

INHALTSVERZEICHNIS

1.	Vorwort	XX
2.	Einleitung.....	2
2.1	Steigerung der Energieeffizienz als Wahrnehmung der gesellschaftlichen Verantwortung	3
2.2	Senkung der Energiekosten.....	5
2.3	Erfüllung gesetzlicher Vorschriften bzw. Erlangung finanzieller Vorteile.....	7
2.4	Gerechte Verteilung der Kosten.....	8
3.	Energiemanagementsysteme	12
3.1	Bausteine eines Energiemanagements	13
3.1.1	Energieerfassung.....	14
3.1.2	Energiebuchhaltung.....	16
3.1.3	Energiecontrolling.....	17
3.1.3.1	Kennwertbildung und Benchmarking	17
3.1.3.2	Zeitnähe	17
3.1.3.3	Bewusstseinsbildung	18
3.1.4	Energiemanagement.....	18
3.1.5	Energiemanagementsystem	20
3.1.6	Verbrauchsabrechnung	21
3.1.7	Lastmanagement	22
3.2	Normenüberblick.....	23
3.2.1	Normen und Gesetze, die Anforderungen an die Errichtung oder Renovierung von Gebäuden stellen.....	24
3.2.1.1	Energieeinspargesetz	24
3.2.1.2	Energieeinsparverordnung	25
3.2.1.3	Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz	26
3.2.2	Greenbuilding-Standards.....	27
3.2.2.1	LEED	28
3.2.2.2	DGNB	29
3.2.3	Richtlinien für die Ermittlung vergleichbarer Energieverbrauchskennwerte.....	30

3.2.3.1	VDI 3807.....	30
3.2.3.2	Veröffentlichungen des Bundesbauministeriums	32
3.2.4	Normen und Richtlinien für die Durchführung von Energieaudits.....	33
3.2.4.1	Energieaudits nach DIN EN 16247	33
3.2.4.2	Alternatives Verfahren nach Anlage 2 der Spitzenausgleich- Effizienzsystemverordnung	34
3.2.4.3	Verpflichtung zur Durchführung von Energieaudits	34
3.2.5	Richtlinien für die Durchführung von Energiemanagement.....	35
3.2.5.1	GEFMA-Richtlinie 124.....	36
3.2.5.2	VDI-Richtlinie 4602 „Energiemanagement – Begriffe“.....	37
3.2.6	Normen für den Aufbau und Betrieb von Umwelt- oder Energiemanagementsystemen	37
3.2.6.1	DIN EN ISO 14001	38
3.2.6.1.1	Planung („Plan“)	40
3.2.6.1.2	Verwirklichung und Betrieb („Do“)	40
3.2.6.1.3	Überprüfung („Check“)	41
3.2.6.1.4	Verbreitung	41
3.2.6.2	EMAS	41
3.2.6.2.1	Im Vergleich zur DIN EN ISO 14001 erweiterte Anforderungen	43
3.2.6.2.2	Vor- und Nachteile einer Registrierung nach EMAS im Vergleich zu einer Zertifizierung nach DIN EN ISO 14001	45
3.2.6.2.3	Verbreitung	49
3.2.6.3	DIN EN 16001	49
3.2.6.3.1	Unterschiede zwischen DIN EN 16001 und DIN EN ISO 50001	49
3.2.6.3.2	Verbreitung	50
3.2.6.4	DIN EN ISO 50001	50
3.3	DIN EN ISO 50001 im Detail	51
3.3.1	Aufbau der Norm	52
3.3.2	Begriffsdefinitionen	53
3.3.2.1	Organisation	53
3.3.2.2	Energiebezogene Leistung, Energieeffizienz, Energieverbrauch vs. Energieeinsatz	53
3.3.3	Allgemeine Anforderungen / Organisatorisches.....	54
3.3.4	Energiepolitik	55
3.3.5	Energieplanung	56
3.3.5.1	Rechtliche Vorschriften und andere Anforderungen.....	56
3.3.5.2	Energetische Bewertung.....	57
3.3.5.3	Energetische Ausgangsbasis	60
3.3.5.3	Energieleistungskennzahlen.....	61

3.3.6	Einführung und Umsetzung	69
3.3.6.1	Fähigkeiten, Schulung und Bewusstsein.....	69
3.3.6.2	Kommunikation.....	69
3.3.6.3	Dokumentation	70
3.3.6.4	Ablauflenkung.....	71
3.3.6.5	Auslegung.....	71
3.3.6.6	Beschaffung von Energiedienstleistungen, Produkten, Einrichtungen und Energie	71
3.3.7	Überprüfung.....	72
3.3.7.1	Überwachung, Messung und Analyse	73
3.3.7.2	Bewertung der Einhaltung rechtlicher Vorschriften und anderer Anforderungen.....	75
3.3.7.3	Interne Auditierung des Energiemanagementsystems.....	75
3.3.7.4	Nichtkonformitäten, Korrekturen, Korrektur- und Vorbeugungsmaßnahmen	75
3.3.7.5	Lenkung von Aufzeichnungen	76
3.3.8	Managementbewertung (Management-Review)	77
3.3.9	Bewertung der DIN EN ISO 50001	77
3.3.9.1	Klarstellung von Begriffen.....	77
3.3.9.2	Top-Down-Ansatz.....	78
3.3.9.3	Nachhaltiges Vorgehensmodell.....	78
3.3.9.4	Best practise.....	79
3.3.10	Literaturhinweise zur DIN EN ISO 50001.....	79
3.4	Zertifizierung von Managementsystemen.....	81
3.4.1	Gründe für die Zertifizierung eines Energiemanagementsystems...	81
3.4.2	Berechtigung zur Zertifizierung eines Energiemanagement- systems nach DIN EN ISO 50001 bzw. zur Validierung eines Umweltmanagementsystems nach EMAS.....	82
3.4.3	Bedeutung der Akkreditierung	83
3.4.5	Ablauf einer Zertifizierung	84
3.4.5.1	Ablauf einer Zertifizierung am Beispiel der Zertifizierungs- gesellschaft DNV GL – Business Assurance.....	85
3.4.5.2	Vor-Audit (optional).....	85
3.4.5.3	Input Dialog.....	85
3.4.5.4	Bewertung der Managementsystemdokumentation.....	85
3.4.5.5	Initial Visit	86
3.4.5.6	Zertifizierungsaudit.....	86
3.4.5.7	Periodisches Audit.....	87
3.4.5.8	Re-Zertifizierung	87

3.4.6	Praxishinweise für das erfolgreiche Bestehen von Audits	87
3.4.6.1	Systemdokumentation	87
3.4.6.2	Typische Auditfeststellungen.....	88
3.4.6.3	Erfolgsfaktoren für das Bestehen eines Audits	89

4. Messung und Abrechnung 92

4.1	Energie- und Medienverbrauch.....	92
4.1.1	Begriff des Energieverbrauchs.....	92
4.1.2	Energie, Exergie und Anergie.....	93
4.1.3	Heizwert und Brennwert	94
4.1.4	Abgrenzungen des Verbrauchsbegriffes	95
4.1.4.1	Umweltenergie aus solaren und inneren Gewinnen sowie solarthermischen Anlagen	95
4.1.4.2	Wärmepumpen.....	95
4.1.4.3	Veredelungsgrad	96
4.1.5	Wasserverbrauch als Energieverbrauch	96
4.1.6	Energieeinsatzbereiche vs. Energieträger	97
4.2	Beschreibung von Energie- und Medienmengen	98
4.2.1	Physikalische Kenngrößen des Verbrauchs.....	99
4.2.2	Kosten	101
4.2.3	Emissionen	103
4.3	Elektrische Energie	108
4.3.1	Gemessene Größen	109
4.3.1.1	Wirkarbeit.....	109
4.3.1.2	Blindarbeit	109
4.3.1.3	Bezug und Lieferung; Vierquadrantenzähler.....	111
4.3.1.4	Elektrische Wirkleistung	111
4.3.1.5	Mehrzonentarife (HT/NT).....	112
4.3.1.6	Lastprofile	113
4.3.1.7	Weitere Größen	113
4.3.1.8	Smart Metering	113
4.3.2	Technische Aspekte bei der Messung von elektrischer Energie	114
4.3.3	Kosten für den Bezug von elektrischer Energie	115
4.3.3.1	Liberalisierung, Marktrollen und Empfänger von Zahlungen.....	116
4.3.3.2	Kosten für Messstellenbetrieb, Messung und Abrechnung.....	118
4.3.3.3	Kosten für die Netznutzung	118
4.3.3.3.1	Kosten für die Netznutzung bei SLP-Kunden.....	119

4.3.3.3.2	Kosten für die Netznutzung in Sonderfällen bei Kunden ohne Leistungsmessung.....	119
4.3.3.3.3	Kosten für die Netznutzung bei RLM-Kunden im Normalfall	120
4.3.3.3.4	Ausnahmen bei den Netzentgelten für RLM-Kunden gemäß §19 Netzentgeltverordnung	121
4.3.3.3.5	Kosten für Blindarbeit	123
4.3.3.4	Kosten für die Lieferung von Energie.....	123
4.3.3.5	Gesetzlich geregelte Entgelte, Umlagen und Steuern.....	124
4.3.3.5.1	Stromsteuer	126
4.3.3.5.2	EEG-Umlage	131
4.3.3.5.3	KWK-Umlage	135
4.3.3.5.4	Umlage nach §19 StromNEV.....	137
4.3.3.5.5	Umlage nach §17f EnWG („Offshore-Haftungsumlage“).....	138
4.3.3.5.6	Umlage nach §18 AbLaV („Abschaltbare Lasten-Umlage“)	139
4.3.3.5.7	Konzessionsabgabe	140
4.3.3.5.8	Umsatzsteuer	142
4.4	Erdgas.....	143
4.4.1	Grundlagen der Messung und Abrechnung von Erdgas.....	143
4.4.1.1	Einfluss der chemischen Zusammensetzung.....	145
4.4.1.2	Einfluss der Temperatur	146
4.4.1.3	Einfluss des Drucks	146
4.4.2	Messung von Erdgasmengen.....	146
4.4.2.1	Messung des Betriebsvolumens.....	147
4.4.2.2	Ermittlung der Zustandszahl z.....	149
4.4.2.3	Ermittlung des Abrechnungsbrennwertes.....	150
4.4.2.4	Praktische Schlussfolgerungen	151
4.4.3	Kosten für den Bezug von Erdgas	153
4.4.3.1	Liberalisierung und rechtliche Grundlagen	153
4.4.3.2	Kosten für Messstellenbetrieb, Messung und Abrechnung.....	155
4.4.3.3	Kosten für die Netznutzung	155
4.4.3.4	Kosten für die Lieferung von Erdgas	157
4.4.3.5	Gesetzlich geregelte Entgelte, Umlagen und Steuern.....	158
4.4.3.5.1	Energiesteuer.....	158
4.4.3.5.2	Konzessionsabgabe	162
4.4.3.5.3	Umsatzsteuer	164
4.5	Nah- und Fernwärme sowie Wärmelieferung im Sinne der HeizkostenV.....	165
4.5.1	Messung von leitungsgebundener thermischer Energie	168
4.5.1.1	Geschlossene Heißwassersysteme.....	168

4.5.1.2	Geschlossene Dampfsysteme	169
4.5.1.3	Offene Dampfsysteme	170
4.5.1.4	Verteilung statt Energiemessung	170
4.5.2	Kosten für den Bezug von Fernwärme	171
4.5.2.1	Entgelte aufgrund des Liefervertrages.....	172
4.5.2.2	Gesetzlich geregelte Entgelte, Umlagen und Steuern.....	172
4.6	Andere Brennstoffe als Erdgas	173
4.6.1	Grundlagen der Messung flüssiger und fester Brennstoffe	173
4.6.2	Bestimmung der verbrauchten Masse flüssiger Brennstoffe.....	174
4.6.3	Bestimmung der verbrauchten Masse fester Brennstoffe	175
4.6.3.1	Direkte Messung der Masse	175
4.6.3.2	Abschätzung über die Betriebsdauer von Fördereinrichtungen....	175
4.6.3.3	Abschätzung über die Veränderung des Lagerbestands	175
4.6.3.4	Rückschluss über die erzeugte Wärmemenge.....	175
4.6.4	Kosten für den Bezug anderer Brennstoffe als Erdgas.....	176
4.6.4.1	Kosten für Brennstoff und Lieferung.....	176
4.6.4.2	Gesetzlich geregelte Entgelte, Umlagen und Steuern.....	176
4.6.4.2.1	Energiesteuer.....	176
4.6.4.2.2	Erdölbevoratung	178
4.6.4.2.3	Umsatzsteuer	179
4.7	Wasser	179
4.7.1	Messprinzipien.....	181
4.7.1.1	Mechanische Volumenzähler	182
4.7.1.2	Andere Messverfahren.....	183
4.7.1.3	Messgenauigkeit und Größe von Wasserzählern; Verbundwasserzähler.....	183
4.7.2	Kosten für den Bezug von Wasser und die Abgabe von Abwasser	184
4.7.2.1	Liberalisierung	184
4.7.2.2	Kosten für die Lieferung von Wasser	185
4.7.2.3	Abwassergebühren	185
4.7.2.4	Gesetzlich geregelte Entgelte, Umlagen und Steuern.....	185
4.7.2.4.1	Konzessionsabgaben.....	186
4.7.2.4.2	Umsatzsteuer	186
4.8	Druckluft	187
4.8.1	Messprinzipien.....	187
4.8.1.1	Energieaufwand bei der Druckluft-Erzeugung	187
4.8.1.2	Aufteilung der in der Druckluft enthaltenen Energie auf einzelne Verbraucher	188

4.8.1.3	Messung des Druckluftvolumens.....	188
4.8.1.4	Messung von Leckagen	189
4.8.2	Kosten für die Nutzung von Druckluft	189
4.9	Messung von Variablen mit Einfluss auf den Energieverbrauch....	189
4.9.1	Direkte Erfassung	190
4.9.2	Nutzung anderer Datenquellen	190
5.	Aufbau einer regelmäßigen Erfassung von Verbrauchsdaten	194
5.1	Abbildung der Gebäude- und Zählerstrukturen	194
5.2	Erfassung ohne gesonderten Hardware-Aufwand	194
5.2.1	Datenlieferung durch Energieversorger, Netzbetreiber oder Messstellenbetreiber	195
5.2.2	Eigene Handerfassung	197
5.3	Elektronische Erfassung	198
5.3.1	Anbindung von Zählern.....	199
5.3.1.1	Anbindung über einen Bus.....	199
5.3.1.2	Anbindung an einen vorbereiteten Impulsausgang	201
5.3.1.3	Anbindung an einen nachträglich hergestellten Impulsausgang	202
5.3.1.4	Bildtechnische Erfassung des Zählwerkes	203
5.3.1.5	Überlegung zur Synchronisierung.....	203
5.3.1.6	Weitere Größen	204
5.3.2	Feld-Bussysteme.....	204
5.3.3	Datenlogger.....	205
5.3.4	SCADA-Systeme (Gebäude- oder Prozessleittechnik).....	206
5.3.4.1	Aufgeschaltete Werte	207
5.3.4.2	Aufzeichnung von Werten	207
5.3.4.3	Langfristige Speicherung und zeitliche Aggregation von Werten	208
5.3.5	WAN-Kommunikation.....	209
5.4	Zentrale Datensammlung und -verarbeitung.....	210
5.4.1	Sach- und Personalaufwand	210
5.4.2	Wichtige Funktionen.....	211
5.4.2.1	Datenquellen (Bewegungsdaten)	212
5.4.2.2	Überwachung des regelmäßigen Dateneingangs.....	212
5.4.2.3	Zeitvariante Abbildung der Tarife und der Eigenschaften der Energieträger.....	213

5.4.2.4	Zeitvariante Abbildung der Versorgungs- und Zählerstruktur.....	213
5.4.2.5	Zeitvariante Abbildung der Gebäude- bzw. Produktionsstruktur	214
5.4.2.6	Zeitvariante Abbildung der relevanten Einflussfaktoren	215
5.4.2.7	Verarbeitung der Daten.....	215
5.4.2.8	Automatische Analyse und Alarmierung.....	216
5.4.2.10	Kommentierungen und Maßnahmenvorschläge	217
5.4.2.11	Benutzerverwaltung	222
5.4.2.12	Einbindung in die IT-Landschaft.....	222
5.4.3	Abgrenzungen.....	222
5.4.3.1	CAFM vs. Energiecontrolling	223
5.4.3.2	Schnittstellen zwischen CAFM und Energiecontrolling	224
5.4.3.2.1	Schnittstelle für Stammdaten.....	225
5.4.3.2.2	Schnittstelle für Energiekosten	226
5.4.3.3	SCADA vs. Energiecontrolling.....	227
5.4.3.4	Schnittstellen zwischen SCADA und Energiecontrolling	228
5.4.3.4.1	Regelmäßige Übernahme von Zählerständen und Prozessvariablen	228
5.4.3.4.2	Synchronisation der vorhandenen Zählerstrukturen	229
5.4.3.4.3	Übergabe von Alarmsmeldungen.....	230
5.4.3.4.4	Unterstützung des Prozesses „Zählerwechsel“	230

6. Aufbereitung und Analyse von Energieverbrauchsdaten..... 232

6.1	Zeitbereinigung / Witterungsverteilung.....	232
6.2	Witterungsbereinigung	234
6.2.1	Klimawerte	235
6.2.2	Genormte Witterungsbereinigungsverfahren.....	235
6.2.3	Langjährige Mittelwerte	236
6.2.4	Bereinigung und Warmwassersockel	237
6.2.5	Bereinigung kürzerer Perioden.....	238
6.2.6	Standortbereinigung.....	238
6.2.7	Kühlbereinigung	239
6.2.8	Beschaffung von Klimawerten	240
6.3	Kennwertbildung	241
6.4	Aufbereitung und Plausibilisierung von gemessenen oder gezählten Werten	242

6.4.1	Fehlermöglichkeiten bei allen Arten von Zählern	242
6.4.1.1	Ungeeignetes Messgerät bzw. falscher Einbau.....	243
6.4.1.2	Fehler im Messgerät	243
6.4.1.3	Falsche Annahmen / Information über Wandlerfaktoren o. ä.	244
6.4.1.4	Verpasster Zählerwechsel.....	244
6.4.1.5	Falsche Behandlung eines Zählerüberlaufs	244
6.4.1.6	Falsche Zuordnung	245
6.4.1.7	Erfassung nicht im erwarteten Zeitraster	245
6.4.2	Fehlermöglichkeiten bei manueller Ablesung	245
6.4.2.1	Falsche Zuordnung	245
6.4.2.2	Falscher Ablesezeitpunkt.....	246
6.4.2.3	Falscher Ablesewert	246
6.4.3	Fehlermöglichkeiten bei automatischer Ablesung	247
6.4.3.1	Falsche Zuordnung.....	248
6.4.3.2	Falscher Ablesezeitpunkt.....	248
6.4.3.3	Falscher Ablesewert	249
6.4.3.4	Präventive Fehlervermeidung.....	249
6.4.3.5	Plausibilitätskontrollen und manuelle Korrektur.....	250
6.4.3.6	Automatische Korrektur	251
6.4.4	Widersprüchliche Daten aus verschiedenen Datenquellen	251
6.5	Von der Datenreihe zum Verbrauch	253
6.5.1	Unterschied zwischen Datenpunkt und Zähler	254
6.5.2	Strukturdaten	254
6.5.3	Zeitvarianz	256
6.6	Sollwert-Berechnung.....	257
6.6.1	Fixe kosten- oder verbrauchsisierte Sollwerte.....	257
6.6.2	Gradtagsbasierte Sollwerte	257
6.6.3	Sollwerte nach dem SLP-Verfahren nach TU-München	258
6.6.4	Energiesignaturen	259
6.6.4.1	Aufstellung der Energiesignatur auf Basis einer Bedarfsberechnung	261
6.6.4.2	Aufstellung der Energiesignatur auf Basis gemessener Werte	261
6.6.4.3	Verwendung der Energiesignatur zum Ist-Soll-Vergleich.....	262
6.6.4.4	Energiesignaturen für andere Energieeinsatzbereiche als Raumwärme.....	264
6.6.4.5	Weitere Anmerkungen zu den Energiesignaturen	264
6.6.5	Mustererkennung.....	265
6.7	Aussagekräftige Darstellungsformen	266
6.7.1	Kennzahlen.....	266

XVIII Inhaltsverzeichnis

6.7.1.1	(Voll)benutzungsstunden.....	267
6.7.1.2	Grundverbrauch	268
6.7.2	Zeitreihen.....	268
6.7.3	Dauerlinien	270
6.7.4	Vergleiche, Benchmarks.....	272
6.7.5	Streudiagramme / Scatterplots	274
6.7.6	Energieflussdiagramme / Sankey-Diagramme.....	275
6.7.7	Rastergrafiken / Carpetplots.....	277
7.	Literaturverzeichnis.....	280
8.	Stichwortverzeichnis.....	289
	Inserentenverzeichnis.....	301