



Mobile Brenngaserzeugungssysteme mit Mitteldestillaten für Hochtemperatur-PEFC

Christiane Wiethege

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

Mobile Brenngaserzeugungssysteme mit Mitteldestillaten für Hochtemperatur-PEFC

Christiane Wiethege

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

Band / Volume 190

ISSN 1866-1793

ISBN 978-3-89336-905-8

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung und Zielsetzung	1
2	Grundlagen und Stand der Technik	5
2.1	Brennstoffzellen und ihre Anwendung	5
2.1.1	Anwendung zur Bordstromversorgung	6
2.1.2	Wahl des Brennstoffzellentyps	6
2.2	Brenngaserzeugung aus Mitteldestillaten	9
2.2.1	Reaktionen	9
2.2.2	Wärme- und Wasserbilanz	14
2.2.3	Verwendete Kraftstoffe	16
2.2.4	Wirkungsgrade	18
2.3	Stand der Technik	19
2.3.1	Bordstromversorgung mit Mitteldestillaten und HT-PEFC	19
2.3.2	Anfahrstrategien	21
2.3.3	Packaging	28
3	Entwicklung des Gesamtsystems	33
3.1	Aufbau des integrierten Systems	33
3.2	Druckverluste	34
3.3	Stationäre Simulation	38
3.3.1	Basismodell	38
3.3.2	Fallstudie und Varianten	41
3.4	Packaging	44
3.4.1	Analyse der bestehenden Packages	44
3.4.2	Verbesserungspotential	46
3.4.3	Neues Package-Design	50
3.5	Zusammenfassung und Schlussfolgerungen	54
4	Methodik der dynamischen Modellierung	55
4.1	Brennstoffzellen-Stack	56
4.1.1	Aufbau des Stacks	56
4.1.2	Stack-Modell	61
4.2	Modellanpassung an experimentelle Ergebnisse	66
4.3	Zusammenfassung	69
5	Dynamische Modellierung / Startbrennerentwicklung	71
5.1	Anfahrvorrichtung	71
5.2	Experimentelle Ergebnisse	71

5.3	Betriebsstrategie	76
5.4	Schlussfolgerungen	87
6	Experimente	89
6.1	Teststände	89
6.2	Reformer und Wassergas-Shift	90
6.2.1	Beschreibung des Teststands	90
6.2.2	Beschreibung der Versuchspläne	93
6.2.3	Versuchsergebnisse	95
6.3	Brenngaserzeugungssystem	100
6.3.1	Beschreibung des Teststands	100
6.3.2	Ergebnisse	100
6.4	Brennstoffzellensystem	104
6.4.1	Stacks der Firma Sartorius	104
6.4.2	Jülich Stack III	107
6.5	Fehleranalyse	114
6.6	Schlussfolgerungen	116
7	Gesamtsystembetrachtung	119
8	Zusammenfassung	125
9	Ausblick	129

A	Anhang zu Kapitel 2	131
	A.1 Reformentwicklung am IEK-3	131
B	Anhang zu Kapitel 3	133
	B.1 Fließbilder zu den Druckverlustversuchen	133
	B.2 Ergebnisse der Druckverlustversuche	135
	B.3 Wandstärkenberechnung nach AD 2000	138
C	Anhang zu Kapitel 4	139
	C.1 Vereinfachung Brennstoffzellen-Modell	139
	C.2 MATLAB-Simulink-Verschaltung für ATR-Wärmetauscher	140
	C.3 Zusammensetzung der Luft für die Simulation	140
D	Anhang zu Kapitel 5	141
	D.1 Kennlinie Verdichter	141
	D.2 Stoffdaten	142
	D.3 Berechnung der Filmtemperatur	143
	D.4 Startbrenner-Teststand	145
	D.5 Parameter für das MATLAB-Simulink-Modell	147
E	Anhang zu Kapitel 6	151
	E.1 Analysegeräte	151
	E.2 Versuchspläne für ATR 8V2	152
	E.3 Versuchsplan zur Charakterisierung des Reformers ATR AH1	153
	E.4 Daten zu den Stacks der Firma Sartorius	153
	Nomenklatur	155
	Abbildungsverzeichnis	159
	Tabellenverzeichnis	163
	Literaturverzeichnis	165