

Inhaltsverzeichnis

Teil I Die Energiewende bisher

1	Energiewende 1.0	3
1.1	Momentaufnahmen	4
1.2	Energiewende gleich Stromwende	8
1.3	Entwicklung der erneuerbaren Energien	10
1.3.1	Die ersten 25 Jahre der Energiewende in Deutschland	11
1.3.2	Die Erneuerbaren werden erwachsen	15
1.3.3	Das Auf und Ab der Photovoltaik in Deutschland	15
1.4	Energiewende – Stillstand contra Durchstarten	17
1.4.1	Kaum Fortschritte bei der Energiewende	17
1.4.2	Gründe für das Stocken der Energiewende	19
1.4.3	Engagement für die Energiewende	29
Literatur		31
2	Am Ende der ersten Halbzeit	35
2.1	Der Spielplan der Energiewende	35
2.1.1	Ziele und Spielregeln	36
2.1.2	Märkte und Grundstruktur des Energiesystems	37
2.1.3	Zwei Mannschaften	38
2.1.4	Zeitlich begrenzte Spieldauer – zwei Halbzeiten	39
2.1.5	Der Schiedsrichter und die Zuschauer	39
2.2	Der Verlauf der ersten Halbzeit	40
2.2.1	Die Neuen im Markt	40
2.2.2	Probleme tauchen auf	41
2.2.3	Kurskorrekturen der Politik	46
2.2.4	Der Beginn der Ernsthaftigkeit	50
2.2.5	Das Ende der ersten Halbzeit	50
2.3	Neuorientierung	51
2.3.1	Vernachlässigung der Klimapolitik	51
2.3.2	Das Wachrütteln	54
2.3.3	Abschied von den Fossilen	56

2.3.4	Neue Energie- und Klimapolitik	59
2.3.5	Die Herausforderungen der zweiten Halbzeit	60
Literatur		60
3	Energiewirtschaft und Industrie	63
3.1	Der Wandel in der Energiewirtschaft	63
3.1.1	RWE – alte und neue Energiewelt unter einem Dach	63
3.1.2	Die neue E.ON-Story	70
3.1.3	Das Tauschgeschäft	74
3.1.4	Leitmesse E-world energy & water	76
3.2	Auf dem Weg zur Industrie 2050	79
3.2.1	Industrie treibt Klimaschutz voran	79
3.2.2	Energieintensive Industrien	81
3.2.3	Transformationspfade der Industrie bis 2050	83
3.3	Die Automobilindustrie und das Ende des Verbrennungsmotors	84
3.3.1	Automobiltechnik am Ende des Ölzeitalters	84
3.3.2	Das Festhalten am Verbrennungsmotor	87
3.3.3	Mobilität im Wandel	89
Literatur		90

Teil II Der Wandel der Energiewelt

4	Industrielle Revolutionen und die neue Energiewelt	95
4.1	Die bisherigen wirtschaftlichen Revolutionen	95
4.1.1	Charakteristika ökonomisch-gesellschaftlicher Revolutionen	96
4.1.2	Vor den industriellen Revolutionen – die Bedarfswirtschaft	100
4.1.3	Erste industrielle Revolution – der Siegeszug der Dampfkraft	102
4.1.4	Die zweite industrielle Revolution – die Elektrizität, das Öl und der Verbrennungsmotor	103
4.2	Die dritte industrielle Revolution – oder doch nur Industrie 3.0?	106
4.2.1	Veränderungen in der Kommunikation-Energie-Matrix	107
4.2.2	Dritte ökonomische Revolution versus Industrie 4.0	109
4.3	Eine neue ökonomische Revolution?	111
4.3.1	Kommunikation – individual und global	111
4.3.2	Logistik – verteilt und autonom	112
4.3.3	Energie – dezentral und regenerativ	114
4.4	Disruptive Veränderungen in den industriellen Revolutionen	115
4.4.1	Merkmale disruptiver Innovationen	116

4.4.2	Bewertung der Veränderungen in den industriellen Revolutionen	118
4.4.3	Disruptionen und Revolutionen – wann hat sich wirklich etwas verändert?	118
4.5	Die Rolle der Energie in der 4. Industriellen Revolution.....	122
4.5.1	Die neue Kommunikation-Energie-Matrix	122
4.5.2	Verständnis und Definition der Energiewende.....	124
	Literatur.....	127
5	Digitalisierung und gesellschaftlicher Wandel	129
5.1	Die Zukunft ist heute – Szenarien für 2020.....	130
5.1.1	Zukunftsforschung	130
5.1.2	<i>Horizons2020</i> – unsere Gesellschaft im Jahr 2020	131
5.1.3	Die prognostizierte Energiewelt 2020	136
5.1.4	Was die Szenarien nicht beschreiben.....	138
5.2	Gesellschaft im Umbruch	139
5.2.1	Globalisierung und Nationalstaaten.....	140
5.2.2	Starker Staat oder mehr Marktfreiheit?	142
5.2.3	Demografischer Wandel – mangelnde Veränderungsbereitschaft?	145
5.3	Digitalisierung und digitale Wirtschaftsentwicklung.....	151
5.3.1	Digitalisierung im Mittelstand	151
5.3.2	Digitalisierung und digitale Transformation	152
5.3.3	Cyber-physische Systeme in der Industrie 4.0.....	154
5.3.4	Unterschiedliche Bezugsebenen des digitalen Wandels	154
5.3.5	Veränderung der Wertschöpfung	156
5.3.6	Value Creation in einer digitalisierten Welt	159
5.3.7	Gesellschaftliche Herausforderung – Veränderung der Arbeitswelt.....	160
5.3.8	Bedeutung der Digitalisierung für die Energiewelt	161
	Literatur.....	162
6	The Value of Energy – Der Wert der Energie	165
6.1	Unsere wertvolle Welt	165
6.2	Der Wertbegriff in den ökonomischen Theorien	167
6.2.1	Arbeit, Wertschöpfung und Preisbildung	167
6.2.2	Vom Merkantilismus zur Neoklassik – ökonomische Werttheorien im Wandel.....	168
6.3	Wertschöpfung im Energiesystem	172
6.3.1	Die Wertschöpfungskette der konventionellen Energien	173
6.3.2	Wertschöpfungsketten der regenerativen Energien	176
6.4	Energie- und Strompreisgestaltung	180
6.4.1	Energiepreise und Markt	180

6.4.2	Strompreise in Deutschland	182
6.4.3	Stromgestehungskosten und Merit-Order-Effekt	185
6.5	Der neue Wert der Energie	188
6.5.1	Wertbildung bei den erneuerbaren Energien	190
6.5.2	Wertelemente der Energie jenseits der Kosten	191
6.5.3	Der Wert der Versorgungssicherheit	193
6.6	Kostenlose Energie in der neuen Energiewelt?	196
6.6.1	Infrastruktur als Voraussetzung zur Wertgenerierung	196
6.6.2	Kostenlose Energie?	197
6.6.3	Wem gehört die Energie?	198
6.6.4	Eintrittsgeld für Offshore-Windparks	200
6.7	Die neuen Wertdimensionen der Energie	202
6.7.1	Messung des wirtschaftlichen Fortschritts	202
6.7.2	Die neuen Wertgrößen der Energie	203
Literatur	204
Teil III Die neue Energiewelt		
7	Die Nutzensicht der Energiewende	209
7.1	Nutzenbetrachtung	209
7.1.1	Wenn nicht, dann negativ	209
7.1.2	Individueller Nutzen als Treiber	213
7.1.3	Nutzendefinition – direkter und indirekter Nutzen	213
7.2	Zustandsänderung Klimawandel	216
7.2.1	Negative Zustandsänderung	216
7.2.2	Beispiele für die Auswirkungen des Klimawandels	217
7.2.3	Aufwand zur Vermeidung negativer Zustandsänderungen	222
7.3	Symbiose von direktem und indirektem Nutzen	225
7.4	Nutzen der Energiewende	228
7.4.1	Wende zum Weniger?	228
7.4.2	Gesamtwirtschaftlicher Nutzen der Energiewende	229
7.4.3	Individueller Nutzen verschiedener Bezugsgruppen	232
7.4.4	Nutzenstreben in der Marktwirtschaft	234
Literatur	235
8	Wasserstoff	237
8.1	Innovation Wasserstoff	238
8.1.1	Im Anfang war der Wasserstoff	238
8.1.2	Die neue Rolle des Wasserstoffs	238
8.1.3	Vor 30 Jahren: Technologien für solaren Wasserstoff	240

8.2	Wasserstofftechnologien	243
8.2.1	Verfahren zur Wasserstofferzeugung	243
8.2.2	Die Wasserstoff-Farbenlehre	247
8.2.3	Das Dream-Team – Wasserstoff und elektrischer Strom	251
8.2.4	Wasserstoff speichern	254
8.2.5	Nutzung der Erdgasinfrastruktur	256
8.3	Die Wasserstoffpolitik in Deutschland	257
8.3.1	Förderung der Wasserstofftechnologie	258
8.3.2	Anlass für eine Nationale Wasserstoffstrategie	258
8.3.3	Die Politik ergreift die Initiative	260
8.3.4	Kernpunkte der Nationalen Wasserstoffstrategie	261
8.4	Marktdesign für eine Wasserstoffwirtschaft	264
8.4.1	Globale Wertschöpfungsketten der Wasserstoffproduktion	264
8.4.2	Erforderliche Wasserstoffinfrastruktur	266
8.4.3	Dezentralität und Regionalität – Wasserstoffprojekte in Deutschland	269
	Literatur	272
9	Ziele und Merkmale der neuen Energiewelt	277
9.1	Ziele des neuen Energiesystems	277
9.1.1	Unklare Energieziele	277
9.1.2	Weiterentwicklung des bisherigen Zieldreiecks	279
9.1.3	Zieldimension Energieeffizienz	281
9.1.4	Zieldimension Transparenz	284
9.1.5	Das erweiterte Energiezielsystem	285
9.1.6	Die neue Energie-Zielraumkarte	286
9.2	Dezentralität und Netzwerkansatz	289
9.2.1	Dezentralität als Merkmal des Energiesystems	289
9.2.2	Innovationen und Mittelstand	292
9.2.3	Der Netzwerkansatz	294
9.3	Digitalisierung und intelligente Systeme	296
9.3.1	Verteilte Systeme	297
9.3.2	Verfügbarkeit der Daten	298
9.3.3	Intelligente Systeme	299
9.3.4	Neue digitale Geschäftsmodelle	300
9.4	Verfügbarkeit der Energie	302
9.4.1	Der zukünftige Energiebedarf	302
9.4.2	Strom als Energieträger	303
9.4.3	Stromerzeugung in Deutschland	304
9.4.4	Puffer- und Speicherfähigkeit	306
9.4.5	Verantwortung für die Verfügbarkeit	308
	Literatur	309

Teil IV Auf dem Weg in eine neue Energiegesellschaft

10 Strategien für die zweite Halbzeit	315
10.1 Die Energiewelt aus Sicht der Wissenschaft	316
10.1.1 ESYS – Energiesysteme der Zukunft	316
10.1.2 Dena-Leitstudie Integrierte Energiewende	320
10.1.3 Vergleich der drei Grundsatzstudien ESYS, BDI und dena	325
10.1.4 Agora Energiewende – Thinktank und Politiklabor	325
10.1.5 Ecologic Institut – Transition in die neue Energiewelt	327
10.2 Die vier Ebenen der Energiewelt	330
10.3 Nationale Politik	333
10.3.1 Bundesministerium für Wirtschaft und Energie	333
10.3.2 Zukunftsbilder der Parteien	336
10.3.3 Wärmewende und Sektorkopplung	342
10.4 Anforderungen an das Marktdesign	344
10.4.1 Das alte Marktdesign wird nicht mehr funktionieren	344
10.4.2 Strom und Wasserstoff – die Energieträger der neuen Energiewelt	345
10.4.3 Wasserstoffmarktdesign	346
10.4.4 Der flexible Strommarkt	348
10.5 Mobilität in der neuen Energiewelt	351
Literatur	352
11 Energiewandel in der Wirtschaft	355
11.1 Neuorientierung der Energiewirtschaft	356
11.1.1 Die neue Energiewelt aus Sicht von RWE und E.ON	356
11.1.2 Siemens und die Energiezukunft	359
11.2 Die Renaissance der Kernenergie?	365
11.2.1 Das Klima retten mit Atomstrom?	366
11.2.2 Bewertung der Nutzung der Kernenergie	367
11.2.3 Abwägen oder neu denken?	370
11.3 Die Konzepte der Industrie	372
11.3.1 Szenarien der Großindustrie	372
11.3.2 Die Klimastudie des BDI	376
11.3.3 Auf dem Weg zum grünen Stahl	378
11.3.4 <i>Roadmap Chemie 2050</i>	382
11.3.5 Batterie- und Speichertechnik im industriellen Maßstab	384

11.4	Mittelstand, Innovationen und Start-ups	386
11.4.1	Mittelstand und Innovationen	386
11.4.2	Start-ups im Energiebereich.....	388
Literatur.	390
12	Kommunale neue Energiewelt	395
12.1	Stadtwerke – Energiewirtschaft vor Ort.....	395
12.1.1	Stadtwerk der Zukunft	395
12.1.2	Stadtwerke als lokale Infrastrukturdienstleister.....	397
12.2	Quartiersentwicklung und Sektorkopplung	399
12.2.1	Sektorkopplung auf kommunaler Ebene	399
12.2.2	Kommunale Wärmenetze.....	400
12.2.3	Urbane Wärmewende gestalten	401
12.2.4	Transformation des Wärmemarktes.....	401
12.3	Kommunale und regionale Konzepte.....	403
12.3.1	Energieland2050	403
12.3.2	Kommunale Mobilität	406
12.4	Smart City – mehr als nur eine Energiefrage.....	407
Literatur.	409
13	Wegmarken zu einer neuen Energiegesellschaft	411
13.1	Neues Verständnis von Energie	411
13.2	Merkmale der neuen Energiewelt	413
13.3	Auf dem Weg	414
13.4	Was nun zu tun ist	416