit dem Gas-Hybrid-Antrieb (CM Fluids AG)

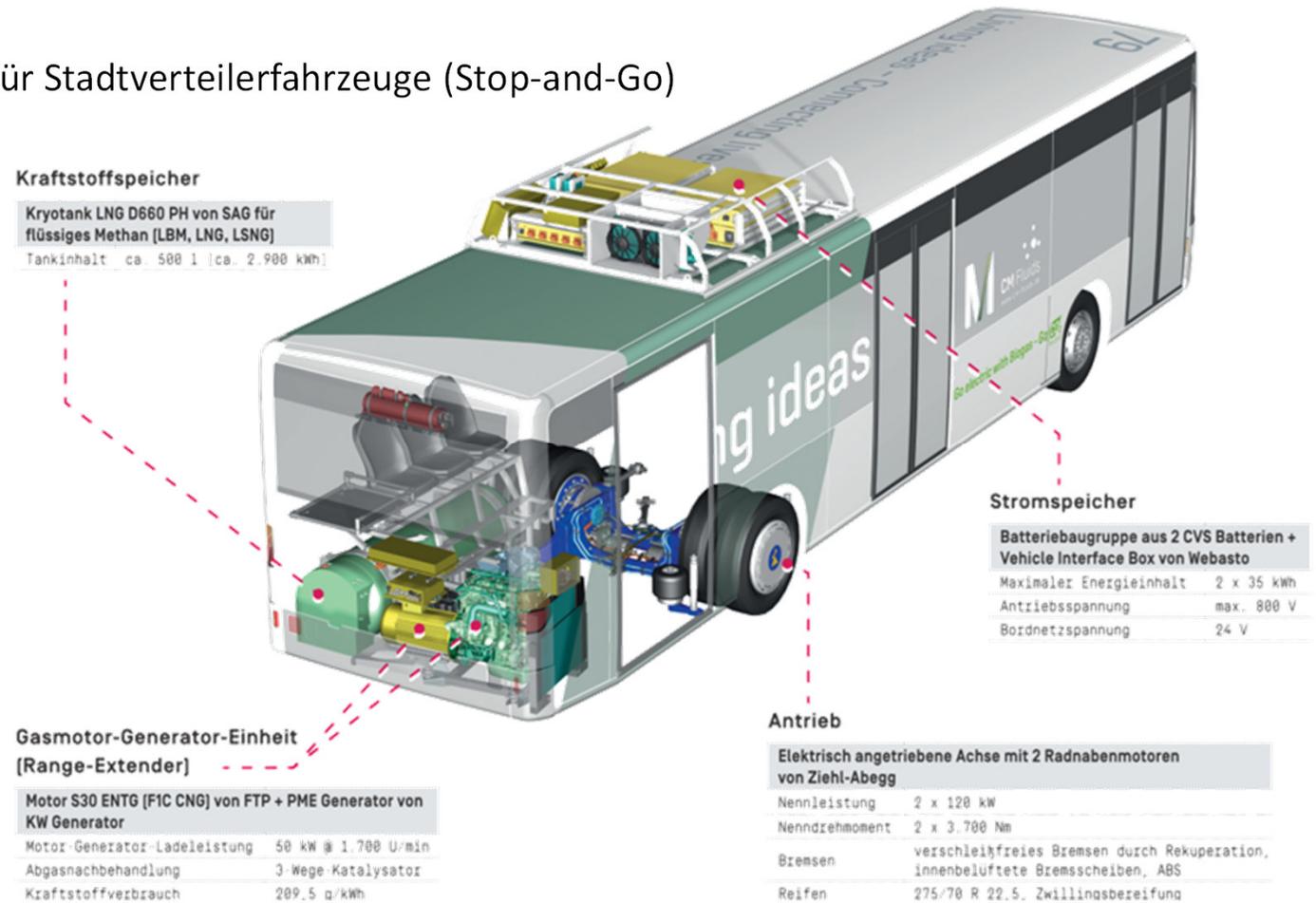
- Rekuperation der Bremsenergie in der Pufferspeicherbatterie
  - Betrieb des Gasmotors ausschließlich im optimalen Drehzahlbereich
  - Abwärme wird zum Heizen genutzt (Kraft-Wärme-Kopplung; zum Vergleich: die Diesel-Zusatzheizungen vieler E-Busse mit ca. 30 kW Leistung)
- Optimiertes Zusammenspiel der Komponenten im Hybrid-Modus



## GEV-Antrieb für die Nutzung für Stadt- und Schulbusse

LBM → hohe Energiedichte

→ Gas-Hybridantrieb ist ideal für Stadtverteilerfahrzeuge (Stop-and-Go)



\*LBM = Liquid BioMethan

GEV = Generator-electric Vehicle

# Betrieb von Fahrzeugen mit Bio-LNG

## Einsatzmöglichkeiten auf breiter Front am Beispiel mittelschwerer Hybrid-LKW

### Entsorgerfahrzeuge



Bild: shutterstock

### Stadtverteiler-Fahrzeuge



# Betrieb von Fahrzeugen mit Bio-LNG

## Einsatzmöglichkeiten am Beispiel von Bau- und Agrarmaschinen (nicht Hybrid)

Motor Grader



Traktor



Muldenkipper Mining



Häcksler



## Einsatzmöglichkeiten am Beispiel von Stromerzeugungsaggregaten (nicht Hybrid)

Mobile Aggregate



Notstromaggregate

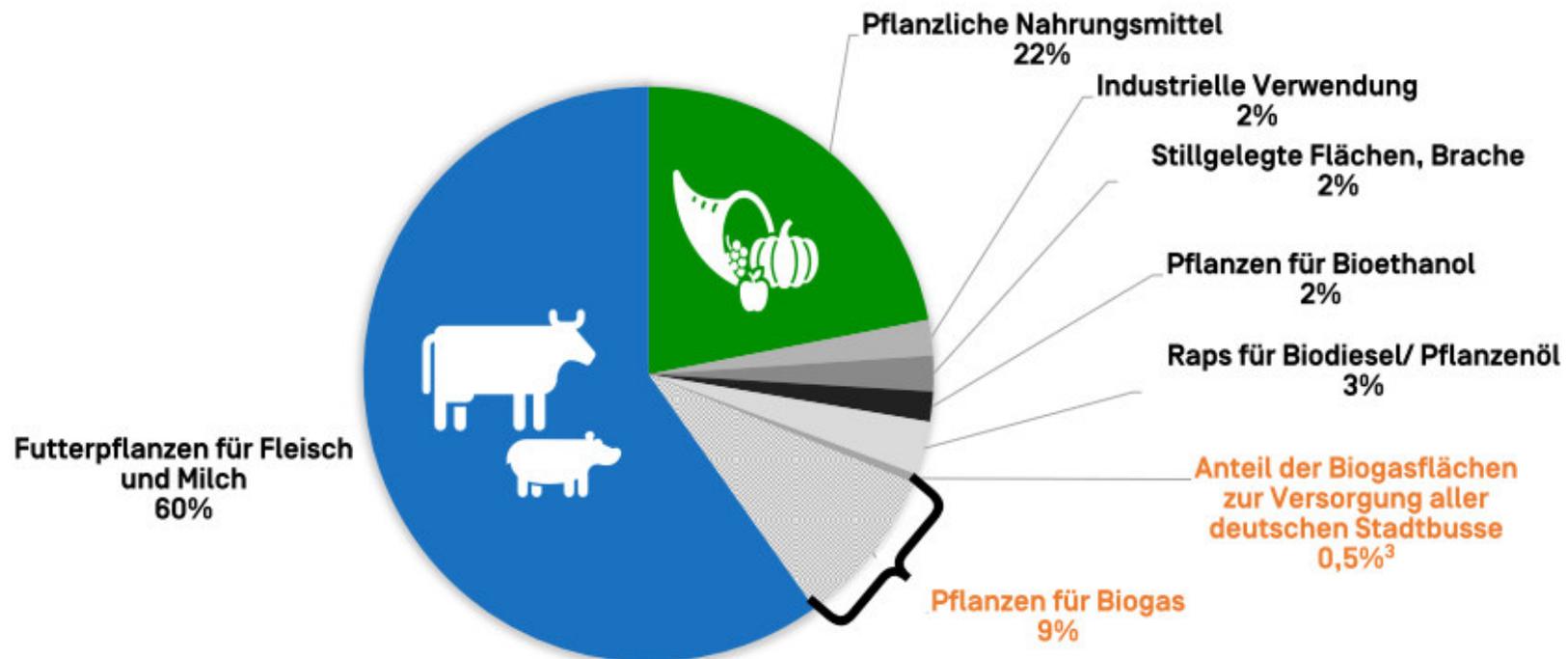


## Eigenschaften von Gasmotoren

- Mechan. Wirkungsgrad von Gasmotoren mit Vorkammer bis zu 45 % (Oktanzahl 130)
- „Gas-Diesel“-Motoren für non-hybrid (1 % Deseleinspritzung)
- „Dual-Fuel“-Motoren für den flexiblen Betrieb mit Diesel oder Gas
- + saubere Verbrennung (nahezu rußfrei und NO<sub>x</sub>-arm)
- + selbst bei fossilem LNG weniger CO<sub>2</sub>-Ausstoß als bei Diesel
- Methan-Schlupf (Abgasnachbehandlung)
- Bei Einsatz von LNG stete Tankentleerung wichtig (Systemkreislauf)
- Wirkungsgradnachteil gegenüber reinen Dieselmotoren (Ottoprozess) vor allem im Teillastbereich (Transientverhalten)

## Der Tank nimmt nichts vom Teller

Durch die Umnutzung von Biogas von ca. 0,5 % der bestehenden Flächen in Deutschland könnten alle Stadtbusse CO<sub>2</sub> neutral fahren<sup>1</sup>.



<sup>1</sup> FNR 2020: Flächennutzung in Deutschland 2019, online verfügbar unter <https://mediathek.fnr.de/flachennutzung-in-deutschland.html>, zuletzt geprüft am 18.10.2020

<sup>2</sup> FNR 2020: Anbau nachwachsender Rohstoffe in Deutschland, online verfügbar unter <https://mediathek.fnr.de/anbaufache-fur-nachwachsende-rohstoffe.html>, zuletzt geprüft am 18.10.2020

<sup>3</sup> Bei einem Verbrauch des CMF *drive* von 14 kg/100km, eine durchschnittlichen Laufleistung von 50.000 km/a bei 35.000 Stadtbusen und einer Gesamtmenge von 6,6 Mrd. Biomethanproduktion pro Jahr würden 0,35 % der Fläche benötigt werden [4% von 9 %]. Bei einem durchschnittlichen Verbrauch von 20 kg wären es 0,47 % [5,3 % von 9%].

- I. Kurzvorstellung und Firmenprofil Lauer & Weiss GmbH
- II. Energiewende 2030 - Wege zur Klimaneutralität in Europa
- III. Von der Biogasanlage zum Bio-LNG
- IV. Technische Umsetzung im Musterpark Bio-LNG
- V. Ausblick**

### Energiewende 2030 – Wege zur Klimaneutralität in Europa

- Es gibt **nicht den einen Weg**, um in die Klimaneutralität zu kommen
  - Dazu sind die Anforderungen aus den verschiedensten Bereichen von Industrie und Landtechnik zu komplex und vielfältig
- Es gibt aktuell aber viele Projekte und Arbeiten, die vielversprechende Lösungsansätze bieten. Diese Wege gilt es weiter zu verfolgen und Lösungen zu erarbeiten
- **Bio-LNG** bietet eine **wirtschaftlich tragfähige Lösung**, um die Klimaziele im Transportsektor, vor allem im Schwerlastverkehr, zu erreichen. Für die Energiewende wird Gas zur Abdeckung der Residual-Last unverzichtbar sein
- Das Ende der EEG-Förderung für Biogasanlagen rückt näher. BGA können auch nach dem Wegfall der EEG-Zulagen profitabel weiterbetrieben werden
- Es ist aber **Unterstützung aus der Politik** notwendig, um den Bio-LNG-Markt zukunftsweisend auszugestalten. Dies sind unter anderem Anreize für Betreiber, die ihre Biogasanlagen auf Bio-LNG umrüsten möchten

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Kontakt



**Maschinenfabrik Bernard  
KRONE GmbH & Co. KG**

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

**Heinrich-Krone-Straße 10, 48480 Spelle**  
Tel.: +49 (0)5977 935 0



**Lauer & Weiss GmbH**

[www.lauer-weiss.de](http://www.lauer-weiss.de)

**Höhenstraße 21, 70736 Fellbach**  
Tel.: +49 (0)711 520 889 0