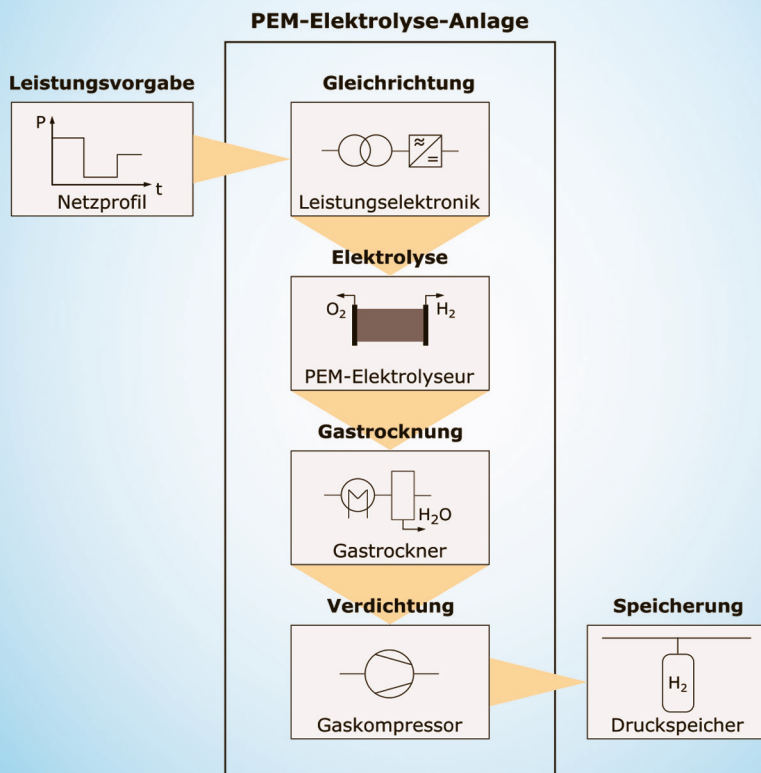


PEM-Elektrolyse-Systeme zur Anwendung in Power-to-Gas Anlagen

Geert Tjarks



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

PEM-Elektrolyse-Systeme zur Anwendung in Power-to-Gas Anlagen

Geert Tjarks

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

Band / Volume 366

ISSN 1866-1793

ISBN 978-3-95806-217-7

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Motivation.....	2
1.2	Zielsetzung und Aufbau der Arbeit	3
2	Grundlagen	5
2.1	Grundlagen der PEM-Elektrolysezelle	5
2.1.1	Aufbau und allgemeines Funktionsprinzip einer PEM Elektrolysezelle	6
2.1.2	Thermodynamik der PEM-Elektrolyse	8
2.1.3	Verlustmechanismen der PEM-Elektrolyse.....	9
2.1.4	Polarisationskurven und Betriebsbereich von PEM-Elektrolysezellen.....	12
2.2	Aufbau einer PEM-Elektrolyse-Anlage	16
2.2.1	PEM-Elektrolyseur	17
2.2.2	Leistungselektronik	19
2.2.3	Gastrocknung.....	21
2.2.4	Gaskompression	23
2.3	Stand der Technik	26
3	Modellierung der Elektrolyseanlage.....	29
3.1	Modellierung des Elektrolyseurs.....	30
3.1.1	Elektrochemisches Modell eines Flächenelements	30
3.1.2	Thermomanagement.....	39
3.1.3	Peripherer Verbrauch.....	48
3.2	Leistungselektronik	49
3.3	Gastrocknung.....	50
3.4	Gaskompression	52
3.5	Zusammenfassung.....	54
4	Energetische Untersuchung des Elektrolyseurs	55
4.1	Temperatureinfluss auf die Verluste des Elektrolyseurs mit idealer Membran .	55
4.1.1	Spezifische elektrische Arbeit des Stacks	56
4.1.2	Spezifische Heizarbeit.....	57
4.1.3	Spezifische Pumparbeit.....	60
4.1.4	Optimales Temperaturniveau des Elektrolyseurs mit idealer Membran	61
4.2	Druckeinfluss auf die Verluste des Elektrolyseurs mit idealer Membran	63

4.2.1	Spezifische elektrische Arbeit des Stacks	63
4.2.2	Spezifische Heizarbeit	66
4.2.3	Spezifische Pumparbeit	67
4.2.4	Druckabhängigkeit des idealen Elektrolyseurs	68
4.3	Temperatur- und Druckeinfluss auf den Elektrolyseur mit realer Membran	72
4.3.1	Einfluss der Betriebsparameter auf die Überspannung der Ionenleitung ..	72
4.3.2	Einfluss der Betriebsparameter auf die Permeationsverluste	74
4.3.3	Optimale Betriebsparameter des Elektrolyseurs mit realer Membran	76
4.4	Zusammenfassung	79
5	Energetische Betrachtung der Gesamtanlage	81
5.1	Spezifischer Energiebedarf der Prozessschritte	81
5.1.1	PEM-Elektrolyse	81
5.1.2	Leistungselektronik	86
5.1.3	Gastrocknung	88
5.1.4	Gaskompression	90
5.2	Druckniveau für einen effizienten Betrieb der Elektrolyseanlage	91
5.2.1	Druckniveau für einen effizienten Betrieb der Referenzprozesse	91
5.2.2	Druckniveau für einen effizienten Betrieb mit optimiertem Elektrolyseur ..	96
5.3	Abschätzung des Potenzials zukünftiger Power-to-Gas Anwendungen	100
5.3.1	Potenzial durch Erhöhung des Spannungswirkungsgrads	100
5.3.2	Potenzial durch Erhöhung des faradayschen Wirkungsgrads	103
5.3.3	Gesamtpotenzial durch Erhöhung des Zellwirkungsgrads	104
5.4	Zusammenfassung	106
6	Diskussion	107
6.1	Energetische Betrachtung des Elektrolyseurs	107
6.2	Energetische Betrachtung der Gesamtanlage	108
6.3	Auslegung für einen effizienten Betrieb der Gesamtanlage	109
7	Zusammenfassung	111
8	Literaturangaben	115
9	Anhang	121
9.1	Parameter des Wärmedurchgangs des Stacks	121
9.2	Parameter des Wärmedurchgangs des Systems	123

9.3	Abbildungsverzeichnis.....	129
9.4	Tabellenverzeichnis	135

**Energie & Umwelt /
Energy & Environment
Band / Volume 366
ISBN 978-3-95806-217-7**

