



# Grüner Wasserstoff aus Biogas

Dr.-Ing. Andy Gradel

BtX energy GmbH

FNR/KTBL-KONGRESS Biogas in der Landwirtschaft - Stand und Perspektiven, Bonn, 10.09.23

Gefördert durch:



Bundesministerium  
für Wirtschaft  
und Klimaschutz

aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

UNTERSTÜTZER

TEAM  
**ENERGIEWENDE**  
BAYERN



Wer sind wir?



Technologie



Nutzungsaspekte von Wasserstoff aus Biogas



Das Projekt BioH2Ref (FKZ-Nr. 03EI5440)



Fazit und Ausblick



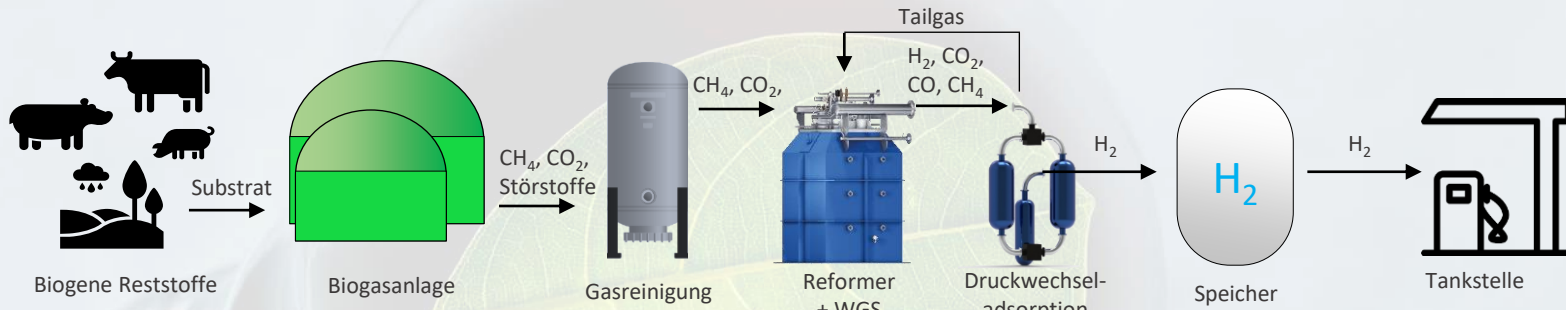
# Wer sind wir?



- **WS Wärmeprozestechnik GmbH**
- Gegründet 1982
- Erfinder der FLOX®-Technologie
- Industriebrennertechnik
- **WS Reformer GmbH**
- 2003 aus der WS ausgegründet
- Reformertechnologien
- **e-flox GmbH**
- 2006 aus der WS ausgegründet
- Anlagenbau
- **BtX energy GmbH**
- 2020 aus der WS ausgegründet
- Projektplanung

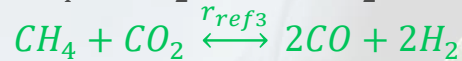
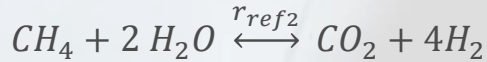
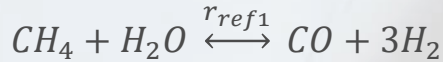


## Der Herstellungsprozess

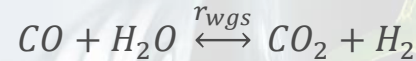


## Was ist Dampfreformierung?

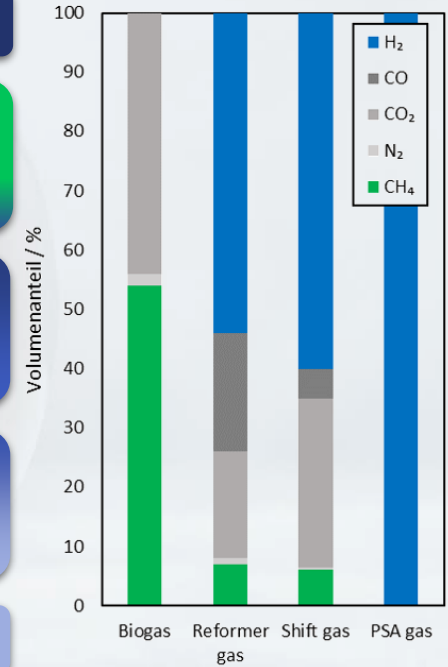
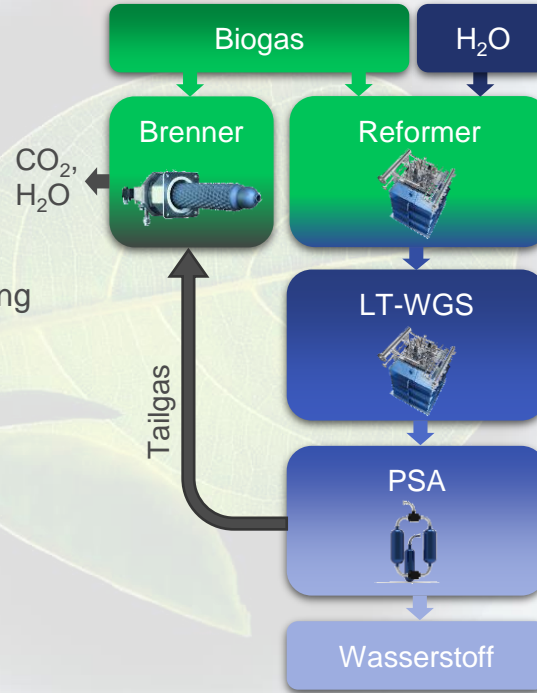
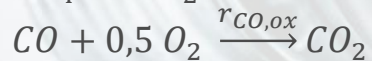
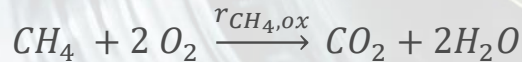
- Methanreformierung aus Biogas



- Wassergas-Shift zur CO-Konvertierung



- Wasserstoffabscheidung und Tailgasverbrennung

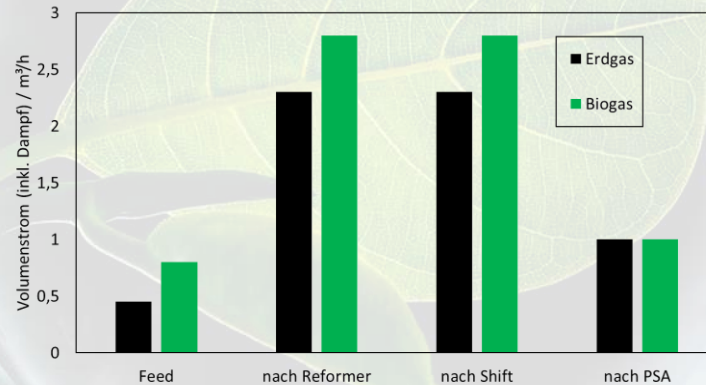


Quelle: Nitzsche (DBI) 2020



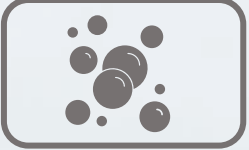
## Zusätzliche Aspekte beim Einsatz von Biogas

- Verunreinigungen im Rohgas ( $H_2S$ ,  $NH_3$ , etc.)  
> Zusätzliche Aufbereitungsschritte nötig
- Höherer Rohgasvolumenstrom für die Erzeugung der gleichen Produktmenge (hoher  $CO_2$ -Gehalt)  
> Andere Reaktordimensionen, Wärmetauscher und Aufbereitungsaggregate für den gleichen Ertrag



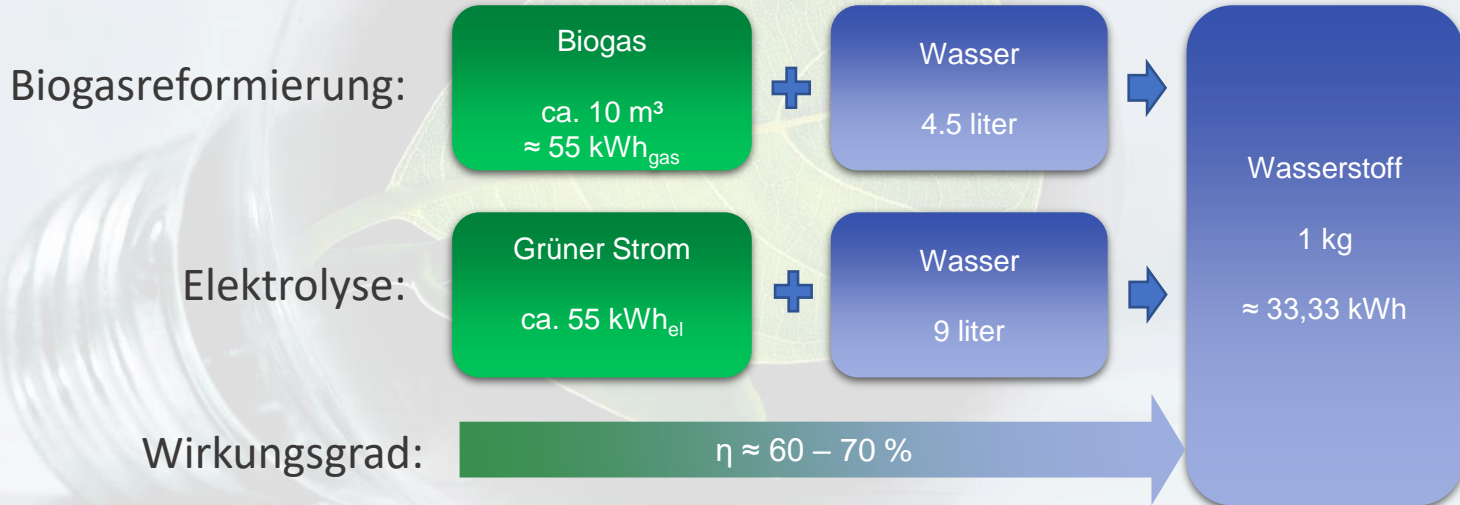
Quelle: Nitzsche (DBI) 2020

- Leicht verminderter Wirkungsgrad (ca. 5 – 10 % geringer als bei Erdgas)



## Massen bzw. Energiebilanz

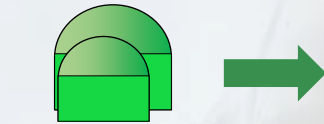
- Vergleich von Biogasreformierung und Elektrolyse



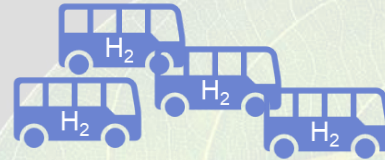
# Nutzungsaspekte von Wasserstoff aus Biogas

Was bedeutet das?

- Faustregel:  $1 \text{ kW}_{\text{el}} \approx 1 \text{ kg}_{\text{H}_2}/\text{d}$

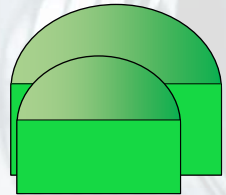


100 kW - Gülleanlage

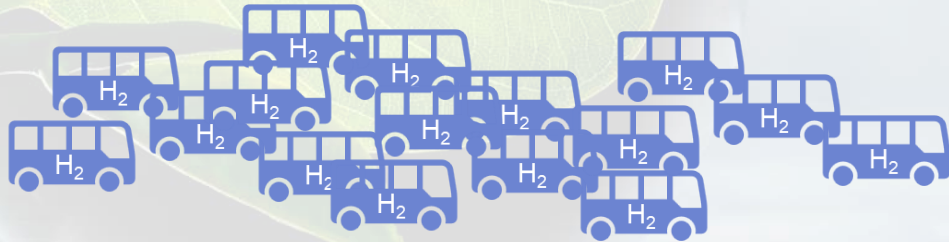


3 - 4 Linienbusse

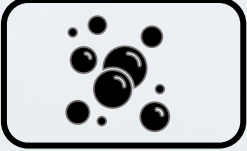
-> Pilotreformer



400 kW - NaWaRo-Anlage



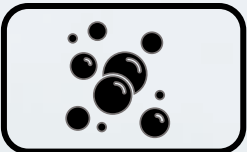
12 - 16 Linienbusse





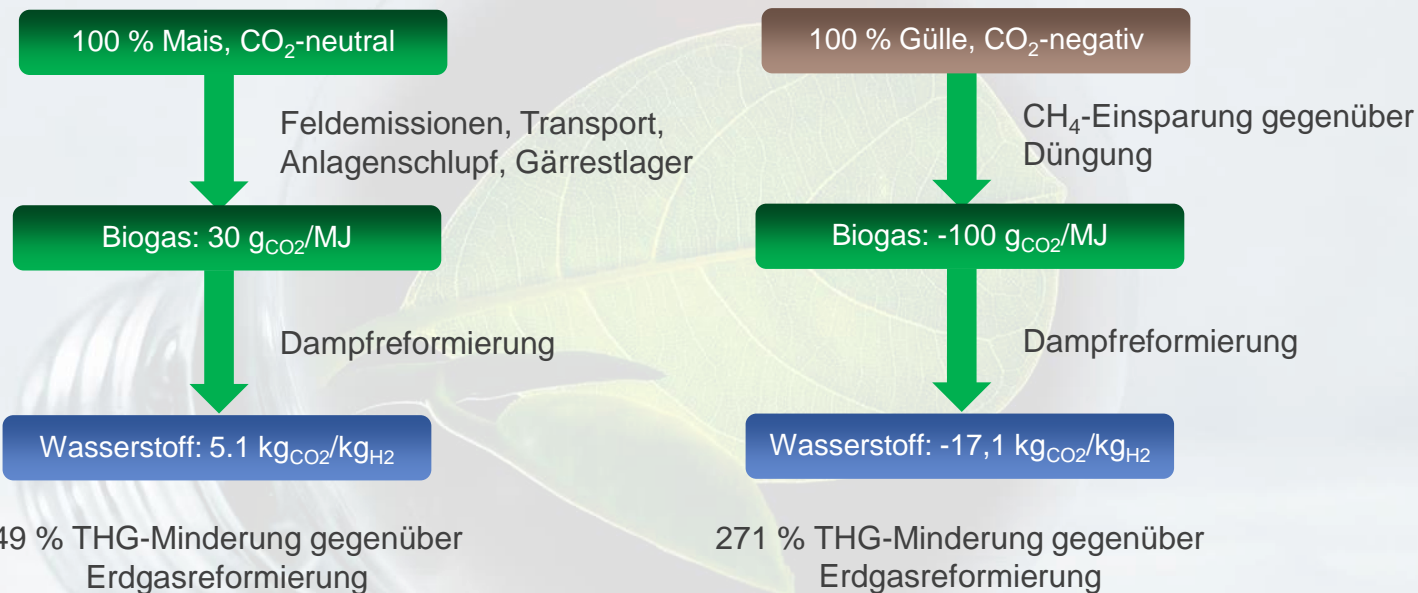
# Nutzungsaspekte von Wasserstoff aus Biogas

Wirkungsgrad (Faustzahlen am Beispiel der Mobilität)

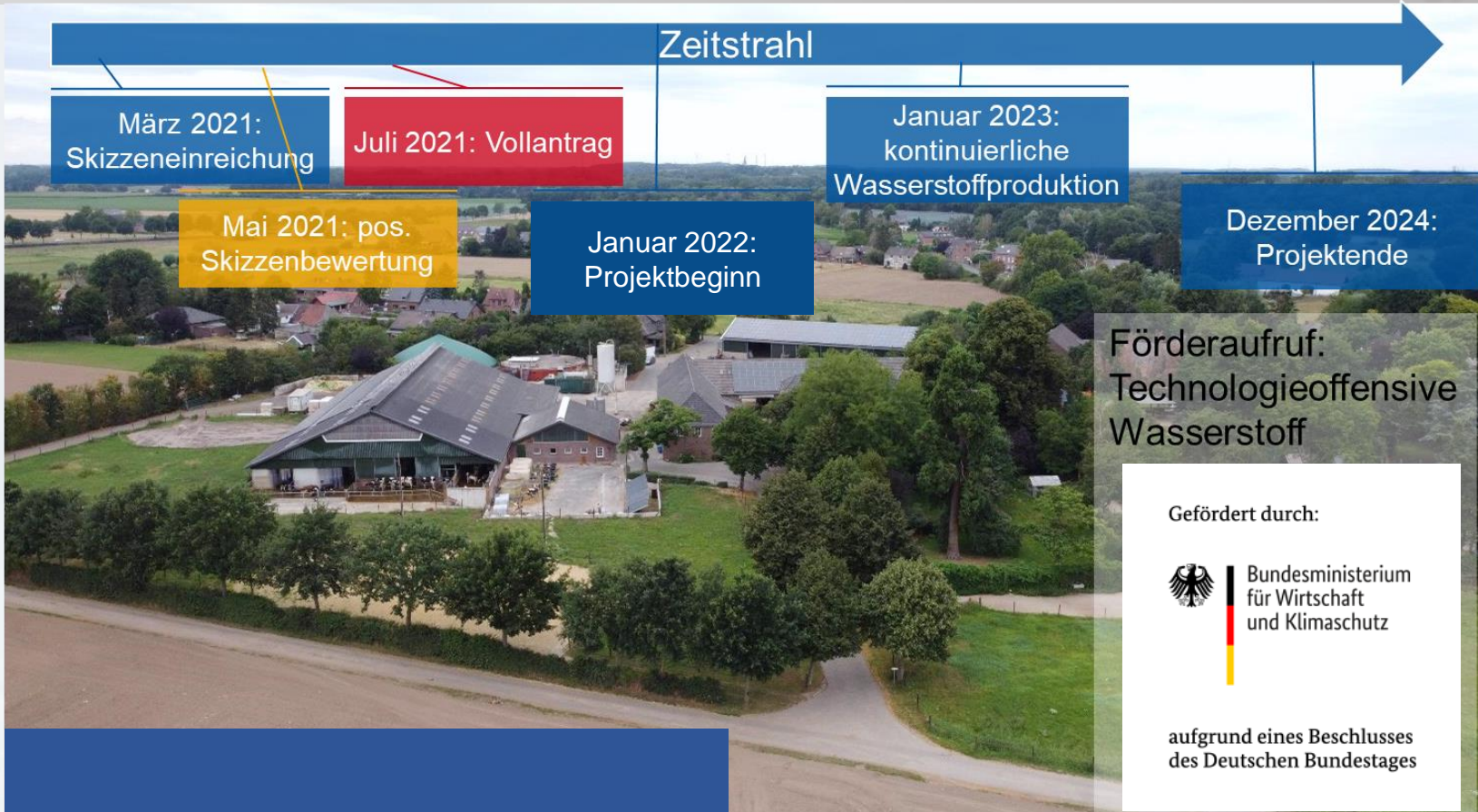


# Nutzungsaspekte von Wasserstoff aus Biogas

## Treibhausgasminderung durch Biogasreformierung



# Das Projekt BioH2Ref (FKZ-Nr. 03EI5440)



# Das Projekt BioH2Ref (FKZ-Nr. 03EI5440)



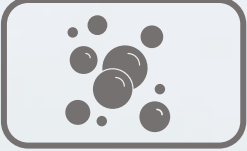
- Pilotanlage hat 10/22 erstmalig hochreinen Wasserstoff aus Biogas erzeugt
- Seit 11/22 installiert auf dem Lefkeshof in Krefeld (Fam. Schleupen)
- Versuchslauf im April 23 erstmalig mit über 60 % Wirkungsgrad
- Genehmigung der Tankstelle nach §18 BetrSichV bewilligt, REDCert in Arbeit

## Prozessmodell und Ergebnisse

- Scilab – Prozessmodell mit allen Komponenten
- Gleichgewichtsbetrachtungen für alle Reaktoren
- Abscheidewirkungsgrade und Gasbilanzen für alle Pfade
- Versuchsdaten an 6 Messstellen für Validierung:
  - Biogas-Eingangsstrom (Volumenstrom und Zusammensetzung)
  - Biogas-Reformerstrom (Volumenstrom)
  - Reformat (Zusammensetzung)
  - Shift-Gas (Zusammensetzung)
  - PSA-Off-Gas (Zusammensetzung)
  - Abgas (Zusammensetzung)
- Alle weiteren Werte lassen sich daraus berechnen..



## Prozessmodell und Ergebnisse

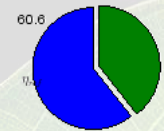


Modellparameter	
CH4_in	0.55
CO2_in	0.45
CO	1.00D-119
H2	1.00D-119
V_dot	1
S/C-Ratio	3

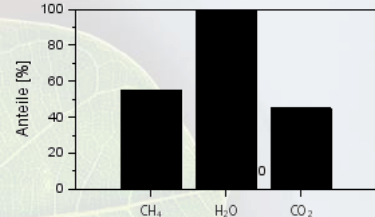
  

Tref[°C]	820
Tshift[°C]	330
Tcool[°C]	20
Tabg[°C]	450
p[Pa]	1000000
p0[Pa]	100000

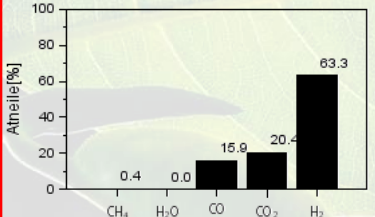
Wirkungsgrad Reformer [%]



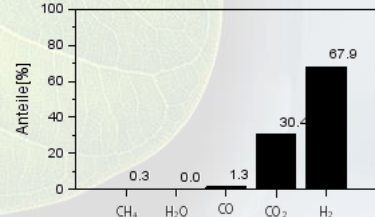
Eingangsstrom



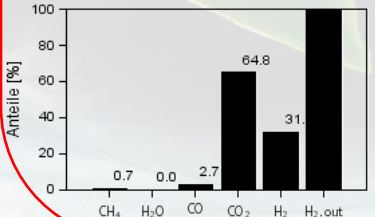
Reformer-Ausgangstrom



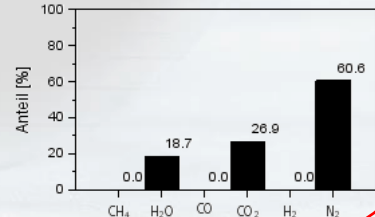
Shift-Ausgangstrom



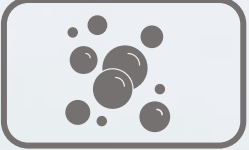
PSA-Ausgangstrom



Abgasstrom



Auf ca. 95 % Genauigkeit validiert



- Der Prozess
  - ist in der Funktionalität validiert,
  - trifft mit ca. 95 % Genauigkeit die Modellerwartungen,
  - läuft nachweislich mit mehr als 60 % Wirkungsgrad (Gas -> Gas).
- Wasserstoff aus Biogas
  - ist EU-weit per RED II als Biotreibstoff für den Quotenhandel anerkannt,
  - In Deutschland seit 07/23 im Quotenhandel doppelt anerkannt (38. BImSchV, §14 – Fortschrittliche Biokraftstoffe),
  - Wird derzeit in die REDCert-Biokraftstoffliste aufgenommen.
- Als nächstes werden wir
  - verschiedene betriebsweisen testen,
  - die Abgasqualität und CO<sub>2</sub>-Nutzungspfade analysieren,
  - einen Bus kaufen und den Quotenhandel testen.



# Kontakt Daten



**Dr.-Ing. Andy Gradel**  
Geschäftsführer

BtX energy GmbH  
Albert-Einstein-Straße 1  
95028 Hof

Tel.: 0171/264-2839  
Email: [andy.gradel@btx-energy.de](mailto:andy.gradel@btx-energy.de)

Gefördert durch:



Bundesministerium  
für Wirtschaft  
und Klimaschutz

aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

UNTERSTÜTZER

TEAM  
**ENERGIEWENDE**  
BAYERN