

PEM-Hochdruckelektrolyseur und Hochdruckpumpe mit hydraulischer Verpressung

Richard Schmidt

*Doktoranden-Tagung „Innovative Energiesysteme und
Energieeffizienz“ der Fachgruppe Ressourcen, GI NRW
02.Dezember 2019*

Wasserstoff als Energieträger und -speicher

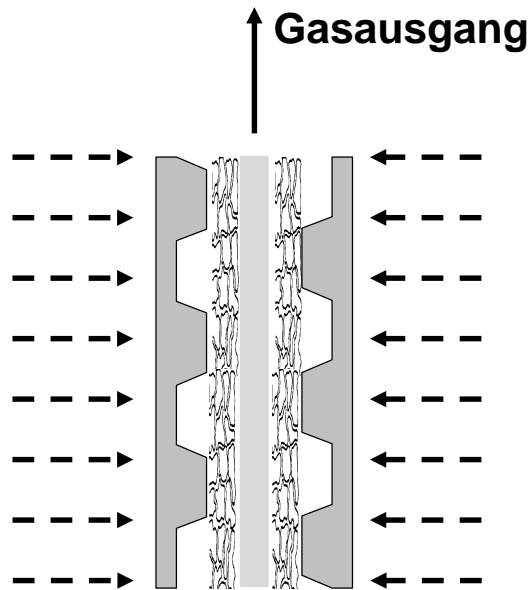
- Speichermöglichkeiten von Wasserstoff
 - *Druck- und Flüssigspeicher*
 - *(Nicht-) Metallhydride*
 - *Untertagespeicher*
- Verbraucherfreundliche Nutzung
 - *Brennstoffzellentechnologie*
 - *(Synthetische-) Kraftstoffe*
- Hocheffiziente Wasserstoffproduktion
 - *Kosteneffizienz*
 - *flexibler und dynamischer Betrieb*



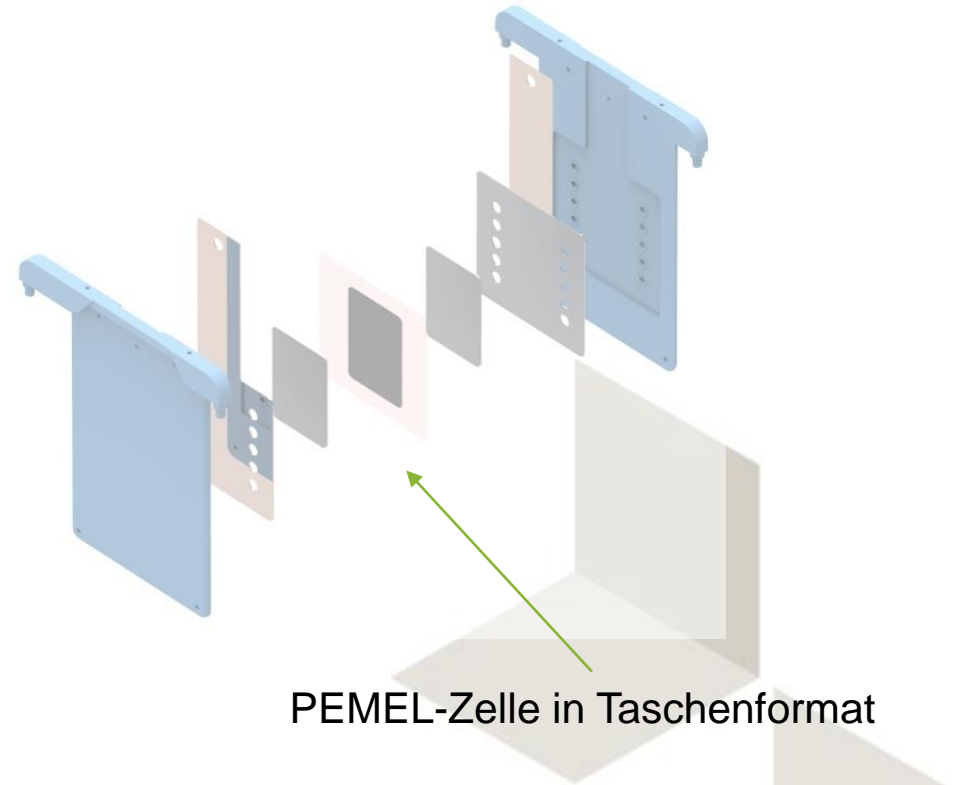
PEM- Hochdruckelektrolyseur

PEM-Hochdruckelektrolyseur: Ein neuartiges Konzept für hydraulische Zellkompression

homogene Zellkompression



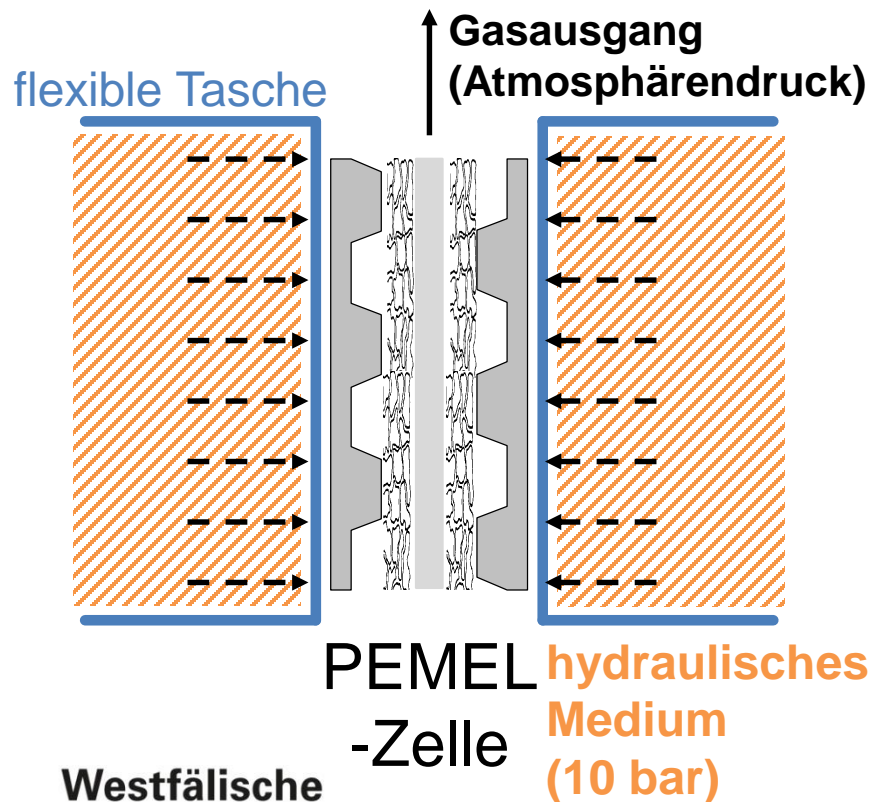
PEMEL
-Zelle



PEMEL-Zelle in Taschenformat

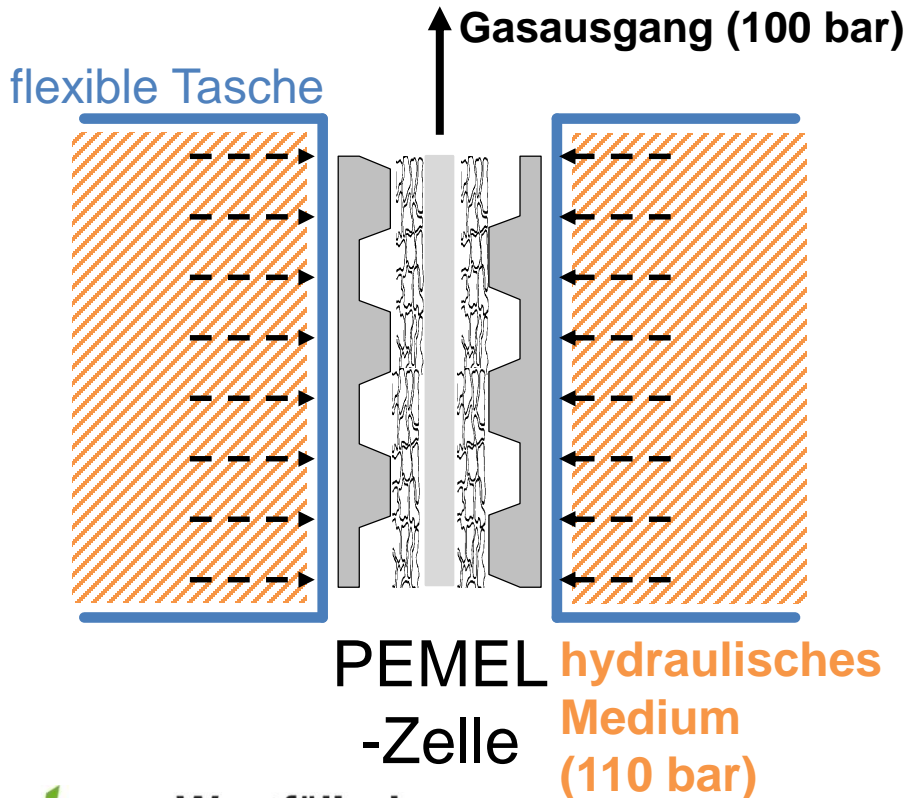
PEM-Hochdruckelektrolyseur: Ein neuartiges Konzept für hydraulische Zellkompression

homogene Zellkompression

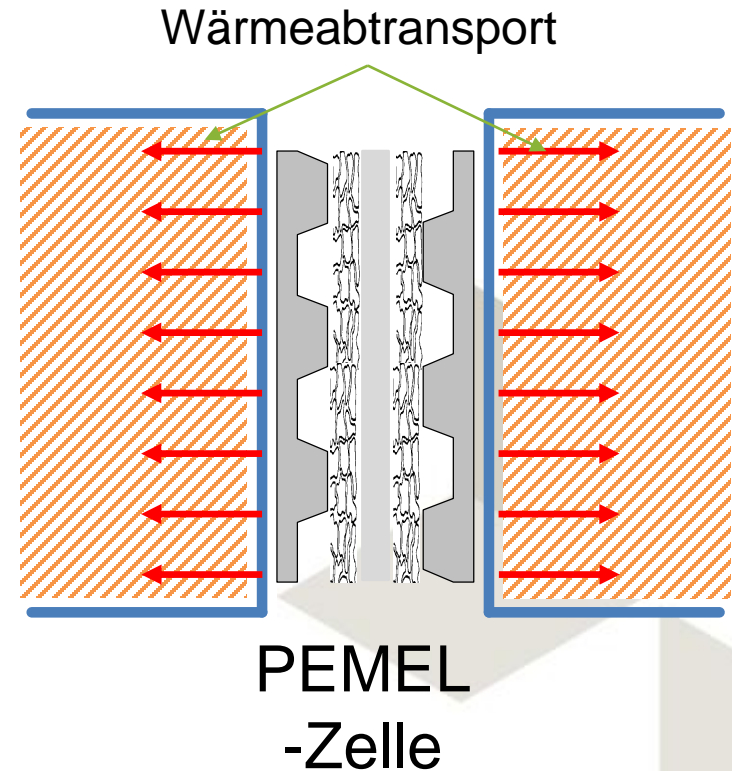


PEM-Hochdruckelektrolyseur: Ein neuartiges Konzept für hydraulische Zellkompression

homogene Zellkompression

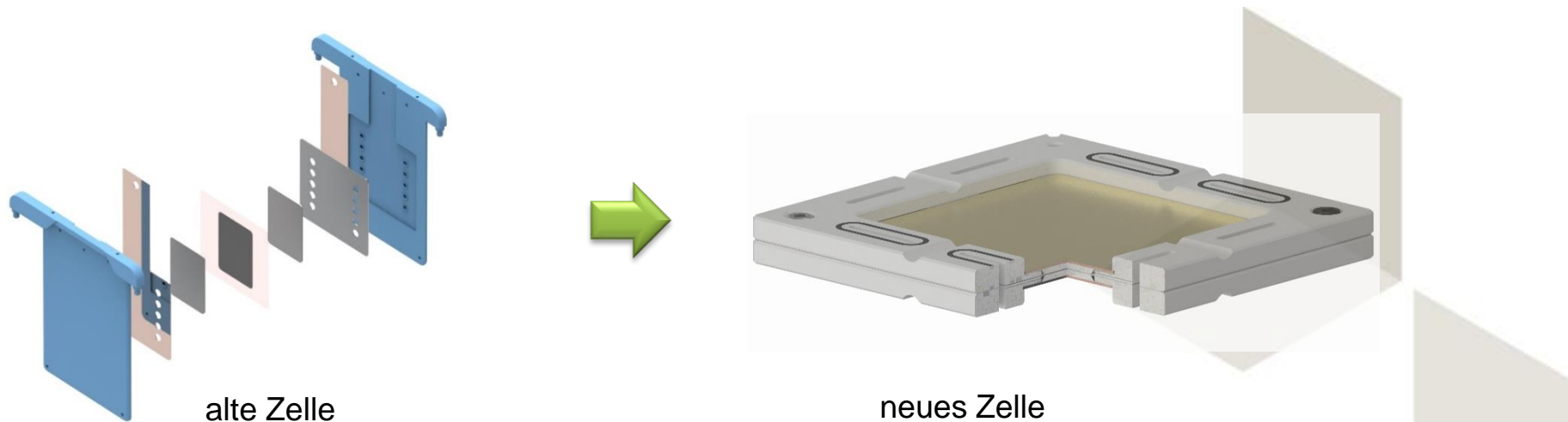


homogene Zellkühlung



PEM-Hochdruckelektrolyseur: Ein neuartiges Konzept für Druckbehälter mit Stack

- *Kompaktes Design mit verbesserter Strom- und Medienleitung*
 - *Modularität auf Zellebene bleibt erhalten*
- *Rahmen und Polplatte bilden direkt die flexible Tasche*
 - *verbesserter Wärmeabtransport vom hydraulischen Medium*



PEM-Hochdruckelektrolyseur: Ein neuartiges Konzept für Druckbehälter mit Stack

Prozessmedienkanäle an allen vier Seiten der Rahmen (Reinstwasser/O₂/H₂)

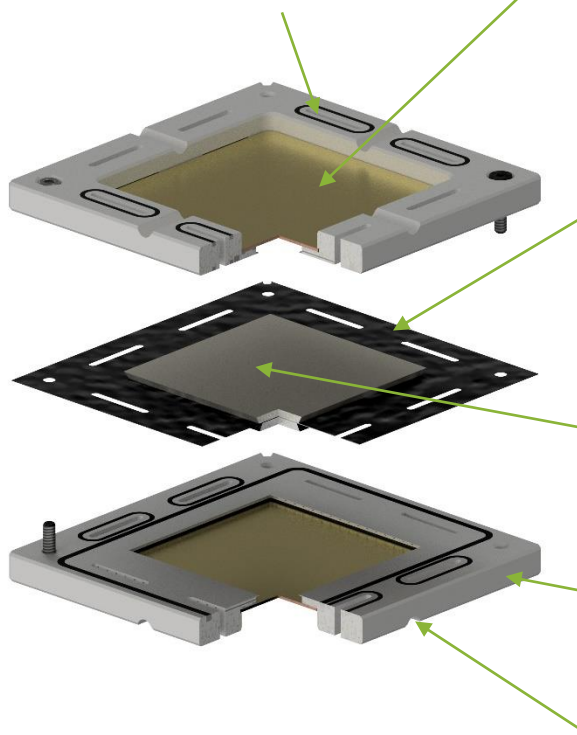
Kupferpolplatte mit einer Korrosionsbeschichtung zur Stromleitung

CCM-Membran (cathalyt coatet membrane)

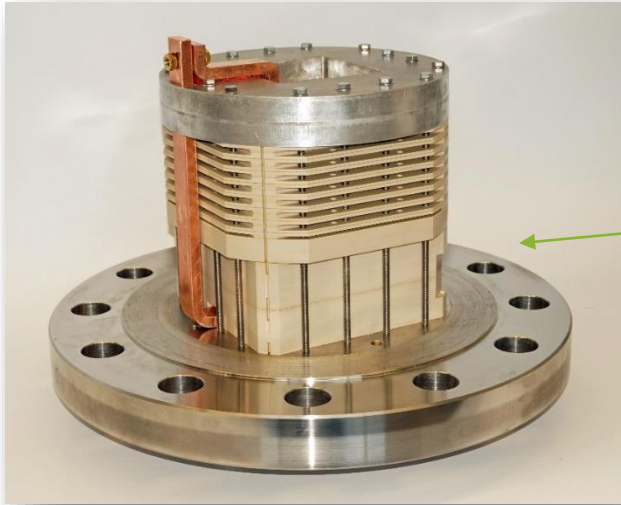
PCD (porous current distributor)

Kunststoffzellrahmen

Prozessmedienkanal (hydraulisches Verpressmedium)



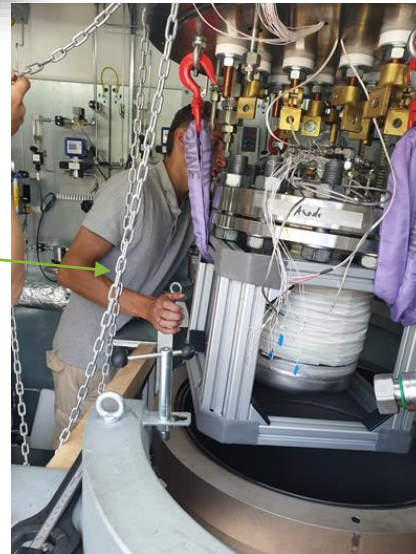
PEM-Hochdruckelektrolyseuranlage:



vollständig aufgebauter
Elektrolyseur-Stack

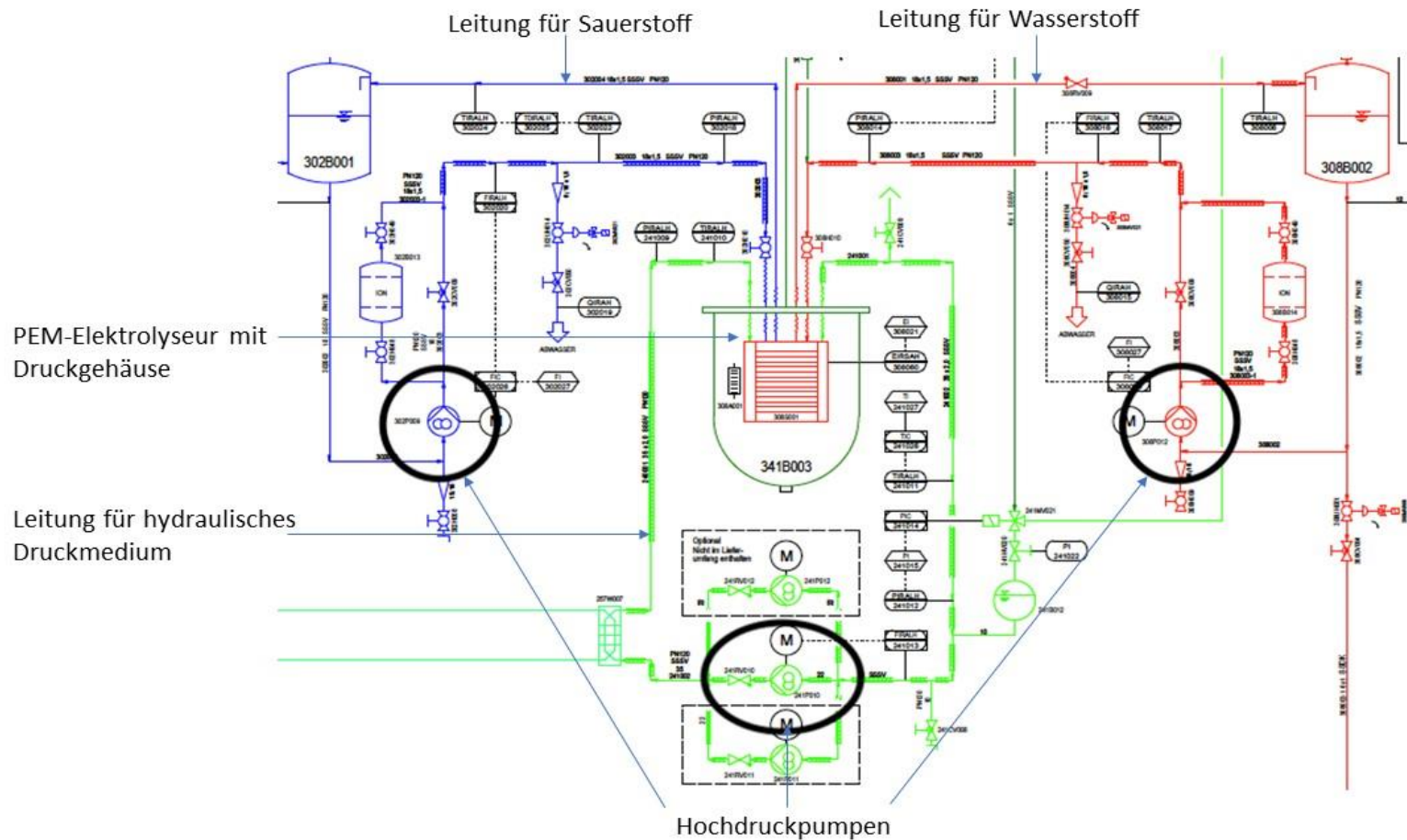


Einbau des Elektrolyseurs in den
Druckbehälter



angeschlossener Elektrolyseur im
Druckbehälter im Testbetrieb

PEM- Hochdruckelektrolyseuranlage:



Themenschwerpunkte der Dissertation:

- ➔ Weiterentwicklung einer Standardpumpe zu einer Hochdruckpumpe
- ➔ Erstellung eines Systemmodells zur Simulation der PEM-Hochdruckelektrolyseuranlage auf Basis von Matlab/Simulink
- ➔ Wirtschaftlichkeitsbetrachtung verschiedener Szenarien unter Einbeziehung des hydraulischen Verpressprinzips und der entwickelten Pumpe mit dem Fokus auf mögliche Einsatzgebiete

PEM-Hochdruckelektrolyseuranlagen: Entwicklung einer neuartigen Hochdruckpumpe- Anforderungen:

- *Beförderung von Reinstwasser*
- *Gewährung der Funktionstüchtigkeit bei hohen Temperaturen ($<95^\circ$)*
- *Beständigkeit gegen Prozessdrücke von mehr als 40 Bar*
- *Fähigkeit ein Wasser-Gas-Gemisch transportieren zu können*
- *Zuverlässige Förderung des Prozessmediums*

PEM-Hochdruckelektrolyseuranlagen: Entwicklung einer neuartigen Hochdruckpumpe- Herausforderungen:

- *Geeignete Auswahl des Druckmediums und der Materialien*
- *druckempfindliche Bauteile werden Kompressionsdruck resistent konstruiert (ggf. Hohlräume, elekt. Komponenten [evtl. Elektronik])*
- *Dichtigkeit der jeweiligen Anschlüsse (hohe Drücke)*
- *Regulierung und Anpassung des Druckniveaus zu dem Druckniveau des PEM-Elektrolyseurbehälter*
- *Wärmeabführung der Pumpe*

PEM-Hochdruckelektrolyseuranlagen: Entwicklung einer neuartigen Hochdruckpumpe- erste Drucktests:



PEM-Hochdruckelektrolyseuranlagen: Entwicklung einer neuartigen Hochdruckpumpe- weitere Fragestellungen:

- *Gibt es eine Alternative?*
 - *Andere Konzeption des Motor? (Reibungen?)*
 - *Eine andere Pumpenart? (z.B. Membranpumpen)*
- *Wie kann Reinstwasser transportiert werden?*
 - *Gibt es eine Beschichtungsmöglichkeit?*
 - *Andere Materialauswahl?*
- *Welches hydraulisches Verpressmedium?
(Druckluft; H₂O; Perfluorpolyether [PFPE])*
- *Wie muss der Druckbehälter konstruiert werden?*
 - *Verbindungen zum Druckbehälter des Elektrolyseurs?*

Simulationsmodell: Integration einer PEM-Hochdruckelektrolyseuranlage in den deutschen Strommarkt- Fragestellungen

- *Wie viel überschüssige erneuerbare elektrische Energie kann über welchen Zeitraum in H_2 umgewandelt werden?*
- *Welche Randbedingungen müssen gegeben sein, damit der PEM-HD-Elektrolyseur rentabel eingesetzt werden kann? (Dauerlast, flexibler Betrieb, Einspeisevergütung)*
- *Welches sind die Vorteile einer hydraulisch verpressten PEM-HD-Elektrolyseuranlage gegenüber konventionellen Elektrolyseuranlage? (Druckniveau)*
- *Wie flexibel kann die PEM-HD-Elektrolyseuranlage an veränderte äußere Einflüsse angepasst werden?*

Simulationsmodell: PEM-Hochdruckelektrolyseuranlage



Zu untersuchende Parameter:

- *Investitions- und Betriebskosten*
- *Nutzungsdauer der PEM-HD-Elektrolyseuranlage (Langzeitnutzung vs. flexible Nutzung)*
- *Anzahl der Stacks und Anzahl Zellen/Stack der PEM-HD-Elektrolyseuranlage (Teil- und Gesamtleistung)*

Ergebnisgrößen:

- *Kg-Preise für den produzierten H_2 , ggf. auch O_2*
- *produzierte Menge an H_2 in Nm^3*
- *aktueller Wirkungsgrad der Elektrolyse*
- *Gesamtkosten der Anlage*



Simulationsmodell: Integration einer PEM-Hochdruckelektrolyseuranlage in den deutschen Strommarkt- wirtschaftliche Kriterien:

- *schwankende Strompreis, im Kontext mit der fluktuierenden Stromproduktion aus erneuerbaren Energien*
- *Investitions- und Betriebskostenkosten der PEM-HD-Elektrolyseuranlage*
- *Wasserstoffgestehungskosten [Sauerstoffgestehungskosten] (H_2 : €/kg; €/Nm³)*
- *Positive Auswirkungen auf die Wirtschaftlichkeit nach etablieren eines Absatzmarktes für H_2 und O_2*

Kontakt

Prof. Dr. Michael Brodmann

Vizepräsident für Forschung und Entwicklung,
Direktor des Westfälischen Energieinstitutes ET
University of Applied Sciences
Director of the Westphalian Institute of Energy

Telefon: +49 209/9596 - 808

Mail: michael.brodmann@w-hs.de

Richard Schmidt

Westfälisches Energieinstitute
Wasserstoffenergiesysteme

Telefon: +491755805835

Mail: Richard.Schmidt@w-hs.de

Web: www.energie.w-hs.de

Dr. Florian Josef Wirkert

Westfälisches Energieinstitute
Wasserstoffenergiesysteme
R&D PEM Fuel Cell & Electrolysis

Telefon: +49 209/9596 - 893

Mail: florian.wirkert@w-hs.de



**Westfälisches
Energieinstitut**

der Westfälischen Hochschule

Danke für Ihre Aufmerksamkeit!



Campus Gelsenkirchen