



Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages



BiDroGen - Wasserstoff fester Biomasse

Molle, A.; Gradel, A.

BtX energy GmbH

Statuskonferenz Bioenergie, Leipzig, 21.11.25

# Agenda



Wer sind wir?



Der AutAllo-Holzvergaser als Basis



Wasserstofferzeugung aus Holzgas



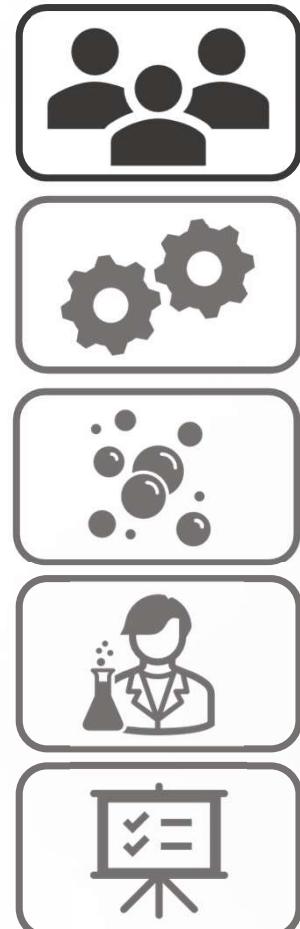
Das Projekt BiDRoGen (FKZ-Nr. 03EI5438)



Aktueller Stand und Ausblick



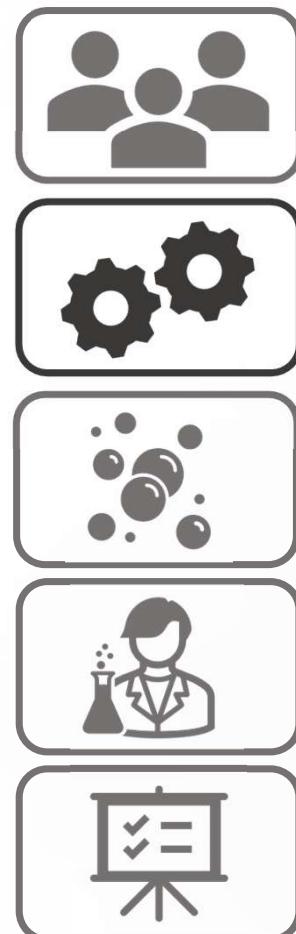
# Wer sind wir?



- **WS Wärme prozesstechnik 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
  - Thermische Nachverbrennungsanlagen
- **Btx energy GmbH**
  - 2020 aus der WS ausgegründet
  - Bio-to-X-Technologien



# Der AutAllo-Holzvergaser als Basis



Wasserdampf  
(ca. 5 Gew.-%)



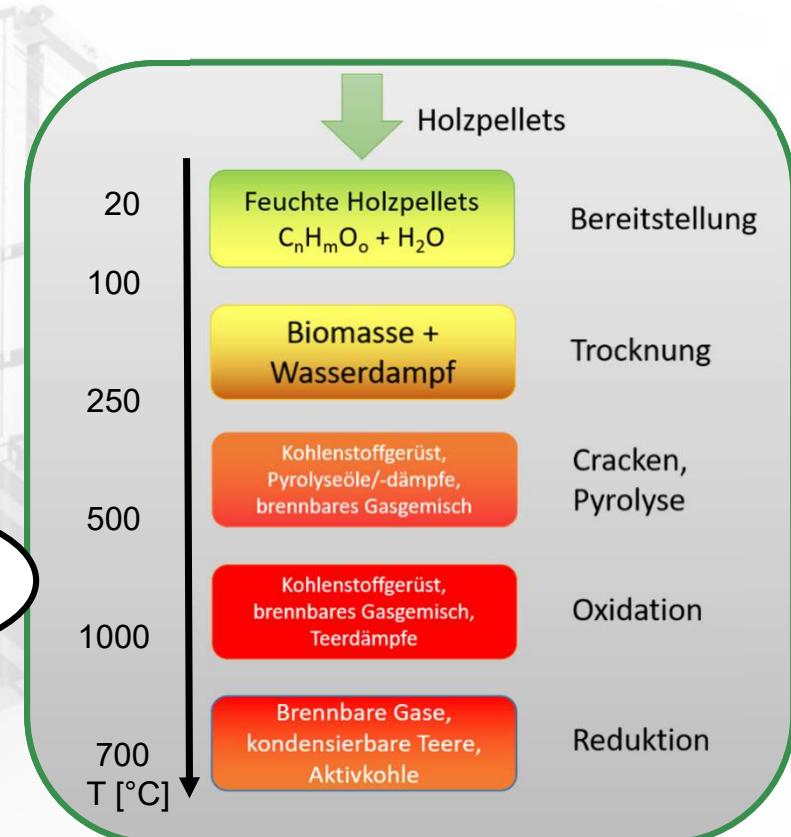
Pyrolyseöle / Primärteere  
(ca. 60 Gew.-%)

$\text{CO}, \text{CO}_2,$   
 $\text{CH}_4, \text{H}_2, \text{H}_2\text{O}$   
(ca. 20 Gew.-%)

Sekundärteere  
(ca. 0.1-1 Gew.-%)

$\text{CO}, \text{CO}_2,$   
 $\text{CH}_4, \text{H}_2, \text{H}_2\text{O}$   
(ca. 93 Gew.-%)

Aktivierter Restkoks  
(ca. 7 Gew.-%)



Prozesseigene Aktivkohle zur Gasreinigung ohne Zusatzfilter

# Der AutAllo-Holzvergaser als Basis

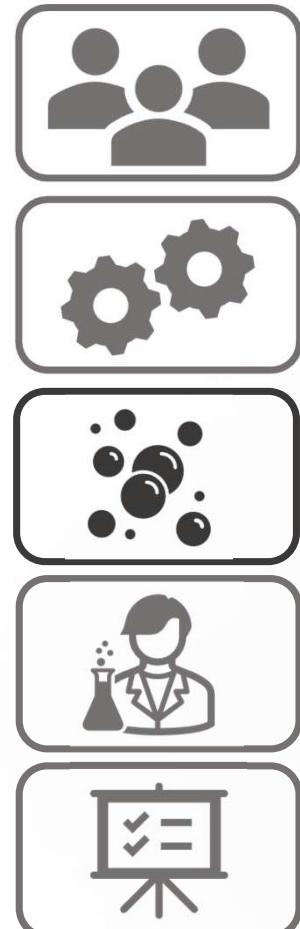


## Pilotanlage zur Versuchsdurchführung

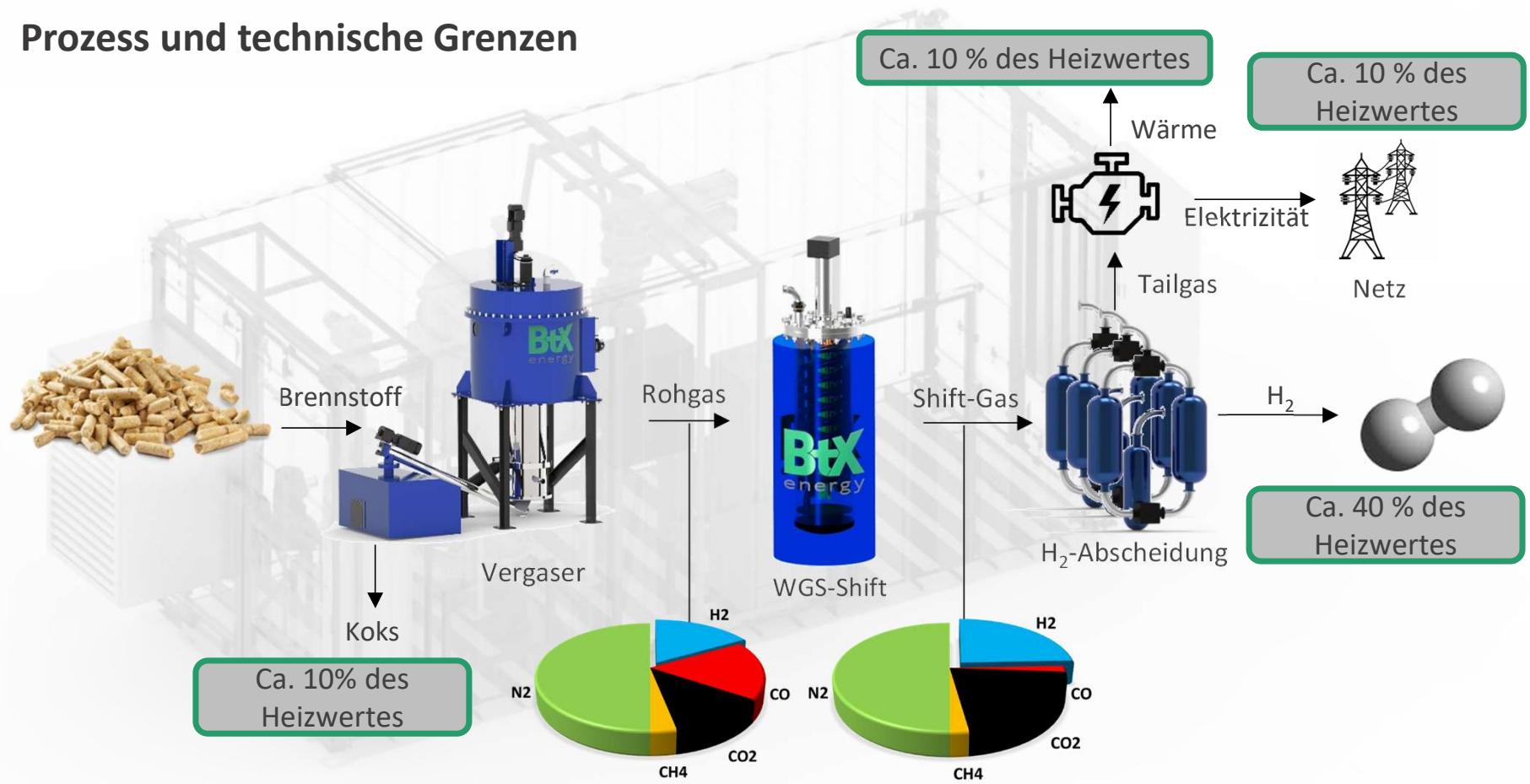
- 100 kW<sub>feed</sub> Pilotanlage
- 600 kg Brennstoffbezug
- Isolierter Gleichstrommotor
- Adsorptionsstufe (Porous)
- Teermesspunkte von oben
- Seitenkanalverdichter



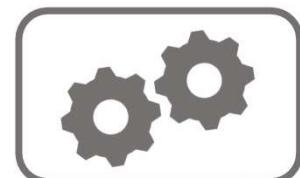
# Wasserstofferzeugung aus Holzgas



## Prozess und technische Grenzen



# Das Projekt BiDRoGen (FKZ-Nr. 03EI5438)

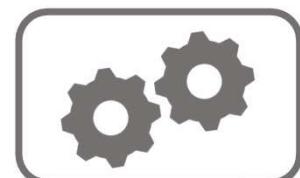


**„Wirtschaftliche, dezentrale und mobile Herstellung von Grünem Wasserstoff aus dem Unterkorn (< 20mm) von der pelletierten Industrierestholzverwertung in einer Containerlösung“**

## Herausforderungen:

- Holzgas entsteht meist dezentral mittels Luftvergasung in kleinen Anlagen, daher
  - ist eine Gastrennung mittels PSA zu Kostenintensiv (Stickstoffgehalt, schlechte Skalierbarkeit),
  - ist eine Aufbereitung mittels Shift anspruchsvoll, da das Gas meist kalt aus der Reinigungsstufe kommt aber einen hohen CO-Gehalt hat und damit stark exotherm reagiert

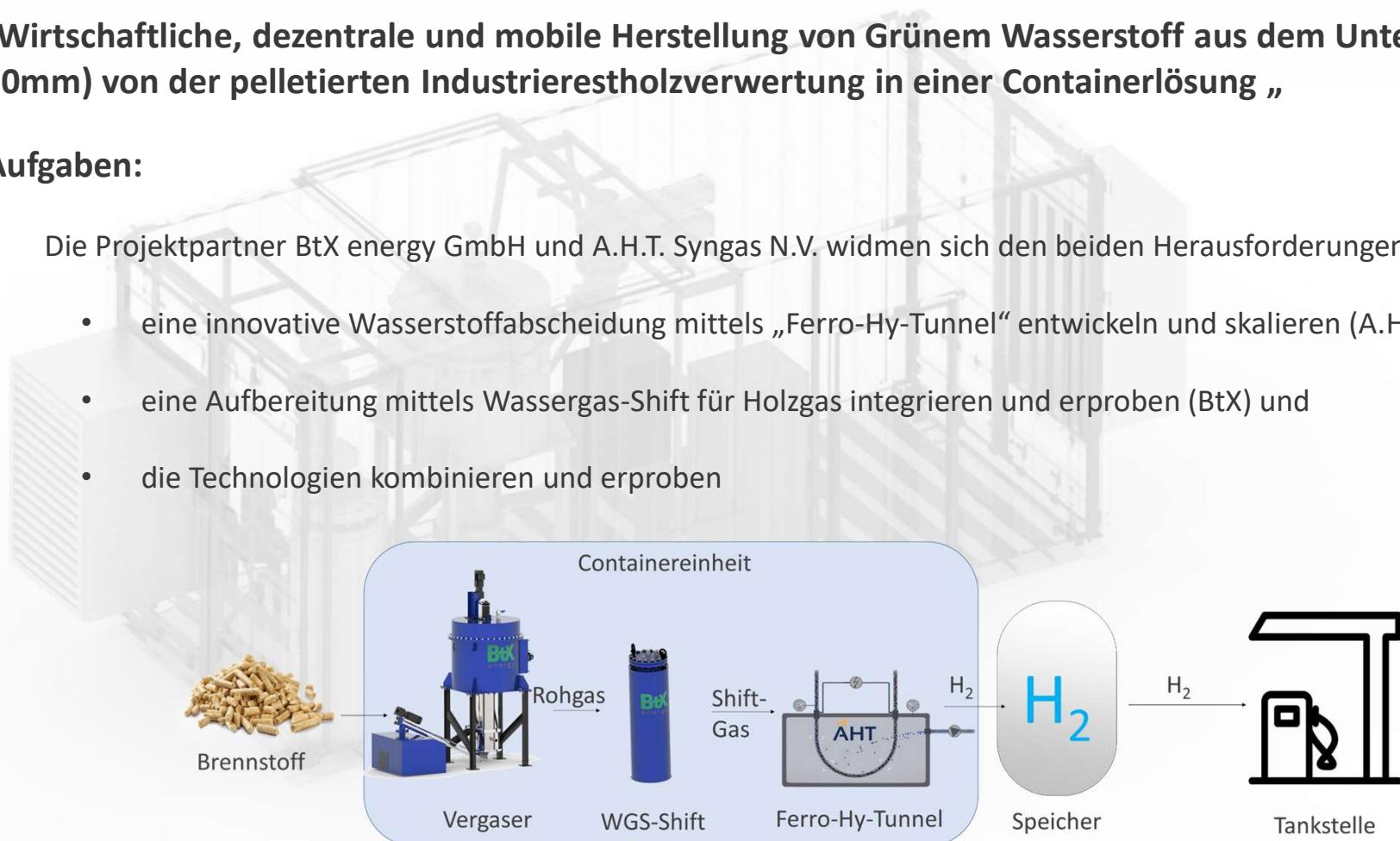
# Das Projekt BiDRoGen (FKZ-Nr. 03EI5438)



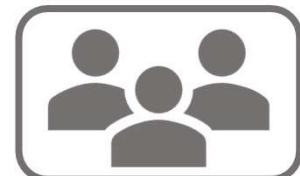
„Wirtschaftliche, dezentrale und mobile Herstellung von Grünem Wasserstoff aus dem Unterkorn (< 20mm) von der pelletierten Industrierestholzverwertung in einer Containerlösung „

## Aufgaben:

- Die Projektpartner BtX energy GmbH und A.H.T. Syngas N.V. widmen sich den beiden Herausforderungen, in dem sie
  - eine innovative Wasserstoffabscheidung mittels „Ferro-Hy-Tunnel“ entwickeln und skalieren (A.H.T.),
  - eine Aufbereitung mittels Wassergas-Shift für Holzgas integrieren und erproben (BtX) und
  - die Technologien kombinieren und erproben



# Das Projekt BiDRoGen (FKZ-Nr. 03EI5438)



## Projektanpassungen 2022:



### Ursprüngliches Arbeitspaket:

- Beschaffung einer WGS-Stufe aus der Erdgastechnik
- Installation und Durchführung von Versuchsreihen am Holzvergaser



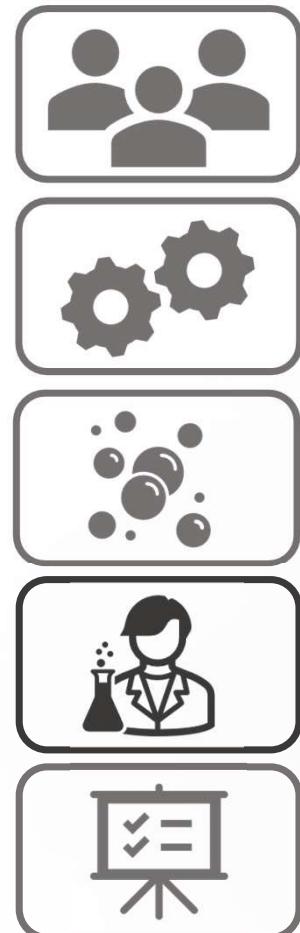
### Hürden / Anpassungen

- Erdgastechnik arbeitet unter Druck -> langsamere Kinetik, Druckverluste nicht anwendbar
- Einstufige Shift ohne Wärmeaustausch erreicht kaum Ausbeute, zweistufige Shift zu kostenintensiv für die Anwendung
- Reformat aus der Erdgastechnik kommt heiß aus dem Reformer, Holzgas kalt aus der Reinigungsstufe



→ Neuentwicklung

# Das Projekt BiDRoGen (FKZ-Nr. 03EI5438)



Anforderungen an eine Wassergas-Shift-Stufe für Holzgas

Robuster Katalysator

Heizsystem zum Anfahren

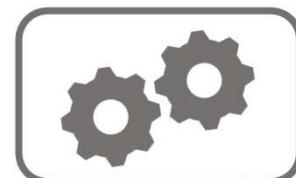
Integrierter Wärmetausch

Einstufig und skalierbar

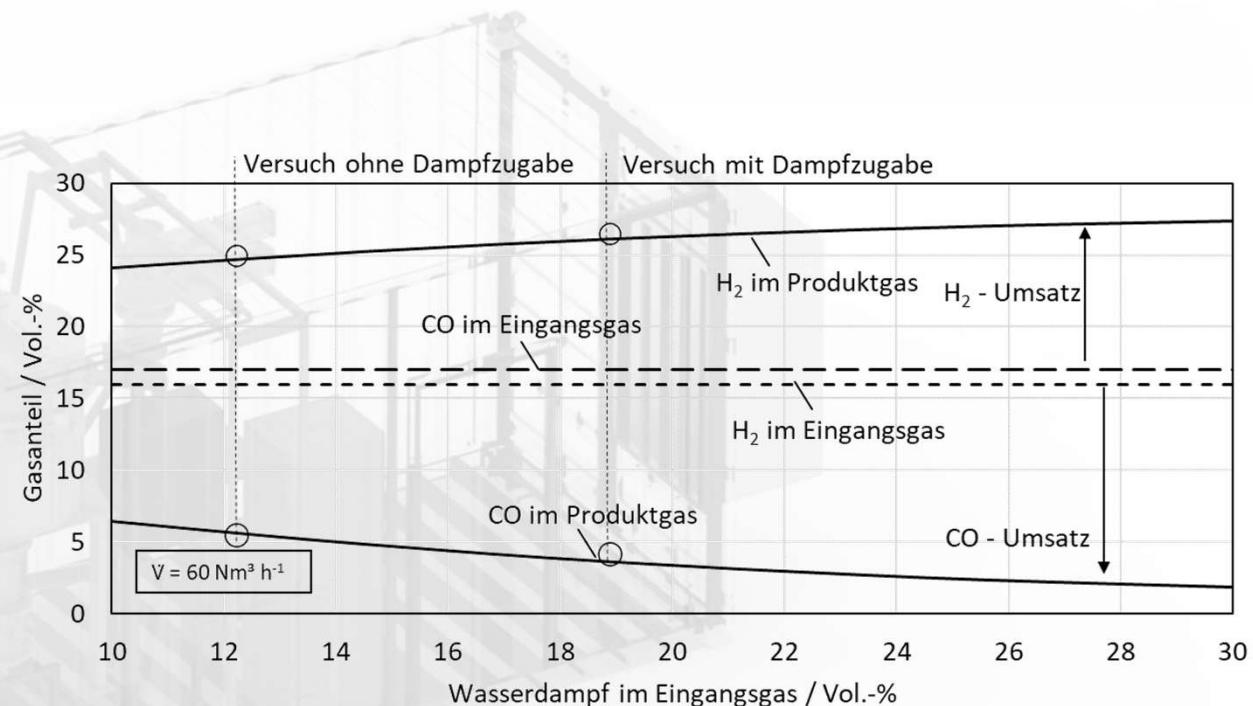


Selbsttragendes System (keine Zusatzenergie)

# Das Projekt BiDRoGen (FKZ-Nr. 03EI5438)

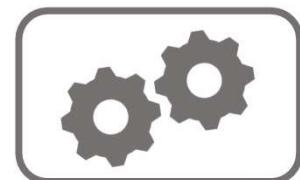


## Versuchsergebnisse

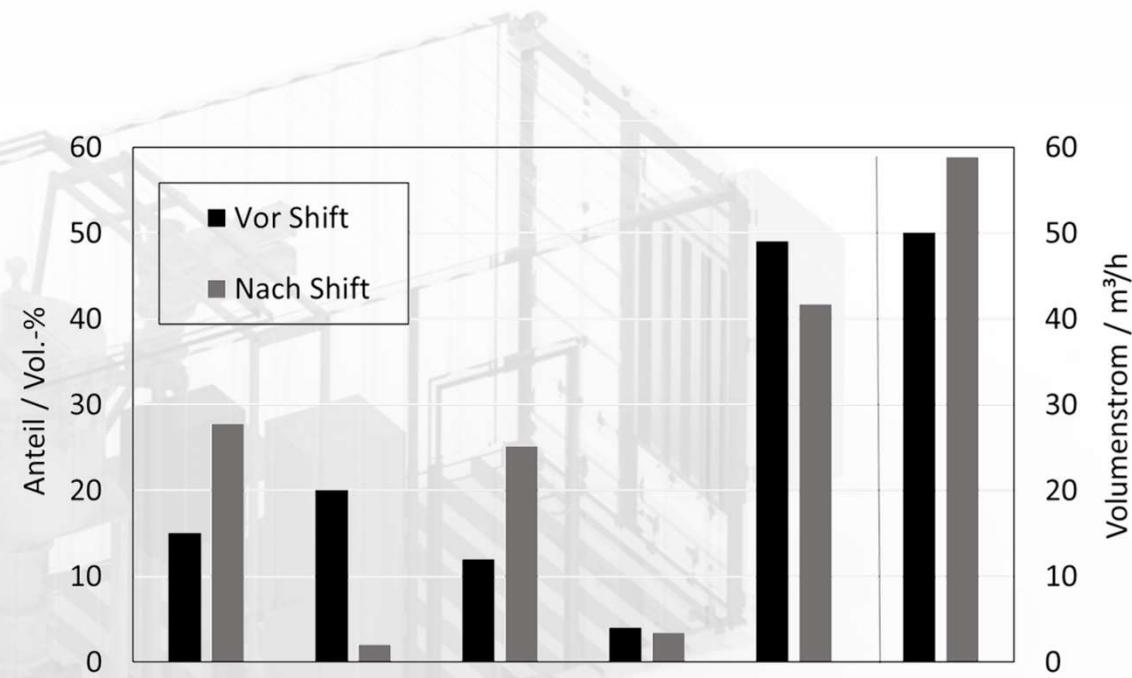


- CO-Umsatz ca. 85 %
- Wirkungsgrad von Holz zu Wasserstoff > 40 % bei gleichzeitiger Kohlenstoffsenke (Restkoks-Auskopplung)

# Das Projekt BiDRoGen (FKZ-Nr. 03EI5438)

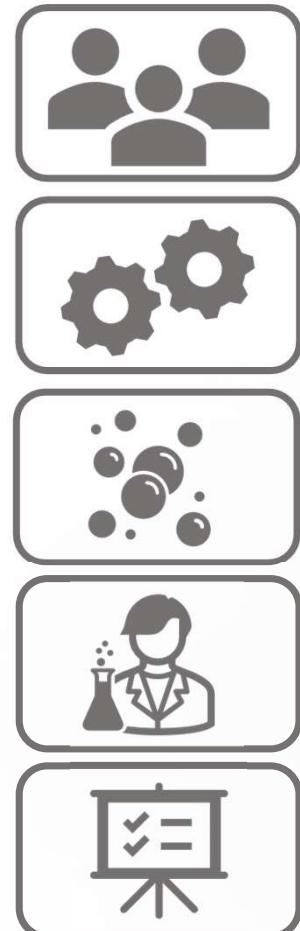


## Versuchsergebnisse



- CO-Umsatz ca. 85 %
- Wirkungsgrad von Holz zu Wasserstoff > 40 % bei gleichzeitiger Kohlenstoffsenke (Restkoks-Auskopplung)

# Das Projekt BiDRoGen (FKZ-Nr. 03EI5438)

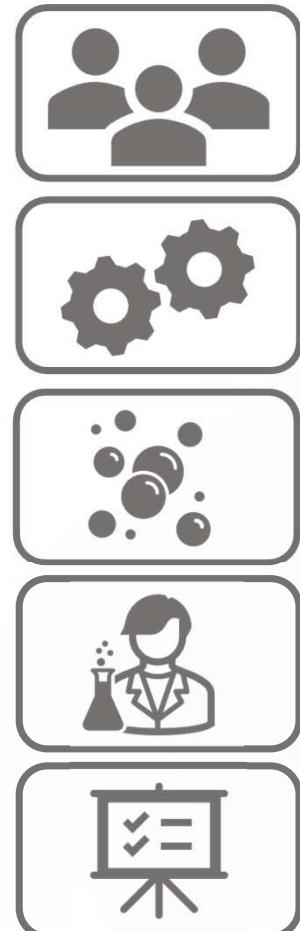


## Konzept der kombinierten Containeranlage

- Geplante Zwei-Containeranlage (Vorteil der flexibleren wirtschaftlichen Verwertungsmöglichkeiten für beide Partner)
- Übergabeschnittstelle: Sauberes, geshiftetes Synthesegas bei 0 bar Überdruck
- Zeitliches Ziel der Zusammenführung: 01/24 -> enorme Zeitverzüge durch erhebliche Komplexitäten bei der Entwicklung des Ferro-Hy-Tunnels



# Das Projekt BiDRoGen (FKZ-Nr. 03EI5438)



## Technische Hürden beim Projektpartner

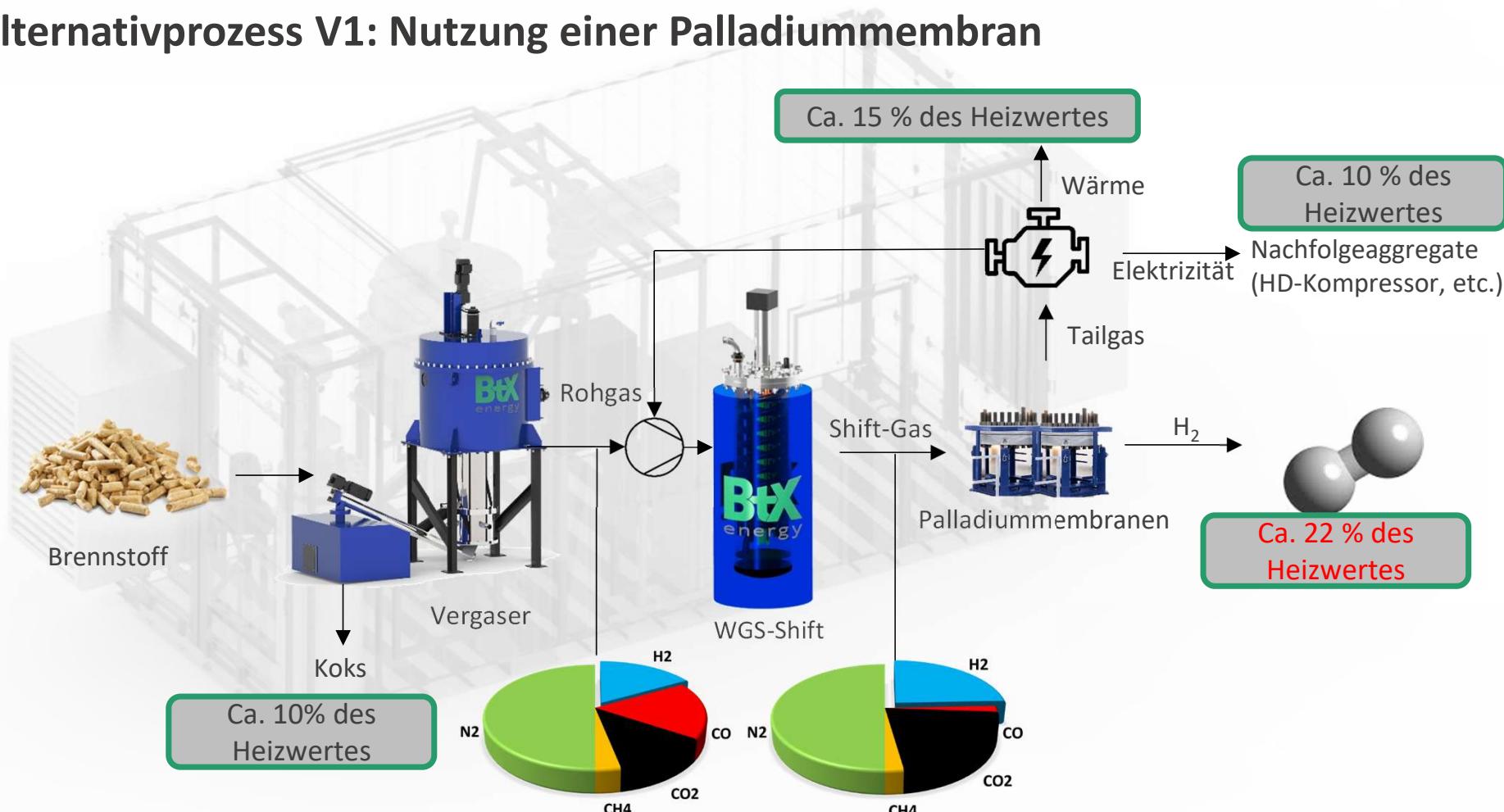
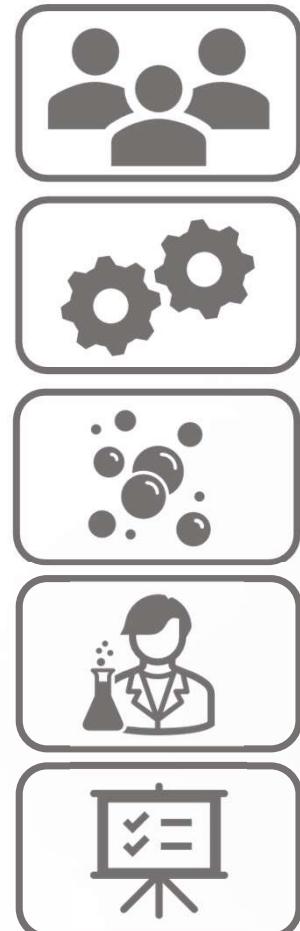
- Herstellen einer unter Temperatur technisch dichten Anlage extrem komplex (notwendige elektrische Isolation, thermische Ausdehnung, etc.) -> Verschiebung des Zeitplans
- In den 2025 dann durchgeführten (Flaschengas-)Versuchen kaum spezifischen Abscheidewirkungsgrad erreicht (max. 5 %) -> Änderung des Versuchsplans:
  - Partner A.H.T. führt Versuchsreihen mit Flaschengas fort und versucht, Prozess am synthetischen Gas (zur Kostenreduktion) zu verbessern
  - Btx überführt die Ergebnisse in theoretische Betrachtungen und stellt einen Alternativprozess auf, der die Ziele durch andere technische Lösungen erreicht

## Daraus resultierende Hürden

- Durch die fehlende Verfügbarkeit der geplanten frei skalierbaren Abscheidung ist der Projektvergaser für eine dezentrale Wasserstofferzeugung deutlich zu klein  
-> Größerer Vergaser vom Markt notwendig

# Das Projekt BiDRoGen (FKZ-Nr. 03EI5438)

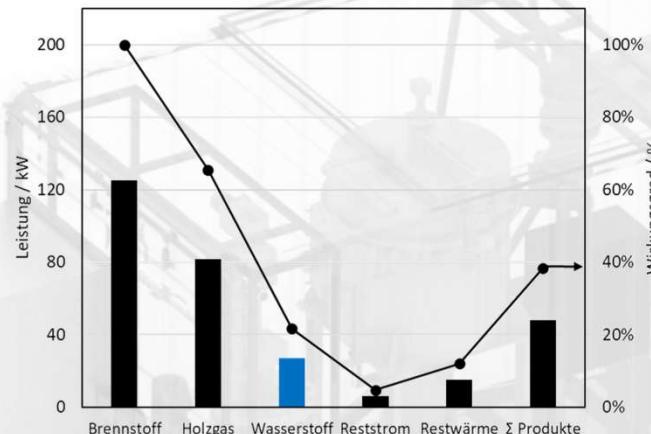
## Alternativprozess V1: Nutzung einer Palladiummembran



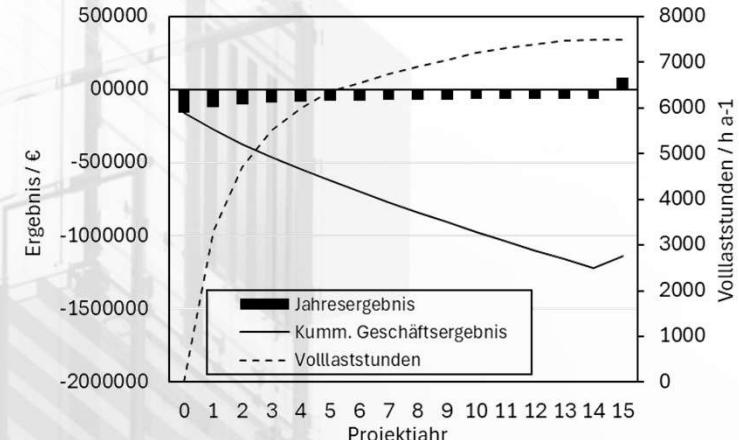
# Das Projekt BiDRoGen (FKZ-Nr. 03EI5438)

## Alternativprozess V1 - Auswertung

Effizienz



Wirtschaftlichkeit

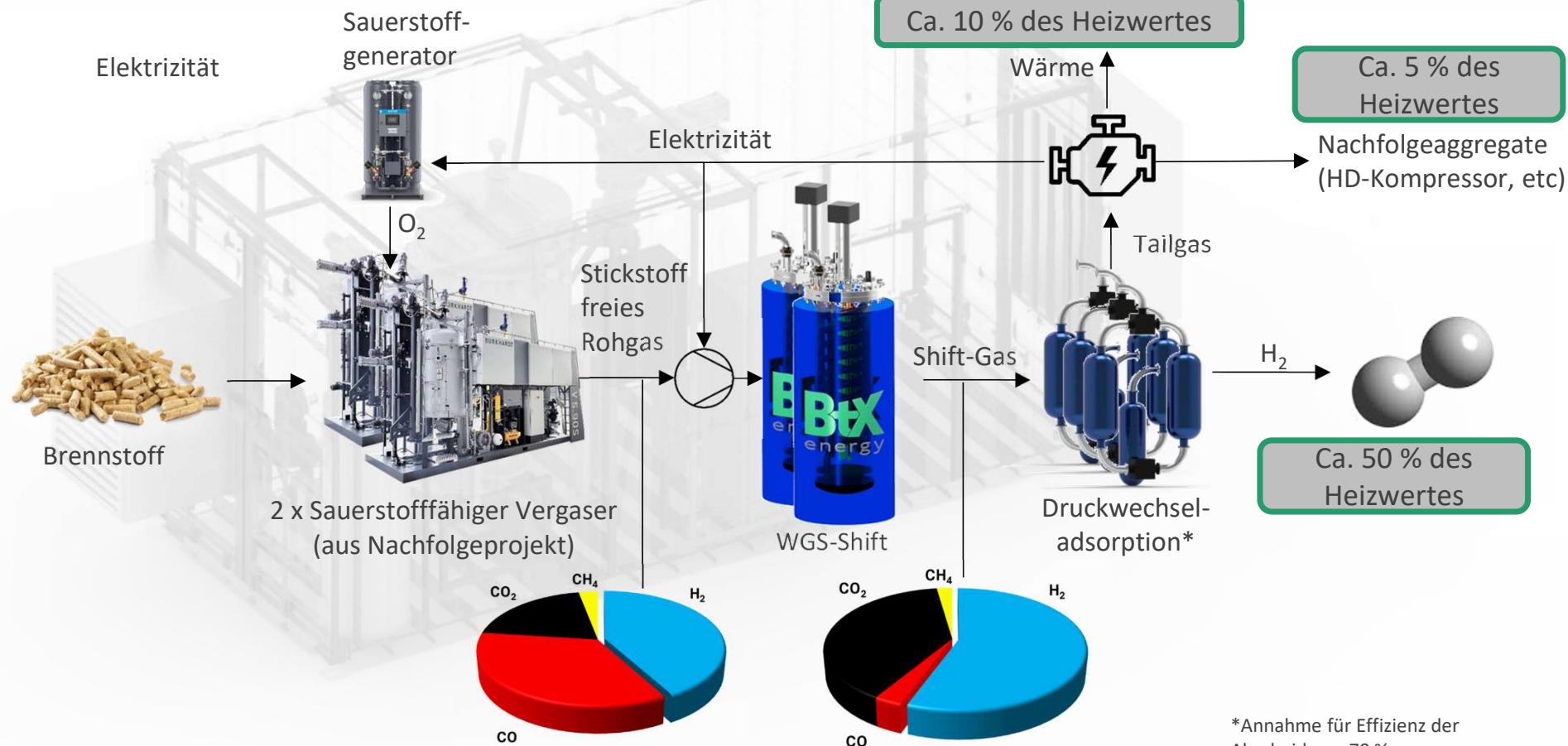
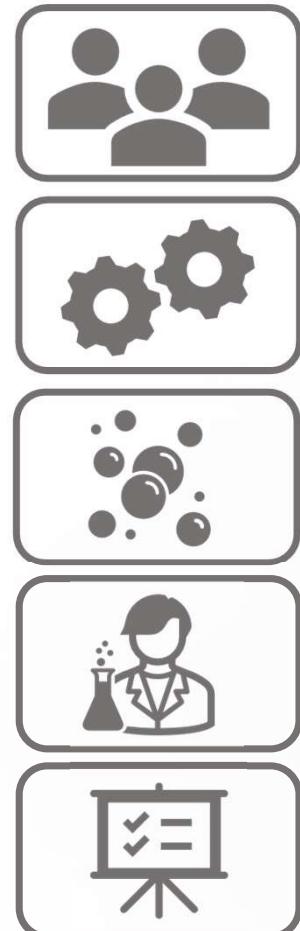


(Annahmen: 8 € + 50 % Quote Verkaufspreis, Reststromeinspeisung à 12 ct, Quotenpreis durchschn. (200 €/to))

- Abscheidewirkungsgrad aufgrund des niedrigen H<sub>2</sub>-Gehaltes im Gas ebenfalls niedrig
- produzierte Menge sehr klein (< 1 kg h<sup>-1</sup>) -> spez. CAPEX-Kosten entsprechend sehr hoch
- Anlage selbst auf 15 Jahre Finanzierung nicht wirtschaftlich (danach ggf.)

# Das Projekt BiDRoGen (FKZ-Nr. 03EI5438)

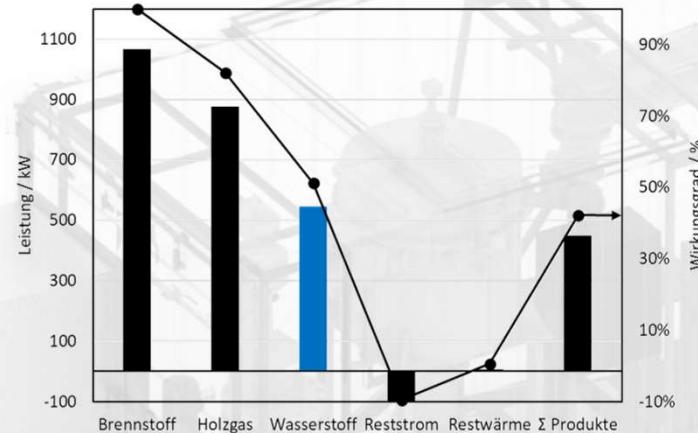
## Alternativprozess V2: Kommerzieller Vergaser mit Sauerstoff



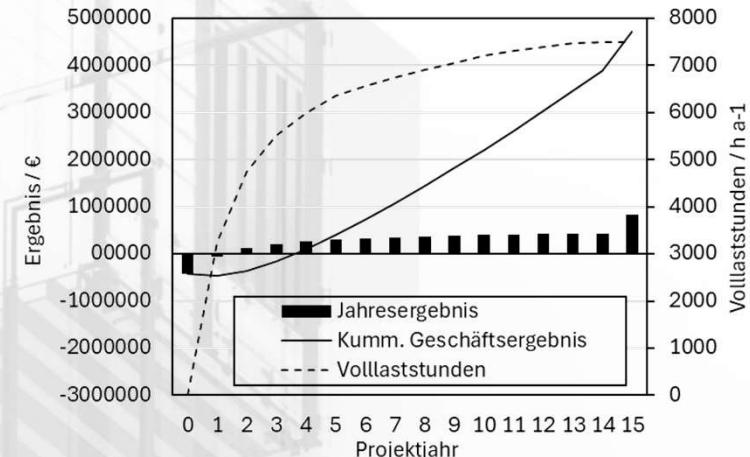
# Das Projekt BiDRoGen (FKZ-Nr. 03EI5438)

## Alternativprozess V2 - Auswertung

Effizienz



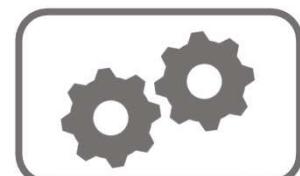
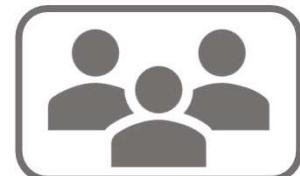
Wirtschaftlichkeit



(Annahmen: 8 € + 50 % Quote Verkaufspreis, Strombezug 12 ct/kWh, Quotenpreis durchschn. (200 €/to))

- Dank Stickstofffreiheit exzellente Abscheideeffizienz
- Dank Skalierung zu rechtfertigende CAPEX für PSA
- Anlage im Finanzierungszeitraum Wirtschaftlich

# Das Projekt BiDRoGen (FKZ-Nr. 03EI5438)

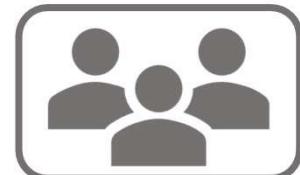


## Verwertung – Universalreaktor „Big Shifty“ für 100 Nm<sup>3</sup>/h Holzgas

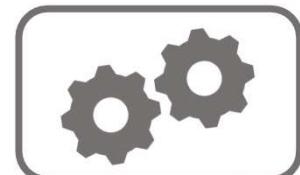


- 2024 Errichtet und an Holzvergaseranlagen der Burkhardt und der Promethan GmbH erfolgreich getestet
- Wirkungsgrad von Holz zu Wasserstoff > 50 % erprobt

# Das Projekt BiDRoGen (FKZ-Nr. 03EI5438)



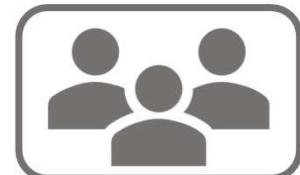
## Verwertung – Erste Shiftanlagen für Holzgas 2025



- Shiftreaktor mit Reinigung für Synthesegase aus der Reststoffvergasung von Holz und Klärschlamm
- Spezialauslegung für das Projekt „BioH2“
- 15 Nm<sup>3</sup>/h Synthesegas bei 8 bar
- Einstufig bis zu 90 % CO-Umsatz bei < 25 % CO-Eingang

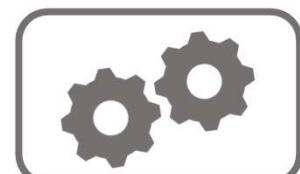


# Aktueller Stand und Ausblick



## Projektergebnisse

- Shift-Technologie erfolgreich entwickelt und in die Verwertung überführt
- Gesamtanlagenkonzept wurde aufgestellt
- Abbruch der Realgas-Tests nach sehr schwachen Abscheideraten in den Flaschengas-Versuchen beim Partner -> Betrachtung alternativer Trennverfahren
- AutAllo Prozess nicht optimal in der Skalierung -> Betrachtung weiterer verfügbarer Prozesse
- Alternative Gesamtprozesse zur Wasserstofferzeugung wurden ausgelegt und bewertet



## Next Steps:

- THG-Bilanzierungen und Ermittlung des THG-Vermeidungspotenzials
  - Auswertung und Projektabschluss
  - Weiterentwicklung der Reaktoren im Folgeprojekt „WasteWood2Fuel“
- Evtl. Beantragung eines Folgeprojektes zur Erprobung bis zum reinen Wasserstoff mit Alternativprozess / 24

# Kontaktdaten



**Andreas D. H. F. Molle, M. Eng.**  
Projektleiter Wasserstoff aus Biomasse

BtX energy GmbH  
Esbachgraben 1  
95463 Bindlach

Tel.: +49 157/8900-0824  
Email: [andreas.molle@btx-energy.de](mailto:andreas.molle@btx-energy.de)



Gefördert durch:



Bundesministerium  
für Wirtschaft  
und Klimaschutz

aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages