



IEK-3 Report 2013

Langlebige elektrochemische Verfahrenstechnik

Forschungszentrum Jülich GmbH
Institut für Energie- und Klimaforschung (IEK)
Elektrochemische Verfahrenstechnik (IEK-3)

IEK-3 Report 2013

Langlebige Elektrochemische Verfahrenstechnik

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

Band / Volume 172

ISSN 1866-1793

ISBN 978-3-89336-868-6

Vorwort	2
1 Beiträge für die Internationale Konferenz für Energieverfahrens technik (ICEPE)	5
1.1 Vorbereitung, Durchführung und Resultat der 2. ICEPE 2011	6
1.2 Wissenschaftliche Koordination der 3. ICEPE 2013.....	9
1.3 Ausblick auf die 4. ICEPE 2015.....	11
2 Aus- und Weiterbildung	13
2.1 Ausbildung an Hochschulen	14
2.2 Beiträge für die Information, Weiterbildung und Qualifizierung	18
3 Wissenschaftlich-technische Berichte	23
3.1 Festoxid-Brennstoffzellen	24
3.2 Brenngaserzeugung und Systeme	38
3.3 Hochtemperatur-Polymerelektrolyt-Brennstoffzellen	50
3.4 Direktmethanol-Brennstoffzellen	60
3.5 Polymerelektrolytmembran-Elektrolyse	70
3.6 Verfahrens- und Systemanalyse	81
3.7 Analytik	89
3.8 Qualitätssicherung	97
4 Besondere Ergebnisse	101
4.1 Emissionsminderung durch Wasserstoff aus überschüssiger Windenergie	102
4.2 Verbesserung der Leistung und Langzeitstabilität von Direktmethanol- Brennstoffzellen der kW-Klasse	111
4.3 Untersuchung der Degradationsphänomene in SOFC-Stacks	119
4.4 Untersuchung von Alterungsprozeduren bei der autothermen Reformierung	129
5 Ausblick auf neue FuE-Vorhaben	137
5.1 Biokraftstoffe für den Einsatz in Brennstoffzellen	138
5.2 Entwicklungsziel großskalige PEM-Elektrolyseanlage	149
5.3 Nutzung von CO ₂ aus Rauchgasen für chemische Prozesse	156
6 Zahlen, Daten und Fakten	161
6.1 Das Institut für Energie- und Klimaforschung – Elektrochemische Verfahrenstechnik (IEK-3)	162
6.2 Abteilungskompetenzen im Überblick	164
6.3 Publikationen, Technologietransfer und Ressourcen	168
6.4 Gremienarbeit	170
6.5 Beiträge zu Messen und Ausstellungen	172
6.6 Anfahrsbeschreibung	174
6.7 Abkürzungsverzeichnis	177

Institut für Energie- und Klimaforschung – Brennstoffzellen (IEK-3)

Das IEK-3 ist einer von 9 Institutsbereichen des Instituts für Energie- und Klimaforschung in der Forschungszentrum Jülich GmbH. Die Forschungsarbeiten des IEK-3 sollen bei gesellschaftlicher, ökologischer und ökonomischer Relevanz im internationalen Vergleich Spitzenergebnisse erbringen. Diese Qualität der Arbeit soll durch grundlegende Forschung in enger Koordination mit technischen Entwicklungsarbeiten in relevanten, wissenschaftlich-technischen Kompetenzfeldern erzielt werden. Hierbei kommt internationalen Kooperationen mit Partnern aus Forschung und Industrie besondere Bedeutung zu.

Bei der Umsetzung der Forschungsergebnisse in innovative Produkte, Verfahren und Prozesse will das IEK-3 durch Zusammenarbeit mit der Industrie einen Beitrag zur Überbrückung der Kluft zwischen Wissenschaft und Technik leisten. Angebote zur Aus- und Weiterbildung stehen im Fokus der Zusammenarbeit mit Universitäten, Fachhochschulen, Lehrwerkstätten und Ausbildungszentren.

Das IEK-3 ist mit etwa 110 Mitarbeitern auf die Grundthematik der Elektrochemie und Verfahrenstechnik für Brennstoffzellen und Elektrolyseure ausgerichtet. Im Sinne eines integrierten Arbeitsansatzes werden die fünf Schwerpunktaktivitäten Festoxid-Brennstoffzellen, Brenngaserzeugungssysteme, Hochtemperatur-Polymer-elektrolyt-Brennstoffzellen, Direktmethanol-Brennstoffzellen und Polymer-elektrolytmembran-Elektrolyse von systemanalytischen und theoretischen Betrachtungen, grundlegenden Modellierungen und Simulationen sowie experimentellen und theoretischen Systembewertungen begleitet. Die Erkenntnisse aus den genannten Bereichen fließen in die Auslegung funktionstüchtiger Systeme und deren Verifikation. Daneben wird der Entwicklung, dem Aufbau und der Anwendung spezieller Messmethoden zur Strukturanalyse von Membran-Elektroden-Einheiten zur Strömungssimulation und -visualisierung sowie zur Charakterisierung von Stacks besondere Aufmerksamkeit geschenkt.



Der abgebildete 20 kW-Teststand stellt ein kompaktes SOFC-System dar, das zur Strom- und Wärmeversorgung eingesetzt werden kann. Es ist aus vier 5 kW-Modulen aufgebaut, die auch alle heißen Anlagenkomponenten ($> 500\text{ °C}$) enthalten. In dieser ersten Entwicklungsstufe mit einfacher Verfahrenstechnik erreicht die Anlage einen elektrischen Nettowirkungsgrad zwischen 41 und 48%.

Das abgebildete Brenngaserzeugungsmodul besteht aus einem autothermen Reformer, einem zweistufigen Wasser-Gas-Shiftreaktor, einem Katalytbrenner, einem Wärmetauscher und zwei elektrischen Heizpatronen. Das System hat ein Volumen von 85 Liter und kann HT-PEFC-Stacks mit Brenngas versorgen. Letztere erlauben dann die Abgabe einer elektrischen Leistung von bis zu 10 kW.

Das abgebildete Energieversorgungsmodul dient zum Ersatz großer Batterien in der leichten Traktion. Das Hybridsystem mit Direktmethanol-Brennstoffzelle wird durch eine kleine Batterie unterstützt und erbringt eine Dauerleistung von rund 1 kW. Es wird mit reinem Methanol betrieben und erreicht im Betrieb unter hochdynamischen Lasten einen Wirkungsgrad von 29%. Das System befindet sich seit mehr als 10.000 Stunden im Dauereinsatz.