

Bernhard Adler

Moderne
Energiesysteme –
ein Beitrag zur Energiewende

 Springer Spektrum

Inhaltsverzeichnis

1	Einführung	1
2	Anfänge überregionaler Energieverbunde in Mitteldeutschland	3
3	Erzeugung und Leitung von Elektroenergie	7
3.1	Energieerzeugung aus fossilen Primärenergien	8
3.2	Energieerzeugung aus regenerativen Quellen	10
3.2.1	Wasserkraft als Primärenergie	10
3.2.2	On- und Offshore-Windparks	13
3.2.3	Biogasanlagen	15
3.2.4	Elektrizität aus Photovoltaikanlagen	17
3.2.5	Solarthermiekraftwerke	18
3.3	Elektroenergie aus Kernkraftwerken	19
3.4	Energietransportsysteme	20
3.4.1	Das physikalische Modell der elektrischen Leitung	20
3.4.2	Elektrizitätsübertragung	23
3.4.3	Gaspipelines und Flüssiggasterminals	25
3.5	Gesundheitliche Risiken bei Stromübertragung	26
3.6	Energieerntefaktor	28
4	Energiekonvertierungen	31
4.1	Energiekonvertierungen in der Natur	31
4.2	Übersicht zu technischen Konvertierungsprozessen	32
4.3	Die Verbrennung fossiler Brennstoffe zur Erzeugung von Elektroenergie	33
4.4	Die Konvertierung von Elektroenergie in chemische Energie	35
4.4.1	Elektrizität aus Akkus	35
4.4.2	Brennstoffzellen	39
4.4.3	Elektrolyseur	41
4.4.4	Reversible Brennstoffzelle	42
4.4.5	Hochtemperatur-Brennstoffzelle	42
4.5	Konvertierung von E-Energie in chemische Produkte	43
4.6	Konvertierungen zwischen elektromagnetischer Strahlung und E-Energie	45
4.6.1	Der Photovoltaikprozess	46
4.6.2	Photokatalytische Wasserspaltung	49
4.6.3	Lumineszenzprozesse	49
4.7	Konvertierung von Wärme in Elektroenergie	51
4.8	Konvertierung von elektrischer Energie in mechanische Energie	53
4.8.1	E-Mobilität im Individualverkehr	53
4.8.2	Schaffung einer Lade-Infrastruktur	54
4.8.3	Elektrisch betriebene Nutzfahrzeuge	55
4.8.4	Wärmepumpen	57

5	Energiespeicher	61
5.1	Native Energiespeicher	61
5.2	Technische Parameter von Kurz- und Langzeitspeichern	62
5.3	Mechanische Energiespeicher.....	63
5.3.1	Pumpspeicherwerke.....	63
5.3.2	Kugelpumpspeicher.....	64
5.3.3	Pumpspeicherwerk Gaildorf.....	64
5.3.4	Schwungradspeicher	65
5.3.5	Druckluftspeicher	67
5.4	Thermische Speicher	67
5.4.1	Sensible Speicher	70
5.4.1.1	<i>Warmwasserspeicher</i>	<i>70</i>
5.4.1.2	<i>Wärme-Strom-Speicher</i>	<i>71</i>
5.4.2	Latentwärmespeicher.....	71
5.5	Elektrochemische Energiespeicher	72
5.5.1	Batteriespeicher-Kraftwerke.....	72
5.5.2	Redox-Flow-Speicher.....	73
5.6	Chemische Energiespeicher	75
5.6.1	Gasometerspeicher	75
5.6.2	Feststoff-Wasserstoff-Speicher	75
5.6.3	Gaskavernenspeicher	76
5.6.4	Thermochemische Speicher	77
6	Erzeugung und Anwendungen von Wasserstoff.....	83
6.1	Power-To-X-Systeme	84
6.2	Sabatierkonvertierung	86
6.3	Power-To-Liquid	88
6.3.1	Fischer-Tropsch-Hydrierungen	88
6.3.2	Hydrierung von CO/CO ₂ zu Methanol und synthetischem Dieselkraftstoff.....	89
6.4	Synthesen von Ammoniak und Harnstoff	91
6.5	Extraktionen mit Wasserstoff	92
6.6	Wasserstoffbasierte Konvertierungsmodelle.....	92
6.7	Sicherheitshinweise für den Umgang mit Wasserstoff	95
7	Klimaschutzaktivitäten	97
7.1	Klimagase	97
7.2	CO ₂ -Zertifikatehandel und geplante CO ₂ -Steuer.....	100
7.3	CO ₂ -Bilanzen ausgesuchter Industrieproduktionen	101
7.3.1	CO ₂ -Emissionen aus Verbrennungskraftwerken	102
7.3.2	CO ₂ -Bilanzen von Industrieprodukten.....	102
7.4	Energieeinsparungen zur CO ₂ -Reduzierung	105
7.4.1	Einsparungen durch Technologieänderungen	105
7.4.1.1	<i>Recycling von Kohlenstoff durch Pyrolyse</i>	<i>105</i>
7.4.1.2	<i>Recycling von P-haltigen Klärschlämmen</i>	<i>107</i>
7.4.1.3	<i>Veränderung der Rohstoffbasis für die chemische Industrie .</i>	<i>108</i>

7.4.2	Einsparung von Heizwärme.....	110
7.4.3	Einsparung von Beleuchtungsenergie.....	112
7.4.4	Mobilitätswende	113
7.4.5	Individuelle Energieeinsparpotenziale – der ökologische Fußabdruck.....	115
7.5	Das Gesellschaftskonzept einer Recyclinggesellschaft	117
8	Klimaschutzabkommen	121
8.1	Montrealabkommen.....	121
8.2	Kyoto-Protokoll.....	121
8.3	Pariser Klimaschutzabkommen	121
8.4	Regelwerk Von Kattowitz	122
9	Glossar	123
	Verzeichnis der Wissenschaftler	137
	Index	141