

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

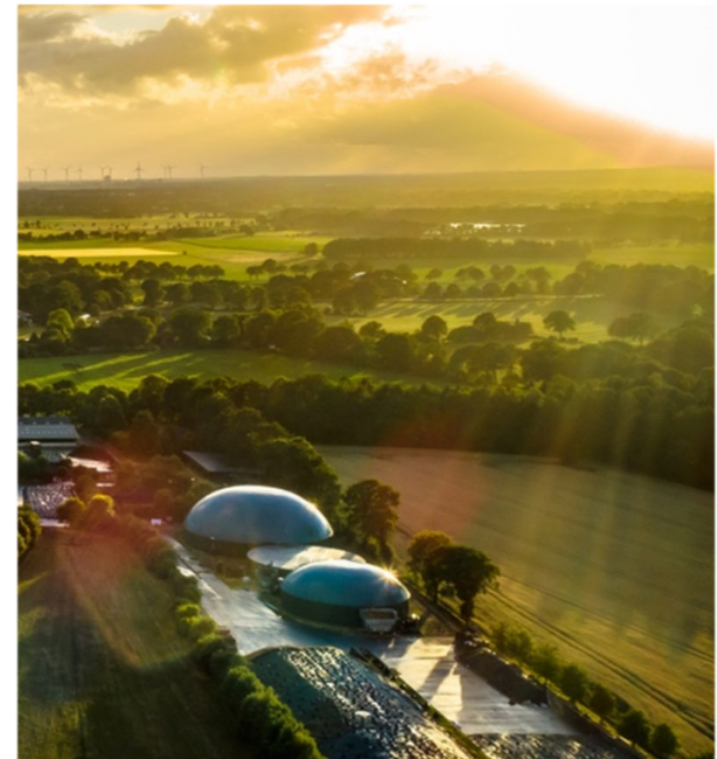


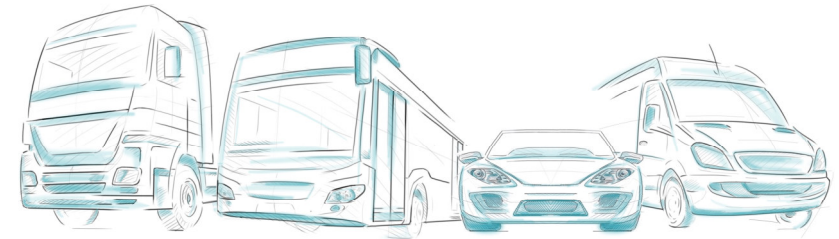
Bild: EXACON

- Zunehmende Konzentration von Treibhausgasen
- EU-Vorgaben: emissionsfrei bzw. CO₂-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

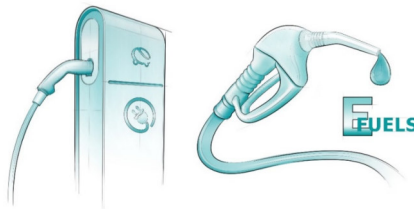
Automobilkonzepte und Entwicklung



Konzepte für Fahrzeug und Antrieb

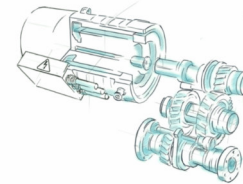
Energieträger

- 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

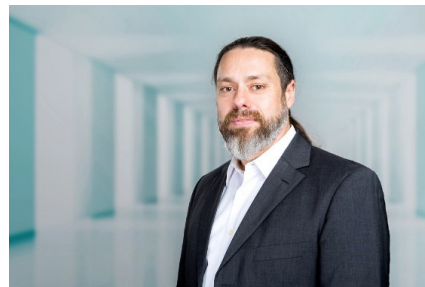
COMPETENCE CENTER



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

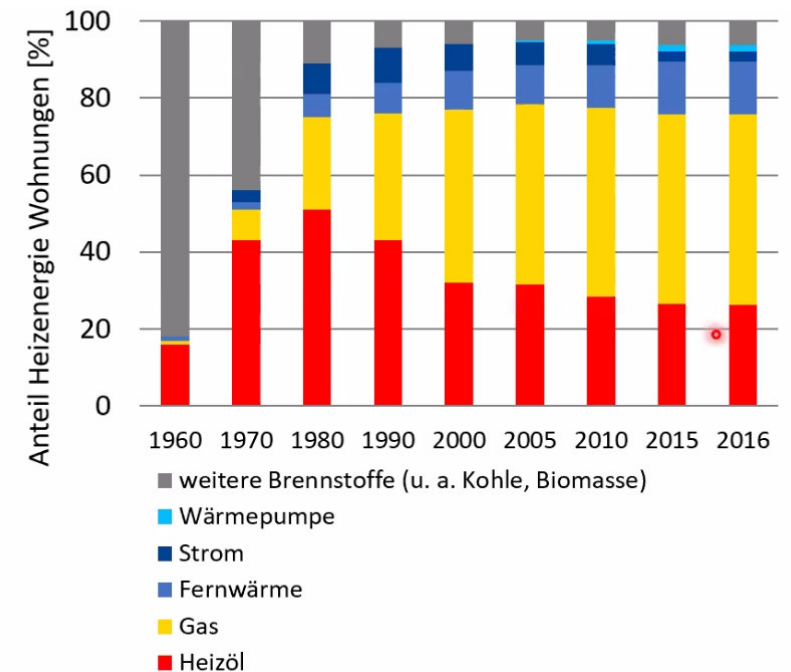
- I. Kurzvorstellung und Firmenprofil Lauer & Weiss GmbH
- II. Energiewende 2030 - Wege zur Klimaneutralität in Europa**
- III. Von der Biogasanlage zum Bio-LNG
- IV. Technische Umsetzung im Musterpark Bio-LNG
- V. Ausblick
- VI. Fragen aus dem Auditorium

Energiewende 2030 – Wege zur Klimaneutralität in Europa



Wirtschaftlichkeit treibt den Wandel im Energiesystem

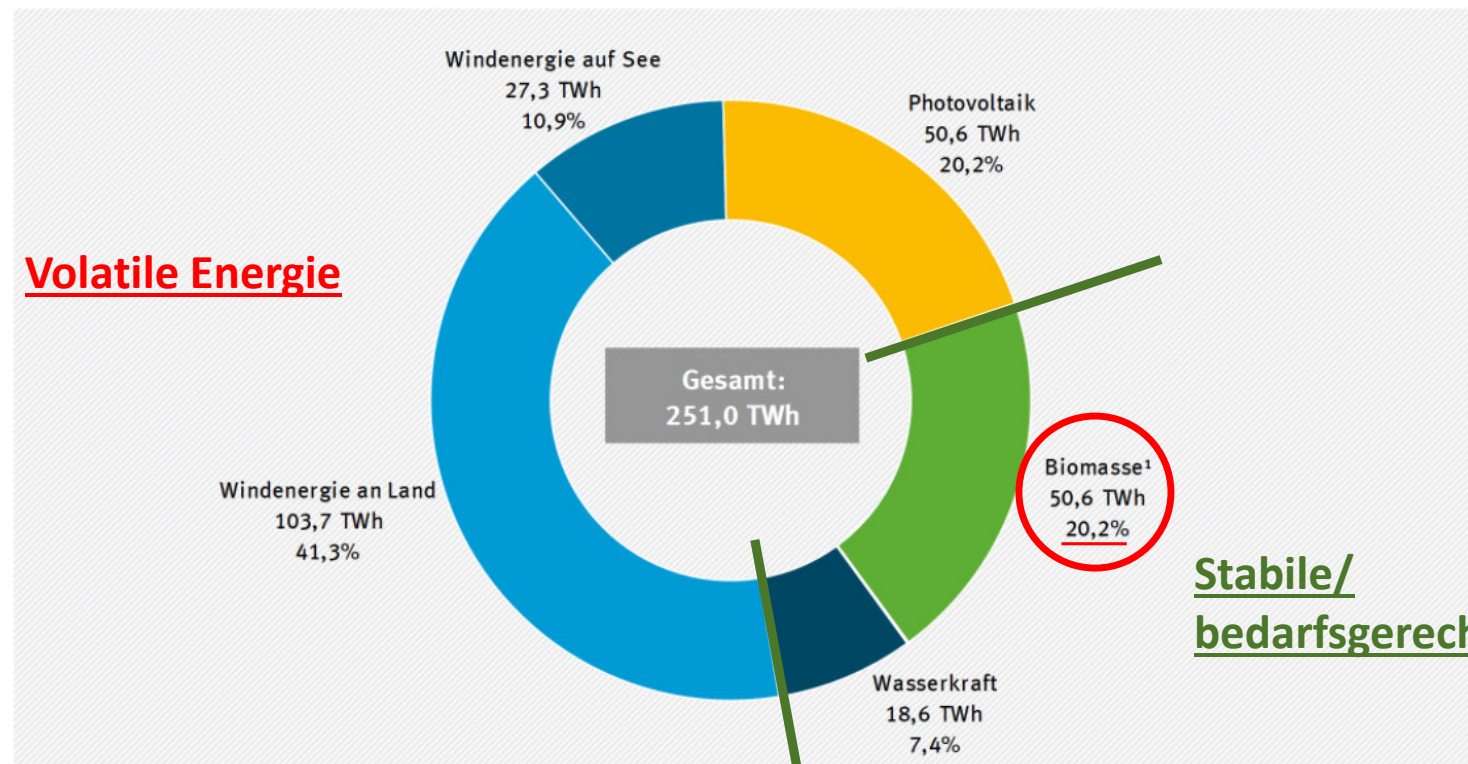
- z. B. Raumwärmebereitstellung
 - 1960-1980 Heizöl verdrängt Kohle
 - 1970-2000 Erdgas verdrängt Heizöl
 - Trend: Gas (H₂-ready), Wasserstoff/Synfuels, Wärmepumpen/Strom?



Anteil Bioenergie an den erneuerbaren Energien im Jahr 2020

Bruttostromerzeugung aus erneuerbaren Energien im Jahr 2020*

Bruttostromerzeugung [TWh] und Anteile in Prozent [%]



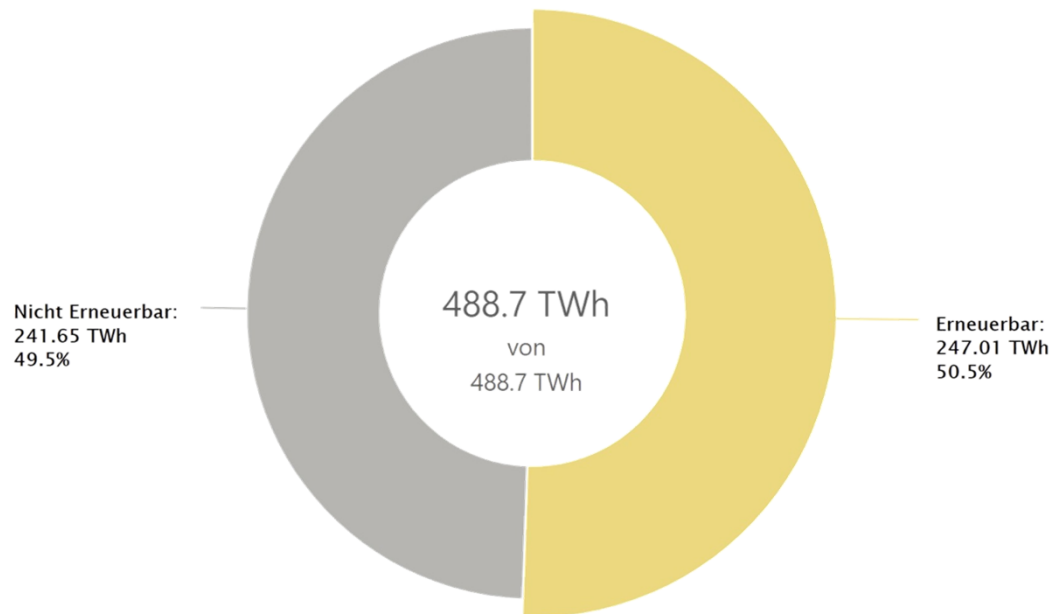
Stromerzeugung aus Geothermie aufgrund geringer Mengen nicht dargestellt (0,2 TWh)

¹ gasförmige, flüssige und feste Biomasse inkl. biogenem Abfall

* vorläufige Werte

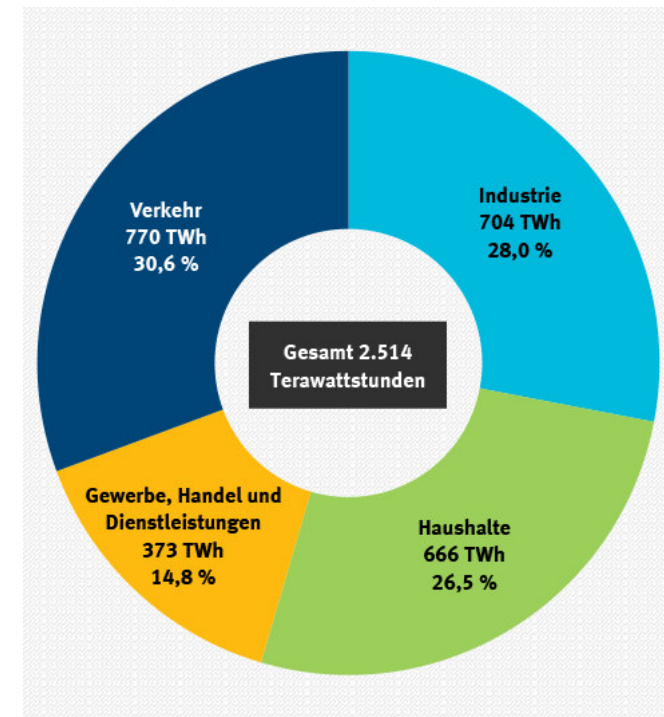
Quelle: Umweltbundesamt (UBA) auf Basis AGEE-Stat

Stand 02/2021



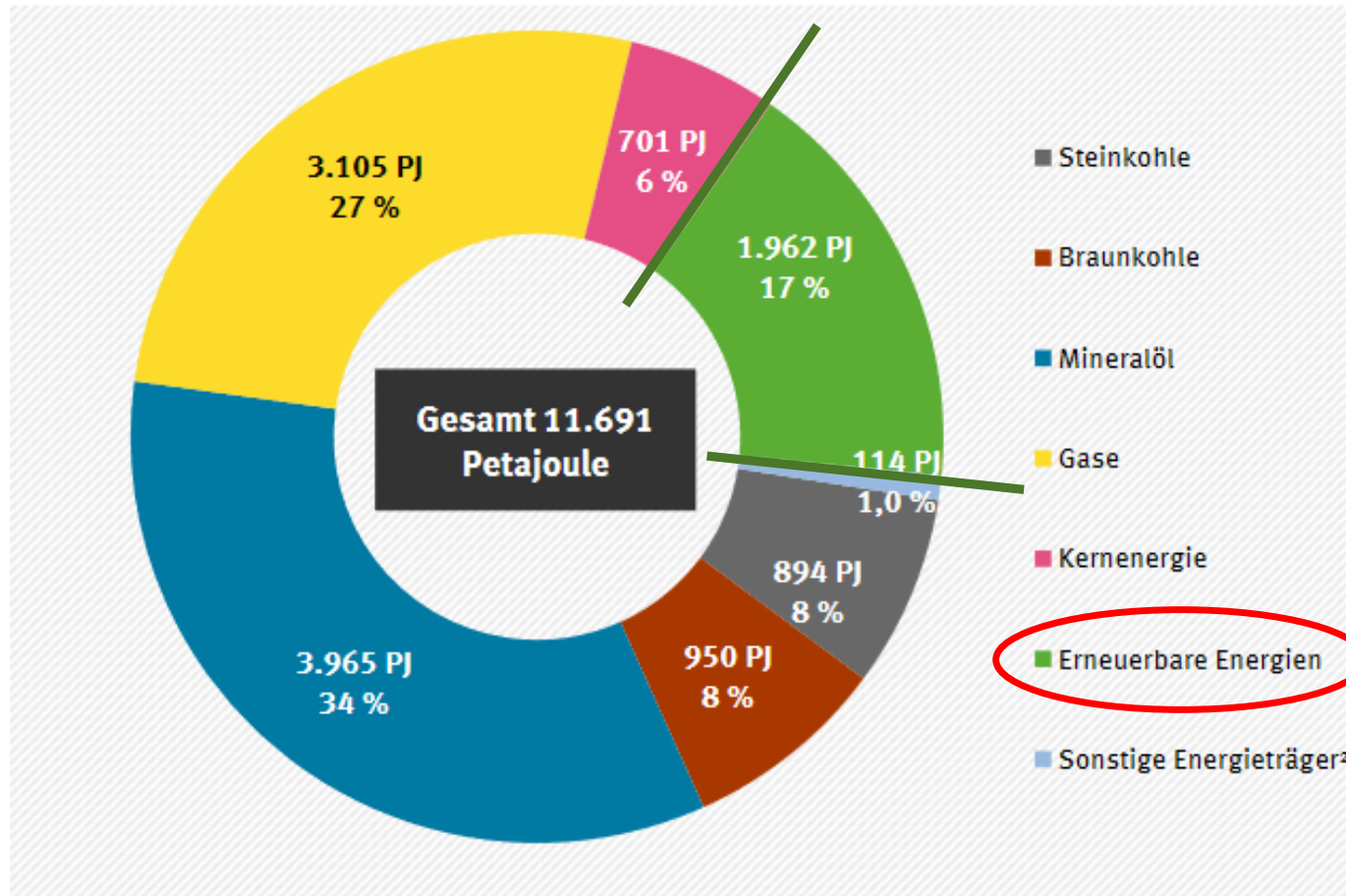
Nettostromerzeugung rd. 500 TWh

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 ²) |

Zum Vergleich:

| | | | | |
|-----------------------|------|-----|-------------------|---------|
| Kernkraft | 8,4 | 61 | 83 % | 6 |
| Kohlekraft | 44 | 116 | 30 % ¹ | ca. 100 |
| Gas | 27 | 60 | 25 % ¹ | |
| 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.

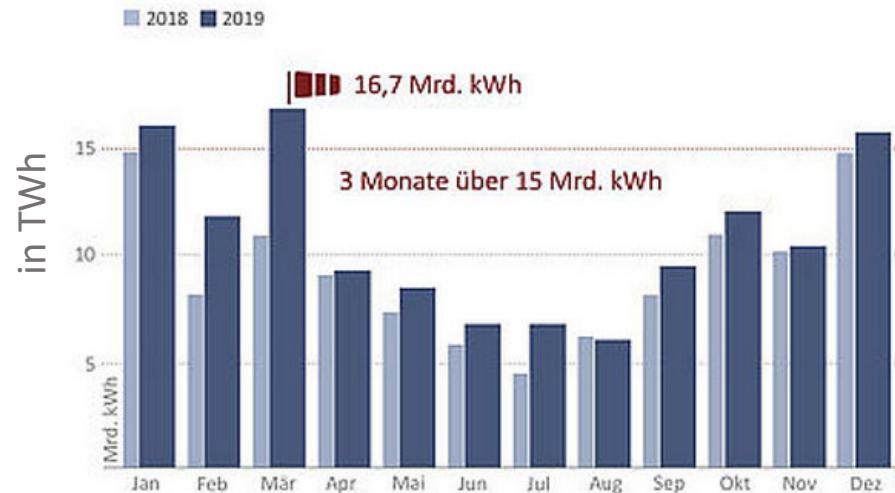
¹ Werden bereits für Residuallast benutzt. Der Nutzungsgrad wäre bei Dauerauslastung höher.

Quelle: Umweltbundesamt

Gas zum Ausgleich volatiler erneuerbarer Energie

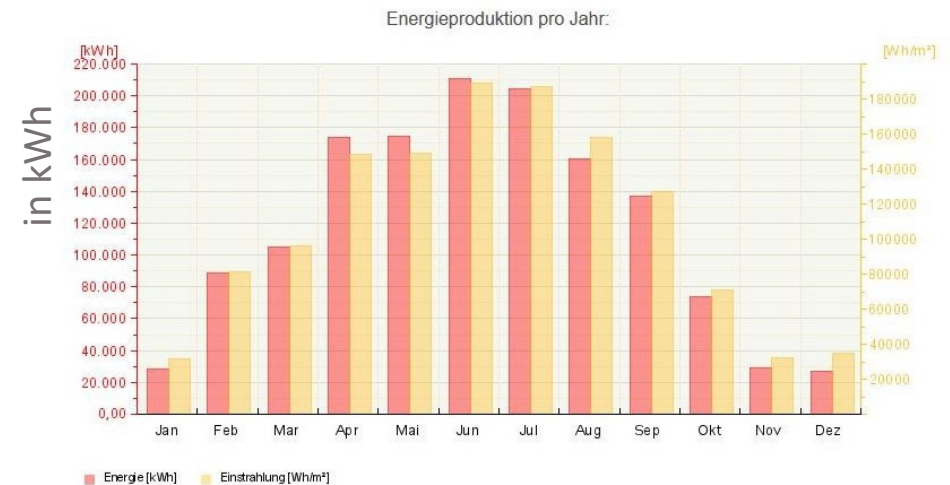
- Volatile regenerative Energie erfordert kontinuierlichen Ausgleich zwischen Bedarf und Angebot (im Extremfall für „Dunkeltage“)
- Die Jahreszeiten erfordern eine saisonale Speicherung von Energie

Schwankende monatliche Windkraftherzeugung - Onshore

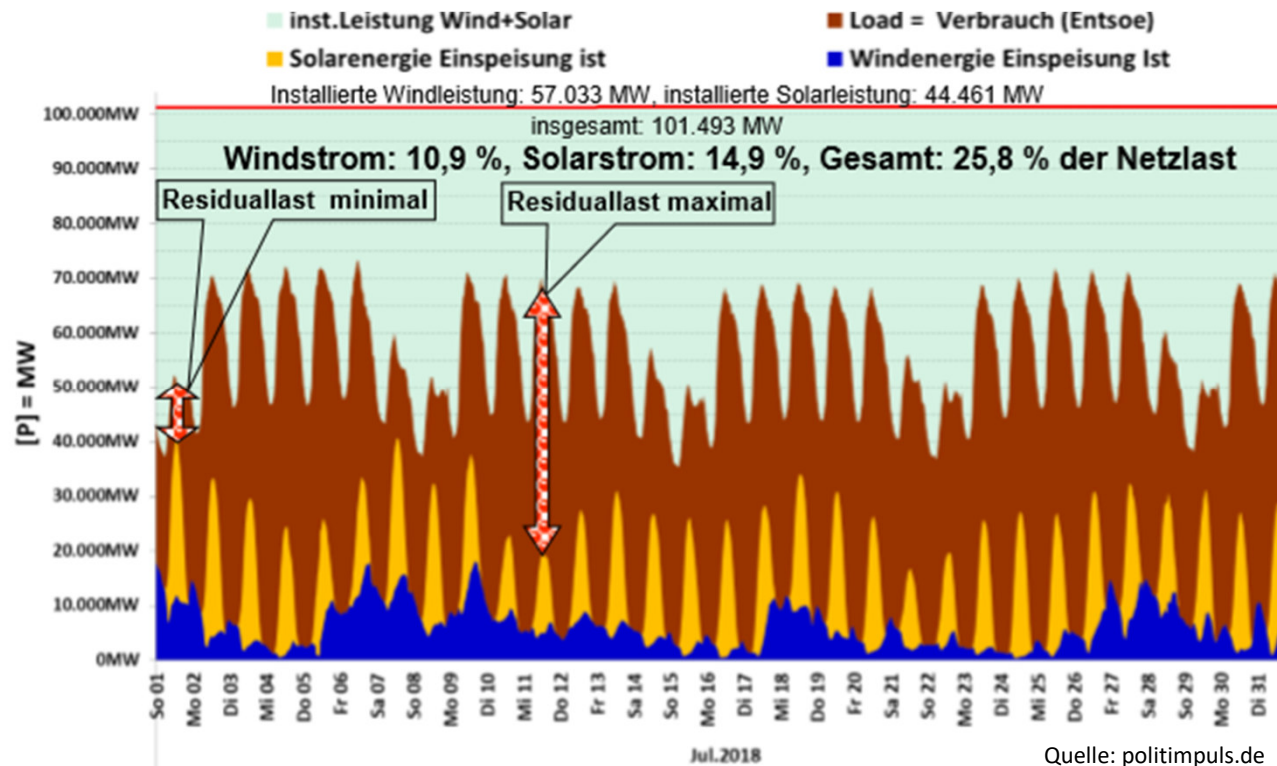


Quellen: Dt.WindGuard, Fraunhofer ISE, Umweltbundesamt

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.**

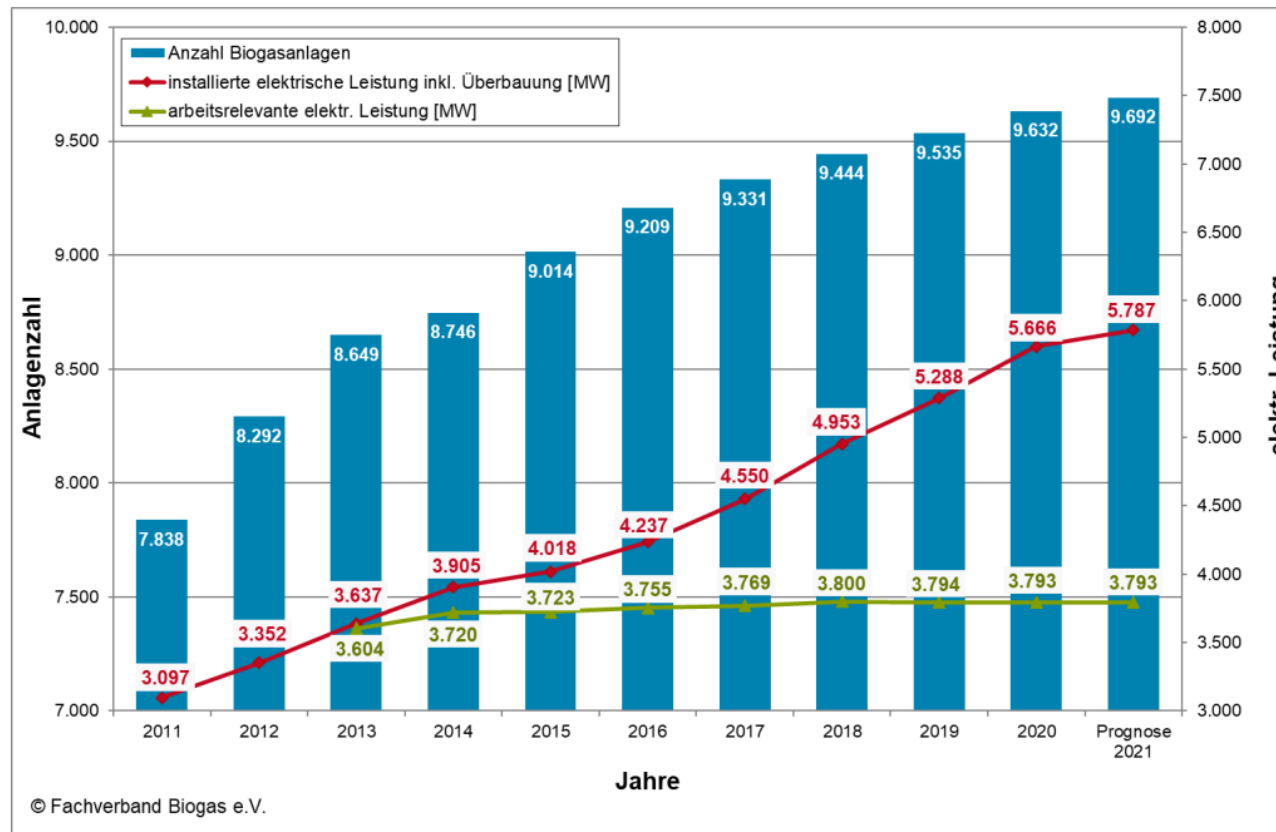
- I. Kurzvorstellung und Firmenprofil Lauer & Weiss GmbH
- II. Energiewende 2030 - Wege zur Klimaneutralität in Europa
- III. Von der Biogasanlage zum Bio-LNG**
- IV. Technische Umsetzung im Musterpark Bio-LNG
- V. Ausblick

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

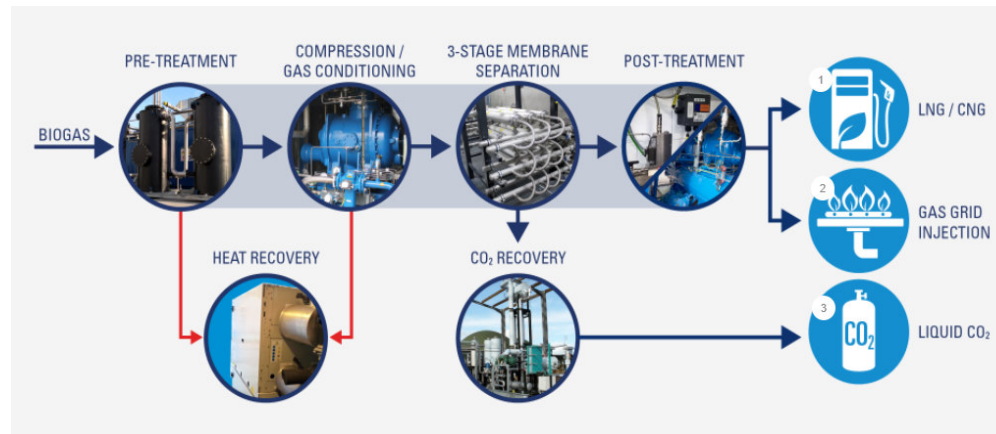


- I. Kurzvorstellung und Firmenprofil Lauer & Weiss GmbH
- II. Energiewende 2030 - Wege zur Klimaneutralität in Europa
- III. Von der Biogasanlage zum Bio-LNG
- IV. Technische Umsetzung im Musterpark Bio-LNG**
- V. Ausblick

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 CO₂-Reduzierung wird geleistet



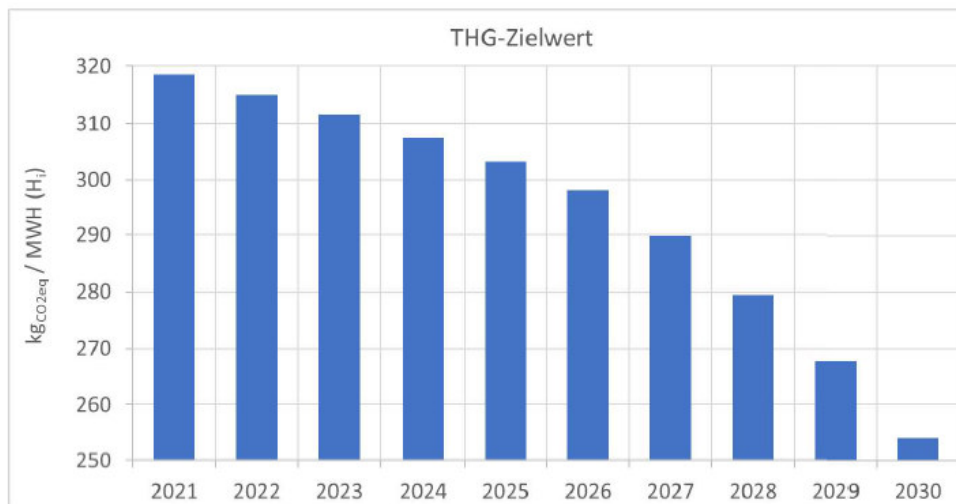


- zur Aufbereitung muss das Rohbiogas zunächst vorbehandelt werden
 - mit Hilfe von Biogaskühlung und Biogasfiltration werden Verunreinigungen (z.B. Wasser oder Schwefelwasserstoff) entfernt
- Nach der Verdichtung wird das Gas mittels einer über die Membran ausgeübten Druckdifferenz aufgetrennt. Dabei werden zwei Gasströme gewonnen:
 1. Biogas mit dem für die jeweilige Anwendung erforderlichen Methanwert und
 2. ein kohlendioxidreiches Gas (CO₂)
- Verflüssigung des Biogas (und des CO₂) 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 kg_{CO2eq}/MWh (H_i)

| | |
|------------------------------|-------|
| Ottokraftstoffe | 335,9 |
| Diesekraftstoffe | 342,4 |
| LPG | 265,0 |
| CNG | 249,5 |
| LNG | 268,2 |
| H ₂ (blau/türkis) | 189,7 |
| H ₂ (grau) | 375,5 |
| H ₂ (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 €/t_{CO2eq} leisten oder die negativen THG-Quoten anderer Energieträger kaufen.
Aktueller Quotenpreis: >400 €/t_{CO2eq}

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)

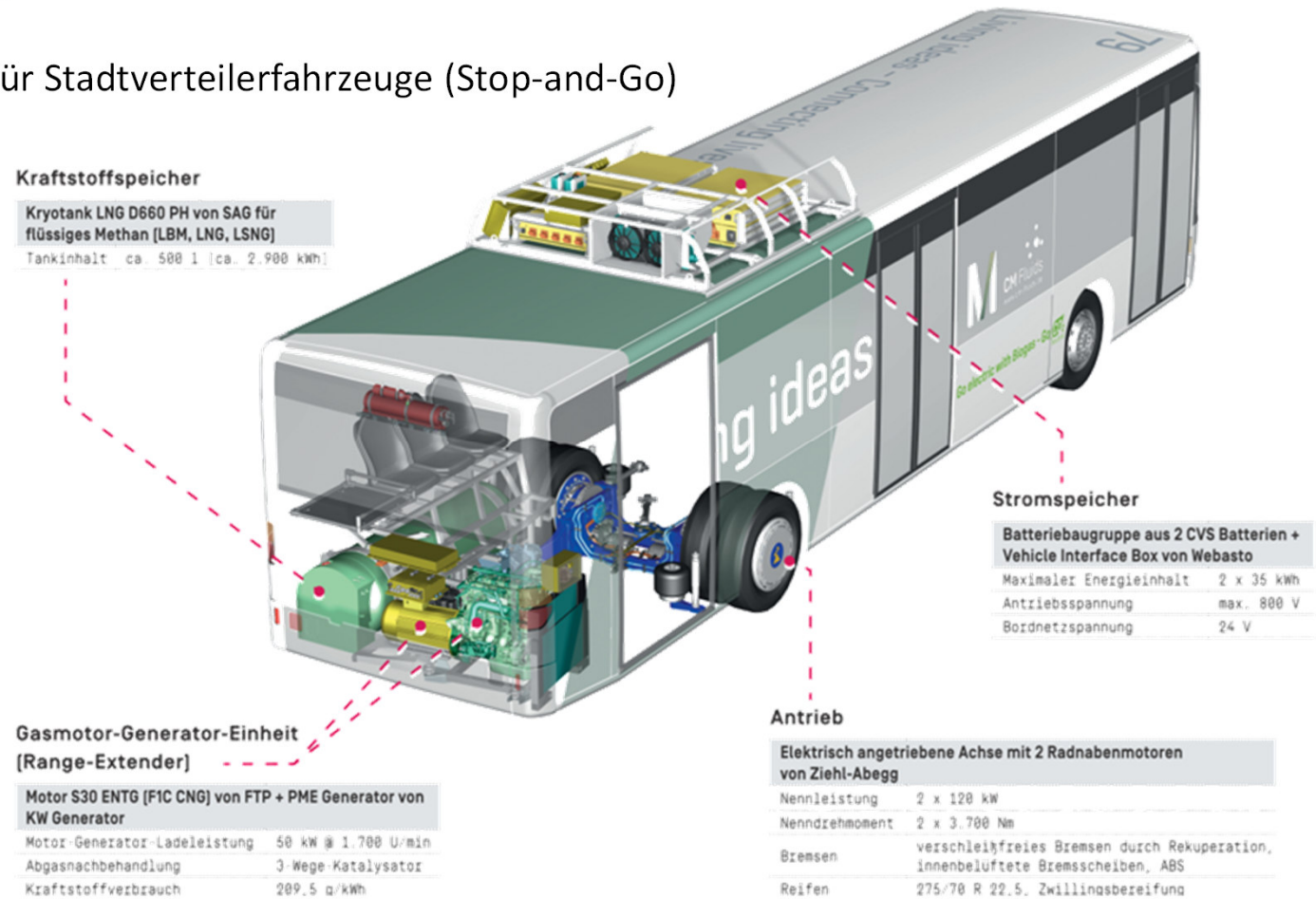
- Rekuperation der Bremsenergie in der Pufferspeicherbatterie
 - Betrieb des Gasmotors ausschließlich im optimalen Drehzahlbereich
 - Abwärme wird zum Heizen genutzt (Kraft-Wärme-Kopplung; zum Vergleich: die Diesel-Zusatzheizungen vieler E-Busse mit ca. 30 kW Leistung)
- Optimiertes Zusammenspiel der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

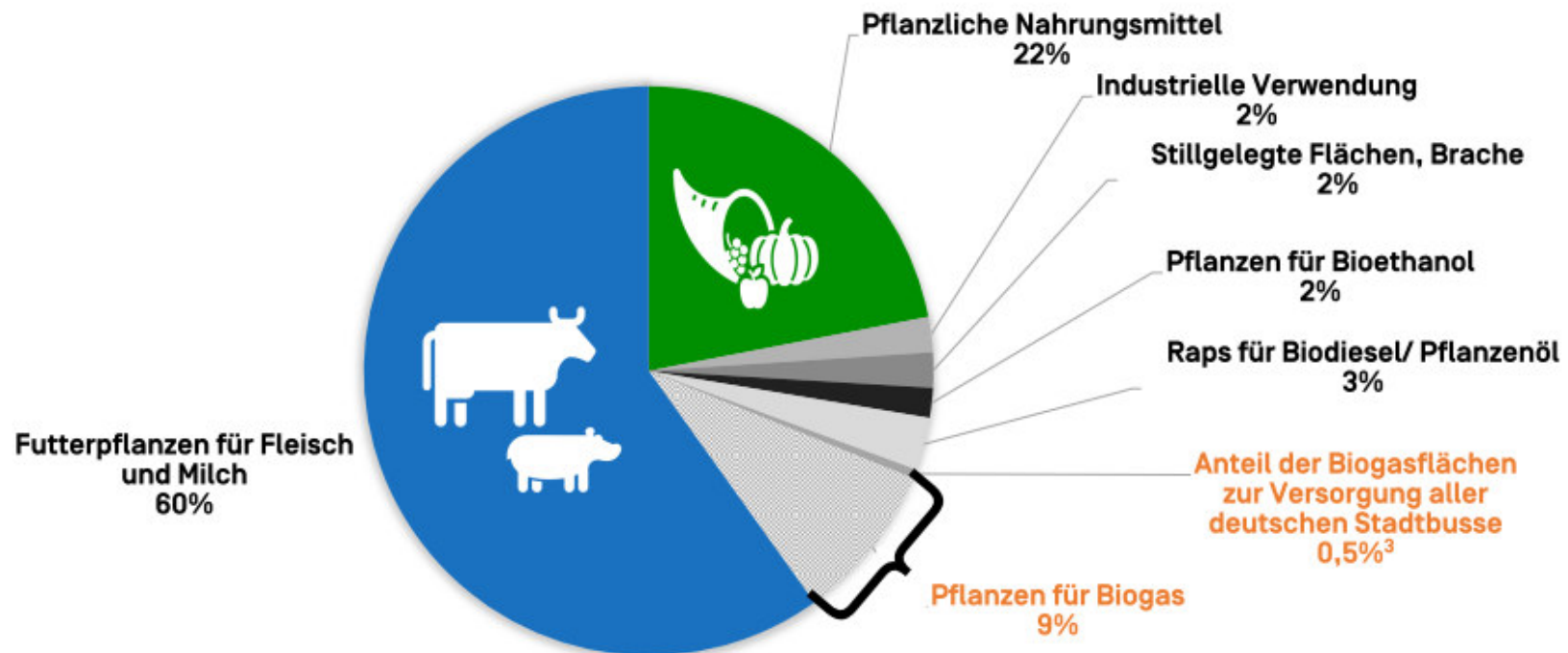


Eigenschaften von Gasmotoren

- 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_x-arm)
- + selbst bei fossilem LNG weniger CO₂-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 CO₂ neutral fahren¹.



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

² 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

³ 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

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



Lauer & Weiss GmbH

www.lauer-weiss.de

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