

<b>Vorwort</b>	13
----------------	----

<b>1 Einleitung</b>	15
<b>2 Grundlagen</b>	17
2.1 Energiemanagement: Definition	17
2.2 Energiemanagementsystem: Definition	18
2.3 Methodisches Vorgehen	19
2.3.1 Zielsetzung	19
2.3.2 Vorgehen	19
2.3.3 Herausforderungen	19
2.4 Physikalische Grundlagen im Energiemanagement	20
2.4.1 Kraft	20
2.4.2 Energie und Arbeit	21
2.4.3 Leistung	22
2.4.4 Zusammenhang zwischen Energie und Leistung	23
2.4.5 Energie und Entropie	23
<b>3 Energiemanagement als Managementaufgabe</b>	27
3.1 Entscheidungsfindung im Energiemanagement	27
3.2 Aufgaben des Managements	29
3.3 Bedeutung des Facility Managements	30
3.4 Bedeutung der Kommunikation	33
3.5 Ziele und Hemmnisse zur Durchführung von Energiemanagement	33
3.5.1 Ziele und Motivation	33
3.5.2 Hemmnisse	34
3.6 Energiemanagementmodell	36
3.7 Vorgehen bei Neubauten und bestehenden Gebäuden	37
3.7.1 Neubau	37
3.7.2 Bestehendes Gebäude	39
3.8 Reporting	39
3.8.1 Struktur der Reporting-Berichte	40
3.8.2 Frequenz der Berichte	41
<b>4 Energieversorgung im Betrieb</b>	43
4.1 Versorgungssicherheit	43
4.1.1 Definition der Anforderungen	43
4.1.2 Analyse der Energieversorgung	45

---

4.1.3	Bilden von Kennzahlen und Statistiken .....	48
4.1.4	Vergleich mit Referenzwerten.....	49
4.1.5	Schwachstellenanalyse .....	49
4.1.6	Massnahmenplanung .....	49
4.1.7	Kosten-Nutzen-Vergleich .....	50
4.1.8	Massnahmen umsetzen .....	50
4.1.9	Erfolgskontrolle .....	50
4.2	<b>Kostenoptimierung.</b> .....	51
4.2.1	Zielsetzung .....	51
4.2.2	Kennzahlen bilden .....	51
4.2.3	Statistiken und Verläufe .....	53
4.2.4	Vergleiche und Schwachstellenanalyse .....	53
4.2.5	Massnahmen zur Senkung der Energiekosten .....	54
4.3	<b>Kostenzuordnung</b> .....	55
4.3.1	Zielsetzung .....	55
4.3.2	Kosten- und Nutzenbetrachtung .....	56
4.3.3	Umsetzung der Kostenzuordnung .....	56
5	<b>Kennzahlen, Benchmarking</b> .....	59
5.1	Energieverbrauchskontrolle .....	59
5.2	<b>Grundlagen des Benchmarkings</b> .....	59
5.3	<b>Kennzahlen, Kenngrößen, Kennwerte</b> .....	60
5.4	<b>Arten von Benchmarking</b> .....	60
5.5	Vorgehen .....	61
5.6	Erfolgsfaktoren.....	61
6	<b>Konzepte</b> .....	63
6.1	<b>Grundlagen</b> .....	63
6.2	<b>Energiekonzepte</b> .....	64
6.2.1	Zielsetzung .....	64
6.2.2	Vorgehen .....	65
6.2.3	Werkzeuge .....	67
6.2.4	Darstellung des Energiekonzeptes.....	69
6.2.5	Kosten.....	70
6.3	<b>Messkonzepte</b> .....	70
6.3.1	Grundlagen Messkonzepte .....	70
6.3.2	Umsetzung Messkonzepte .....	71
6.3.3	Werkzeuge .....	72
6.3.4	Darstellung des Messkonzeptes .....	72
6.3.5	Kosten-Nutzen-Betrachtung .....	72
6.3.6	Messprinzipien .....	74
6.3.7	Messdatenauswertung .....	74
7	<b>Messtechnik im Energiemanagement</b> .....	75
7.1	<b>Grundlagen der Messtechnik</b> .....	75
7.1.1	Definition der Anforderungen .....	75
7.1.2	Messabweichung, Messunsicherheit.....	76
7.1.3	Arten von Abweichungen und Ursachen.....	76
7.1.4	Kalibrierung, Justierung und Eichung.....	77
7.1.5	Vernetzte Mess- und Kontrollsysteme.....	78
7.2	<b>Messung elektrischer Größen</b> .....	79
7.2.1	Strommessung .....	79

7.2.2	Spannungsmessung .....	79
7.2.3	Stromfühlwiderstand (Shunt) .....	80
7.2.4	Stromzange .....	80
7.2.5	Elektrische Leistung .....	80
7.2.6	Elektrische Energie (kWh) .....	80
7.2.7	Geräte zur Leistungs- und Energiemessung .....	81
7.3	<b>Temperaturmessung</b> .....	83
7.3.1	Ausdehnungsthermometer .....	83
7.3.2	Elektrische Widerstandsthermometer .....	83
7.3.3	Thermoelemente .....	83
7.3.4	Strahlungsthermometer (Infrarot-Thermometer) .....	84
7.3.5	Globe-Thermometer .....	84
7.4	<b>Durchflussmessung</b> .....	84
7.4.1	Gaszähler .....	84
7.4.2	Verdrängungszähler .....	85
7.4.3	Flügelradzähler .....	85
7.4.4	Schwebekörper-Durchflussmesser .....	85
7.4.5	Drosselgeräte .....	85
7.4.6	Ultraschallverfahren .....	85
7.4.7	Induktionsverfahren .....	85
7.5	<b>Wärme/Kälte</b> .....	87
7.5.1	Wärmezähler .....	87
7.5.2	Heizkostenverteiler .....	87
7.6	<b>Druckmessung</b> .....	87
7.6.1	U-Rohr-Manometer .....	88
7.6.2	Federmanometer .....	88
7.6.3	Elektrische Manometer .....	88
7.7	<b>Luftgeschwindigkeit</b> .....	88
7.7.1	Staugeräte .....	88
7.7.2	Thermisches Anemometer .....	88
7.7.3	Flügelradanemometer .....	89
7.7.4	Rauchrörchen .....	89
7.8	<b>Luftfeuchtigkeit</b> .....	89
7.8.1	Haarhygrometer .....	89
7.8.2	Psychrometer .....	89
7.8.3	Absorptionshygrometer .....	89
7.8.4	Lithiumchlorid-Feuchtemesser .....	89
7.8.5	Leitfilmhygrometer .....	89
7.8.6	Kapazitiver Feuchtemesser .....	90
7.8.7	Taupunktsensoren .....	90
7.9	<b>Luftqualität</b> .....	90
7.9.1	CO <sub>2</sub> -Sensoren .....	90
7.9.2	VOC-Sensor/Mischgassensor .....	90
7.9.3	Partikelzähler .....	90
7.10	<b>Lichttechnische Messungen</b> .....	91
7.10.1	Lichtstrom .....	91
7.10.2	Lichtmenge .....	92
7.10.3	Lichtstärke .....	92
7.10.4	Leuchtdichte .....	92
7.10.5	Beleuchtungsstärke .....	92
7.10.6	Belichtung .....	93
7.10.7	Lichtausbeute .....	93
7.10.8	Spektrale Messungen .....	93
7.11	<b>Füllstandsmessung</b> .....	93
7.11.1	Schauglas .....	93

7.11.2	Schwimmer . . . . .	93
7.11.3	Verdrängungsmethode . . . . .	93
7.11.4	Einperlmethode . . . . .	93
7.11.5	Hydrostatische Druckmethode . . . . .	93
7.11.6	Wägemethode . . . . .	94
7.11.7	Leitfähigkeitsmessung . . . . .	94
7.11.8	Kapazitive Messmethode . . . . .	94
7.11.9	Strahlungsdämpfungsmethode . . . . .	94
7.11.10	Ultraschallmethode . . . . .	94
7.11.11	Reflexionsmethode . . . . .	94
7.12	Luftdichtheit, Blower-Door-Test . . . . .	95
7.13	Infrarot-Thermografie . . . . .	95
<b>8</b>	<b>Energiemanagementssoftware . . . . .</b>	<b>97</b>
8.1	<b>Einsatz von Energiemanagementsoftware . . . . .</b>	<b>97</b>
8.2	<b>Konfiguration . . . . .</b>	<b>97</b>
8.3	<b>Datenerfassung . . . . .</b>	<b>98</b>
8.3.1	Manuelle Erfassung . . . . .	99
8.3.2	Automatische Erfassung . . . . .	99
8.3.3	Überprüfung der Daten . . . . .	100
8.4	Datenverwaltung . . . . .	100
8.5	Benutzeroberfläche und Benutzerfreundlichkeit . . . . .	101
8.6	Auswertung . . . . .	101
8.7	Betriebsführung . . . . .	101
8.7.1	Raum- und Klimamanagement . . . . .	102
8.7.2	Regelungstechnik . . . . .	102
8.7.3	Lastmanagement . . . . .	102
8.8	Genutzte Software in der Schweiz . . . . .	102
<b>9</b>	<b>Effiziente Energienutzung . . . . .</b>	<b>103</b>
9.1	Zielsetzung . . . . .	103
9.2	Erfassen der aktuellen Situation . . . . .	104
9.3	Vergleichswerte/Schwachstellenanalyse . . . . .	108
9.4	Massnahmenplan mit Kosten-Nutzen-Verhältnis . . . . .	109
9.5	Umsetzung der Massnahmen . . . . .	111
9.6	Erfolgskontrolle . . . . .	112
<b>10</b>	<b>Contracting . . . . .</b>	<b>113</b>
10.1	Situation . . . . .	113
10.2	Anlagen-Contracting . . . . .	113
10.2.1	Vorgehen . . . . .	114
10.2.2	Vorteile und Risiken . . . . .	115
10.2.3	Finanzierung . . . . .	116
10.2.4	Contracting und Recht . . . . .	116
10.3	Einspar-Contracting . . . . .	116
10.3.1	Vorgehen . . . . .	116
10.3.2	Einsparcontracting mit investiven Massnahmen . . . . .	117
10.3.3	Hindernisse . . . . .	118
10.3.4	Modell energo . . . . .	119
10.4	Betriebsführungs-Contracting . . . . .	121

---

<b>11</b>	<b>Kostenrechnung im Energiebereich</b>	123
11.1	Grundlagen	123
11.2	Wirtschaftlichkeit ganzheitlich	123
11.3	Kosten und Erträge von Energiesystemen	124
11.3.1	Jahreskosten	124
11.3.2	Ertragssituation	124
11.3.3	Wirtschaftlichkeit	124
11.3.4	Methoden, Werkzeuge	125
11.3.5	Investitionen	125
11.3.6	Annuität	125
11.3.7	Nutzungsdauer (kalkulatorisch)	126
11.3.8	Kapitalzinssatz	126
11.3.9	Betriebskosten	126
11.3.10	Energiekosten	126
11.3.11	Teuerung	126
11.3.12	Subventionen	126
11.3.13	Steuererleichterungen	127
11.4	Berechnung der Kosten	127
11.4.1	Annuitätenmethode	127
11.4.2	DCF-Methode	127
<b>12</b>	<b>Anhang</b>	129
12.1	Berechnungen Wirtschaftlichkeit	131
12.2	Checkliste: Gebäude-Feinanalyse zur Schwachstellensuche bei Energiesparprojekten	135
12.3	Websites für Energiemanagement	140
12.4	Literaturliste Gebäude- und Energiemanagement	142
12.5	Stichwortverzeichnis	145