

Markus Hubbuch | Stefan Jäschke Brühlhart

Energiemanagement

v/dlf

vdf Hochschulverlag AG an der ETH Zürich

Inhaltsverzeichnis

	Vorwort	13
1	Einleitung	15
2	Grundlagen	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
3	Energiemanagement als Managementaufgabe	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
4	Energieversorgung im Betrieb	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	Kostenoptimierung	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	Kostenzuordnung	55
4.3.1	Zielsetzung	55
4.3.2	Kosten- und Nutzenbetrachtung	56
4.3.3	Umsetzung der Kostenzuordnung	56
5	Kennzahlen, Benchmarking	59
5.1	Energieverbrauchskontrolle	59
5.2	Grundlagen des Benchmarkings	59
5.3	Kennzahlen, Kenngrössen, Kennwerte	60
5.4	Arten von Benchmarking	60
5.5	Vorgehen	61
5.6	Erfolgsfaktoren	61
6	Konzepte	63
6.1	Grundlagen	63
6.2	Energiekonzepte	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	Messkonzepte	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	Messtechnik im Energiemanagement	75
7.1	Grundlagen der Messtechnik	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	Messung elektrischer Grössen	79
7.2.1	Strommessung	79

7.2.2	Spannungsmessung	79
7.2.3	Stromfuhlwiderstand (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	Temperaturmessung	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	Durchflussmessung	84
7.4.1	Gaszähler	84
7.4.2	Verdrängungszähler	85
7.4.3	Fluge-radzähler	85
7.4.4	Schwebekörper-Durchflussmesser	85
7.4.5	Drosselgeräte	85
7.4.6	Ultraschallverfahren	85
7.4.7	Induktionsverfahren	85
7.5	Wärme/Kälte	87
7.5.1	Wärmezähler	87
7.5.2	Heizkostenverteiler	87
7.6	Druckmessung	87
7.6.1	U-Rohr-Manometer	88
7.6.2	Federmanometer	88
7.6.3	Elektrische Manometer	88
7.7	Luftgeschwindigkeit	88
7.7.1	Staugerate	88
7.7.2	Thermisches Anemometer	88
7.7.3	Flügelradanemometer	89
7.7.4	Rauchrohrchen	89
7.8	Luftfeuchtigkeit	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	Luftqualität	90
7.9.1	CO ₂ -Sensoren	90
7.9.2	VOC-Sensor/Mischgassensor	90
7.9.3	Partikelzähler	90
7.10	Lichttechnische Messungen	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	Füllstandsmessung	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
8	Energiemanagementsoftware	97
8.1	Einsatz von Energiemanagementsoftware	97
8.2	Konfiguration	97
8.3	Datenerfassung	98
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
9	Effiziente Energienutzung	103
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
10	Contracting	113
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

11	Kostenrechnung im Energiebereich	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
12	Anhang	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