



UNTERSTÜTZER

TEAM  
**ENERGIEWENDE**  
BAYERN

Gefördert durch:



Bundesministerium  
für Wirtschaft  
und Klimaschutz

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



Wasserstoffherzeugung aus Holzgas



Das Projekt BiDRoGen (FKZ-Nr. 03EI5438)



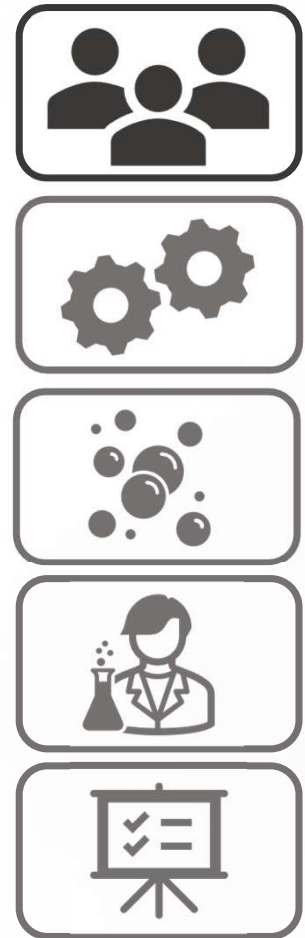
Aktueller Stand und Ausblick



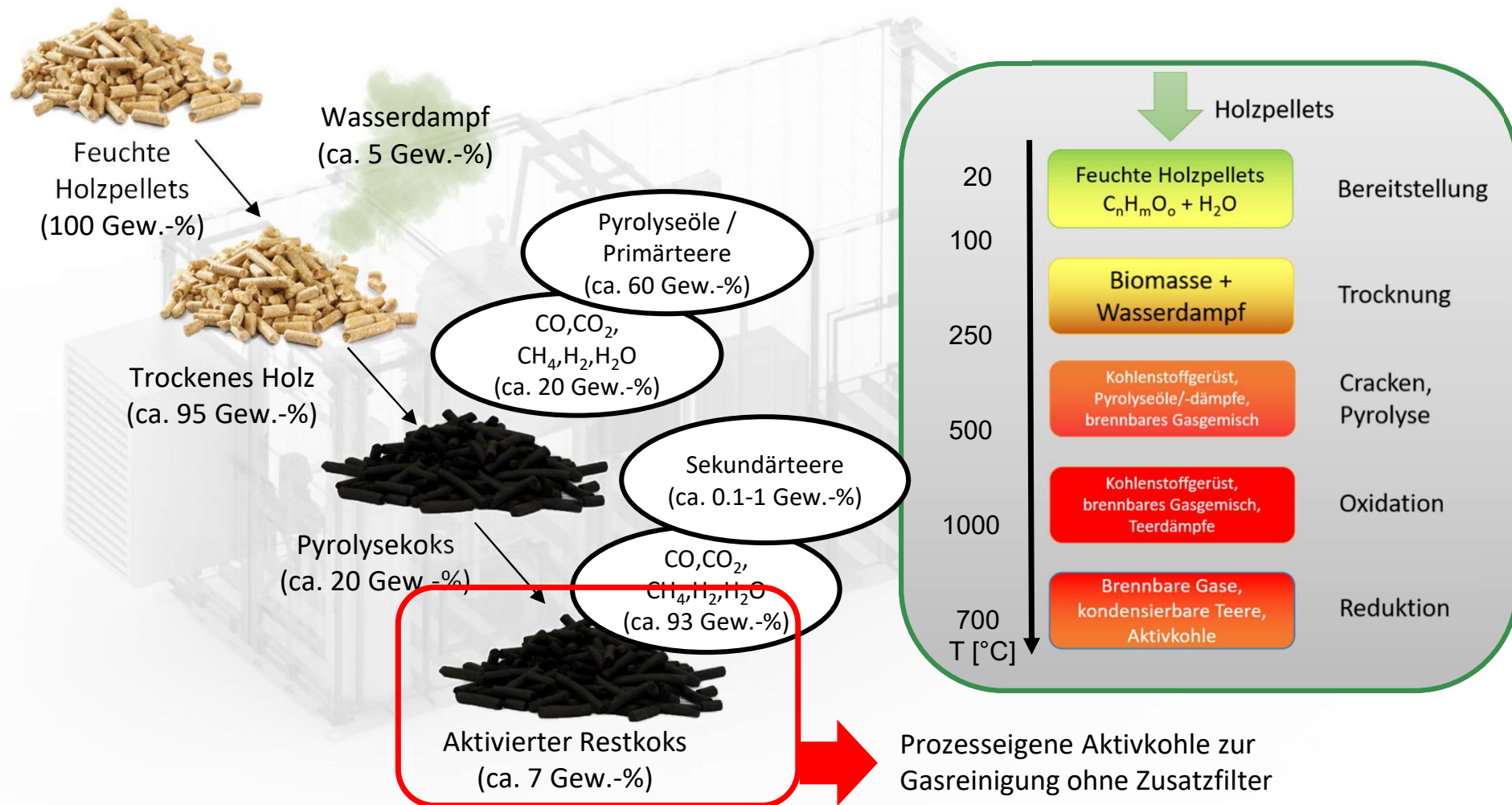
# Wer sind wir?



- **WS Wärmeprozessstechnik 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





# Der AutAllo-Holzvergaser als Basis

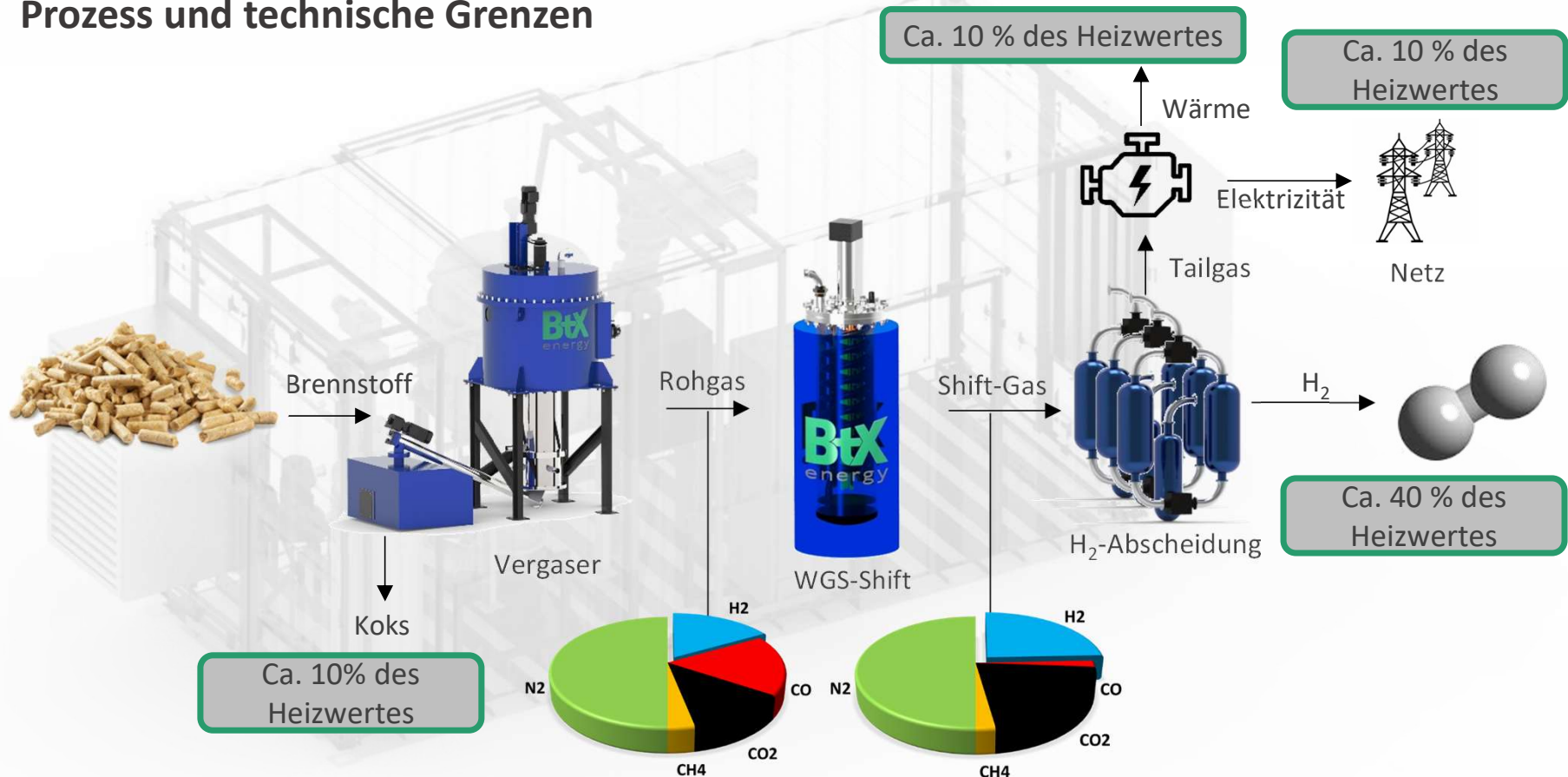
## Pilotanlage zur Versuchsdurchführung

- 100 kW<sub>feed</sub> Pilotanlage
- 600 kg Brennstoffb
- Isolierter Gleichstro
- Adsorptionsstufe (P
- Teermesspunkte vo
- Seitenkanalverdich



# Wasserstoffherzeugung aus Holzgas

## Prozess und technische Grenzen

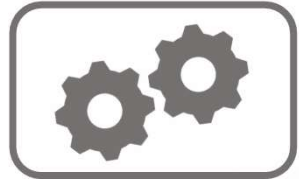
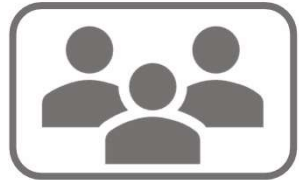


# Das Projekt BiDRoGen (FKZ-Nr. 03EI5438)

„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



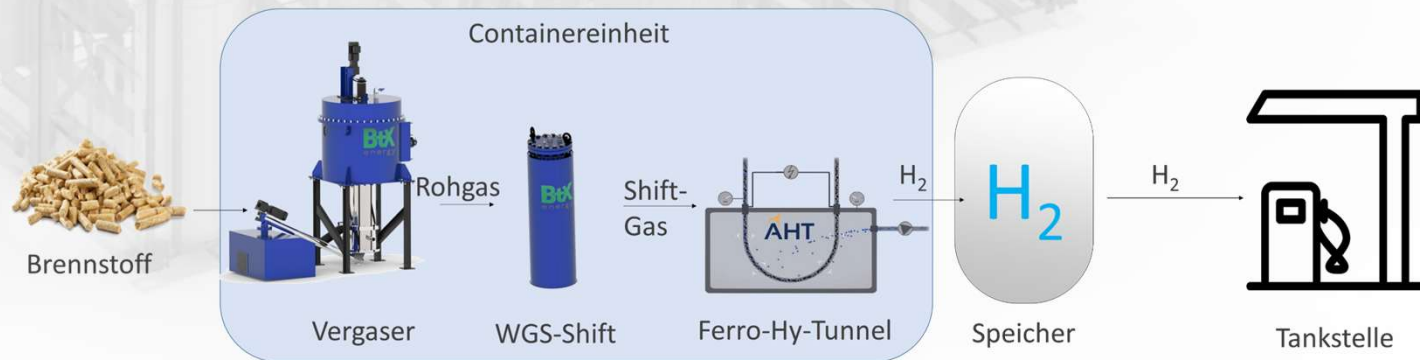


# Das Projekt BiDRoGen (FKZ-Nr. 03EI5438)

„Wirtschaftliche, dezentrale und mobile Herstellung von Grünem Wasserstoff aus dem Unterkorn (< 20mm) von der pelletierten Industriestholzverwertung 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:

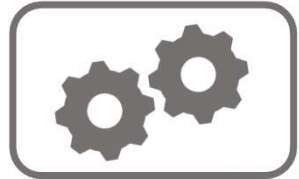
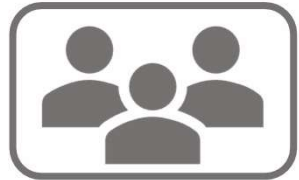
### Ursprüngliches Arbeitspaket:

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

### Hürden / Anpassungen

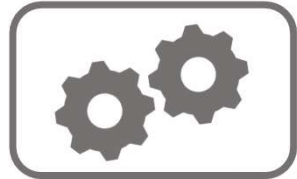
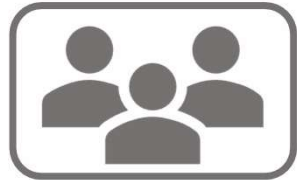
- Erdgastechnik arbeitet unter Druck -> langsamere Kinetik, Druckverluste nicht anwendbar
- Einstufige Shift ohne Wärmeaustrag erreicht kaum Ausbeute, zweistufige Shift zu kostenintensiv für die Anwendung
- Reformat aus der Erdgastechnik kommt heiß aus dem Reformer, Holzgas kalt aus der Reinigungsstufe

→ **Neuentwicklung**



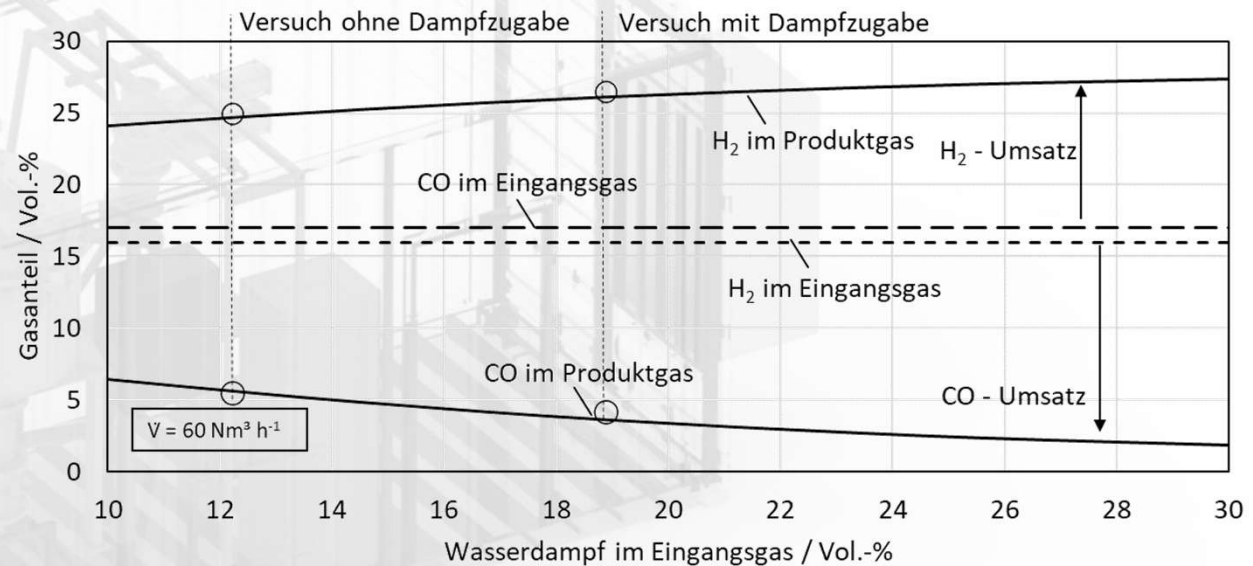
# Das Projekt BiDRoGen (FKZ-Nr. 03EI5438)

## Anforderungen an eine Wassergas-Shift-Stufe für Holzgas



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

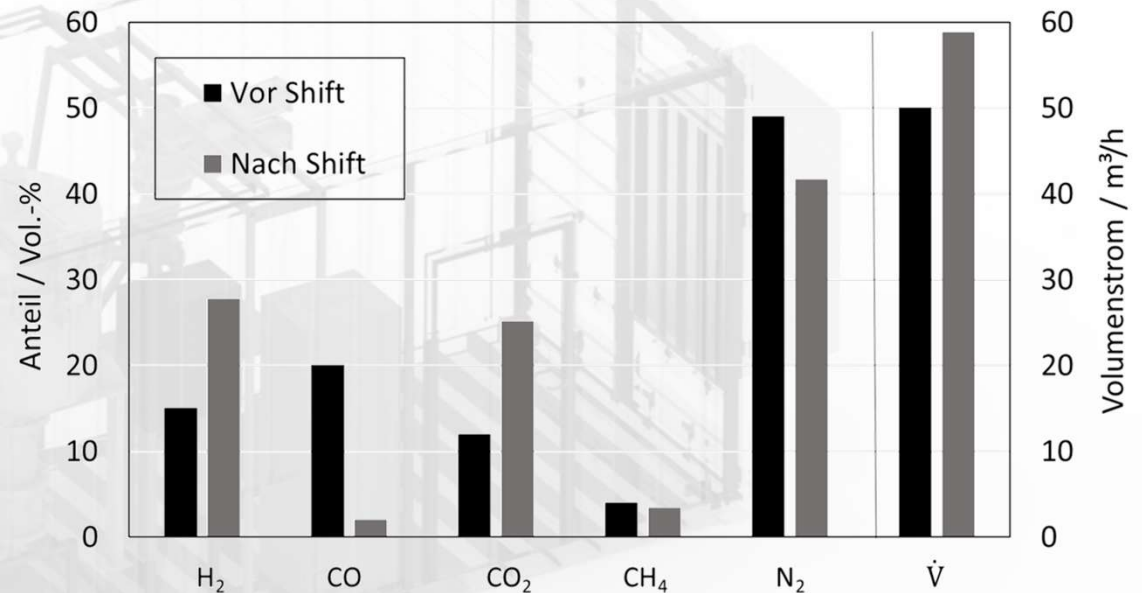
## Versuchsergebnisse



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

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

## Versuchsergebnisse



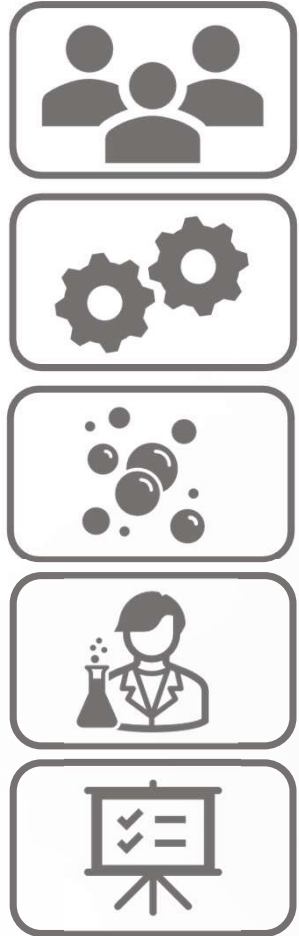
- CO-Umsatz ca. 85 %
- Wirkungsgrad von Holz zu Wasserstoff > 40 % bei gleichzeitiger Kohlenstoffsene (Restkoks-Auskopplung)



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

## Konzept der kombinierten Containeranlage

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



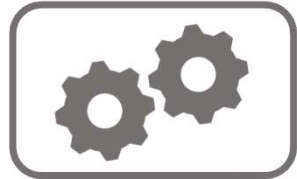
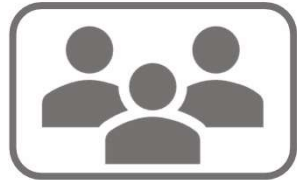
# Das Projekt BiDRoGen (FKZ-Nr. 03EI5438)

## 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

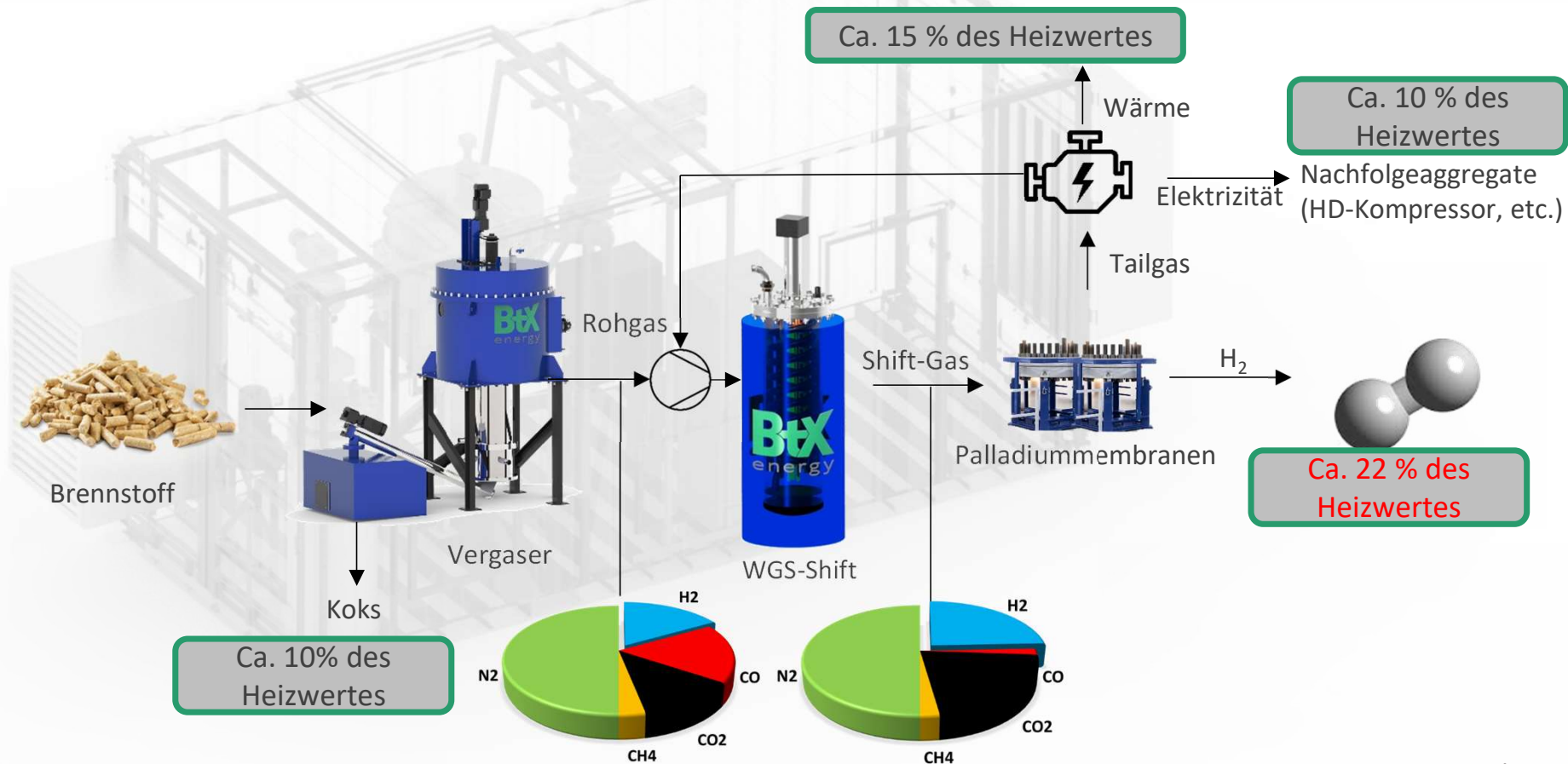
## Daraus resultierende Hürden

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



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

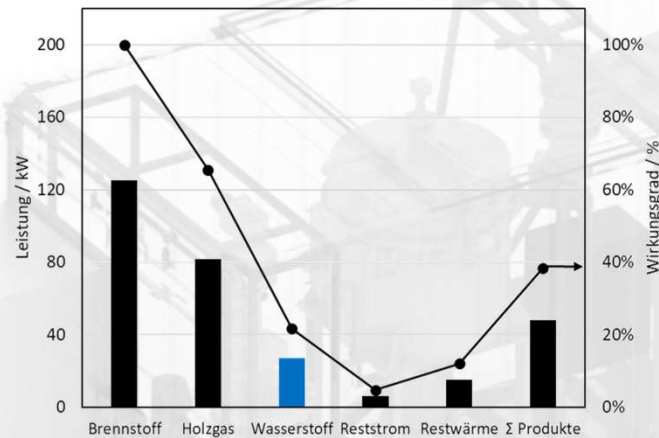
## Alternativprozess V1: Nutzung einer Palladiummembran



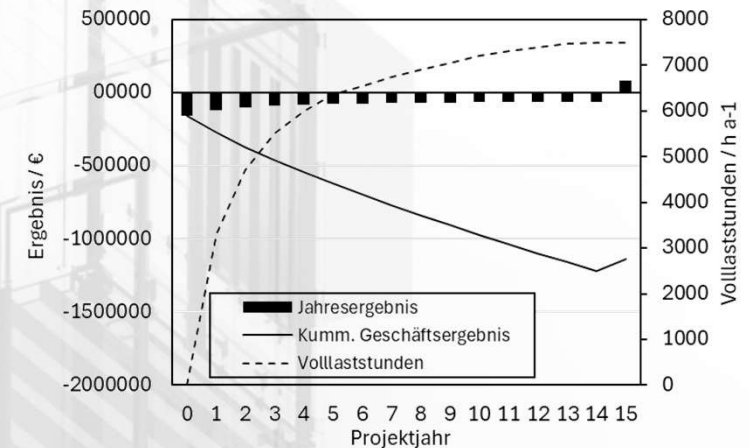
# Das Projekt BiDRoGen (FKZ-Nr. 03EI5438)

## Alternativprozess V1 - Auswertung

### Effizienz



### Wirtschaftlichkeit



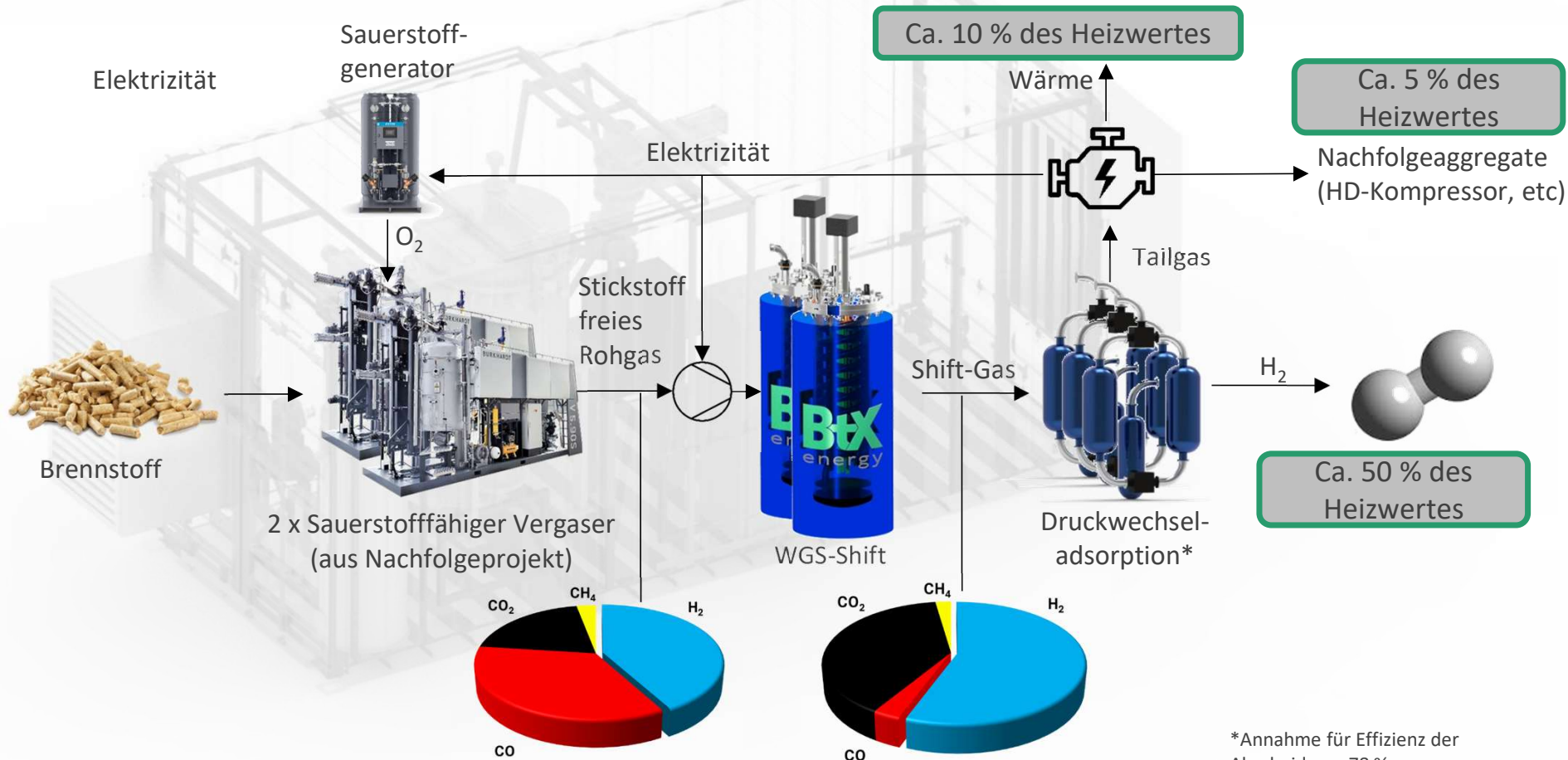
(Annahmen: 8 € + 50 % Quote Verkaufspreis, Reststromeinspeisung à 12 ct, Quotenpreis durchschn. (200 €/to))

- 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

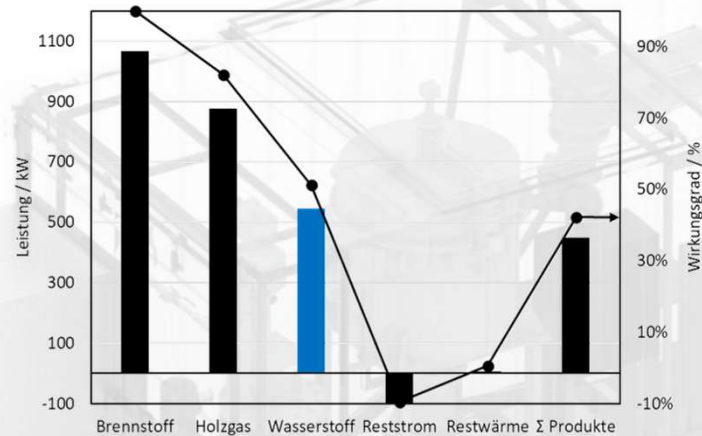


\*Annahme für Effizienz der  
Abscheidung: 78 %

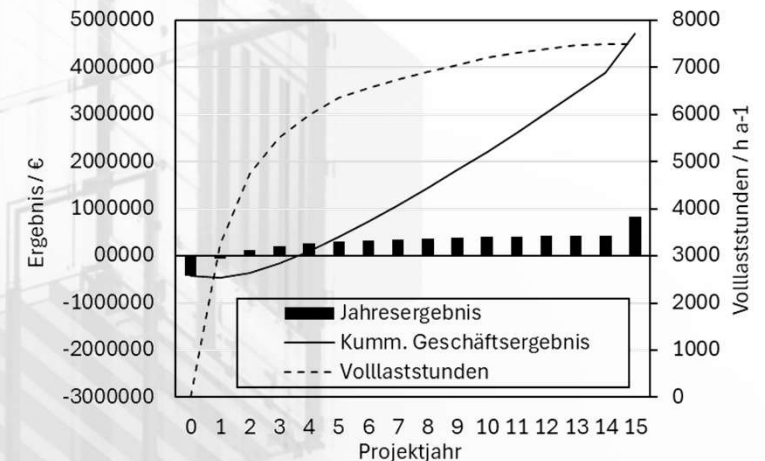
# Das Projekt BiDRoGen (FKZ-Nr. 03EI5438)

## 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



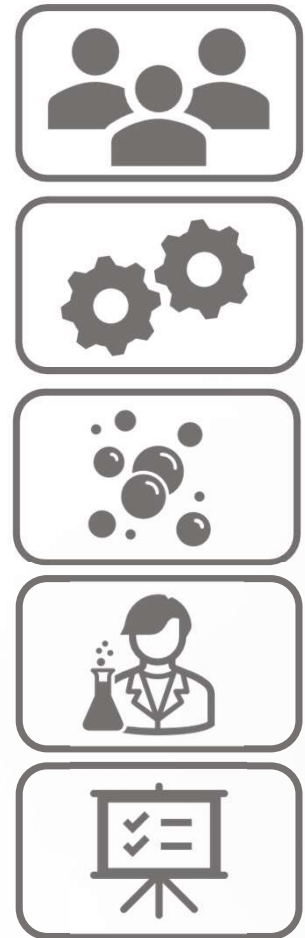
# Das Projekt BiDRoGen (FKZ-Nr. 03EI5438)

## 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

- Zweistufige Shiftanlage mit Zwischenverdampfer
- Spezialauslegung für das Projekt „BioH2“
- 10 Nm<sup>3</sup>/h Synthesegas bei 200 mbar
- Einstufig bis zu 90 % CO-Umsatz bei bis zu 40 % CO-Eingang





## 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 Alternativprozessen

# 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)

UNTERSTÜTZER

TEAM  
**ENERGIEWENDE**  
BAYERN

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages