



Wasserstoff aus Biogas

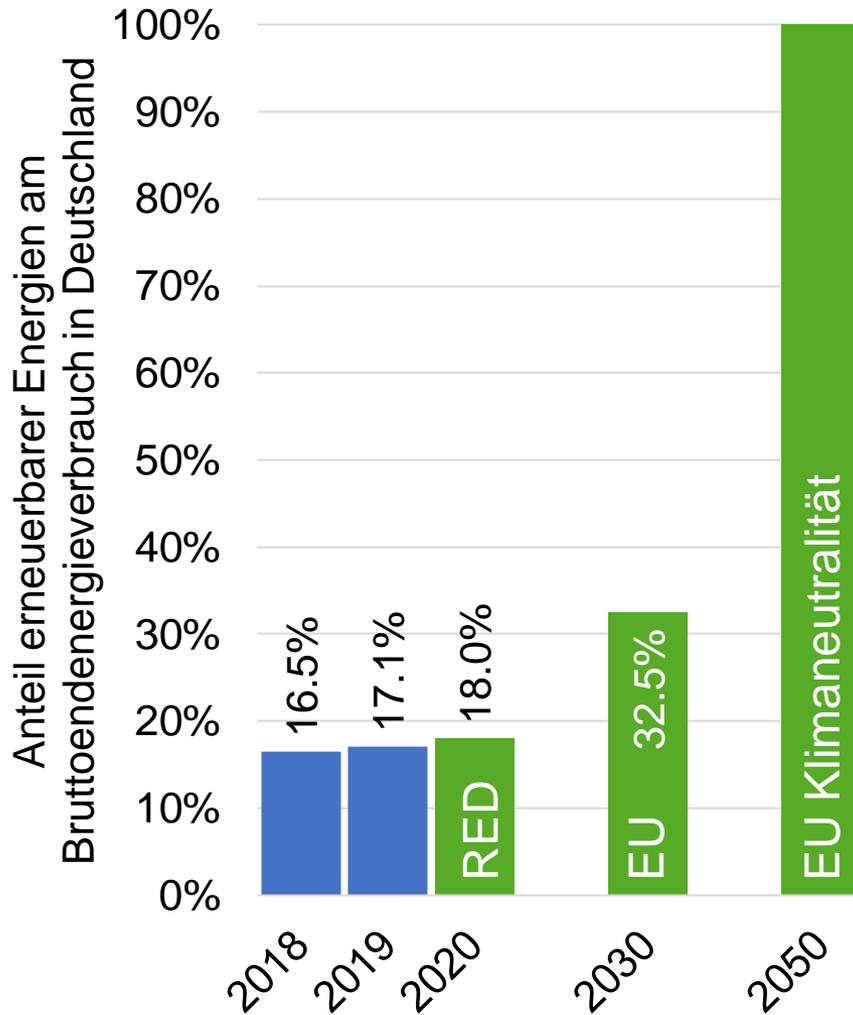
Maximilian Schleupen

Landkreis Elbe-Elster

6. Info-Veranstaltung zum Klimaschutz
Schwerpunkt Landwirtschaft und Bioenergie

12.03.2021

Stand und Ziele Energiepolitik



„Wasserstoff ist ein Schlüsselrohstoff für eine langfristig nachhaltige Energiewende“

Nationale Wasserstoffstrategie

- Nur grüner Wasserstoff ist auf Dauer nachhaltig

Grüner Wasserstoff: CO₂-freier Wasserstoff, der auf Basis erneuerbarer Energien hergestellt wird.

Wasserstoff Roadmap NRW

Ziele 2030:

- 11.000 Brennstoffzellen-Lkw
- 200 Wasserstofftankstellen
- 1000 Brennstoffzellen-Abfallsammler
- 3800 Brennstoffzellen-Busse (ÖPNV)

AGEE-Stat; Stand: Februar 2020

Entwurf: Nationale Wasserstoffstrategie

<https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Namensartikel/2019/20191105-altmaier-faz-wasserstoff.html>

Energiewende und Sektorkopplung

SOLARENERGIE



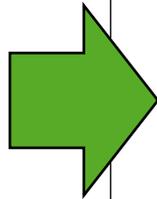
BIOENERGIE



WASSERKRAFT



WINDENERGIE

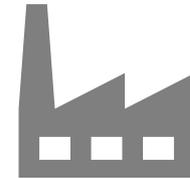


Verkehr



- Dezentral
- Mittlerer Energiebedarf
- Diverser Optionenraum

Industrie



Haushalte

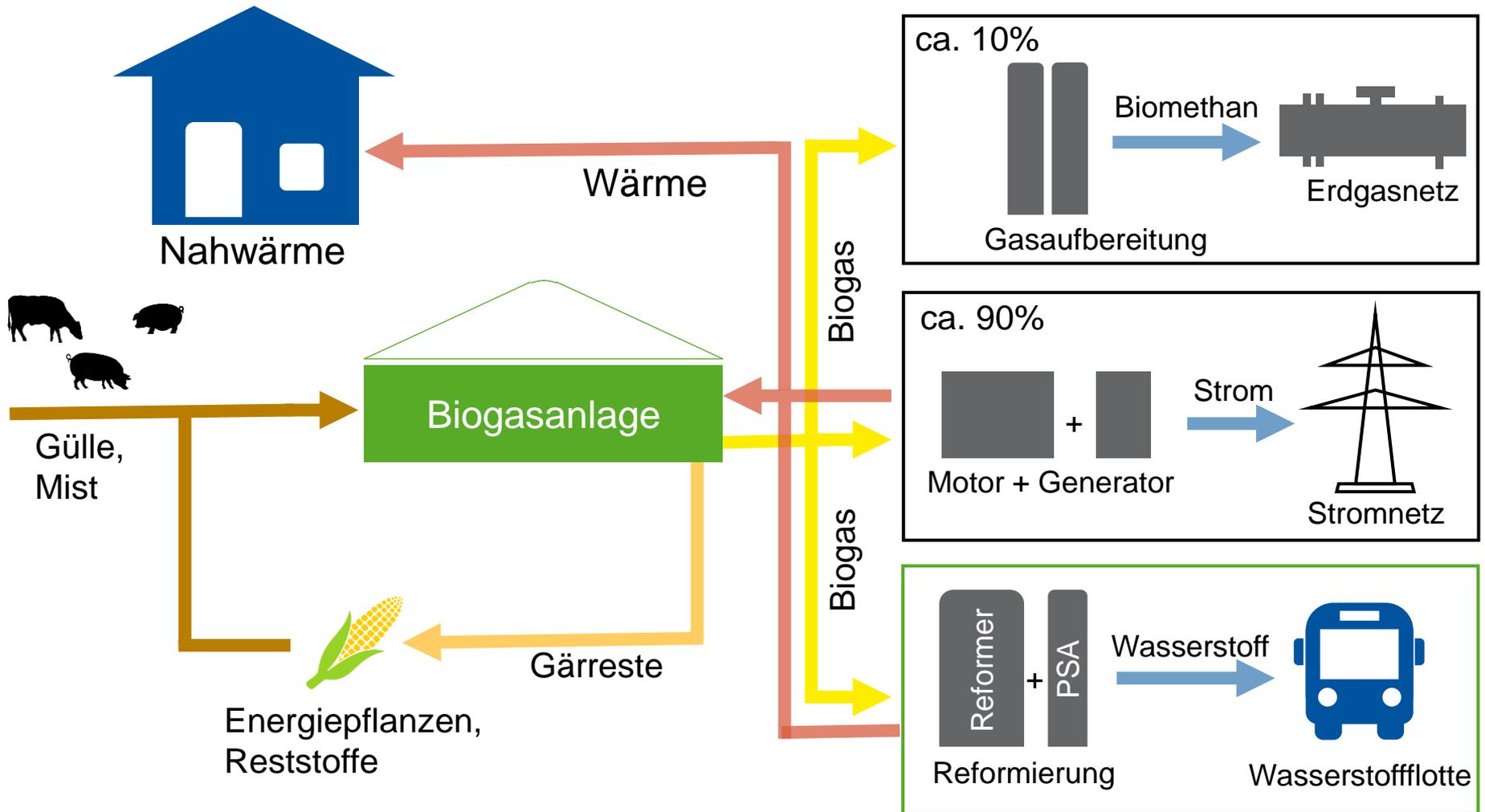


Gewerbe, Handel und Dienstleistungen

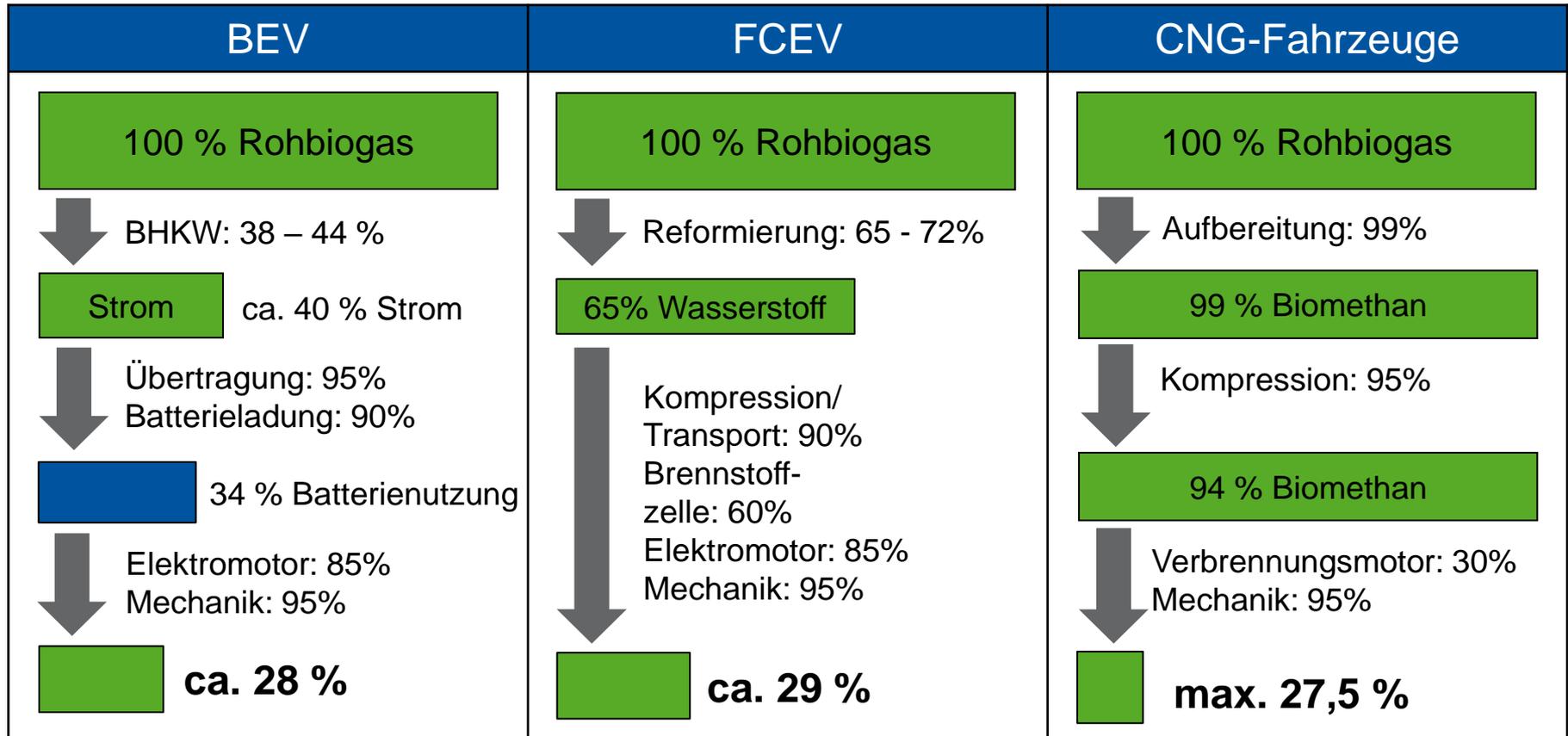


Energieverbrauch nach Energieträgern und Sektoren | Umweltbundesamt

Grüner Wasserstoff aus Biogas



Effektive Nutzung der erneuerbaren Ressourcen

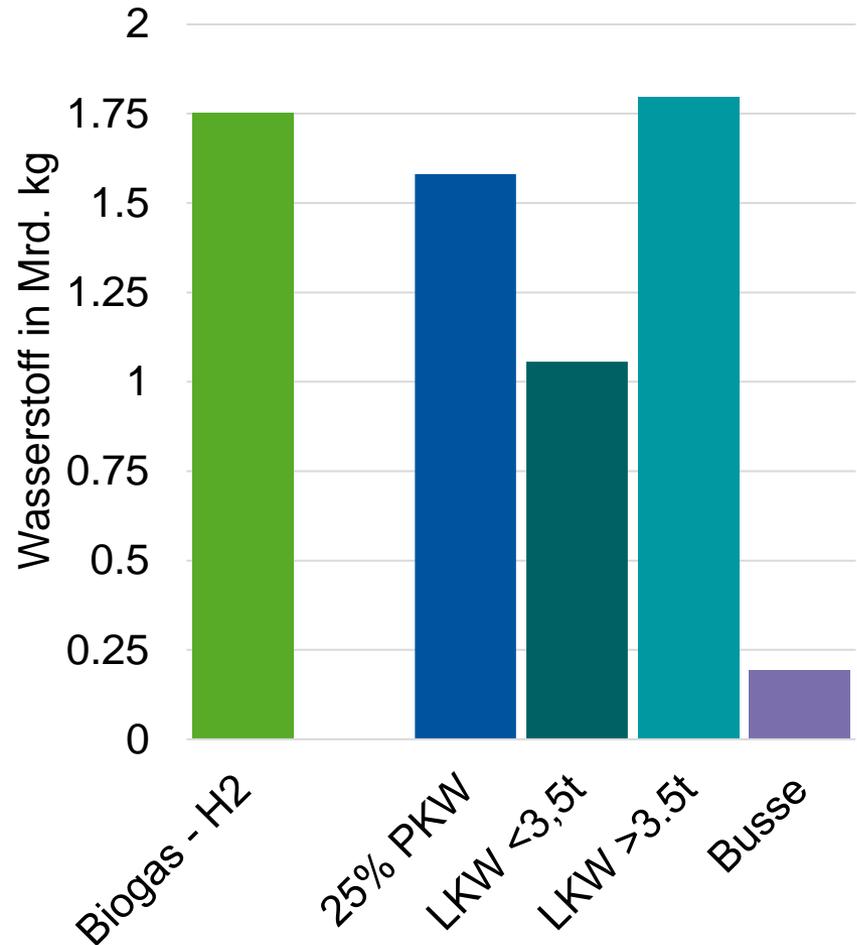
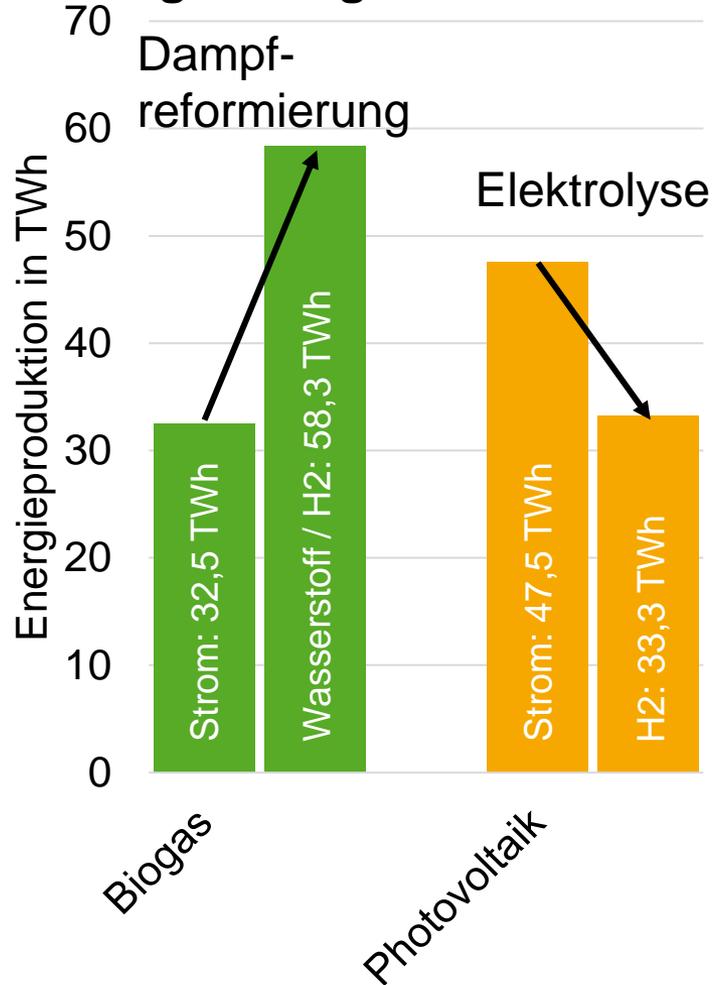


➤ Auf Basis von Biogas sind alle Antriebssysteme gleich effizient !

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

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

Dampfreformierung von Erdgas ist das häufigste Verfahren zur Wasserstoffherzeugung

■ Kernprozess Reformierung

- Umsetzung von Kohlenwasserstoffen mit Wasserdampf zu Synthesegas
- Ablaufende Reaktionen
 - Reformierung 1: $CH_4 + H_2O \rightleftharpoons CO + 3H_2$ $\Delta_R H^0 = 206 \text{ kJ/mol}$
 - Reformierung 2: $CH_4 + 2H_2O \rightleftharpoons CO_2 + 4H_2$ $\Delta_R H^0 = 165 \text{ kJ/mol}$
 - Wassergas-Shift: $CO + H_2O \rightleftharpoons CO_2 + H_2$ $\Delta_R H^0 = -41 \text{ kJ/mol}$
- Katalysatoren: Nickel auf keramischem Träger (Schüttung)
- Betriebsparameter:
 - T: 700 – 900 °C
 - p: 1 – 20 bar

Webinar: Grüner Wasserstoff aus Biogas,
Präsentation Herr Nitzsche, DBI Freiberg

Verfahren

		Dampf - reformierung	elektrische Reformierung	Methan - Plasmalyse
Strombedarf	kWh/kg _{H2}	1.4	16.4	10
Biogas	kWh/kg _{H2}	50	31	58
Wasser	l/kg _{H2}	15	15	0

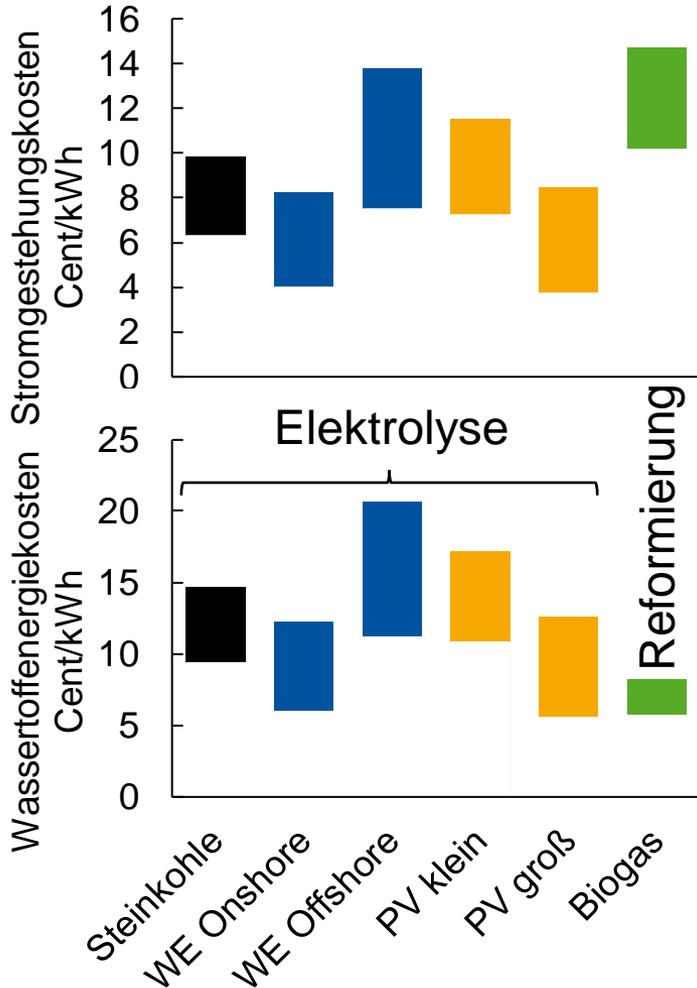
Alle Angaben ohne Gewähr basierend
auf eigenen Berechnungen

Mikrobiologische Verfahren



Vorhandene Potentiale sinnvoll nutzen

Neuanlagen 2018



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

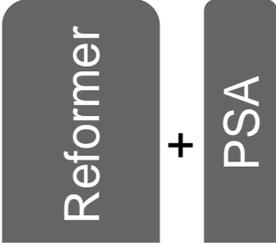


Wirtschaftliche
Anschlusslösung
?
H₂

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. 3,4 €/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

$$1 \text{ Nm}^3_{\text{Biogas}} \approx 1 \text{ Nm}^3_{\text{H}_2}$$

$$1 \text{ kW}_{\text{elekt,install}} \approx 1 \text{ kg}_{\text{H}_2}/\text{d}$$

$$11 \text{ Nm}^3_{\text{H}_2} \approx 1 \text{ kg}_{\text{H}_2}$$

Wirtschaftlichkeit von grünem Wasserstoff aus Biogas

Aktueller Tankstellenpreis von grauem Wasserstoff

9,50 € pro kg brutto

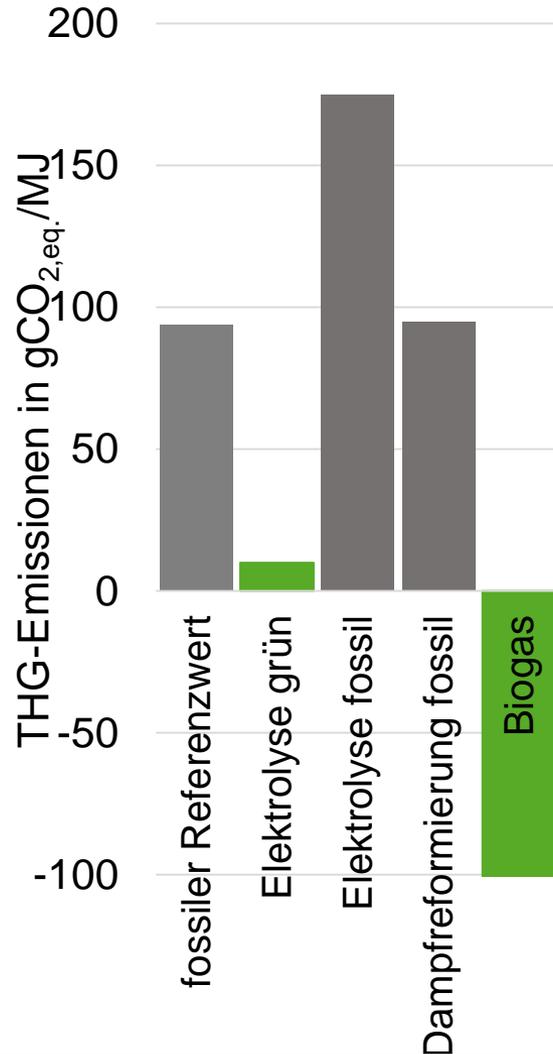
7,98 € pro kg netto

Grüner Wasserstoff aus Biogas: 6,58 €/kg

Energiekosten	3,40 €/kg
Verdichtung	0,8 €/kg
Betrieb und Wartung	0,55 €/kg
Abschreibung	1,83 €/kg
Summe:	6,58 €/kg

Abschreibungszeitraum von 10 Jahren

THG – Emissionen: Wasserstoff aus Biogas – RED II



$$E = \underbrace{e_{ec} + e_I}_{\text{Anbau und Landnutzungsänderung}} + \underbrace{e_p}_{\text{Verarbeitung}} + \underbrace{e_{td}}_{\text{Transport}} + \underbrace{e_u}_{\text{Nutzung}} - \underbrace{e_{sca} - e_{ccs} - e_{ccr}}_{\text{CO}_2\text{-Gutschriften}}$$

Substrat	THG - Einsparung
100 % Gülle	202 %
100 % Mais	63 %
100 % Bioabfall	80 %
Gülle – Mais 60/40	84 %

RED II: fossile Referenzwert 94 gCO_{2,äq.}/MJ

Timmerberg et. al. 2020

<https://ec.europa.eu/jrc/en/jec/renewable-energy-recast-2030-red-ii>

Biomethan als Kraftstoff und Treibhausgas(THG)zertifizierung, Biogas Forum Bayern

Politischer Handlungsbedarf: Referentenentwurf der Bundesregierung

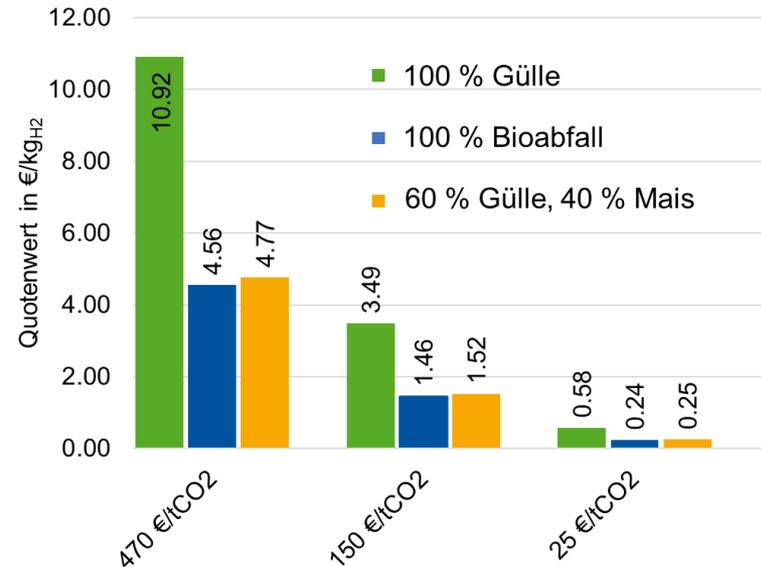
Entwurf eines Gesetzes zur Weiterentwicklung der Treibhausgasminderungs-Quote

Zu Dreifachbuchstabe

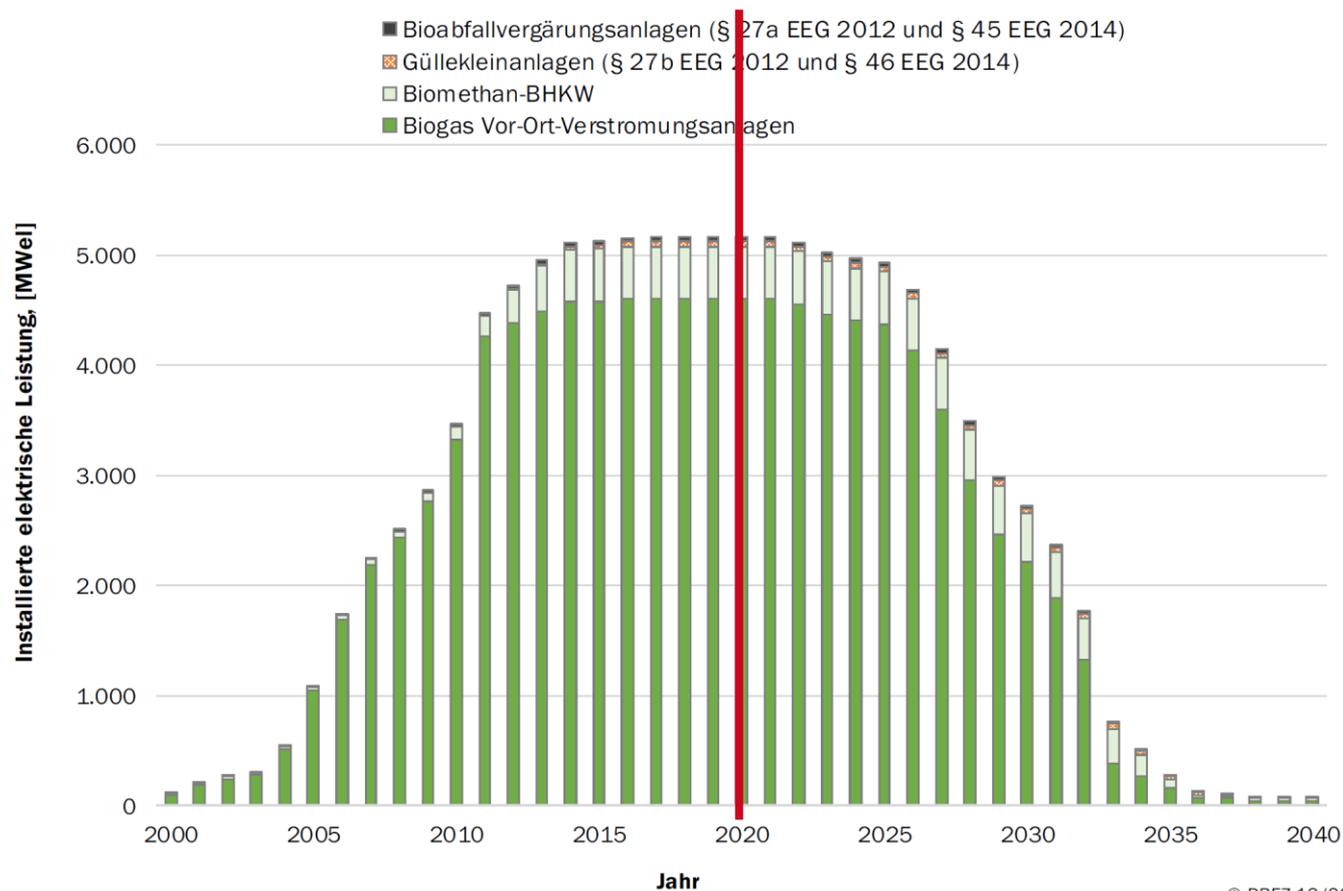
bbb (§ 37b Absatz 8 Satz 1 Nummer 4)

Es erfolgt die rechtsbereinigende Streichung der Verweise auf den nicht mehr gültigen § 50 des Energiesteuergesetzes.

Weiterhin erfolgt der Ausschluss von Wasserstoff, der aus biogenen Quellen erzeugt wird, zur Anrechnung auf die Verpflichtungen zur Treibhausgasminderungen bei Kraftstoffen. Für den Hochlauf der Wasserstoffwirtschaft sollen durch dieses Gesetz Anreize zum Ausbau der Elektrolysekapazitäten geschaffen werden, mit denen aus erneuerbarem Strom nicht-biogenen Ursprungs, Wasserstoff gewonnen werden soll. Eine Anrechnung von Wasserstoff, der beispielsweise aus Biogas oder durch elektrischen Strom aus der energetischen Verwertung von Biomasse gewonnen wird, würde dieses Ziel gefährden.

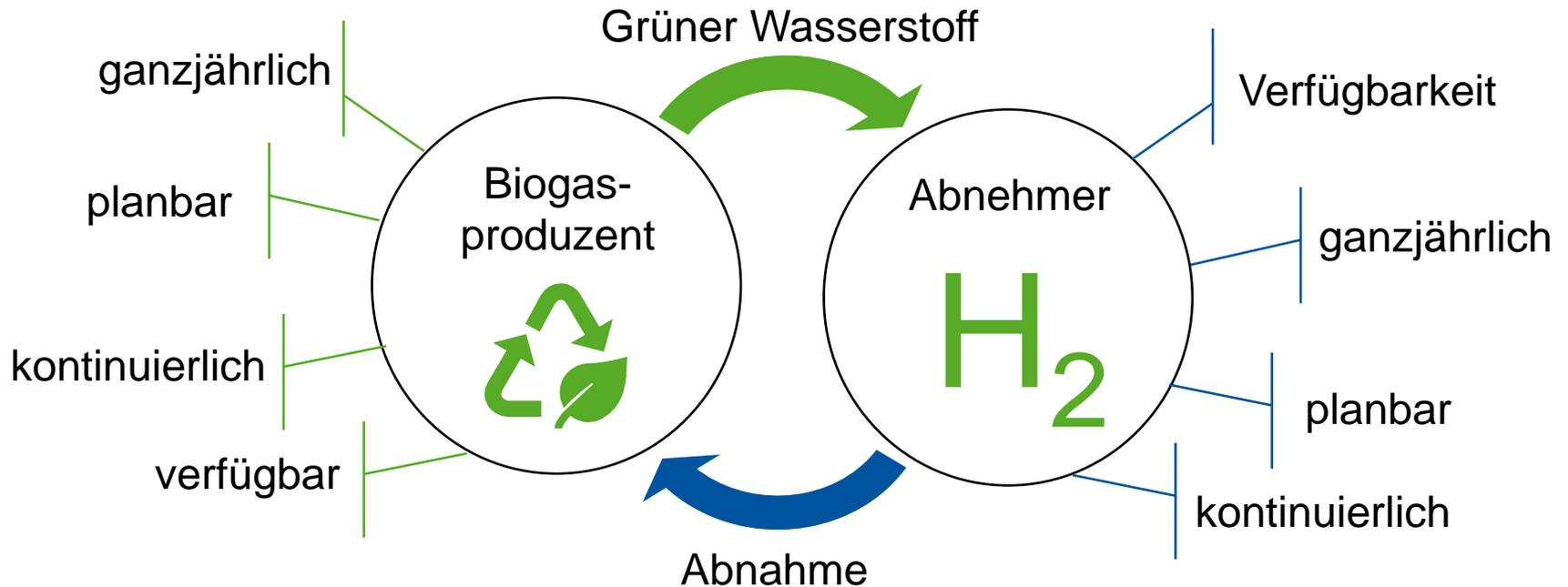


Entwicklung der installierten Anlagenleistung ohne EEG-Anschlussförderung



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

Inseln für den Wasserstoffausbau



- Versorgungssicherheit durch eine wetterunabhängige, nachgewiesene verlässliche erneuerbare Energiequelle
- Wirtschaftlichkeit durch Planungssicherheit aller beteiligten Parteien
- Nachhaltigkeit durch eine geschlossene regionale Wertschöpfung

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>

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

