

A photograph of a field of yellow flowers, likely Helianthus, in the foreground. The flowers are in various stages of bloom, with some fully open and others as buds. The stems are dark green and reddish-brown. In the background, there is a dense forest of green trees under a cloudy sky.

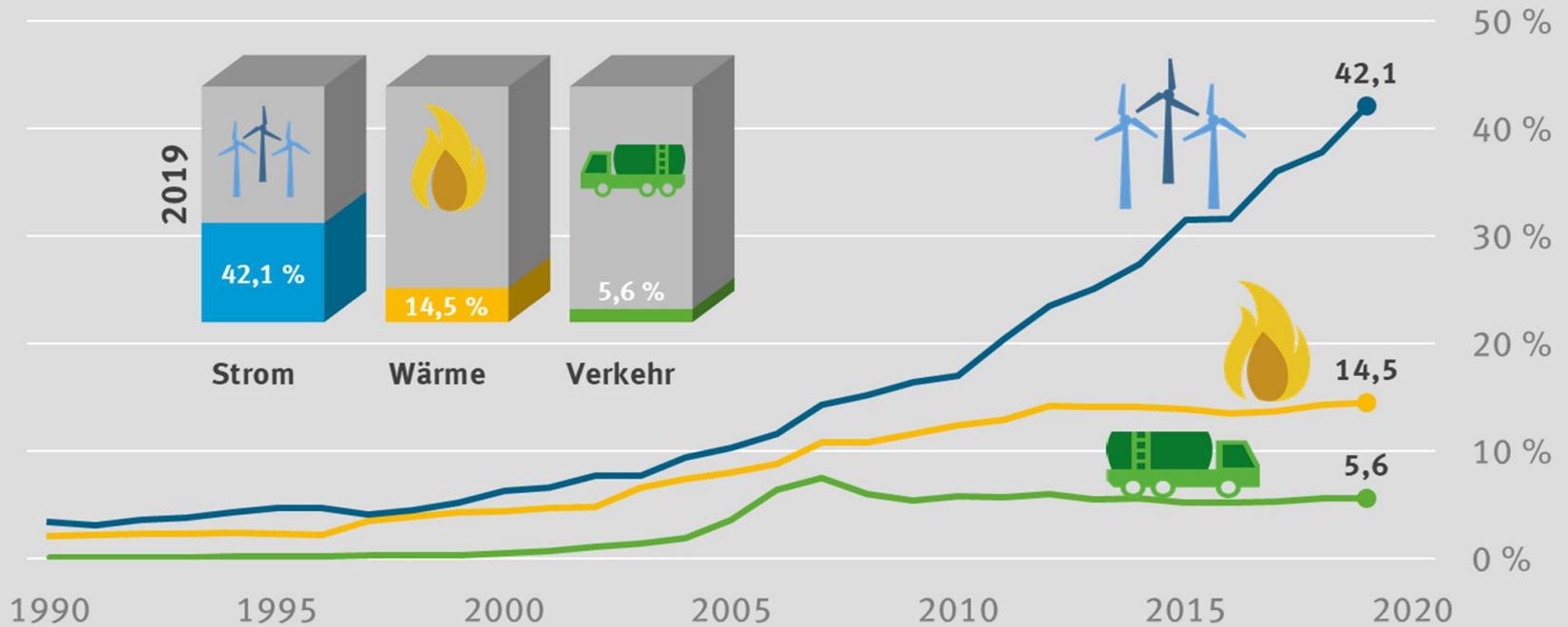
Grüner Wasserstoff aus Biogas

Maximilian Schleupen

2. Info-Veranstaltung zu Wasserstoff im Landkreis Elbe-Elster
29.10.2020

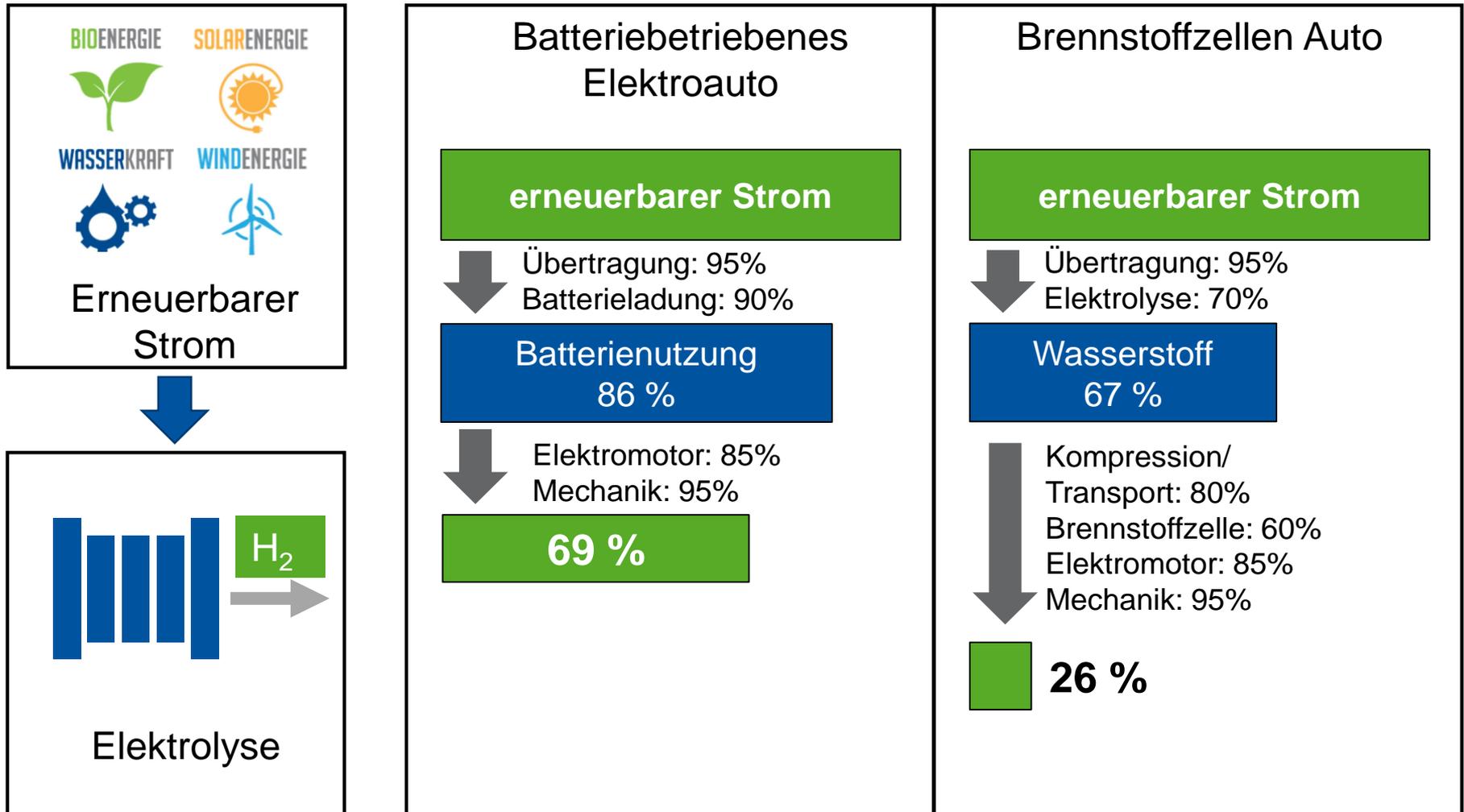
Anteil erneuerbare Energien nach Sektoren

Erneuerbare Energien: Anteile in den Sektoren Strom, Wärme und Verkehr



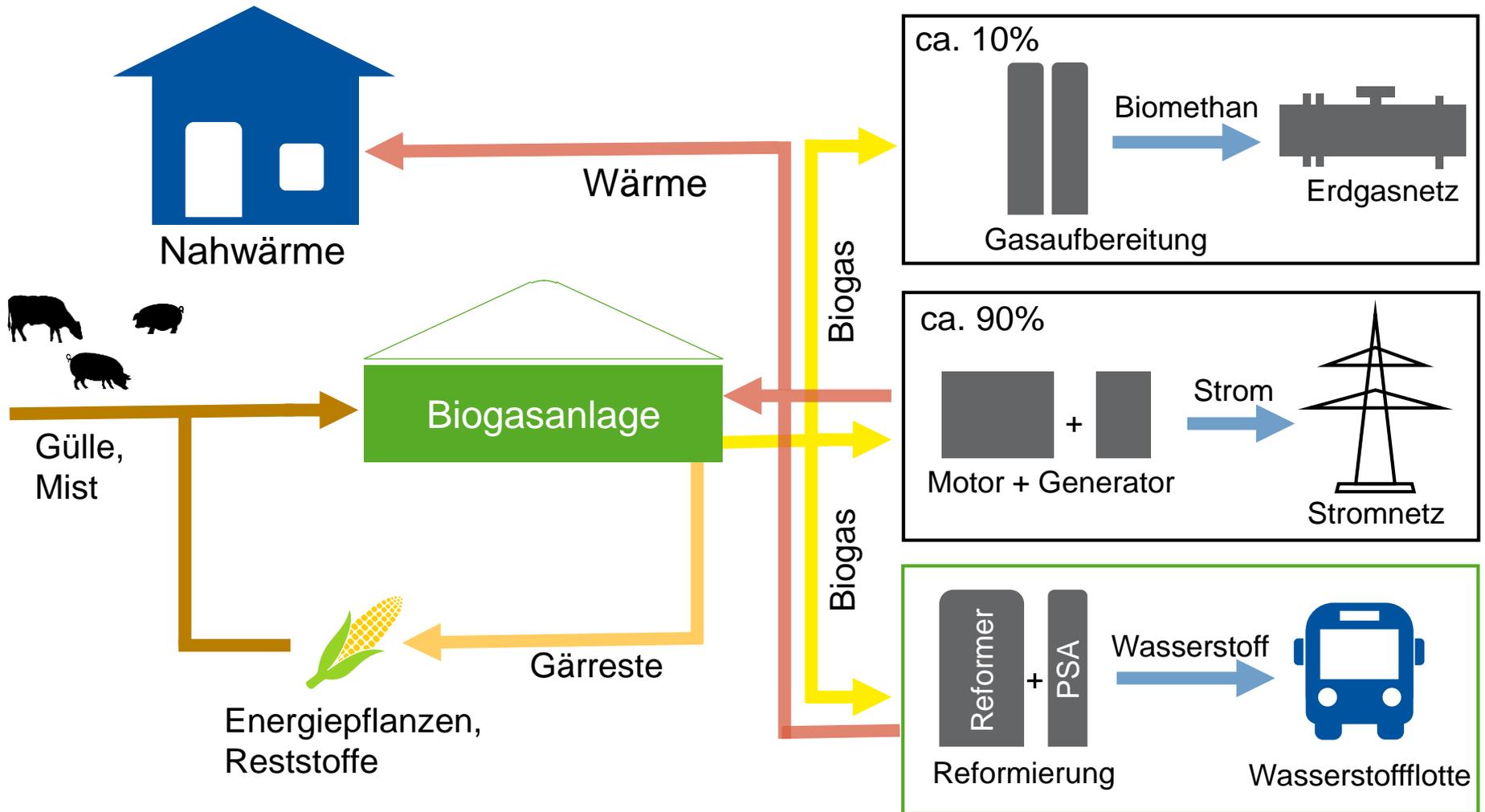
Quelle: AGEE-Stat / Umweltbundesamt

Grüner Wasserstoff für den Verkehr

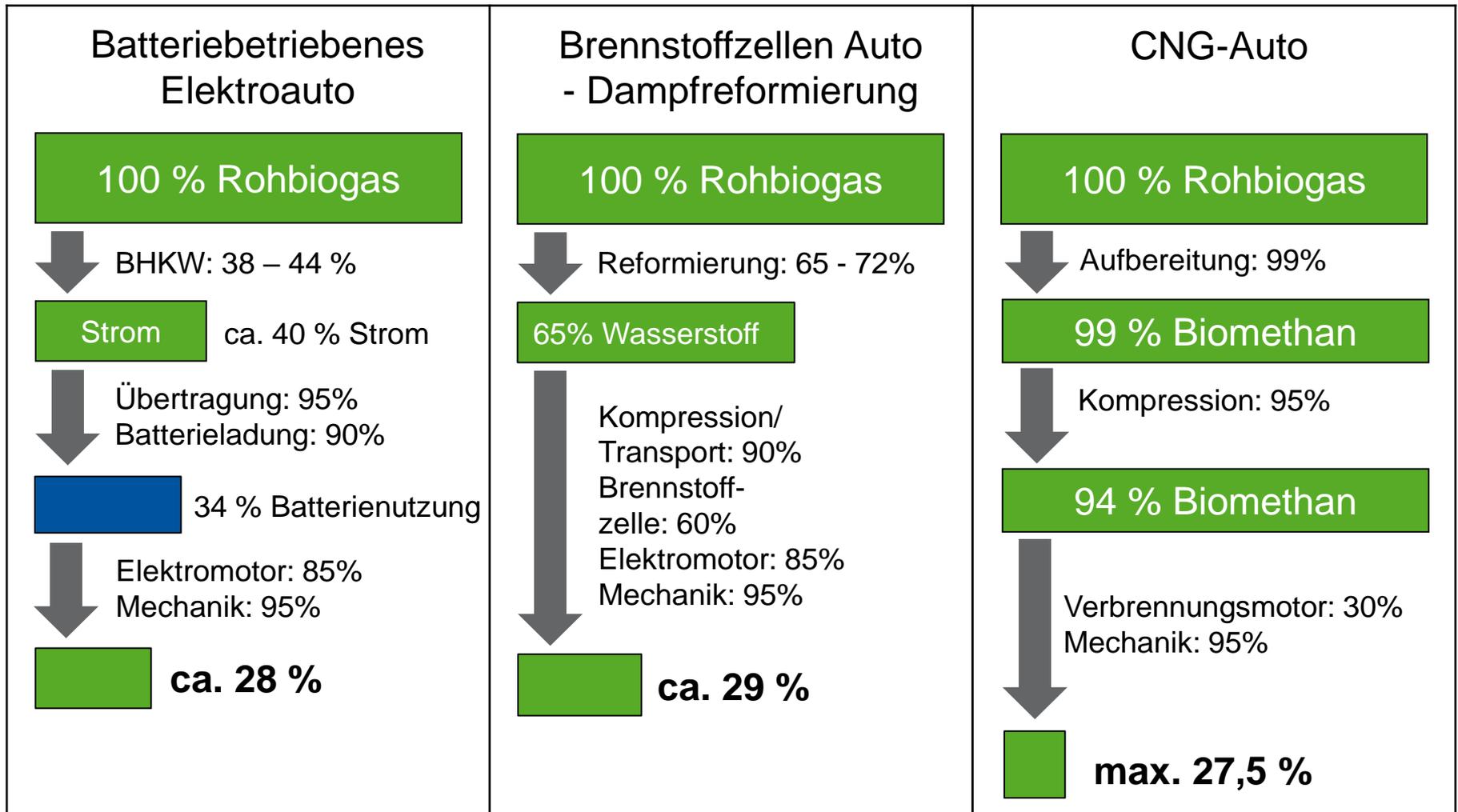


Agora, Die Zukunft strombasierter Brennstoff: Verwendung, Kosten, Nachhaltigkeit

Grüner Wasserstoff aus Biogas

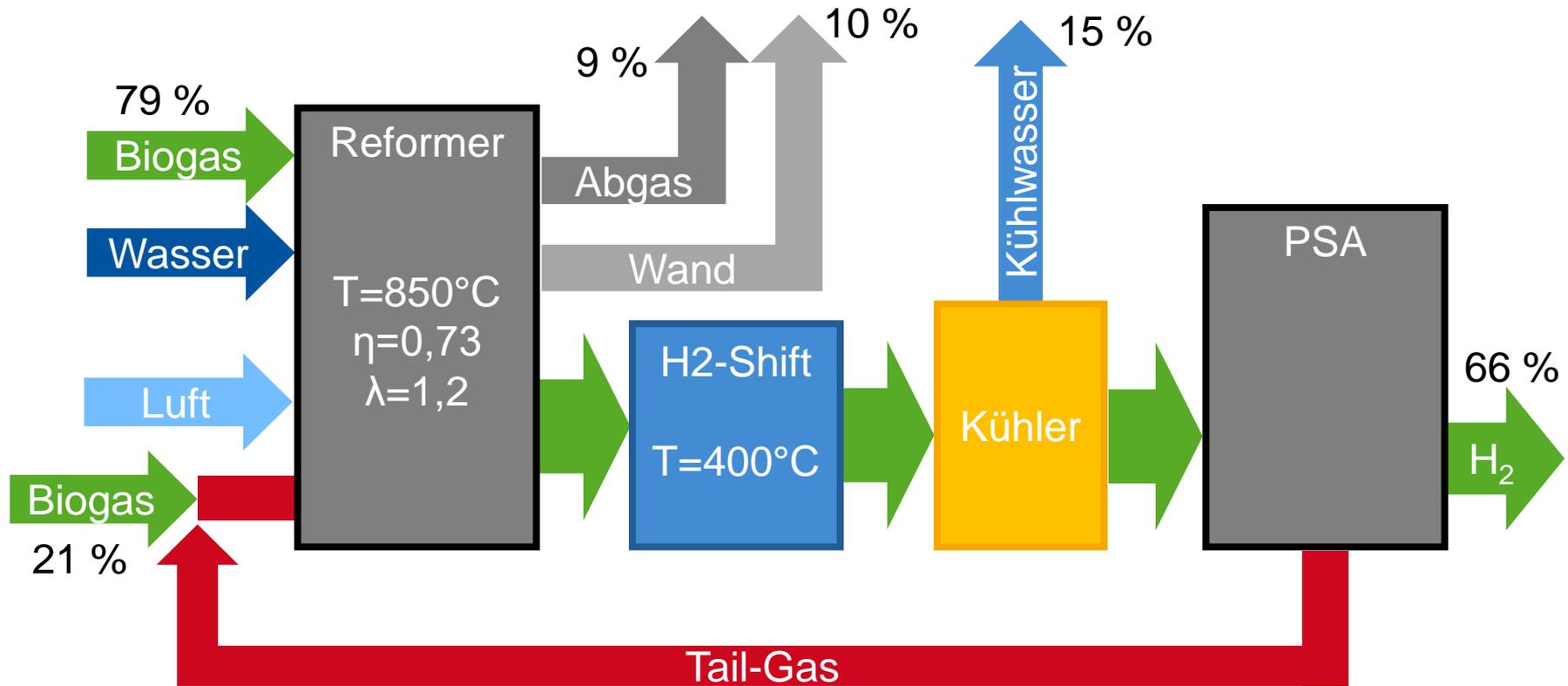


Effektive Nutzung der erneuerbaren Ressourcen



Berechnung basierend auf: Agora, Die Zukunft strombasierter Brennstoff: Verwendung, Kosten, Nachhaltigkeit

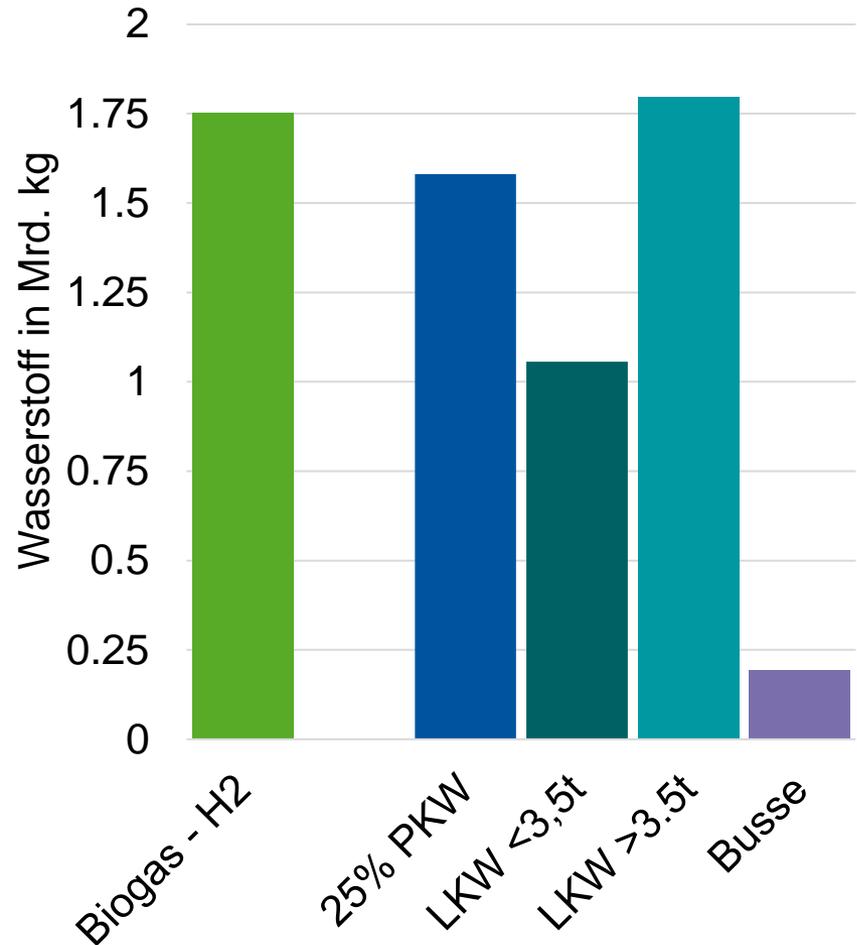
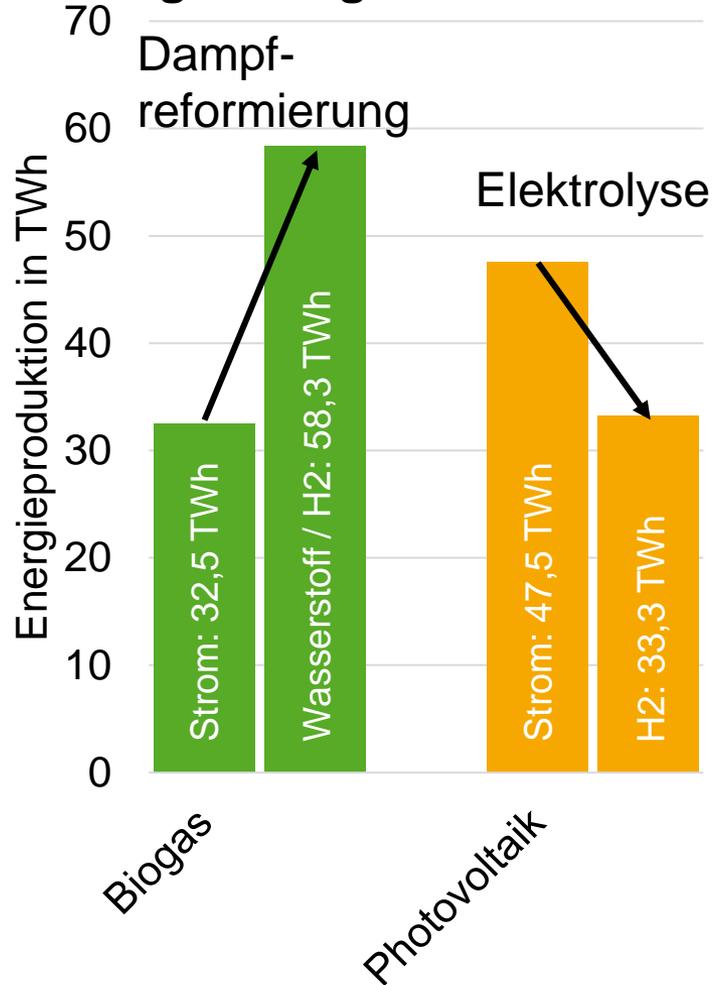
Beispiel Reformer für 5 kgH₂/h



Wärmebedarf einer Biogasanlage liegt bei etwa 127000 kWh/y bei 100 kW elektrischer installierter Leistung – 5,8 % im Jahresmittel

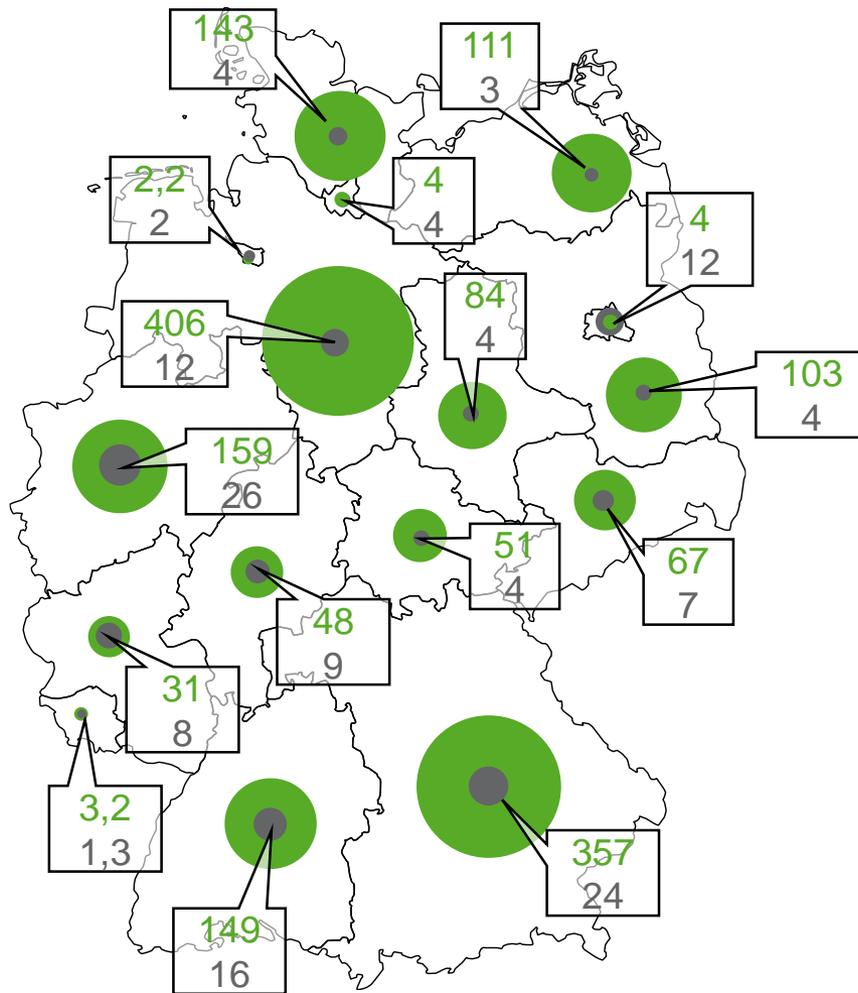
Effektive Nutzung der erneuerbaren Ressourcen

9500 Biogasanlagen haben 2019 ca. 32,5 TWh erneuerbaren Strom produziert



UGR – Transportleistungen – Energieverbrauch 2018 / BMWi: Zahlen und Fakten Energiedaten, Stand 31.03.2020 / Fachverband Biogas: Branchenzahlen 2018

Dezentrale bedarfsgerechte Wasserstoffproduktion durch Biogas



Heutige Potential zur Wasserstoffproduktion aus Biogas in Mio. kg



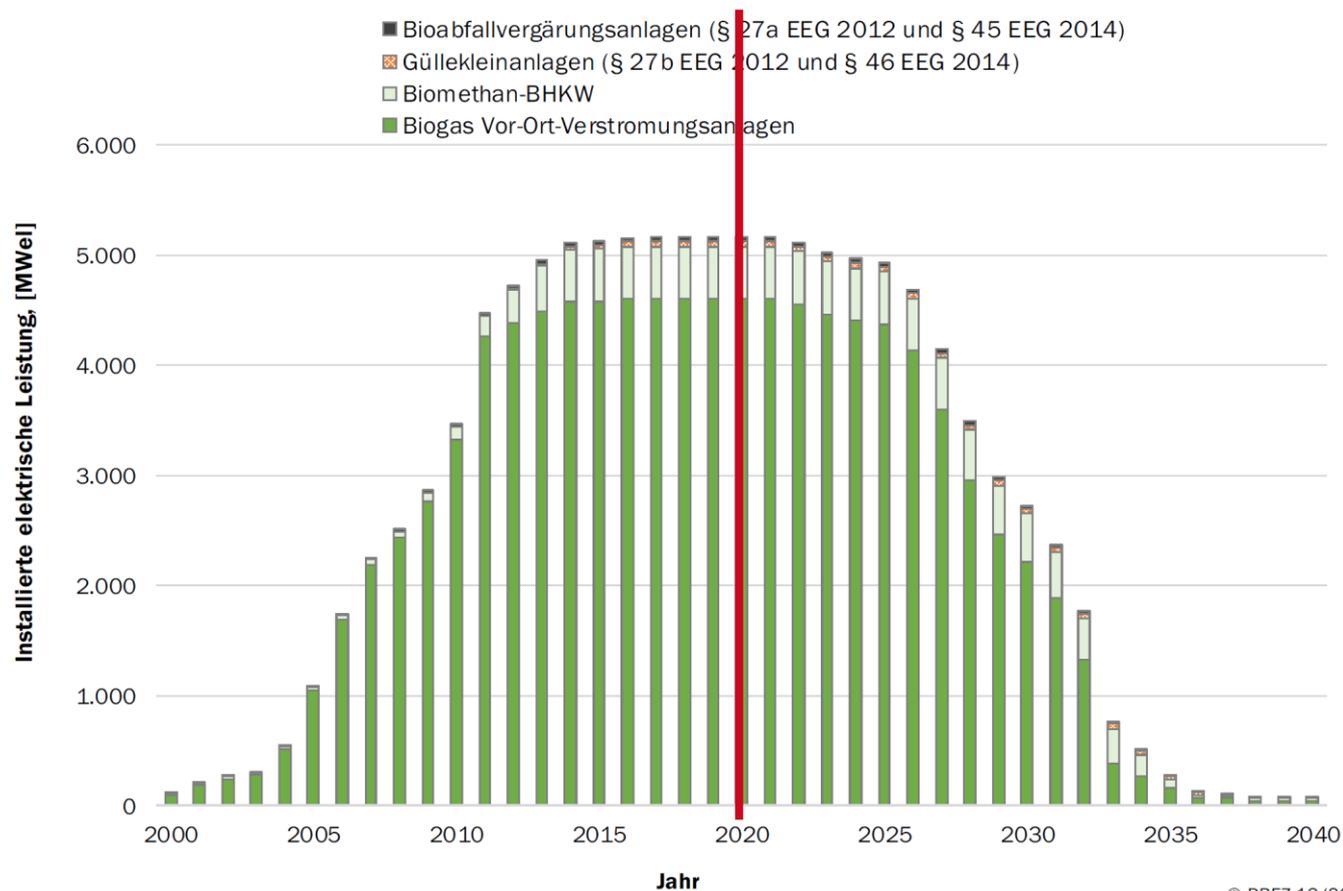
Wasserstoffbedarf des öffentlichen Personenstraßenverkehrs in Mio. kg



Biogasanlagen gibt es in ganz Deutschland

basierend auf Statistisches Bundesamt (Destatis), 2020
<https://www.foederal-erneuerbar.de/auf-einen-blick-detailseite/items/bioenergienutzung-in-den-bundeslaendern>

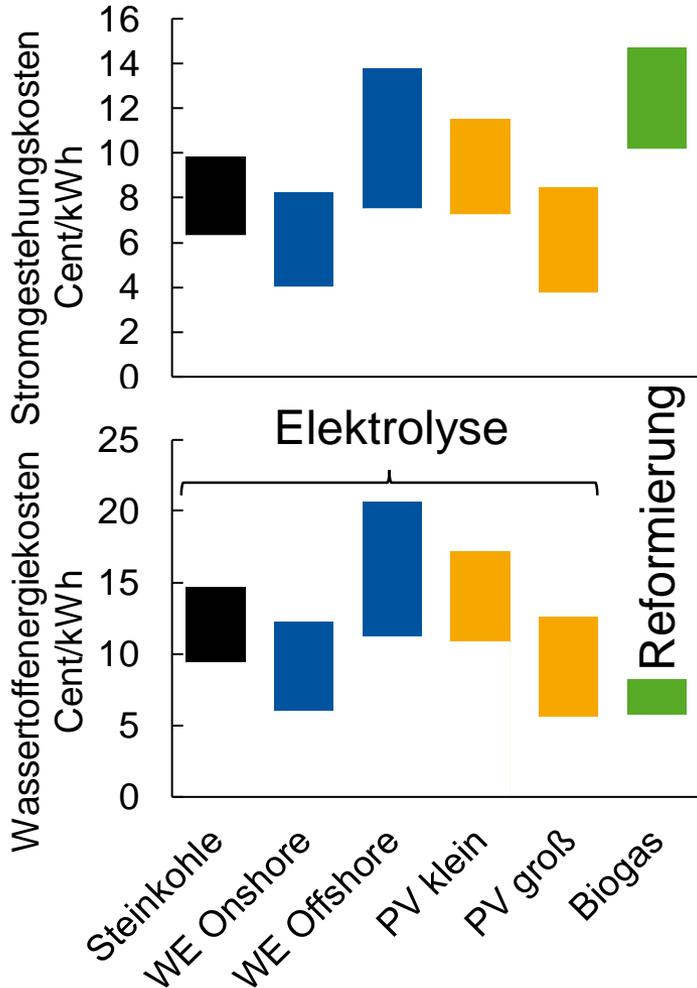
Entwicklung der installierten Anlagenleistung ohne EEG-Anschlussförderung



- Ab 2035 (in 15 Jahren!) wäre die THG-Minderung von rd. 20 Mio. t CO₂e zusätzlich anderweitig auf zu bringen.

Vorhandene Potentiale sinnvoll nutzen

Neuanlagen 2018



Erneuerbare
Energien Gesetz -
EEG
§
20 Jahr feste
Einspeisevergütung
für Neuanlagen

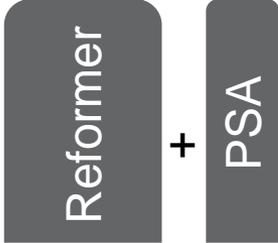
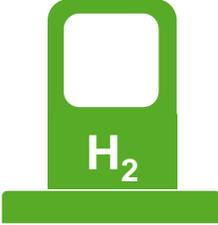


Wirtschaftliche
Anschlusslösung
?
H₂

Einspeisevergütung: ca. 17-24 Cent/kWh

Fraunhofer ISE Stromgestehungskosten Erneuerbare Energien, 2018
EEG 2000-2017

Wirtschaftlichkeit von grünem Wasserstoff aus Biogas

		
<p>400 kW elektrisch 170 m³_{Biogas}/h</p>	<p>H₂-Energiekosten ca. 4,4 €/kg</p>	<p>ca. 18 kg_{H2}/h ca. 430 kg_{H2}/d ca. 150 t_{H2}/y</p>
<p>Einspeisevergütung ca. 20 Cent/kWh_{el}</p>	<p>Investition: 1,3 Mio.€</p>	<p>Investition: 1,5 Mio.€</p>

Durch die dezentrale Biogasproduktion können Wasserstofftransportkosten vermieden werden

1 Bus verbraucht etwa 25 kg_{H2}/d
20 Cent/kWh_{el} entsprechen etwa 8 Cent/kWh_{Biomethan}

Wirtschaftlichkeit von grünem Wasserstoff aus Biogas

Aktueller Tankstellenpreis von grauem Wasserstoff

9,50 € pro kg brutto

7,98 € pro kg netto

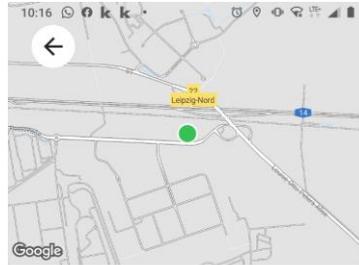
Grüner Wasserstoff aus Biogas: 7,58 €/kg

Energiekosten	4,40 €/kg
Verdichtung	0,8 €/kg
Betrieb und Wartung	0,55 €/kg
Abschreibung	1,83 €/kg
Summe:	7,58 €/kg

Abschreibungszeitraum von 10 Jahren

Wirtschaftlichkeit und Versorgungssicherheit durch feste Kooperation

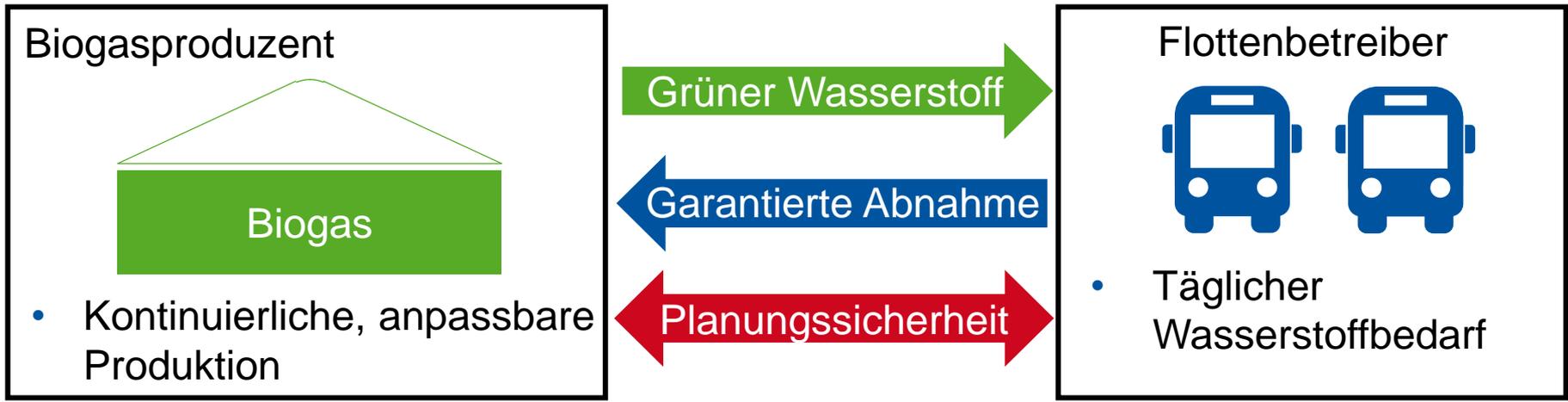
Eine Wirtschaftlichkeit kann nur durch eine gesicherte Abnahme garantiert werden



Leipzig (TOTAL)
Letzte Betankung an dieser Station:
3,14 kg vor mehr als 24 Stunden

Abgerufen: 29.10.2020 um 10:19 Uhr

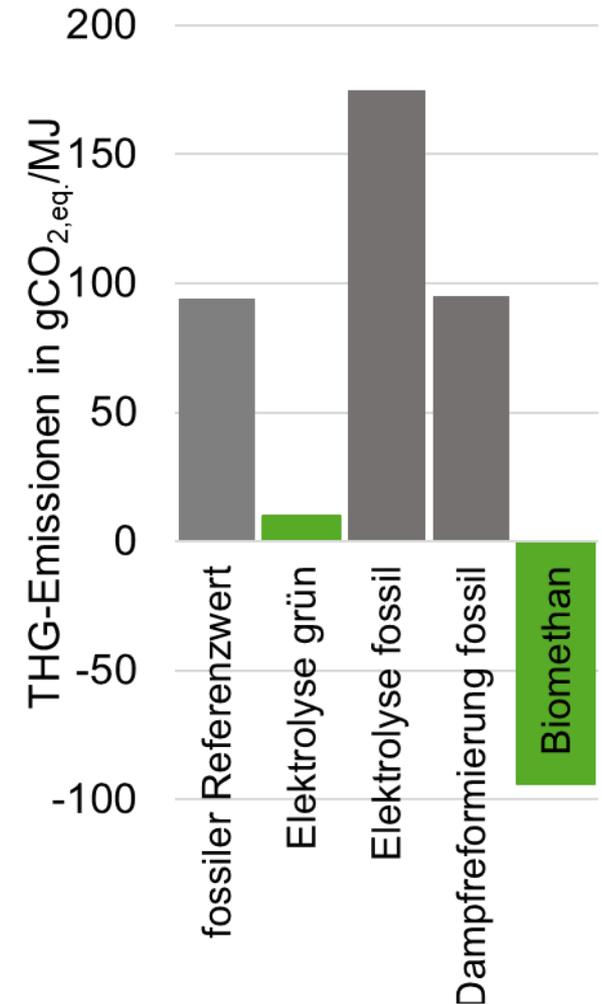
www.h2.live



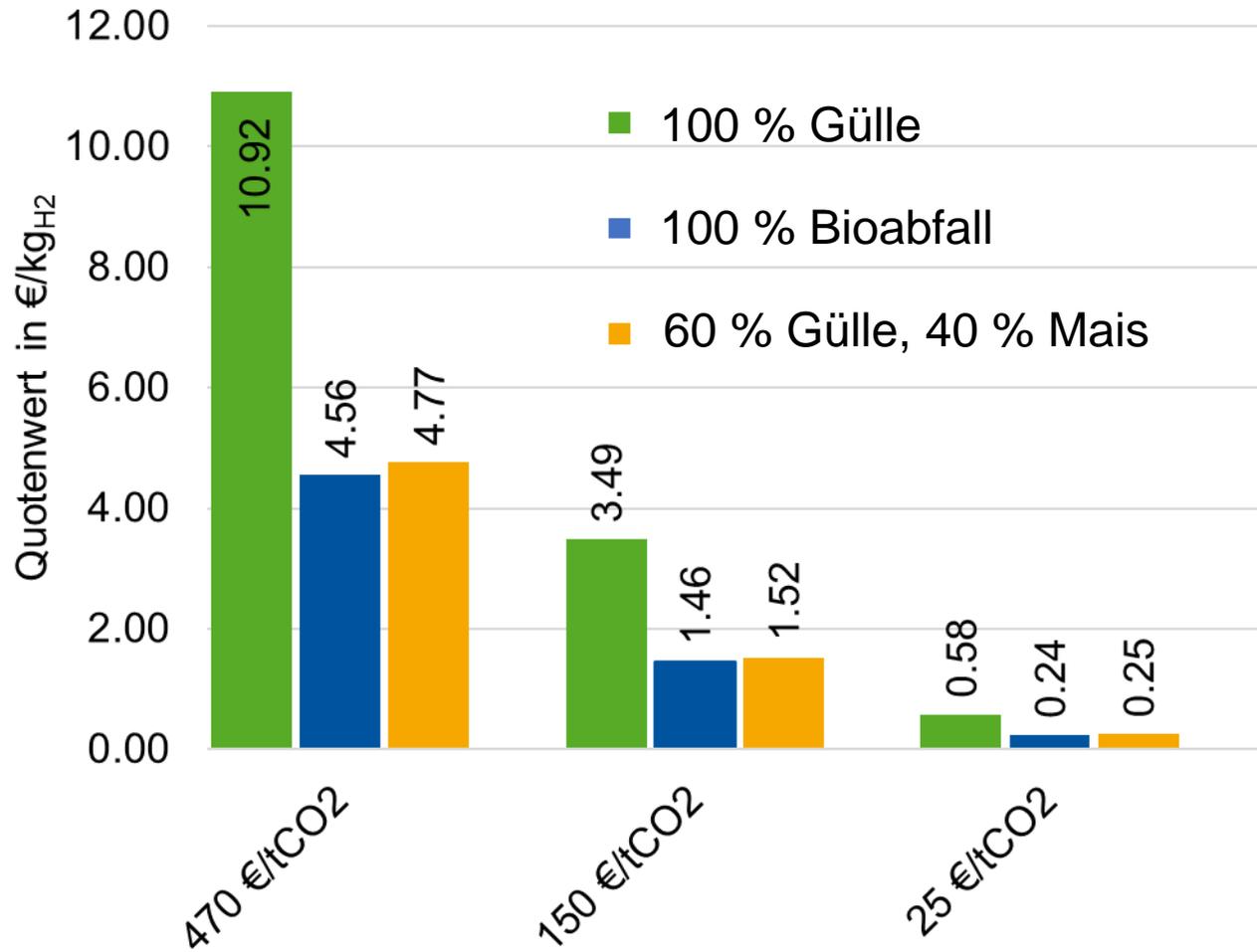
THG – Emissionen: Wasserstoff aus Biogas – RED II

- Definition THG - Standardwerten von Biokraftstoffen gegenüber fossilen Brennstoffen
- Referenzwert gilt 94 gCO₂eq/MJ fossiler Brennstoffe im Verkehrssektor

Substrat	THG - Einsparun g	
100 % Gülle	202 %	Geschlossenes Gärrestlager & Nachverbrennung
100 % Mais	63 %	
100 % Bioabfall	80 %	
Gülle – Mais 60/40	84 %	



Hypothetischer Quotenwert von Wasserstoff aus Biogas



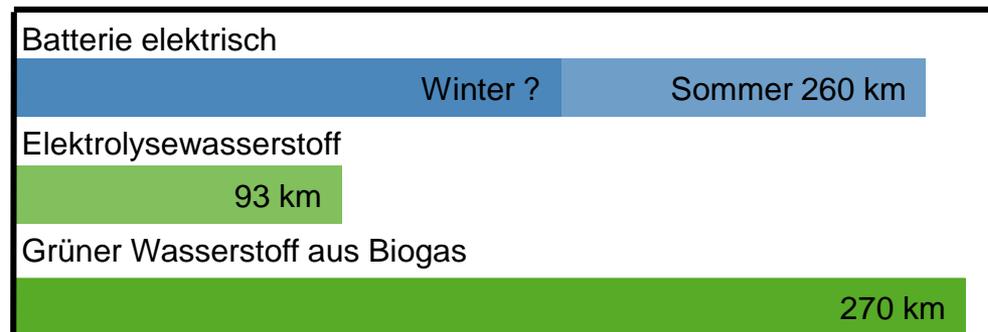
Wasserstoffprojekte in Deutschland

HyCologne	Rhein-Main-Verkehrsverbund	Brennstoffzellenzukunft
<p>Brennstoffzellenbusse Müllwagen in Hürth bei Köln</p> 	<p>27 Brennstoffzellenzüge</p> 	<p>Züge, Busse, Kommunale Fahrzeuge, LKW's, Landmaschinen</p> 
<p>Wasserstoffquelle:</p>	<p>Wasserstoffquelle:</p>	<p>Wasserstoffquelle:</p>
<p>Chemiepark Hürth</p>	<p>Industriepark Höchst H2-Tankstelle seit 2006</p>	<p>Eine der 9500 Biogasanlagen in Deutschland</p>

Zusammenfassung

- Grüner Wasserstoff kann über Dampfreformierung aus Biogas produziert werden
- Biogas ist derzeit Deutschlands sinnvollste erneuerbare Quelle zur Produktion von grünem Wasserstoff
- Grüner Wasserstoff aus Biogas ist wirtschaftlich
- Wasserstoff aus Biogas ist gut für Städte und den Wasserstoffnetzausbau

Elektromobilität aus erneuerbaren Energien.
Welcher Energieträger kommt weiter?



Beispielrechnung eines Busses bezogen auf etwa $210 \text{ m}^3_{\text{Biogas}}$ oder 500 kWh Strom

Ihr Kontakt

Maximilian Schleupen, M.Sc.
Institut für Industrieofenbau und Wärmetechnik
RWTH Aachen University
Kopernikusstr. 10, 52074 Aachen
www.iob.rwth-aachen.de
schleupen@iob.rwth-aachen.de
+49 241 80 26070

