

Inhalt

1	Einleitung	13
2	Beschreibung von Speichertechnologien	15
2.1	Grundlegende Funktion, Aufbau von Speichersystemen und deren Beschreibung	15
2.1.1	Einspeichern, Ausspeichern oder Be- und Entladen	15
2.1.2	Selbstentladung von Speichern	19
2.1.3	Beschreibung eines Speichersystems	19
2.1.4	Entwicklung einer wirtschaftlich optimierten Betriebsführung	22
2.2	Auslegung von Speichersystemen	24
2.3	Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen	30
2.3.1	Investitionskosten	30
2.3.2	Wirtschaftlichkeitsberechnungen	33
2.3.3	Wirtschaftliche Bewertung von Speichersystemen	35
2.4	Weitere Begriffe	37
2.5	Übungsaufgaben	40
2.6	Literatur	41
3	Anforderungen und Systemkomponenten von Speichersystemen	43
3.1	Anforderungen und Systemkomponenten	43
3.2	Anforderungen für Speichersysteme	47
3.3	Systemkomponenten eines Speichersystems	49
3.4	Übungsaufgaben	51
3.5	Literatur	52
4	Mechanische Speicher	53
4.1	Konversion von mechanischer Energie in elektrische Energie	53
4.2	Verwendung potenzieller Energie I – Pumpspeicherkraftwerke und alternative Konzepte	55
4.3	Verwendung von Rotationsenergie – Schwungradspeicher	61
4.4	Verwendung potenzieller Energie II – Druckluftspeicher	68

4.5	Anwendungsbeispiel – Ertüchtigung eines Pumpspeicherkraftwerks für den sekundären Energiemarkt	75
4.6	Übungsaufgaben	78
4.7	Literatur.....	79
5	Thermische Speicher	81
5.1	Grundlagen.....	82
5.2	Sensible Wärmespeicher	93
5.3	Latentwärmespeicher.....	100
5.4	Thermochemische Speicher	105
5.5	Übungsaufgaben	107
5.6	Literatur.....	108
6	Elektrische Speichersysteme.....	109
6.1	Leistungselektronische Komponenten und Transformatoren	109
6.2	Anforderungen.....	115
6.3	Kondensator.....	117
6.4	Doppelschichtkondensatoren	126
6.5	Anforderungen an Doppelschichtkondensatoren	129
6.6	Anwendungsbeispiel – Rekuperation eines Personenaufzugs	132
6.7	Übungsaufgaben	141
6.8	Literatur.....	141
7	Elektrochemische Speichersysteme	143
7.1	Allgemeine Betrachtungen	144
7.1.1	Elektrochemische Reaktionsgleichungen.....	144
7.1.2	Anforderungen und Auslegung.....	147
7.1.3	SOC, SOH und Alterung	152
7.1.4	Modellierung von Zellen	158
7.1.5	Systemkomponenten EMS und BMS	159
7.2	Bleibatterien.....	161
7.2.1	Haupt- und Nebenreaktionen	161
7.2.2	Anforderungen und Systemkomponenten von Bleibatteriesystemen	162
7.2.3	Anwendungsbeispiel – Versorgung eines Mobilfunksendemasts	166
7.3	Lithium-Ionen-Batterien	172
7.3.1	Chemie von Lithium-Ionen-Batterien	172
7.3.2	Anforderungen und Systemkomponenten für den Gebrauch von Lithium-Ionen-Batterien.....	174

7.3.3	Alterung und Betriebsführung	177
7.3.4	Anwendungsbeispiel – Solarstromspeichersystem	179
7.4	Hochtemperaturbatterien	191
7.4.1	Hauptreaktion	191
7.4.2	Anforderungen und Systemkomponenten	193
7.4.3	Anwendungsbeispiel – Einbindung einer Natrium-Schwefel-Batterie an einen Windpark in einem Inselnetz	195
7.5	Redox-Flow-Batterien	199
7.5.1	Chemie und Hauptreaktionen	199
7.5.2	Anforderungen an Redox-Flow-Batterien	202
7.5.3	Anwendungsbeispiel – Einbindung einer Redox-Flow-Batterie an einen Windpark in einem Inselnetz	205
7.6	Übungsaufgaben	206
7.7	Literatur	207
8	Chemische Speicher	209
8.1	Allgemeine Funktion und Anforderungen	210
8.2	Wasserstofftechnik	213
8.2.1	Techniken zur Wasserspaltung	213
8.2.2	Brennstoffzelle	216
8.2.3	Anwendungsbeispiel – Lastwagen mit Brennstoffzellenantrieb	218
8.3	Methanisierung	221
8.3.1	Grundreaktion	221
8.3.2	Anwendungsbeispiel – Windanlage und Methanisierung	222
8.4	Übungsaufgaben	225
8.5	Literatur	225
9	Lastmanagement	227
9.1	Grundfunktionen und Anforderungen	227
9.2	Anwendungsbeispiel – Lastmanagement für einen Gewerbe- und Wohnkomplex	232
9.3	Übungsaufgaben	236
9.4	Literatur	236
Index	239	