
Energiesysteme neu denken

Dezentrale Sektorenkopplung mit Wasserstoff

Johannes Geiling
Erlangen, 08.07.2019



Gefördert durch

Bayerisches Staatsministerium für
Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie

Warum Wasserstoff?

Wasserstoff

... als Grundstoff (von heute)
→ Stofflicher Sektor

600 Mrd. m³ pro Jahr



Ammoniakherstellung, Raffinerien,
Halbleiterindustrie, ...

... als Energieträger der Zukunft
→ Energetischer Sektor



Energiespeicher,
CO₂-neutraler
Treibstoff, ...



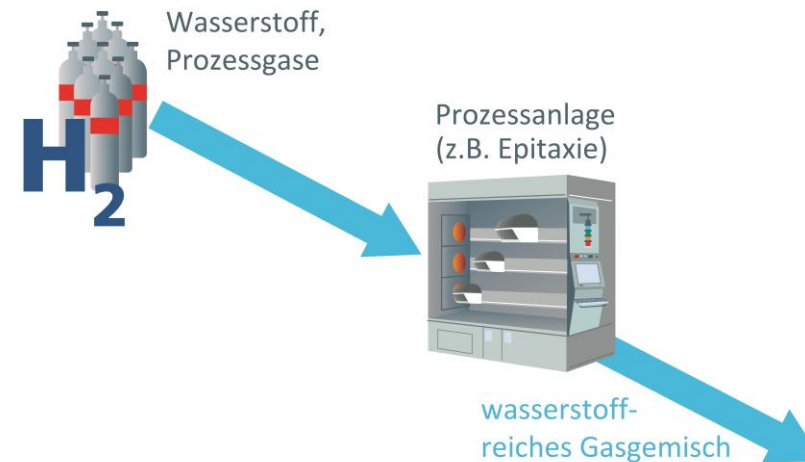
Erhöhung der Ressourceneffizienz
→ **Nutzung wasserstoffhaltiger Abgase**

Sektorenübergreifender Einsatz als Langzeitspeicher
→ **Wasserstofferzeugung und -speicherung**

Nutzung wasserstoffhaltiger Abgase

Konzept

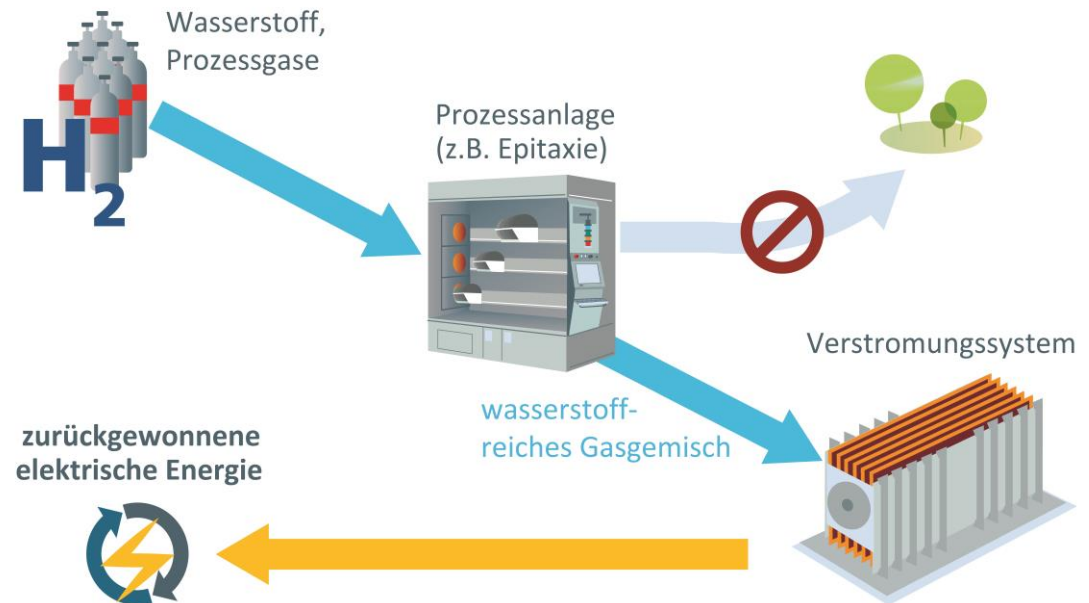
- Wasserstoff wird in vielen Prozessen zwar eingesetzt, aber nicht verbraucht
 - Entstehung wasserstoffhaltiger Abgase
- Beispiel Epitaxieprozess (Schichtwachstum in der Halbleiterherstellung)
 - Etwa 500 Anlagen in Europa
 - „Wasserstoffenergie“ im Abgas:
 - etwa **50 GWh**
 - Jahresverbrauch von etwa **10.000 Haushalten**



Nutzung wasserstoffhaltiger Abgase

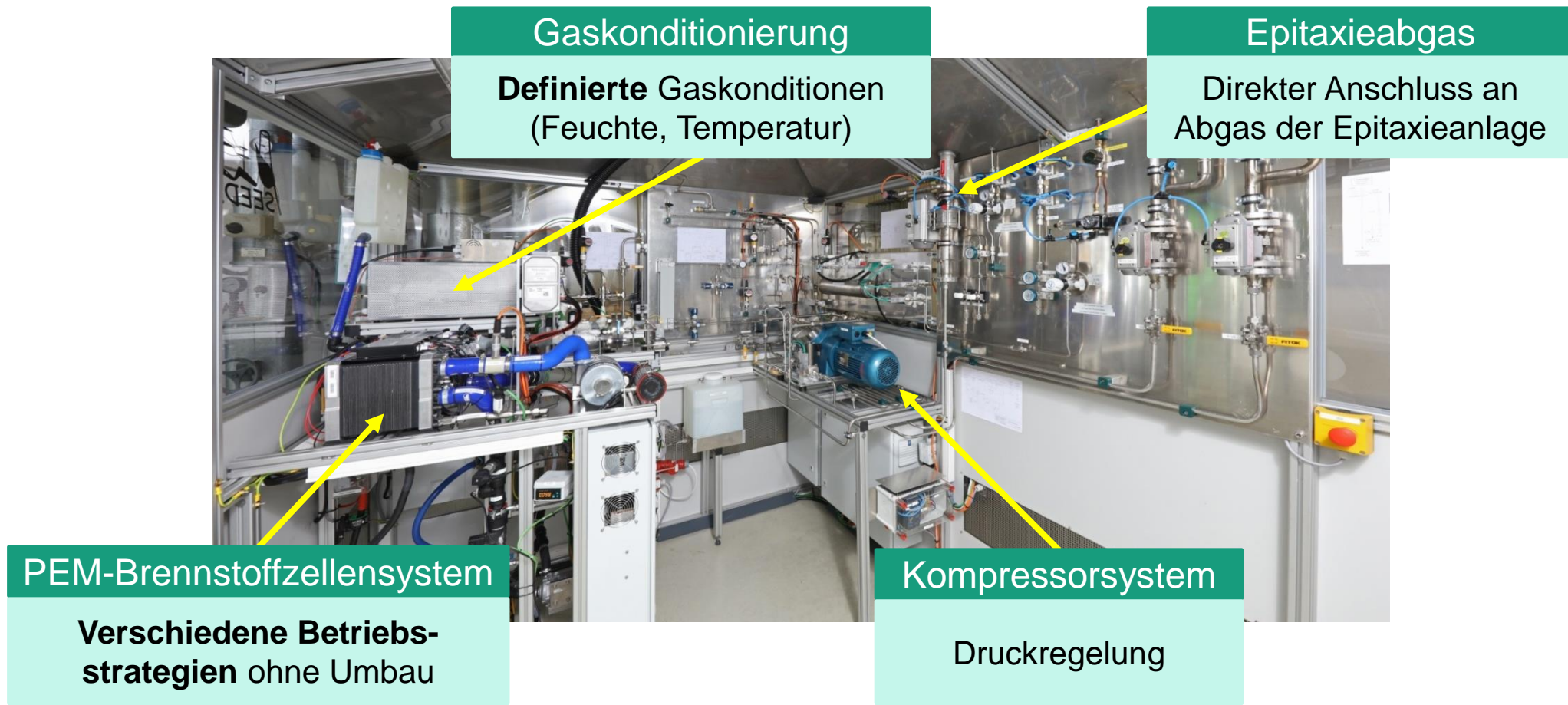
Konzept

- Wasserstoff wird in vielen Prozessen zwar eingesetzt, aber nicht verbraucht
 - Entstehung wasserstoffhaltiger Abgase
- Beispiel Epitaxieprozess (Schichtwachstum in der Halbleiterherstellung)
 - Etwa 500 Anlagen in Europa
 - „Wasserstoffenergie“ im Abgas:
 - etwa **50 GWh**
 - Jahresverbrauch von etwa **10.000 Haushalten**



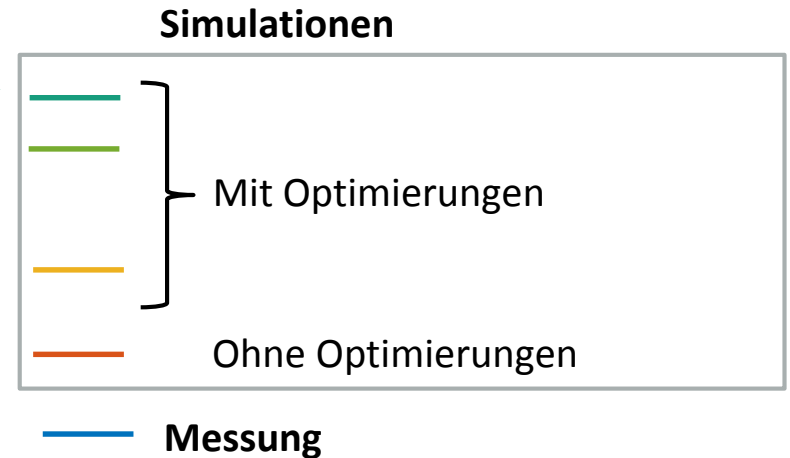
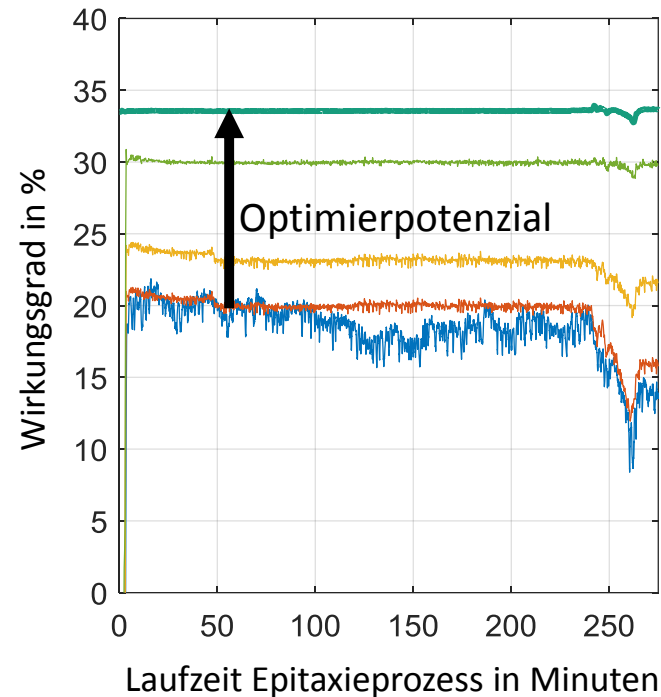
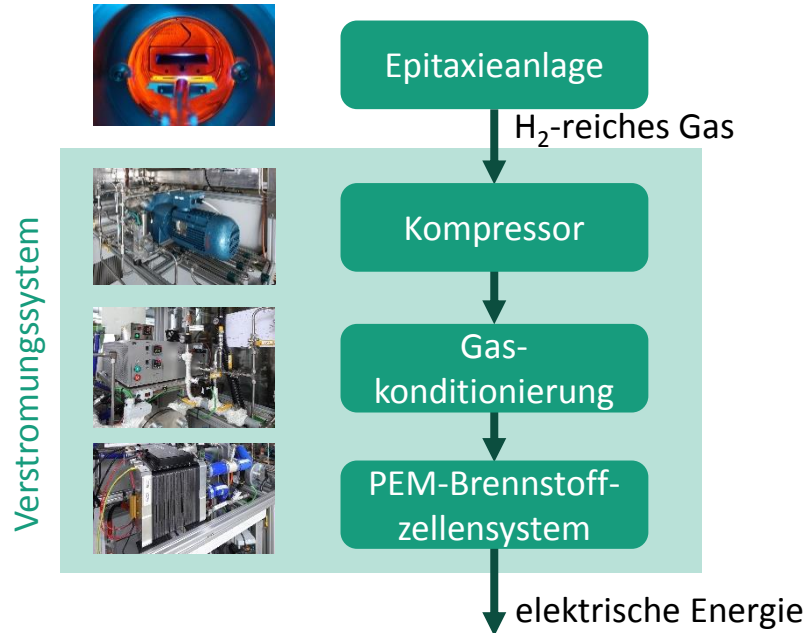
Nutzung wasserstoffhaltiger Abgase

Verstromungssystem



Nutzung wasserstoffhaltiger Abgase

Erfolgreiche Demonstration



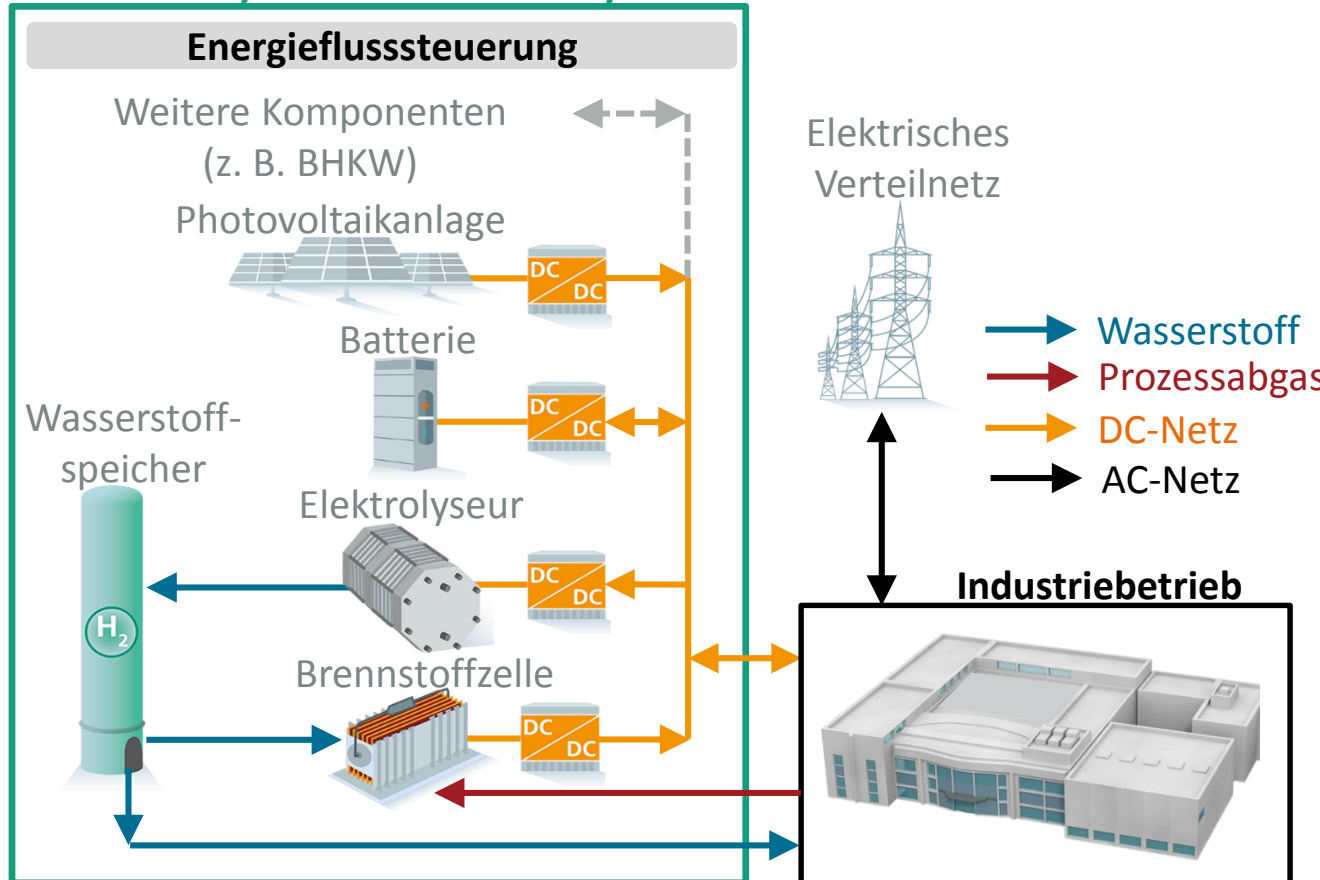
$$\text{Wirkungsgrad} = \frac{\text{elektrische Energie}}{\text{Wasserstoffenergie (Heizwert)}}$$

→ Mit Verstromungssystem auf Basis von PEM-Brennstoffzellen kann ungenutzte Energie aus Epitaxieprozess effizient zurückgewonnen werden

Wasserstoffherzeugung und –speicherung

Das multifunktionale H₂-System

Hybrides Wasserstoffsystem

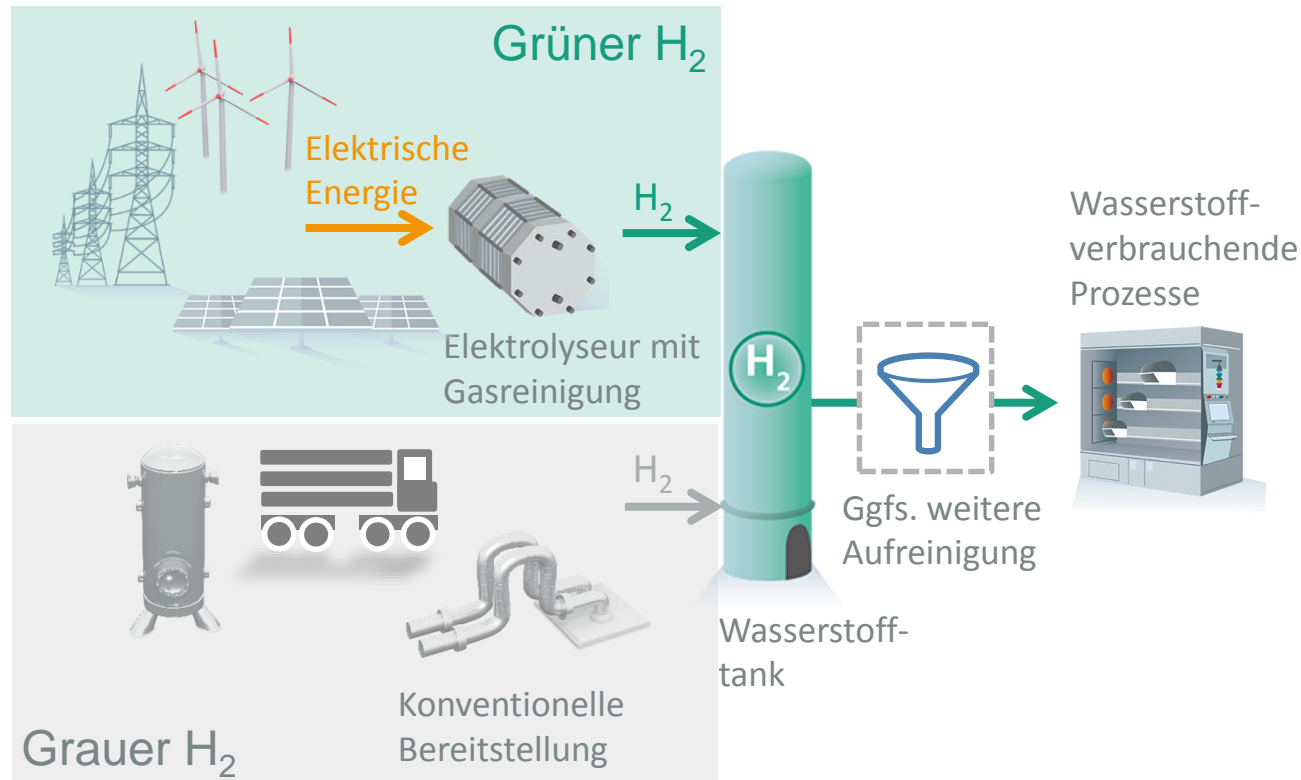


- Stofflicher Sektor
 - Deckung des Wasserstoffeigenbedarfs
 - Verwertung von Prozessabgasen
- Energetischer Sektor
 - Glättung von Lastspitzen
 - Erhöhung Selbstversorgungsgrad mit Erneuerbaren Energien
 - Ersetzen von Notstromdieselaggregaten

➔ Intelligente Betriebsstrategien erforderlich!

Wasserstoffherzeugung und –speicherung

Bereitstellungspfade für industriellen Wasserstoff



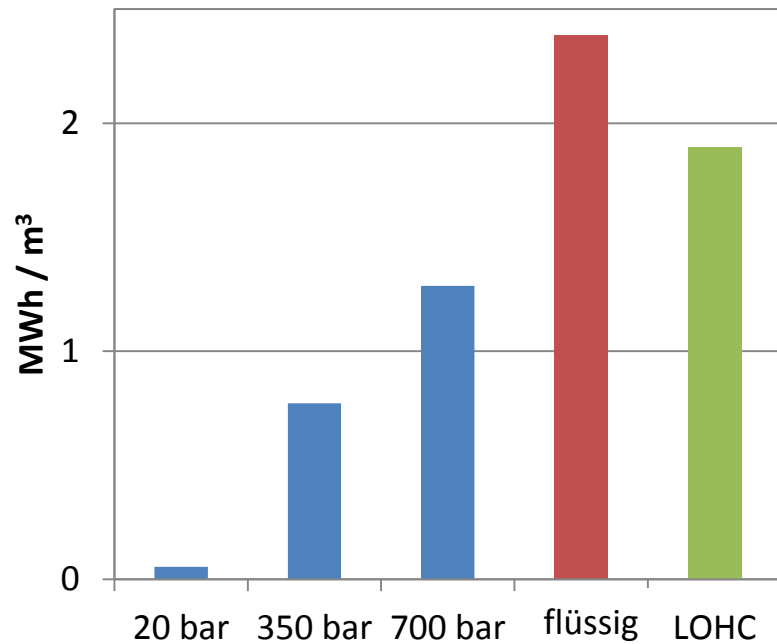
- Über 90% des weltweiten Wasserstoffbedarfs wird aus fossilen Energieträgern gewonnen¹
 - ➔ Grauer H₂
- Alternative: Erneuerbare Energien + Elektrolyse
 - ➔ Grüner H₂
- Wasserstoffqualität ist ggfs. zu überwachen
 - ➔ abhängig von Anforderungen Betreiber

¹ Hamacher, T., Wasserstoff als strategischer Sekundärenergieträger, in: Johannes Töpler, Jochen Lehmann (Hrsg.): Wasserstoff und Brennstoffzelle, Springer Vieweg, 2., aktualisierte und erweiterte Auflage, 2017, ISBN 978 - 3-662- 533 59- 8

Wasserstoffherzeugung und –speicherung

Flüssige organische Wasserstoffträger (1)

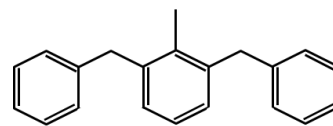
Volumetrische Energiedichte



LOHC: Dibenzyltoluol

- + Hohe volumetrische Energiedichte (bis zu 1,9 MWh / m³)
- + Sichere Speicherung von Wasserstoff im flüssigen Träger bei Umgebungsdruck und Umgebungstemperatur
- + Einfache Transportierbarkeit
- + Kommerzielle Verfügbarkeit des Trägermaterials (Einsatz als Thermalöl in der Industrie)

Unbelasteter LOHC

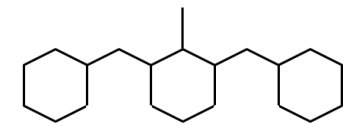


+9H₂

Hydrierung:
Einspeicherung von H₂

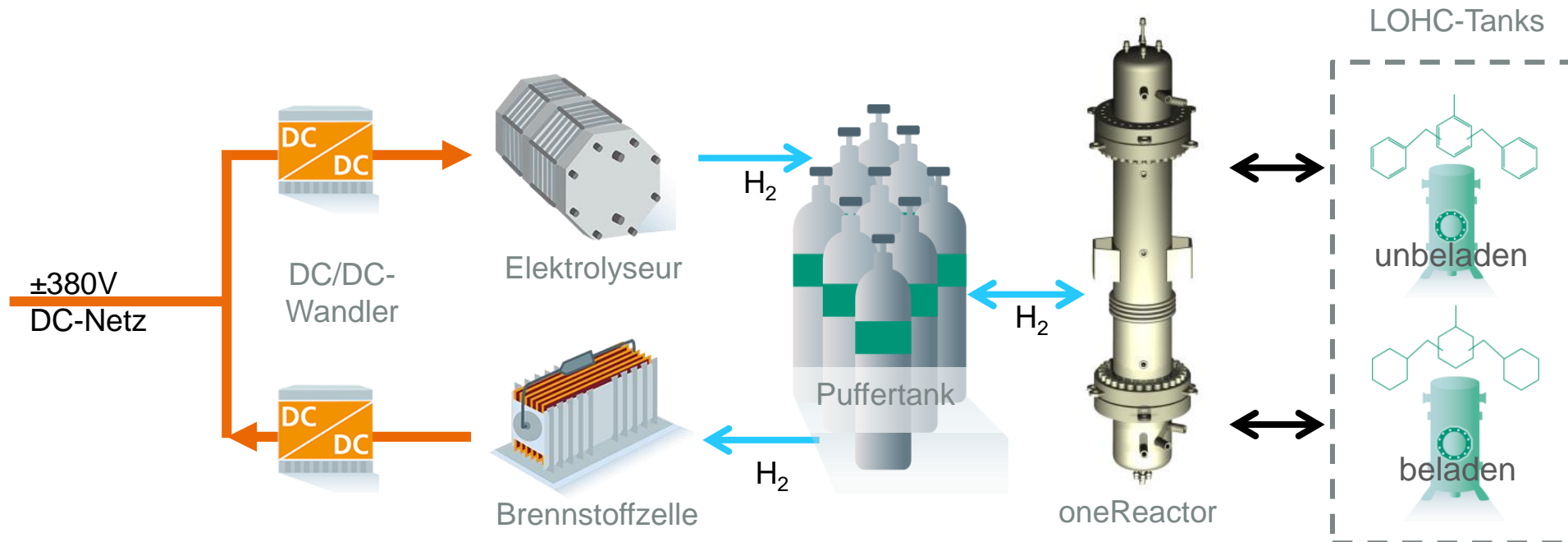


Dehydrierung:
Freisetzung von H₂



Wasserstoffherzeugung und –speicherung

Flüssige organische Wasserstoffträger (2)



- Einsatz der PEM (Polymer Elektrolyt Membran)-Technologie für Brennstoffzelle und Elektrolyseur
- Hydrierung und Dehydrierung des LOHC innerhalb des sogenannten „oneReactor“ → Novum
- Anbindung an DC-Netz durch effiziente DC/DC-Wandler (entwickelt und gebaut am Fraunhofer IISB)



Kontakt

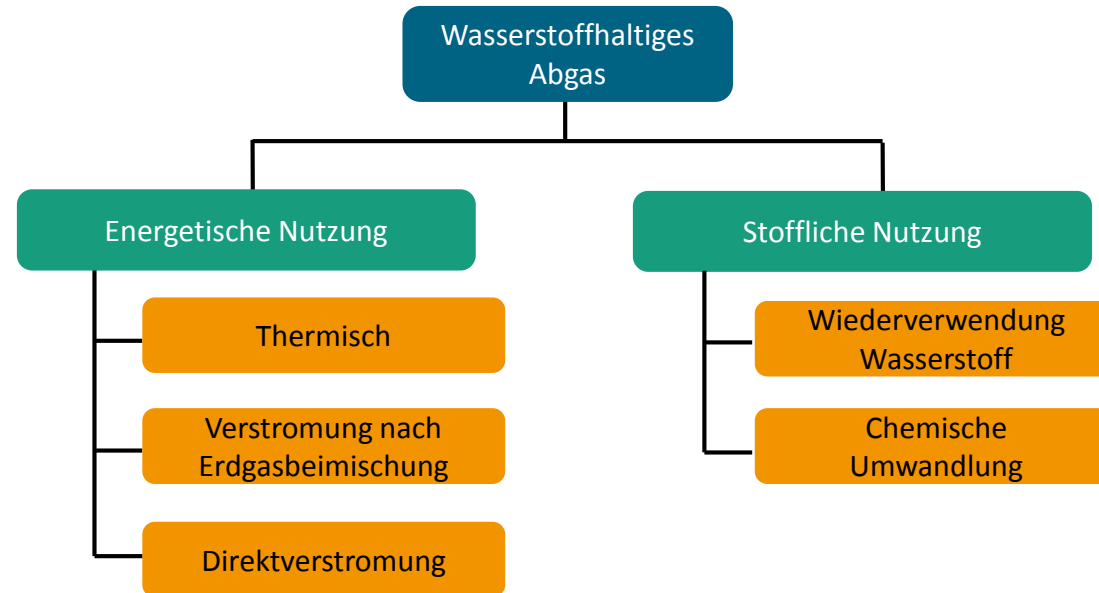
Johannes Geiling M.Sc.
Fraunhofer-Institut für Integrierte Systeme und Bauelementetechnologie IISB
Schottkystraße 10, 91058 Erlangen, Germany
Tel.: +49 (0) 9131 761-488
johannes.geiling@iisb.fraunhofer.de

H₂-lichen Dank für die Aufmerksamkeit!
Fragen?

BACKUP

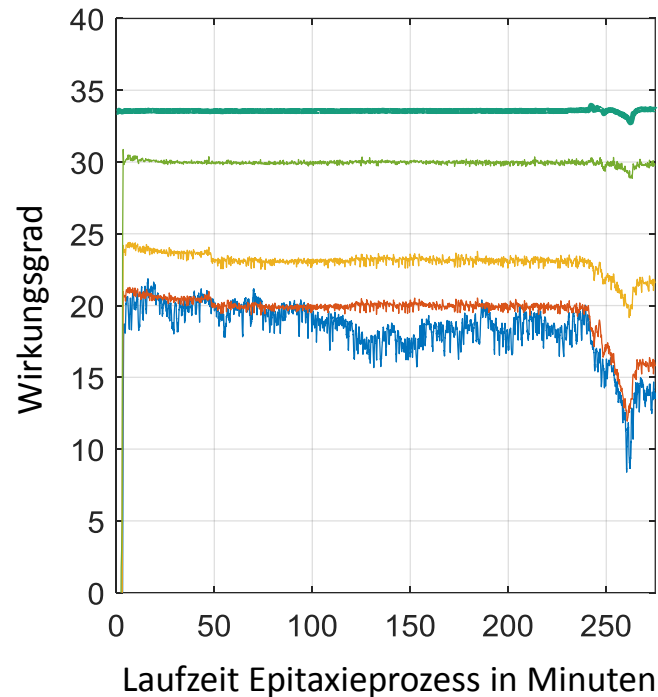
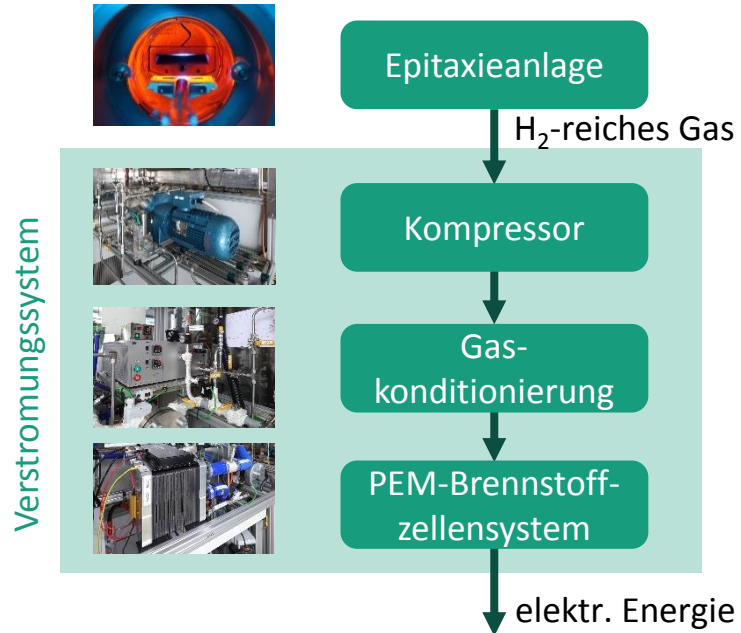
Nutzung wasserstoffhaltiger Abgase

Optionen



Nutzung wasserstoffhaltiger Abgase

Erfolgreiche Demonstration



Simulationen

- Grobfilterung Gasmischung und FU am Kompressor
- Passive Gaskonditionierung und FU am Kompressor
- Frequenzumrichter (FU) am Kompressor
- Ohne Optimierungen
- Messung

$$\text{Wirkungsgrad} = \frac{\text{elektrische Energie}}{\text{Wasserstoffenergie (Heizwert)}}$$

→ Mit Verstromungssystem auf Basis von PEM-Brennstoffzellen kann ungenutzte Energie aus Epitaxieprozess effizient zurückgewonnen werden