

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	13
1 Einleitung	15
2 Trends im Kontext Energiemanagement	17
2.1 Klimawandel	17
2.2 IoT (Internet of Things)	18
2.3 Sektorenkopplung	18
2.4 Gebäudeintegrierte PV-Module (BiPV)	18
2.5 Einsatz von Wasserstoff	19
3 Grundlagen	21
3.1 Energiemanagement: Definition	21
3.2 Energiemanagementsystem: Definition	22
3.2.1 Verantwortlichkeit des Topmanagements	23
3.2.2 PDCA-Ansatz (Plan, Do, Check, Act)	23
3.3 Methodisches Vorgehen	24
3.3.1 Zielsetzung	24
3.3.2 Vorgehen	25
3.3.3 Herausforderungen	25
3.3.4 Einführung eines Energiemanagementsystems	25
3.4 Physikalische Grundlagen im Energiemanagement	27
3.4.1 Kraft	27
3.4.2 Energie und Arbeit	28
3.4.3 Leistung	29
3.4.4 Zusammenhang zwischen Energie und Leistung	30
3.4.5 Energie und Entropie	30
4 Energieversorgung der Welt und der Schweiz	33
4.1 Energieressourcen weltweit	33
4.1.1 Fossile Energiequellen	33
4.1.2 Stromproduktion	34
4.1.3 Uran	35
4.1.4 Regenerative Energie	35
4.1.5 Fazit	36
4.2 Energieversorgung der Welt heute	36
4.2.1 Energiebedarf global	36
4.2.2 Energieversorgung global	37

4.3	Energieversorgung der Schweiz	38
4.4	Entwicklung der Fotovoltaik weltweit	40
4.5	PV-Potenzial in der Schweiz	41
4.6	Entwicklung Windkraft weltweit	42
4.7	Situation Windenergie Schweiz	43
4.8	Treibhausgaseffekt	44
5	Energiemanagement als Managementaufgabe	49
5.1	Entscheidungsfindung im Energiemanagement	49
5.2	Aufgaben des Managements	51
5.3	Bedeutung des Facility Managements	52
5.4	Bedeutung der Kommunikation	55
5.5	Ziele und Hemmnisse zur Durchführung von Energiemanagement	55
5.5.1	Ziele und Motivation	55
5.5.2	Hemmnisse	56
5.6	Energiemanagementmodell	58
5.7	Vorgehen bei Neubauten und bestehenden Gebäuden	60
5.7.1	Neubau	60
5.7.2	Bestehendes Gebäude	62
5.8	Reporting	62
5.8.1	Struktur der Reporting-Berichte	63
5.8.2	Frequenz der Berichte	64
5.8.3	Zusätzliche Daten für Reporting	64
6	Energieversorgung im Betrieb	67
6.1	Versorgungssicherheit	67
6.1.1	Definition der Anforderungen	67
6.1.2	Analyse der Energieversorgung	69
6.1.3	Bilden von Kennzahlen und Statistiken	72
6.1.4	Vergleich mit Referenzwerten	73
6.1.5	Schwachstellenanalyse	73
6.1.6	Massnahmenplanung	74
6.1.7	Kosten-Nutzen-Vergleich	75
6.1.8	Massnahmen umsetzen	75
6.1.9	Erfolgskontrolle	76
6.2	Kostenoptimierung	76
6.2.1	Zielsetzung	76
6.2.2	Kennzahlen bilden	76
6.2.3	Statistiken und Verläufe	78
6.2.4	Vergleiche und Schwachstellenanalyse	79
6.2.5	Massnahmen zur Senkung der Energiekosten	79
6.3	Kostenzuordnung	81
6.3.1	Zielsetzung	81
6.3.2	Kosten- und Nutzenbetrachtung	82
6.3.3	Umsetzung der Kostenzuordnung	83
7	Kennzahlen, Benchmarking	85
7.1	Energiebuchhaltung	85
7.2	Grundlagen des Benchmarkings	85
7.3	Kennzahlen, Kenngrössen, Kennwerte	86
7.4	Arten von Benchmarking	86
7.5	Vorgehen	87
7.6	Erfolgsfaktoren	87

8	Konzepte	89
8.1	Grundlagen	89
8.2	Energiekonzepte	90
8.2.1	Zielsetzung	91
8.2.2	Vorgehen	91
8.2.3	Vorgehen bei bestehenden Bauten	93
8.2.4	Werkzeuge für Energiekonzepte	94
8.2.5	Darstellung des Energiekonzeptes	96
8.2.6	Kosten	97
8.3	Messkonzepte	97
8.3.1	Grundlagen Messkonzepte	97
8.3.2	Umsetzung Messkonzepte	98
8.3.3	Werkzeuge	102
8.3.4	Darstellung des Messkonzeptes	103
8.3.5	Kosten-Nutzen-Betrachtung	103
8.3.6	Messprinzipien	105
8.3.7	Messdatenauswertung	105
8.4	Zustandsanalyse	107
9	Messtechnik im Energiemanagement	113
9.1	Grundlagen der Messtechnik	113
9.1.1	Direkte und indirekte Messungen	113
9.1.2	Messketten, Messeinrichtungen und Messgeräte	114
9.1.3	Analoge und digitale Messgeräte	114
9.1.4	Vernetzte Mess- und Automationssysteme in Gebäuden	115
9.1.5	Messabweichungen	116
9.1.6	Messunsicherheiten	117
9.1.7	Justierung, Kalibrierung und Eichung	118
9.1.8	Praktische Anforderungen an Messgeräte	119
9.2	Relevante Messgrößen und -prinzipien im Energiemanagement	120
9.2.1	Spannung und Strom	120
9.2.2	Elektrische Leistung	122
9.2.3	Elektrische Energie (Stromzähler)	123
9.2.4	Oberschwingungen im Stromnetz	125
9.2.5	Lichtqualität	127
9.2.6	Temperatur	130
9.2.7	Durchfluss	133
9.2.8	Wärme	136
9.2.9	Wärmedämmung (<i>U</i> -Wert)	138
9.2.10	Luftdichtheit (Blower-Door-Test)	139
9.2.11	Luftgeschwindigkeit	140
9.2.12	Luftfeuchtigkeit	142
9.2.13	Luftqualität (CO ₂ , VOC, Partikel und Radon)	142
9.2.14	Druck	144
9.2.15	Schall	145
9.2.16	Füllstand	145
10	Energiemanagementsoftware	149
10.1	Einsatz von Energiemanagementsoftware	149
10.2	Konfiguration	149
10.3	Datenerfassung	150
10.3.1	Manuelle Erfassung	151
10.3.2	Automatische Erfassung	151
10.3.3	Überprüfung der Daten	153

10.4	Datenverwaltung	154
10.5	Benutzeroberfläche und Benutzerfreundlichkeit	154
10.6	Auswertung	154
10.7	Betriebsführung	155
10.7.1	Raum- und Klimamanagement	155
10.7.2	Regelungstechnik	155
10.7.3	Lastmanagement	155
10.8	Genutzte Software in der Schweiz	155
10.9	Infrastructure Resource Planning (IRP)	156
11	Effiziente Energienutzung	159
11.1	Zielsetzung	159
11.2	Erfassen der aktuellen Situation	160
11.3	Vergleichswerte/Schwachstellenanalyse	169
11.4	Massnahmenplan mit Kosten-Nutzen-Verhältnis	170
11.5	Umsetzung der Massnahmen	173
11.6	Erfolgskontrolle	174
12	Contracting	175
12.1	Situation	175
12.2	Energieliefercontracting	176
12.2.1	Vorgehen	177
12.2.2	Vorteile und Risiken	177
12.2.3	Finanzierung	178
12.2.4	Contracting und Recht	178
12.3	Energiesparcontracting	178
12.3.1	Vorgehen	178
12.3.2	Einsparcontracting nur mit wenig investiven Massnahmen	179
12.3.3	Einsparcontracting mit investiven Massnahmen	179
12.3.4	Hindernisse	181
12.3.5	Energiesparcontracting bei vermieteten Liegenschaften	182
12.4	Betriebsführungscontracting	183
13	Kostenrechnung im Energiebereich	185
13.1	Grundlagen	185
13.2	Wirtschaftlichkeit ganzheitlich	186
13.3	Kosten und Erträge von Energiesystemen	187
13.3.1	Jahreskosten	187
13.3.2	Ertragssituation	187
13.3.3	Wirtschaftlichkeit	187
13.3.4	Methoden, Werkzeuge	187
13.3.5	Investitionen	188
13.3.6	Annuität	188
13.3.7	Nutzungsdauer (kalkulatorisch)	189
13.3.8	Kapitalzinssatz	189
13.3.9	Betriebskosten	189
13.3.10	Energiekosten	189
13.3.11	Teuerung	190
13.3.12	Subventionen	190
13.3.13	Steuererleichterungen	190
13.4	Berechnung der Kosten	190

13.4.1	Annuitätenmethode	190
13.4.2	DCF-Methode.....	191
14	Anhang	193
14.1	Berechnungen Wirtschaftlichkeit	194
14.2	Checkliste: Gebäude-Feinanalyse zur Schwachstellensuche bei Energiesparprojekten	198
14.3	Websites für Energiemanagement	203
14.4	Literaturliste Gebäude- und Energiemanagement.....	206
14.5	Stichwortverzeichnis	209