
Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
2	Technischer Überblick der HT-PEFC.....	5
2.1	Funktionsweise.....	5
2.2	Strom-Spannungskennlinie	6
2.2.1	Nernstspannung	7
2.2.2	Durchtrittsüberspannung.....	7
2.2.3	Überspannung durch Mischpotenzialbildung	8
2.2.4	Ohmsche Verluste.....	9
2.2.5	Konzentrations- und Diffusionsüberspannung	9
2.3	Wirkungsgradberechnung	10
2.4	Komponenten und Aufbau	11
2.4.1	Membran-Elektroden-Einheit	11
2.4.2	Bipolarplatten.....	12
2.4.3	Sonstige Bauteile	13
3	Besonderheiten der HT-PEFC	15
3.1	Abgrenzung	15
3.1.1	HT-PEFC, PEFC und PAFC.....	15
3.1.2	HT-PEFC und SOFC.....	18
3.2	Herausforderungen	20
3.2.1	Verwendung des Reformats.....	21
3.2.1.1	Verdünnungseffekt.....	22
3.2.1.2	Katalysator-„Vergiftung“	22
3.2.2	Reformatunabhängige Katalysatorvergiftungen.....	28
4	Komponenten- und Stackkonzepte	33
4.1	Membran-Elektroden-Einheit	33
4.1.1	MEA-Aufbau und Materialien	33
4.1.1.1	Elektrolyt- und Membranmaterialien	34
4.1.1.2	Katalysator	38
4.1.1.3	Diffusionsschicht	40
4.1.2	Einfluss des phosphorsauren Elektrolyten	42
4.1.2.1	Protonenleitung	42
4.1.2.2	Stofftransport.....	44
4.1.3	Alterung	46
4.2	Bipolarplatteneinheit.....	48
4.2.1	Betriebsbedingungen und Anforderungen	49
4.2.2	Prozesskonzepte.....	51
4.2.2.1	Reaktandenverteilung über der Zelle.....	51
4.2.2.2	Wärmemanagement	54

4.2.2.3	Medienverteilung im Stack.....	57
4.2.3	Materialien	59
4.3	Dichtung	63
4.3.1	Betriebsbedingungen und Anforderungen	63
4.3.2	Prozesskonzepte	65
4.3.3	Materialien	67
4.4	Endplatten und Positionierung der Komponenten	69
4.4.1	Anforderungen.....	69
4.4.2	Konzepte	70
4.5	Mögliche Stackkonzepte	71
4.5.1	Anforderungen.....	72
4.5.2	Entwicklung von Stackkonzepten.....	73
4.5.3	Bewertung der Stackkonzepte	75
5	Auslegung und Fertigung der Stack-Komponenten	79
5.1	Modell zur Auslegung der Bipolarplatteneinheit	79
5.1.1	Reaktandenflowfield	79
5.1.2	Kühlflowfield	82
5.1.3	Manifolds	86
5.2	Bipolarplatteneinheiten für Stackkonzept I und III.....	88
5.2.1	Stackkonzept I.....	89
5.2.1.1	Kühlflowfield	89
5.2.1.2	Reaktandenflowfield.....	94
5.2.1.3	Stackmanifold.....	99
5.2.1.4	Einfluss von Reaktandeneingangstemperatur und Isolation auf das Wärmemanagement	104
5.2.2	Stackkonzept III	107
5.2.2.1	Kühlflowfield	108
5.2.2.2	Reaktandenflowfield.....	109
5.2.2.3	Stackmanifold.....	111
5.2.3	Fertigung	113
5.2.3.1	Bipolarplatteneinheit	113
5.2.3.2	Auswirkung von Fertigungsfehlern	116
5.3	Endplatten	118
5.4	Konstruktive Lösung für Stackkonzept I und III.....	119
6	Konzept- und Materialienbewertung	123
6.1	MEA-Bewertung	123
6.1.1	Messapparatur und Wahl der Betriebsparameter	123
6.1.2	MEA-Vergleich.....	125
6.2	Shortstackuntersuchungen der Stackkonzepte I und III	128
6.2.1	Messapparatur und Wahl der Betriebsparameter	128
6.2.2	Shortstackmessungen Stackkonzept I.....	129

6.2.2.1	Bewertung Dichtungskonzepte	130
6.2.2.2	Wasserstoffbetrieb und Kühlung mit Wärmeträgeröl.....	131
6.2.2.3	Reformatbetrieb und Kühlung mit Wärmeträgeröl	135
6.2.2.4	Wasserstoffbetrieb und Kühlung mit Luft.....	139
6.2.3	Scale up Stackkonzept I.....	140
6.2.4	Shortstackmessungen Shortstackkonzept III.....	142
6.3	Schwachstellenanalyse und Optimierungspotenzial.....	144
6.3.1	Vergleich der Ergebnisse mit dem Stand der Technik.....	144
6.3.2	Material.....	146
6.3.3	gravimetrische bzw. volumetrische Leistungsdichte	148
6.3.4	Montage.....	151
7	Zusammenfassung und Ausblick	155
8	Literaturverzeichnis	159
10	Anhang	177
A1	Verzeichnisse	177
A2	Anhang zum Kapitel 3	188
A3	Anhang zum Kapitel 4	192
A4	Anhang zum Kapitel 5	198
A5	Anhang zum Kapitel 6	201
