

# Inhalt

Glossar .....	vii
1 Einleitung.....	1
2 Brennstoffzelle und Elektrolyseur als elektrochemische Energiewandler .....	4
2.1 Funktionsweise und Aufbau von Brennstoffzellen .....	4
2.2 Thermodynamische und elektrochemische Grundlagen .....	8
2.3 Die Elektrolyse als Umkehrung des Brennstoffzellenprozesses .....	12
2.4 Kopplung von Brennstoffzelle und Elektrolyseur .....	13
3 Varianten regenerativer Brennstoffzellen .....	16
3.1 Brenngas und Oxidator als Energieträger .....	16
3.2 Elektrolyte .....	17
3.2.1 Verfügbare Ionenleiter .....	17
3.2.2 Leistungsfähigkeit relevanter Ionenleiter .....	19
3.3 Zelltypen .....	21
3.3.1 Verwendbarkeit herkömmlicher Zellen .....	21
3.3.2 Umsetzbarkeit neuartiger Zelltypen .....	22
3.4 Brennstoffzellenkonzepte im Überblick .....	23
4 Entwicklung eines Systems am Beispiel der alkalischen Technologie .....	25
4.1 Auslegung eines Brennstoffzellen-Teststandes .....	25
4.1.1 Konzeption .....	26
4.1.2 Aufbau und erste Ergebnisse .....	35
4.2 Regeneratives System .....	37
4.3 Optimierungsschritte .....	39
5 Regenerative Brennstoffzellensysteme als Energiespeicher .....	41
5.1 Einsatzmöglichkeiten als Energiespeicher .....	41
5.1.1 Anwendungen und Ziele .....	41
5.1.2 Referenz- und Vergleichssysteme .....	42
5.1.3 Maximale Energiedichte regenerativer Brennstoffzellensysteme .....	44
5.2 Systemkonzepte .....	45
5.2.1 Allgemeingültige Parameter .....	45
5.2.2 Systemspezifische Parameter .....	49
5.2.3 Systemvergleich .....	53
5.3 Leistungsfähigkeit als Energiespeicher .....	55
5.3.1 Berechnungsgrundlagen für die Systemauslegung .....	56
5.3.2 Vergleich der Systemkonzepte .....	60
5.3.3 Untersuchung der Einflussfaktoren .....	64
5.4 Vergleich mit Batteriesystemen .....	70
5.5 Einsatzmöglichkeiten für terrestrische Anwendungen .....	74

6	Weitere Einsatzmöglichkeiten von Brennstoffzellen und Elektrolyseuren.....	76
6.1	Die Elektrolyse zur Treibstoffproduktion auf planetaren Oberflächen.....	76
6.2	Die Elektrolyse zur Treibstoffproduktion in Satelliten .....	82
6.3	Die Elektrolyse im Lebenserhaltungssystem .....	83
6.4	Brennstoffzellen zur Energieversorgung.....	84
6.5	Terrestrische Anwendungsmöglichkeiten .....	87
7	Synergieeffekte durch regenerative Brennstoffzellen am Beispiel einer Marsstation .....	90
7.1	Synergieeffekte durch Kopplung verschiedener Subsysteme.....	90
7.2	Randbedingungen der Energiebereitstellung.....	91
7.3	Systemkonzepte und Fehlertoleranz.....	95
7.4	Systemauslegung .....	103
7.5	Systemvergleich und Optimierungspotential.....	107
7.6	Fazit.....	110
8	Zusammenfassung und Ausblick.....	112
9	Literatur- und Quellenverzeichnis.....	118
Anhang	.....	128
A	Thermodynamische Kennwerte ausgewählter Stoffe.....	128
B	Ausgewählte Konzepte regenerativer Brennstoffzellensysteme .....	129
C	Systemaufbau regenerativer Brennstoffzellensysteme auf Basis der alkalischen Technologie .....	131
D	Überblick der Systemkonzepte .....	133
E	Systemkonzepte zur Treibstoff- und Sauerstoffproduktion.....	137