

Inhalt

1	Einführung	1
1.1	Wasserstoff als Hoffnungsträger	2
1.2	Funktionsprinzip der Brennstoffzelle	5
1.3	Aktuelle Herausforderungen der Brennstoffzellentechnologie.....	8
1.4	Aufbau dieses Buches	12
2	Energiegeschichte der Menschheit	15
2.1	Frühe solare Zivilisationen	15
2.2	Fossiles Industriezeitalter	19
2.3	Vision einer solaren Zivilisation	32
3	Naturgesetze der Energie	37
3.1	Exergie	37
3.2	Entropie	43
3.3	Syntropie und Information	52
3.4	Bedeutung für die Energiewirtschaft	67
4	Thermochemische Grundlagen	71
4.1	Grundfunktion einer Brennstoffzelle	71
4.2	Das chemische Potenzial	73
4.3	Ruhepotential einer Brennstoffzelle	75
4.4	Brennstoffzellen unter Strom	78
4.5	Stofftransportprozesse	91
4.6	Impedanzspektroskopie	99
4.7	Batterien	101

5	Elektrolyse- und Brennstoffzellen	109
5.1	Übersicht der Brennstoffzellentypen	109
5.2	Alkalische Technologie	120
5.3	Polymer-Elektrolyt-Membran (PEM)	143
6	Mechatronik und Systemtechnik	167
6.1	Mechatronische Konstruktion	168
6.2	Anwendung der Systemtechnik	226
7	Wasserstofftechnologie	233
7.1	Eigenschaften von Wasserstoff	233
7.2	Verdichtung von Wasserstoff	235
7.3	Wasserstoffinfrastruktur	249
7.4	Wasserstofftankstellen	255
7.5	Wasserstofffahrzeuge	258
7.6	Hausenergietechnik	261
7.7	Industrielle Wasserstoffnutzung	263
8	Regeneratives Energiesystem	267
8.1	Energieatlas Deutschland	267
8.2	Elektrische Systemebene	269
8.3	Chemische Energie	288
8.4	Thermische Systemebene	301
9	Wirtschaft und Politik	313
9.1	Grenzen des Wachstums	313
9.2	Stand der Energiewende in Deutschland	323
9.3	Wasserstoffstrategien	325
9.4	Nachhaltig wirtschaften	326
10	Ausblick	331
10.1	Die Rolle von Wasserstoff für die Energiewirtschaft	332
10.2	Die solare Zukunftsvision	336
	Index	341