



Gefördert durch:

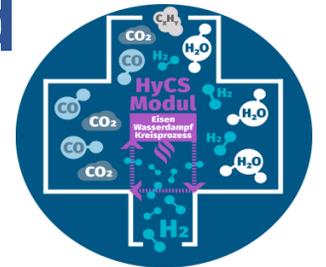


aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



AMBARTEC
HyCS-TECHNOLOGY

Reinigungswirkung der HyCS[®] - Technologie für Vergaser- und Pyrolysegase aus Biomasse



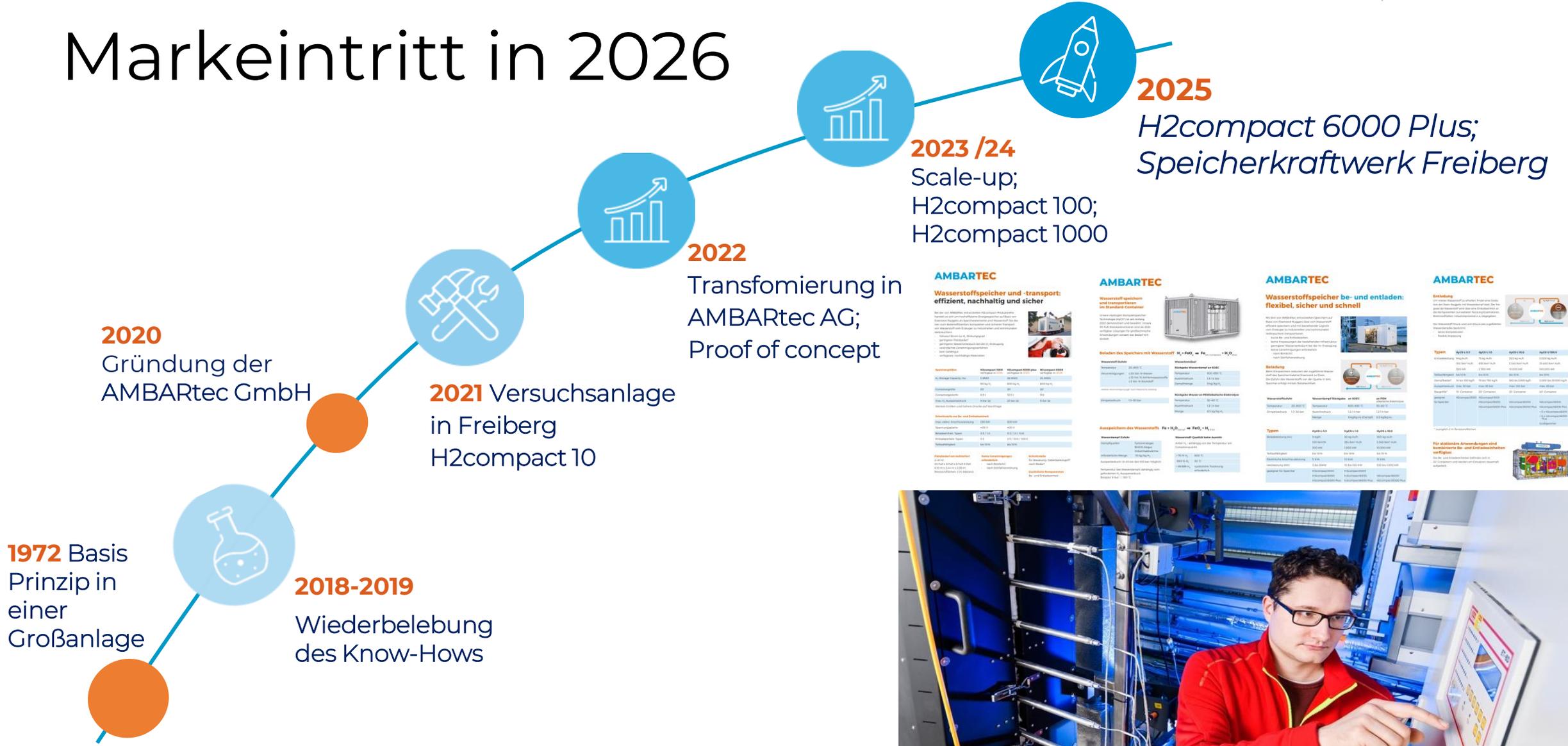
Förderkennzeichen: 03EI5479A

01.11.2024 - 31.10.2027

Dipl.-Ing. Julien Göthel, Leiter Produktion

6. Bioraffinerietag am DBFZ, 16. September 2025

Markteintritt in 2026



AMBARTEC
Wasserstoffspeicher und -transport: effizient, nachhaltig und sicher

Das ist ein effizienter, nachhaltiger und sicherer Wasserstoffspeicher und -transport. Er ist für den Einsatz in industriellen Anlagen geeignet und ermöglicht die Speicherung und den Transport von Wasserstoff in großer Menge und über große Distanzen.

Speichergröße	Speicherart	Speicherort	Speicherzeit
100 kg	Druckbehälter	Industrie	10 Jahre
1000 kg	Druckbehälter	Industrie	10 Jahre
10000 kg	Druckbehälter	Industrie	10 Jahre
100000 kg	Druckbehälter	Industrie	10 Jahre

AMBARTEC
Wasserstoff speichern und transportieren im Standard Container

Das ist ein effizienter, nachhaltiger und sicherer Wasserstoffspeicher und -transport. Er ist für den Einsatz in industriellen Anlagen geeignet und ermöglicht die Speicherung und den Transport von Wasserstoff in großer Menge und über große Distanzen.

Speichergröße	Speicherart	Speicherort	Speicherzeit
100 kg	Druckbehälter	Industrie	10 Jahre
1000 kg	Druckbehälter	Industrie	10 Jahre
10000 kg	Druckbehälter	Industrie	10 Jahre
100000 kg	Druckbehälter	Industrie	10 Jahre

AMBARTEC
Wasserstoffspeicher be- und entladen: flexibel, sicher und schnell

Das ist ein effizienter, nachhaltiger und sicherer Wasserstoffspeicher und -transport. Er ist für den Einsatz in industriellen Anlagen geeignet und ermöglicht die Speicherung und den Transport von Wasserstoff in großer Menge und über große Distanzen.

Speichergröße	Speicherart	Speicherort	Speicherzeit
100 kg	Druckbehälter	Industrie	10 Jahre
1000 kg	Druckbehälter	Industrie	10 Jahre
10000 kg	Druckbehälter	Industrie	10 Jahre
100000 kg	Druckbehälter	Industrie	10 Jahre

AMBARTEC
Entladung

Das ist ein effizienter, nachhaltiger und sicherer Wasserstoffspeicher und -transport. Er ist für den Einsatz in industriellen Anlagen geeignet und ermöglicht die Speicherung und den Transport von Wasserstoff in großer Menge und über große Distanzen.

Speichergröße	Speicherart	Speicherort	Speicherzeit
100 kg	Druckbehälter	Industrie	10 Jahre
1000 kg	Druckbehälter	Industrie	10 Jahre
10000 kg	Druckbehälter	Industrie	10 Jahre
100000 kg	Druckbehälter	Industrie	10 Jahre



1 Grundprozess der HyCS[®]-Technologie

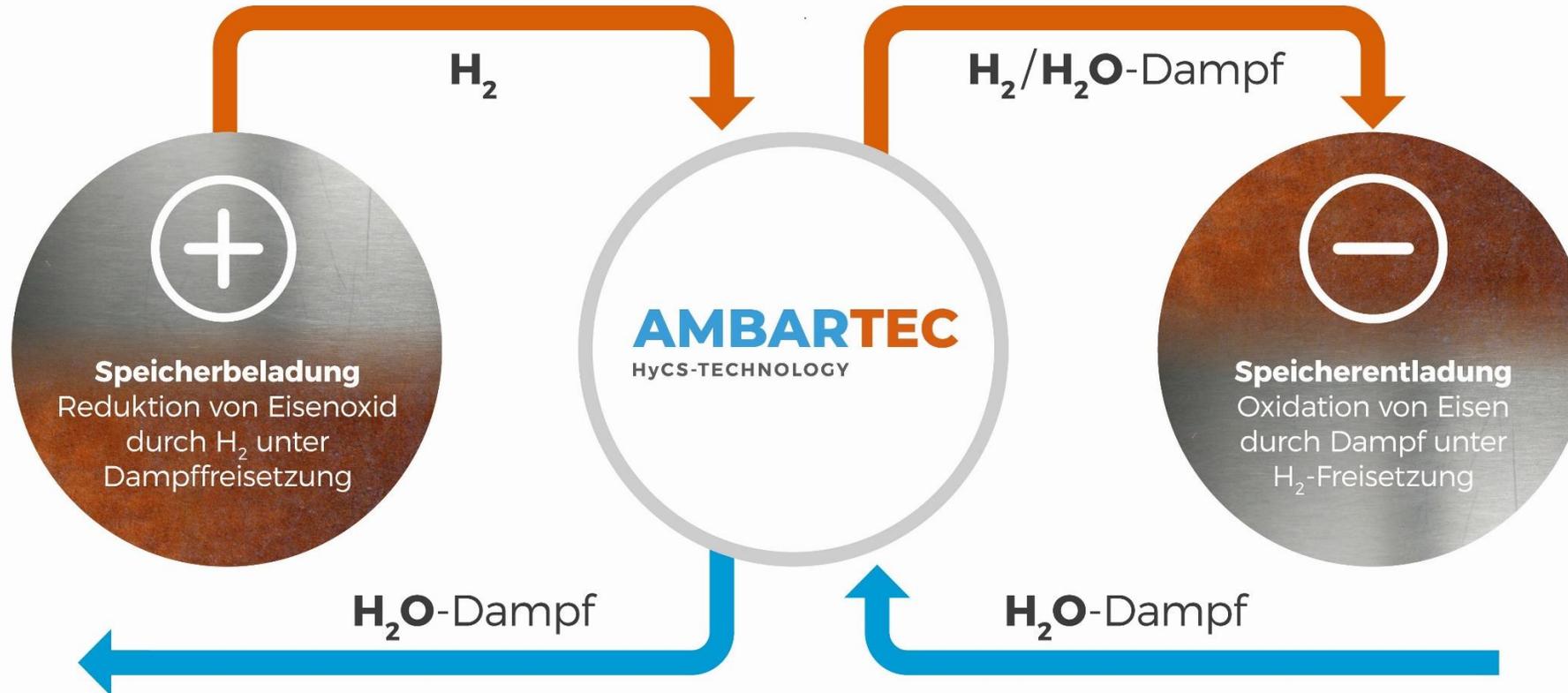
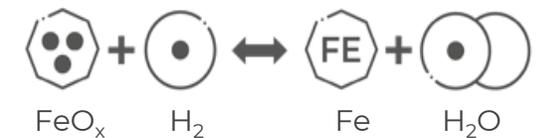


Abbildung 1:

Die HyCS[®]-Technologie basiert auf dem Eisen-Wasserdampf-Prozess, den reversiblen thermochemischen Redoxprozess von Eisenoxiden als nicht geopolitisch exponiertes Speichermaterial mit dem Arbeitsmittel Wasserstoff für Speicherbe- und -entladung im Bereich tausender Zyklen.



1.1 Energiespeicherdichte –Vergleich Stand der Technik

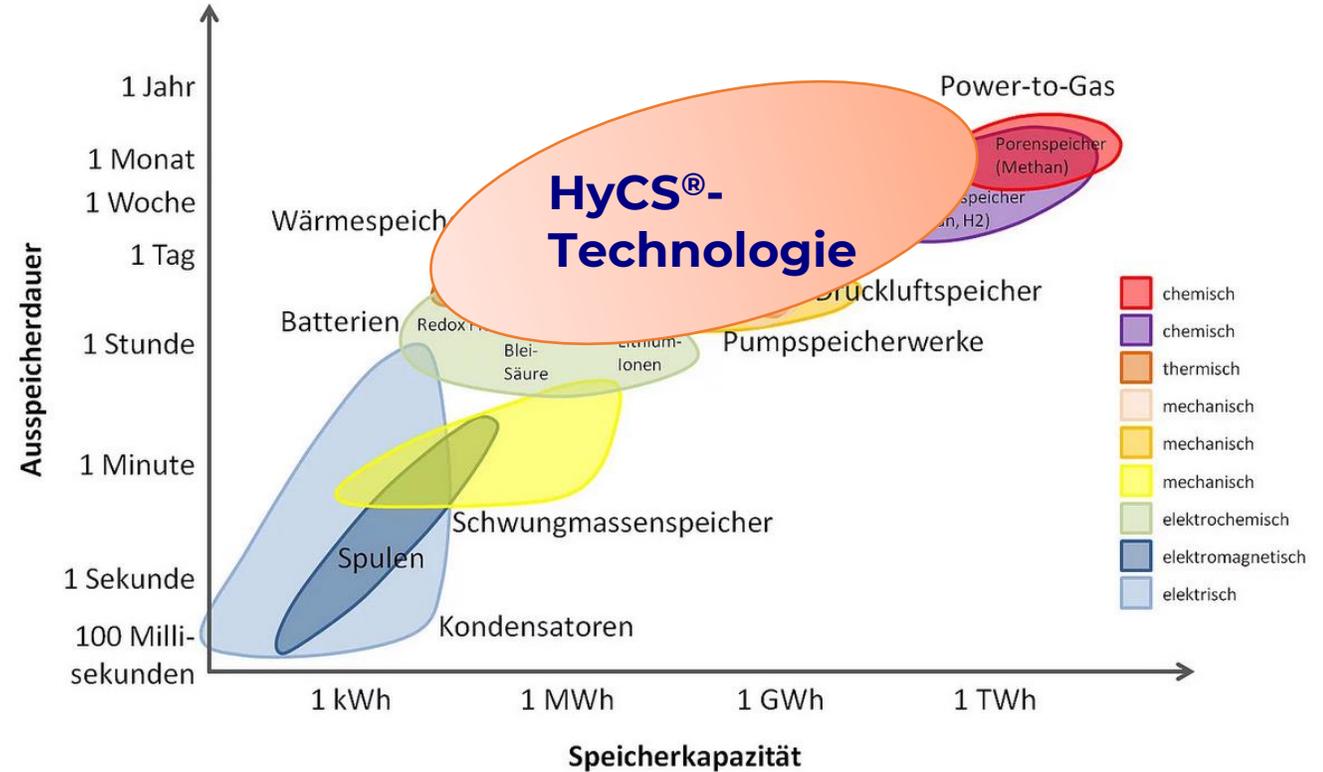
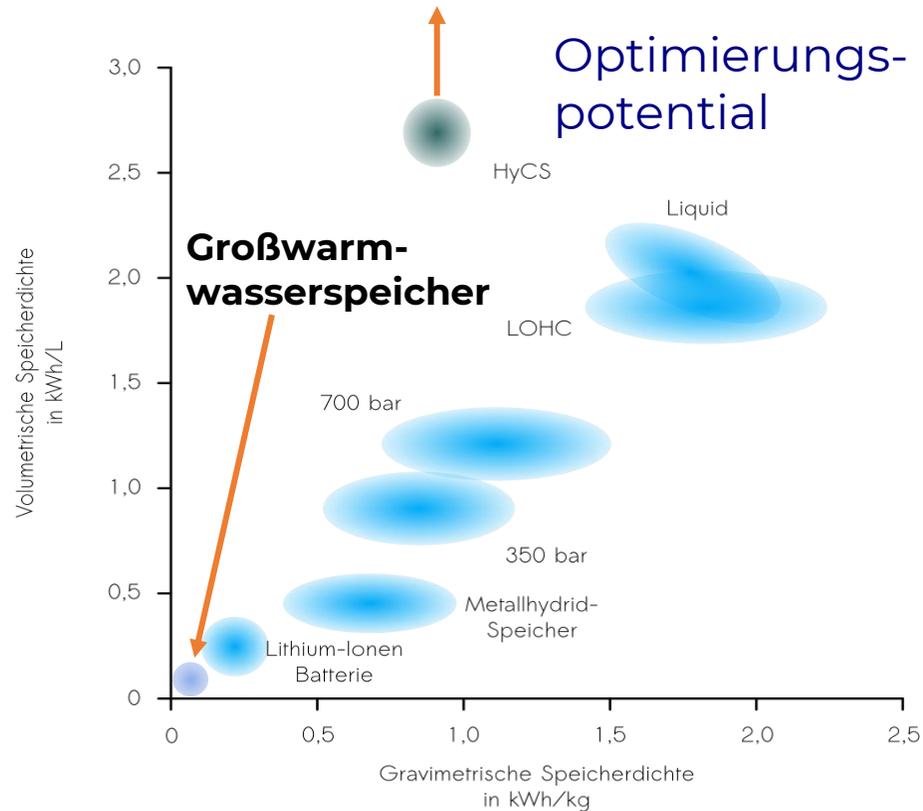


Abbildung 1.1 und Abbildung 1.2:

Im bekannten Speicherdichtevergleichsdiagramm zeigt sich eine 10fach höhere vol. Energiedichte als Li- Batterien und eine (50-150)-% höhere vol. Energiedichte als alle anderen Wasserstoffspeicherarten. Die HyCS®-Speichertechnologie ist eine skalierbare Speichertechnologie.

1.2 Wasserstoffspeicherung mittels HyCS[®]-Technologie

- benötigt -75% Aufstellungsfläche
- benötigt -90% Wasser durch Schließung von Kreisläufen
- Be- und Entladungszeiten im Bereich von (30-60) min
- Nutzung bestehender Infrastruktur (Schiff, Zug, Straße)
- keine Genehmigungsverfahren nach BetrSichV oder BImSchG, da H₂ lediglich Arbeitsmittel ist und nicht gelagert wird
- nutzt weit verfügbare kostengünstige und nachhaltige Materialien
- **Option: Verbrennungsmotoren/BHKW als langlebige Rückverstromungstechnologie mit KWK-Option nutzen**

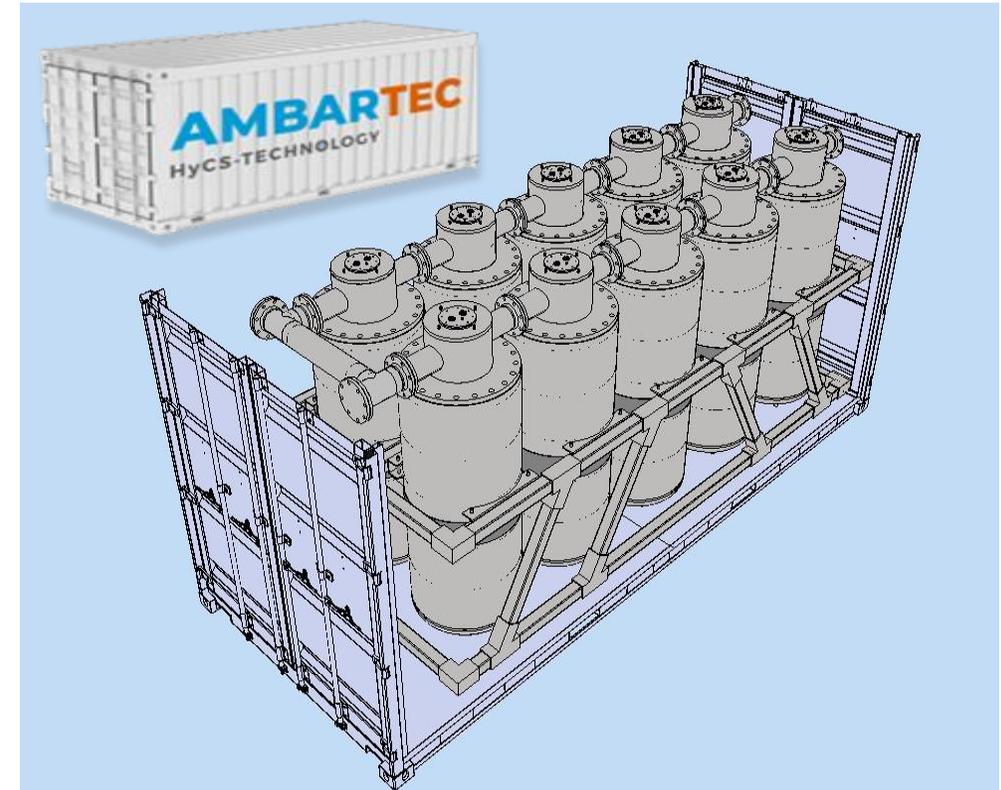
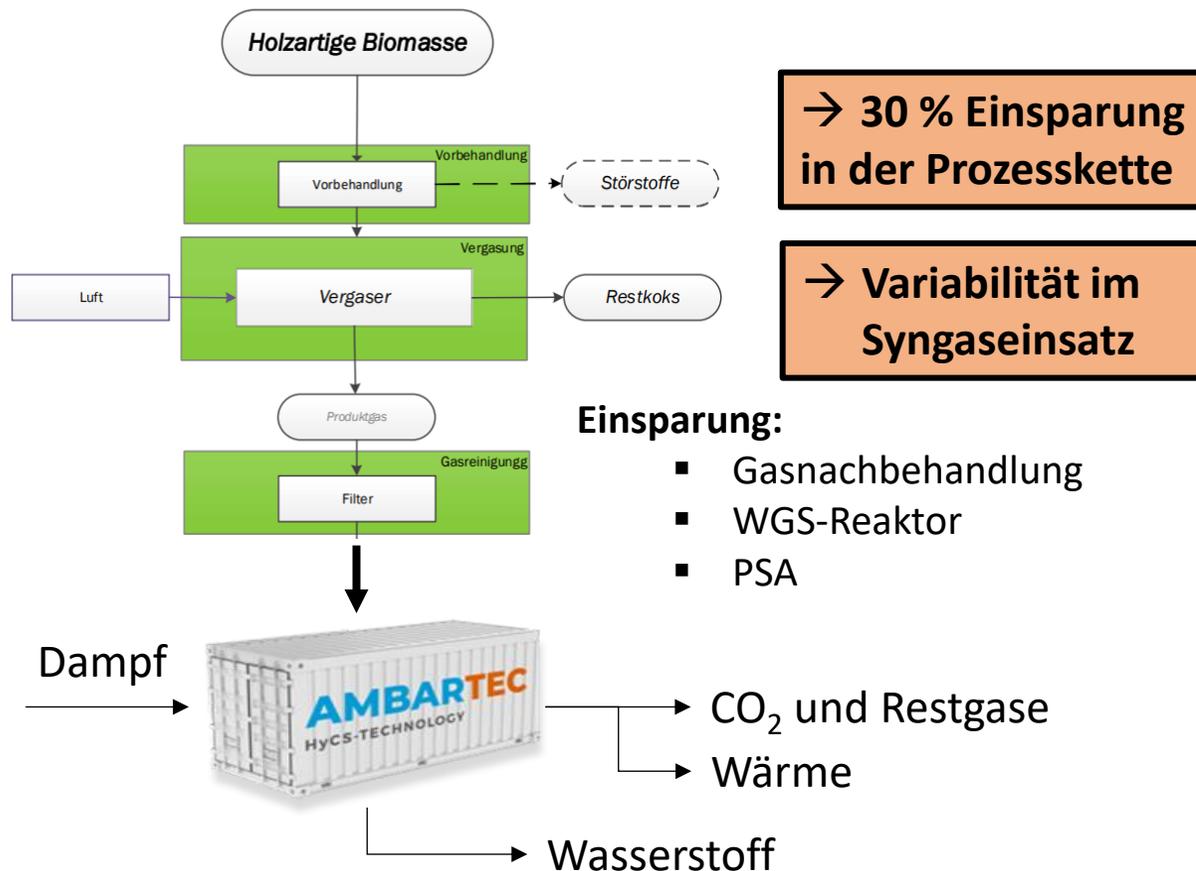


Abbildung 1.3: H2compact 6000 Plus:
Speicherung von 800 kg Wasserstoff
(> 20 MWh) im Standard 20 Fuß-Container

1.3 Wasserstoffproduktion mittels HyCS[®]-Technologie



- Vergasergas kann nach Entstaubung und Grobentteerung ohne CO-Konvertierung und mit hohem Stickstoffanteil direkt eingesetzt werden
- Nutzung der Gasreinigungswirkung der Eisenmasse
- Wasserstoffproduktion von bis zu 99,95 % Reinheit aus biogenen Schwachgasen
- Wasserstoff kann durch Druck einer Speisepumpe mit bis zu 100 bar gespeichert werden, keine Kompressor Station nötig
- Etablierung neuer biogener Wasserstoffgestehungskosten für dezentrale Vergasungsanlagen und integrierte Wasserstofflogistik-konzepte

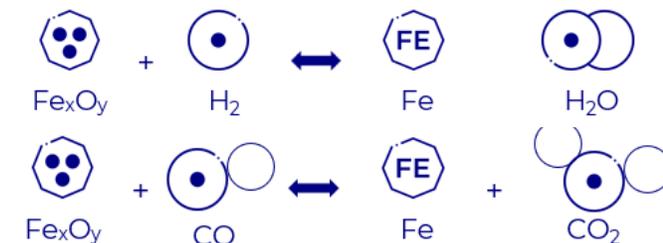
Abbildung 1. 4:

Kombination aus Biomassevergasung und Eisen-Wasserdampf-Kreisprozess ermöglicht signifikante Kostensenkung der biogenen Wasserstoffgestehungskosten.

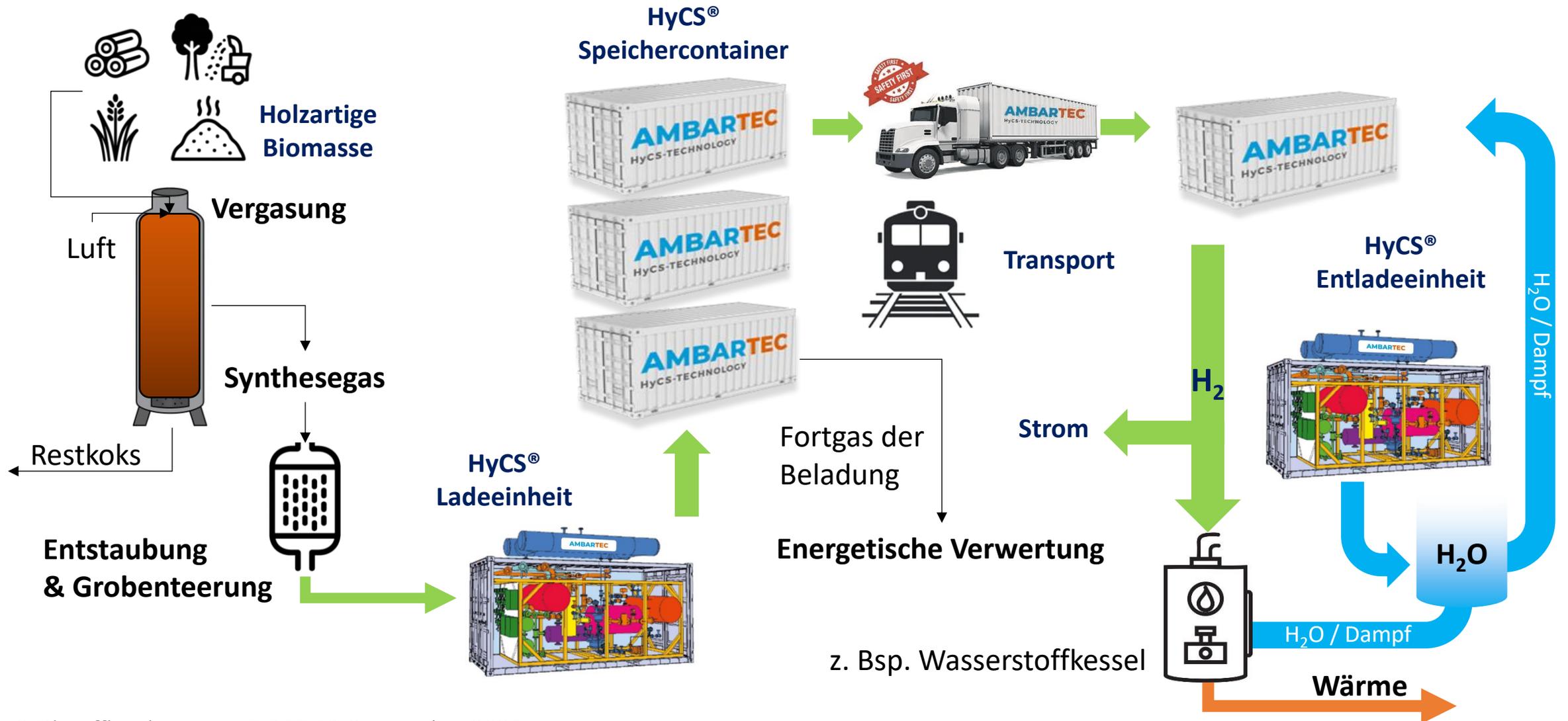
1.3 Wasserstoffproduktion mittels HyCS[®]-Technologie

Projektziele

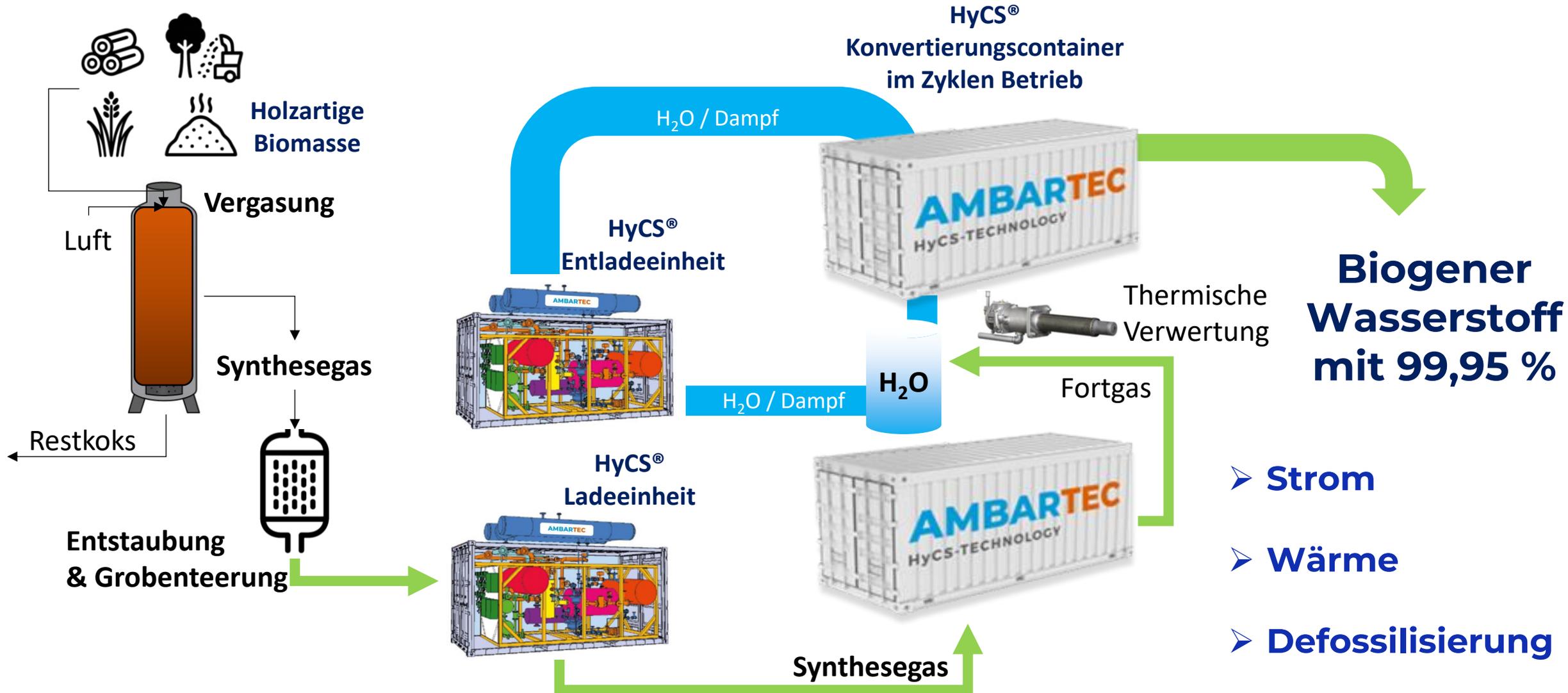
1. Funktionsnachweis der Kombination Biomassevergaser – Eisen-Dampf-Prozess-Modul
2. Ermittlung geeigneter Betriebsparameter und des verbleibenden Gasreinigungsaufwands
3. Bilanzierung des Gesamtsystems bis zum gasförmigen Wasserstoff
4. Energetische und wirtschaftliche Bewertung und Vergleich mit anderen Wegen der Wasserstofferzeugung und der Wasserstofflogistik
5. Demonstration im Pilotmaßstab
6. Entwicklung eines Einsatz- und Logistikkonzeptes unter besonderer Berücksichtigung:
 - bestehender Vergaserstandorte
 - kleiner und mittlerer Vergaser an Standorten des Biomasseaufkommens
 - der mittelständischen chemischen Industrie als Wasserstoffabnehmer
 - der Integration in Wasserstoffregionen und -konzepte



2. Logistikkonzept biogener Wasserstoffe



3. Stationäre Nutzung biogener Wasserstoffe



4. Testversuchstand am DBFZ

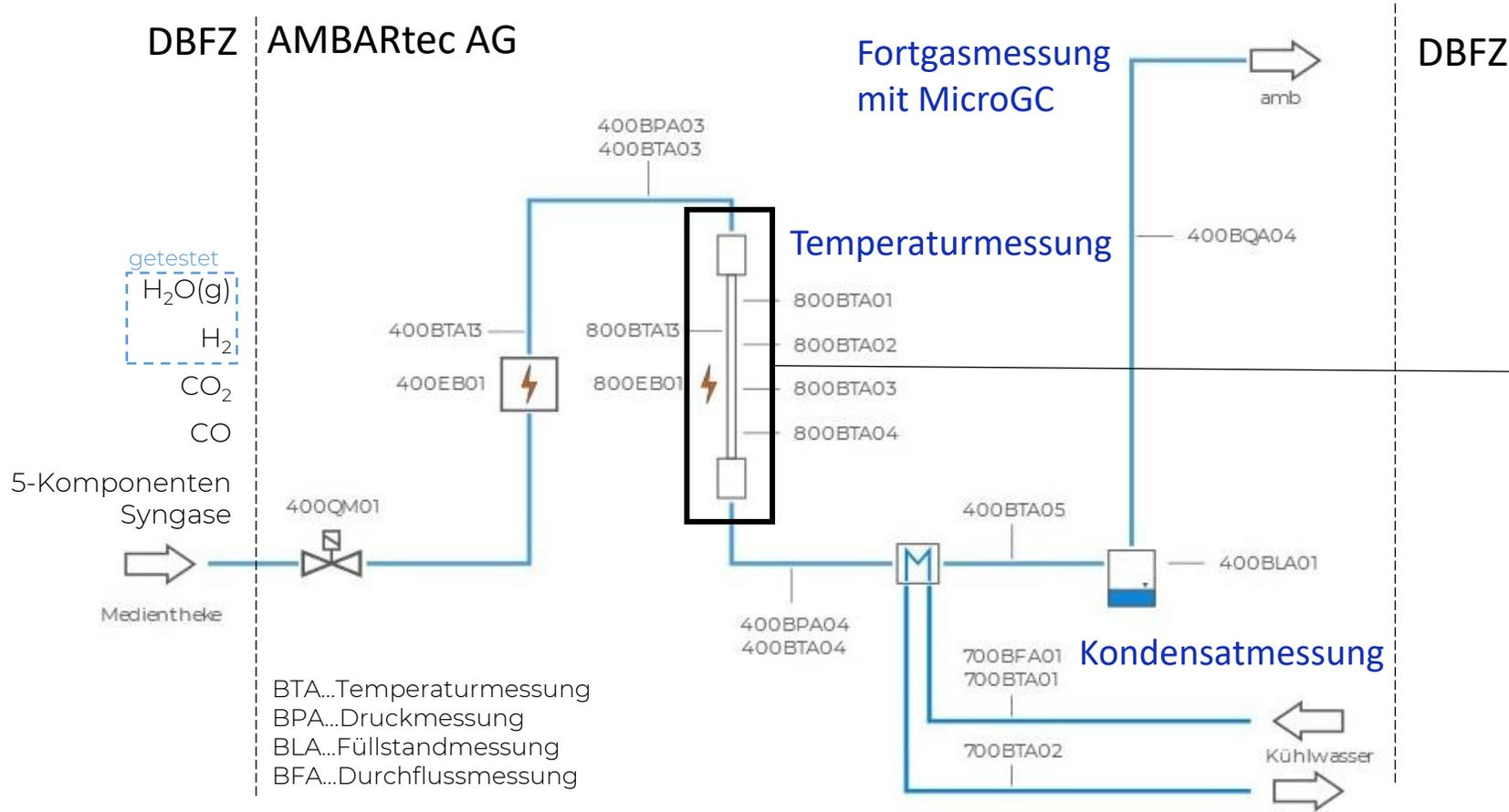


Abbildung 2:

Testversuchsstand für die Validierung der Verfahrensnachweise an einem Versuchsreaktor (V = 1,15 L, D = 0,036 m, L = 1,12 m mit einer Füllmasse von m= 2,375 kg)

5. Proof of Concept

Prozessindikationen

1. Temperaturveränderungen durch exotherme und endotherme chemische Prozesse
2. Verlauf der Fortgaszusammensetzung, Durchbruchskurve
3. Masseänderungsverläufe durch Sauerstoffaus- und -eintrag in die Kontaktmasse

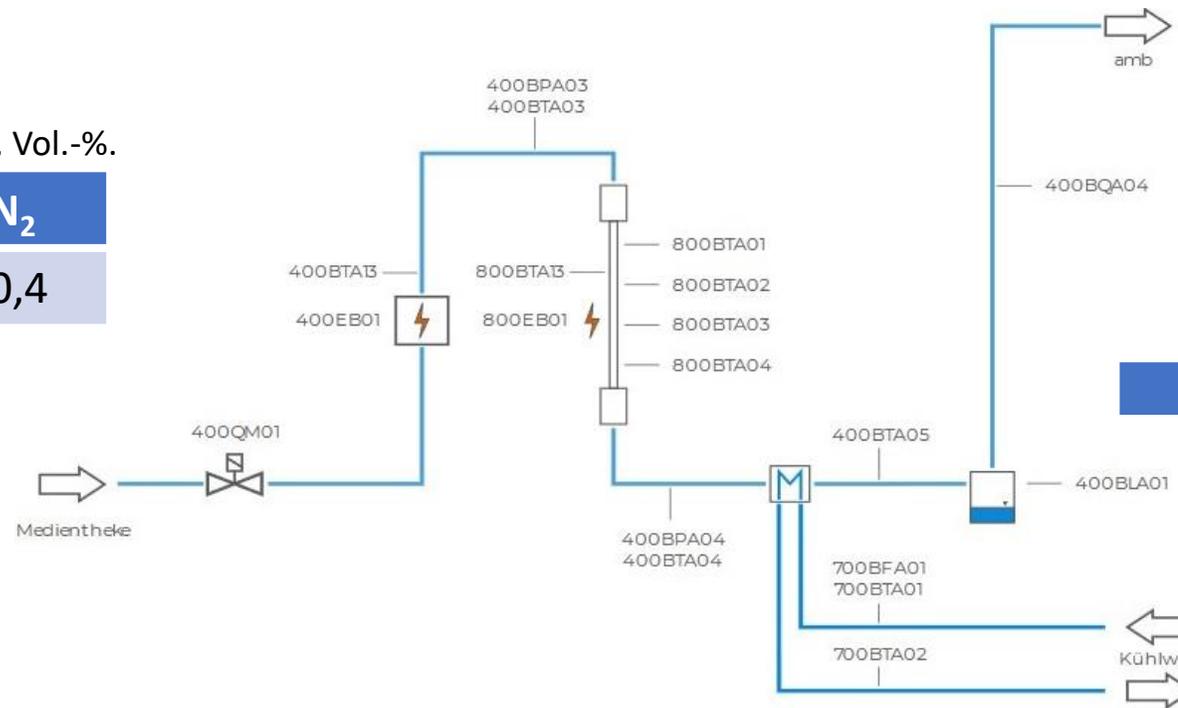
Tabelle 1: Synthetisches Vergasergas, Vol.-%.

CO	H ₂	CO ₂	CH ₄	N ₂
0,2	0,2	0,15	0,05	0,4



Tabelle 2: Oxidationsgas, Vol.-%.

H ₂ O _D	N ₂
0,9	0,1



1. Reduktion Kontaktmasse & Gasreinigung



Proof of Concept

2. Wasserstoffproduktion & Regeneration Kontaktmasse

5. Proof of Concept

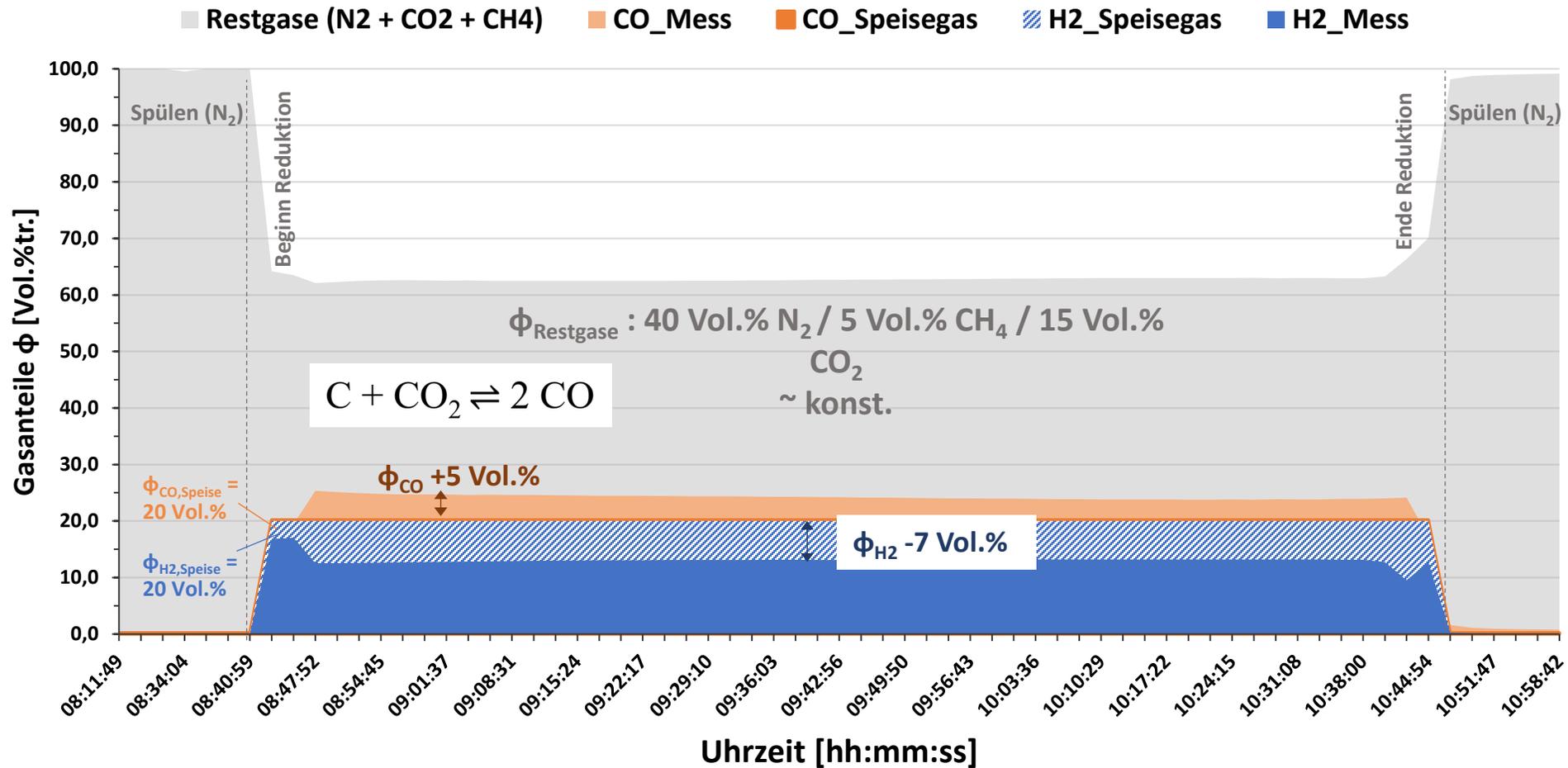


Abbildung 3: Verfahrensnachweis der Reduktion der Eisenmasse mit einem künstlichen Holzvergaser gas (40 % N₂, 15 % CO₂, 20 % CO, 20 % H₂ und 5 % CH₄) zeigt eine Umsetzung von $\phi_{\text{H}_2} -7 \text{ Vol.}\%$ und $\phi_{\text{CO}} +5 \text{ Vol.}\%$ (Messfehler kleiner als +/- 0,6 Vol.-% H₂ für Gaskomponente: 0,6 N₂; 0,6 CO; 0,4 CH₄; 0,5 CO₂; DBFZ mittels $\mu\text{GC-WLD}$)

5. Proof of Concept

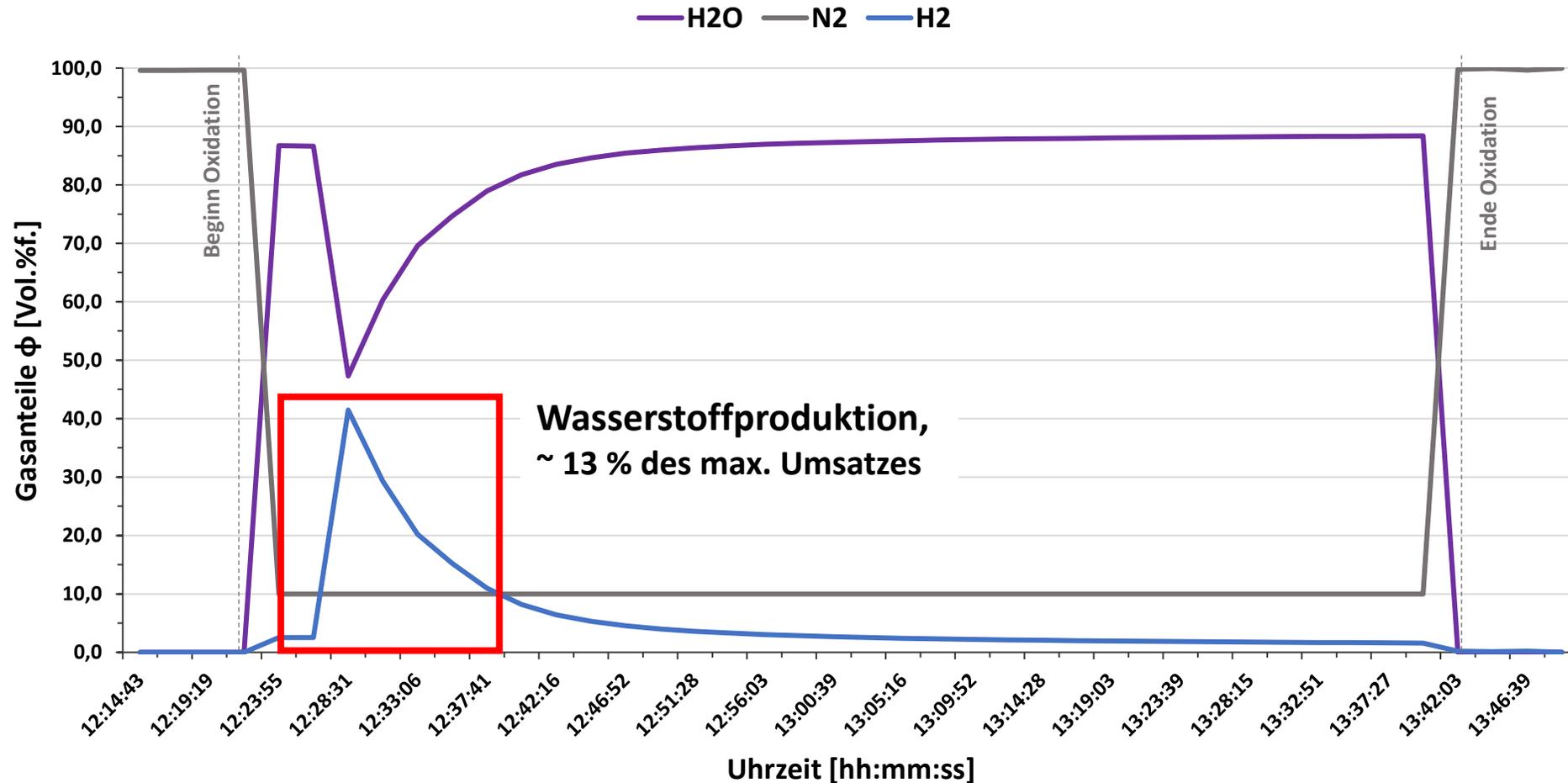
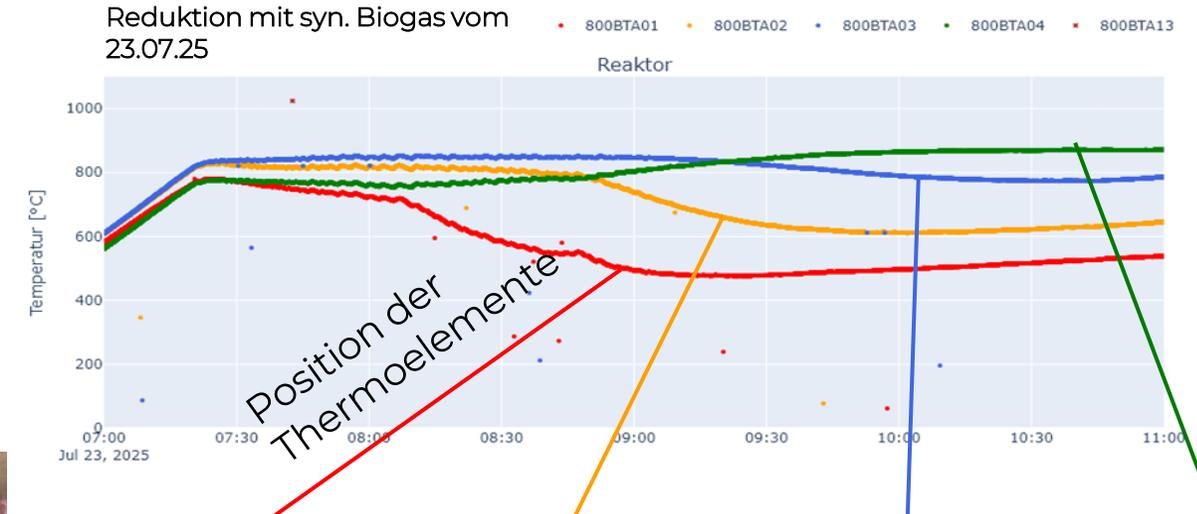
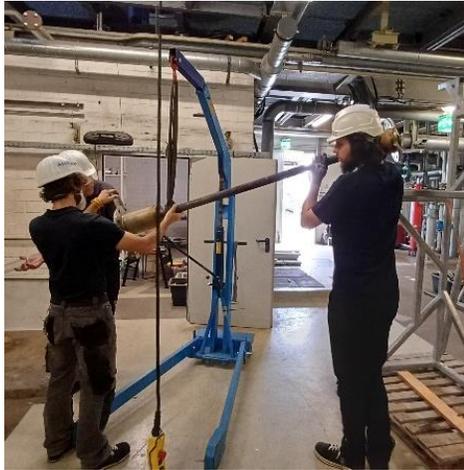


Abbildung 4: Verfahrensnachweis der Wasserstofferzeugung an der mit Holzvergaser gas reduzierten Eisenmasse
(Messfehler kleiner als +/- 0,6 Vol.-% H₂ für Gaskomponente: 0,6 N₂; DBFZ mittels μGC-WLD)

5. Proof of Concept



- Eisenpellets wirken optisch dunkelgrau /schwarz mit merklicher Rußschicht auf der Oberfläche
- Eisenpellets wirken optisch gräulich-matt
- Eisenpellets wirken optisch unverändert zu Original-Schüttung

6. Weitere Projektmeilensteine

Kopplung Festbettvergaser DBFZ HKA 10 – 100 L-Containermodul der AMBARtec AG

- Festbettvergaser
 - Absteigender Gleichstrom-Festbettvergaser mit 10 kWel Nennleistung
 - Entspricht maßstäblich den in großen Stückzahlen im kommerziellen Einsatz befindlichen Vergasern der Spanner Re²
 - Bisheriger Einsatz in Projekten VabiFlex / VabiSys und KonditorGas
- 100 L-Containermodul
 - Containerbasierte Speicheranlage mit einem Speichervolumen von 100 L
 - Belade- und Entladeequipment
 - Entstanden aus dem serienreifen 1000L-Speicher



→ Demonstrator im TRL 5

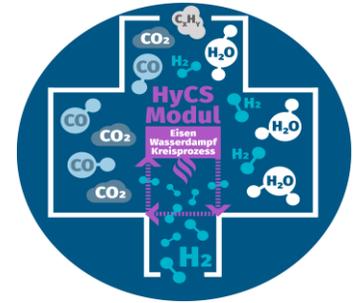
Vielen Dank!

Dipl.-Ing. Julien Göthel,
Leiter Produktion

+49 152 807 60 79

julien.goethel@ambartec.de

www.ambartec.de



<https://biooekonomie.de/foerderung/projektatlas/verbundvorhaben-hyco-biomass-nutzung-eisenbasierter-module-zur-versorgung>

