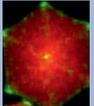
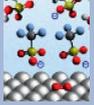
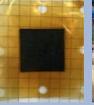
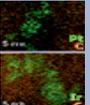
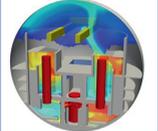
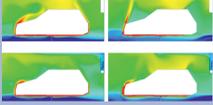
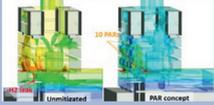


FuE-Themen	Aktivitäten							Anwendungen
Wasserelektrolyse 	Elektrokat 	GDL 	CCM/MEA 	BPP Stack 	System 	Regelung 	Projekte: Nest-PEL NextH2 HyInnoCells LLEC PEP.IN HyInnoLyse	Verkehr   Industrie Haushalt  
PEM-Brennstoffzelle 	Elektrolyte 	Membran 	Einzelzellen 	GDL 	BBP 	Stack Strömungsmesszelle 	Projekte: HIFI-PEFC QM-GDL Cobip HT-PEMFCwLaE Quelle: Daimler 	
Power-to-Fuel 	Prozessanalyse 	Synkat 	Reaktorauslegung & -test 			Projekte: HyInnoSOFC HyInnoChem PtBioJetFuel	Verkehr    	
Wasserstoffsicherheit 	Sicherheitsexperimente 	Strömungssimulation 	Sicherheitskonzepte 	Projekte: LLEC STACY HyValue	Verkehr    Industrie Haushalt  			

IEK-14 Report 2022

Forschung für die Energiewende und den Wandel im Rheinischen Revier

Bernd Emonts (Hrsg.)

Energie & Umwelt / Energy & Environment

Band / Volume 588

ISBN 978-3-95806-652-6

Forschungszentrum Jülich GmbH
Institut für Energie- und Klimaforschung
Elektrochemische Verfahrenstechnik (IEK-14)

IEK-14 Report 2022

Forschung für die Energiewende und den Wandel im Rheinischen Revier

Bernd Emonts (Hrsg.)

Schriften des Forschungszentrums Jülich
Reihe Energie & Umwelt / Energy & Environment

Band / Volume 588

ISSN 1866-1793

ISBN 978-3-95806-652-6

Vorwort	2
1 Aus- und Weiterbildung	4
1.1 Ausbildung an Hochschulen	6
1.2 Beiträge für die Information, Weiterbildung und Qualifizierung	9
2 Wissenschaftlich-technische Berichte	12
2.1 FuE-Ergebnisse aus dem Arbeitsbereich Wasserelektrolyse	14
2.2 FuE-Ergebnisse aus dem Arbeitsbereich Wasserstoffnutzung	26
3 Besondere Ergebnisse	36
3.1 Techno-ökonomische Bewertung von Verfahren zur Herstellung von Kraftstoffen aus H ₂ und CO ₂	38
3.2 Machine Learning bei der Modellierung der Dynamik von Polymerelektrolyt-Brennstoffzellen	39
3.3 Eine experimentelle Untersuchung des Ethanol-Upgradings zu Iso-Butanol auf NiPt/C-Katalysatoren in einem Autoklavenreaktor	45
4 Ausblick auf neue FuE-Vorhaben	46
4.1 Hochtemperatur-PEM-Brennstoffzellen mit in Polymermembranen immobilisierten protischen ionischen Flüssigkeiten als Elektrolyt	48
4.2 HyInnolyse: Dynamik, gekoppelte Systeme und Wasserstoffspeicher und HyInnoCells: Produktion elektrochemischer Zellen	49
4.3 PEP.IN: Industrialisierung der PEM-Elektrolyseproduktion – Produktionsauslegung	50
4.4 QM-GDL: GDL-Qualitätssicherung für den Markthochlauf	51
4.5 Ermittlung von räumlich aufgelösten Konzentrationsprofilen für die Edukte und Produkte im Reaktor für den MtG-Prozess im Projekt Decartrans	52
4.6 HYINNOCHEM: Methanolsynthese aus grünem Wasserstoff	53
4.7 HYINNOSOFC: Hochtemperatur-Brennstoffzellen mit flexibler Brennstoffnutzung für eine unabhängige Energieversorgung	54
4.8 Demonstrationsprojekt „NRW-Revier-Power-to-BioJetFuel“	55
4.9 Projekt STACY: Towards Safe Storage and Transportation of Cryogenic Hydrogen	57
5 Zahlen, Daten und Fakten	58
5.1 Das Institut für Energie- und Klimaforschung – Elektrochemische Verfahrenstechnik (IEK-14)	60
5.2 Abteilungskompetenz im Überblick	63
5.3 Publikationen, Technologietransfer und Ressourcen	67
5.4 Preise und Auszeichnungen	70
5.5 Gremienarbeiten	71
5.6 Anfahrtsplan	75
5.6 Abkürzungsverzeichnis	78

Der neue Institutsbereich IEK-14: Elektrochemische Verfahrenstechnik entstand aus der Teilung des alten IEK-3 sowie den Verlegungen der Abteilungsaktivitäten „Festoxid-Wandler“ an das IEK-9 und „Sicherheitsforschung“ an das IEK-14. Neben diesen strukturellen Veränderungen hatte das IEK-14 mit den politischen Initiativen zur Energiewende sowie zum Revierwandel weitere Herausforderungen zu bestehen. Mit neu ausgerichteten Themenschwerpunkten liefert das IEK-14 systematisch die von der Energieforschung erwarteten Lösungen auf technologiebezogene Fragen. Der Themenschwerpunkt „Wasserelektrolyse“ fokussiert sich auf PEM-, AEM- und alkalische Elektrolyseure der nächsten und übernächsten Generation. Die Erforschung von ionischen Flüssigkeiten als neuartige Elektrolyte für die bei über 100 °C betriebene Polymermembran-basierte Brennstoffzelle erschließt sich mit neuen FuE-Vorhaben die nächste Entwicklungsstufe hin zu funktionstüchtigen, technisch relevanten Zellen. Der Themenschwerpunkt „Kraftstoffsynthese“ hat seine auf Verfahrens- und Systemanalysen basierte Orientierungsphase zu vielversprechenden Einsatzstoffen und Prozesspfade geführt und orientiert sich zusätzlich auf die Katalysator- und Reaktor-entwicklung für die Alkohol- und Kerosinsynthese. Der neu ins IEK-14 eingeführte Schwerpunkt der Sicherheitsforschung entwickelt sich zu einem einzigartigen Forschungsbeitrag für Sicherheitsanalysen, -konzepte und -einrichtungen beim Einsatz von H₂-basierten Energiesystemen.



Die Wasserelektrolyse bei Temperaturen von etwa 70 °C erlaubt einen hochdynamischen Betrieb mit schnellen An- und Abfahrprozeduren. Der Reifegrad bei Elektrolyseuren mit Polymerelektrolytmembran und/oder Kalilauge ermöglicht den Aufbau großer Anlagen im MW-Maßstab. Derzeitige und zukünftige FuE-Arbeiten konzentrieren sich auf die Verbesserung der Leistungsfähigkeit, die Erhöhung der Lebensdauer und die Reduzierung der Investitions- und Betriebskosten. Durch das Ausrollen großer Anlagen zur elektrochemischen H₂-Erzeugung wird die Integration in das Energiesystem erprobt und die Skalierung der Herstelltechnik erprobt und validiert.



Der Betrieb einer PEM-Brennstoffzelle oberhalb von 100 °C ermöglicht eine effektivere Kühlung und macht die Befeuchtung der Gase und eine Wasserrekycling überflüssig. Dies erfordert neue, nichtwässrige, protonenleitende Elektrolyte. Ziel ist die Entwicklung von PEM-Brennstoffzellen auf Basis protischer, ionischer Flüssigkeiten (PIL), geeignet für den Betrieb bei 100–120 °C. Um PILs hinsichtlich ihrer Grenzflächen- und Bulkeigenschaften zu optimieren, werden die grundlegenden Mechanismen der elektrochemischen Reaktionen und des Ionen transports untersucht. Die PILs werden in einem Matrixpolymer immobilisiert und in Einzelzellen getestet.



Für die Luft- und Schifffahrt sowie in Teilen für den straßengebundene Schwerlasttransport müssen weiterhin flüssige Kraftstoffe mit hoher Energiedichte zur Verfügung stehen. Um diesen Verkehrsbereich zu defossilisieren können die benötigten Kraftstoffe aus nachhaltig erzeugtem H₂ und CO₂ aus Biomasse, Luftabtrennung und nicht vermeidbaren Prozessgasen erzeugt werden. Zugehörige FuE-Arbeiten konzentrieren sich auf die Prozessanalyse sowie die Katalysator- und Reaktorentwicklung. Die Skalierung dieser aufwendigen Umwandlungstechnik spielt für die Integration in das Energiesystem eine wichtige Rolle.



Neben den technisch-ökonomischen Herausforderungen haben Fragen der technischen Sicherheit für die Akzeptanz neuer Wasserstofftechnologien eine besondere Bedeutung. Die Wasserstoff-Sicherheitsforschung betrachtet modellgestützt unfallbedingte und unvermeidbare H₂-Freisetzungen, identifiziert die auftretenden Risiken und untersucht die Wirksamkeit sicherheitsgerichteter Maßnahmen. Auf dieser Basis lassen sich anwendungsspezifische Sicherheitskonzepte ableiten sowie Sicherheitseinrichtungen entwickeln, erproben und charakterisieren, um Schäden und mögliche Akzeptanzprobleme zu vermeiden.

Energie & Umwelt / Energy & Environment

Band / Volume 588

ISBN 978-3-95806-652-6