

INHALTSVERZEICHNIS

1. VORWORT	02
2. EINLEITUNG	06
2.1. Steigerung der Energie-Effizienz als Wahrnehmung der gesellschaftlichen Verantwortung	07
2.2. Senkung der Energiekosten	09
2.3. Erfüllung gesetzlicher Vorschriften bzw. Erlangung finanzieller Vorteile	11
2.4. Gerechte Verteilung der Kosten	12
3. ENERGIEMANAGEMENTSYSTEME	17
3.1. Bausteine eines Energiemanagements	18
3.1.1. Energieerfassung	19
3.1.2. Energiebuchhaltung	21
3.1.3. Energiecontrolling	21
3.1.3.1. Kennwertbildung und Benchmarking	22
3.1.3.2. Zeitnähe.....	22
3.1.3.3. Bewusstseinsbildung	23
3.1.4. Energiemanagement	24
3.1.5. Energiemanagementsystem	26
3.1.6. Verbrauchsabrechnung.....	26
3.1.7. Lastmanagement	28
3.2. Normenüberblick	28
3.2.1. Normen und Gesetze, die Anforderungen an die Errichtung oder Renovierung von Gebäuden stellen	29
3.2.1.1. Energieeinspargesetz.....	30
3.2.1.2. Energieeinsparverordnung.....	30
3.2.1.3. Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz	32
3.2.2. Greenbuilding-Standards	33
3.2.2.1. LEED	34
3.2.2.2. DGNB	35
3.2.3. Richtlinien für die Ermittlung vergleichbarer Energieverbrauchs- kennwerte	36
3.2.3.1. VDI 3807	37

3.2.3.2.	Veröffentlichungen des Bundesbauministeriums	38
3.2.4.	Richtlinien für die Durchführung von Energiemanagement	39
3.2.4.1.	GEFMA-Richtlinie 124	39
3.2.4.2.	VDI-Richtlinie 4602 „Energiemanagement – Begriffe“	40
3.2.5.	Normen für den Aufbau und Betrieb von Umwelt- oder Energiemanagementsystemen.....	41
3.2.5.1.	DIN EN ISO 14001	42
3.2.5.1.1.	Planung („Plan“)	43
3.2.5.1.2.	Verwirklichung und Betrieb („Do“)	44
3.2.5.1.3.	Überprüfung („Check“)	44
3.2.5.1.4.	Verbreitung	45
3.2.5.2.	EMAS.....	45
3.2.5.2.1.	Im Vergleich zur DIN EN ISO 14001 erweiterte Anforderungen	46
3.2.5.2.2.	Vor- und Nachteile einer EMAS-Zertifizierung im Vergleich zu einer Zertifizierung nach DIN EN ISO 14001	49
3.2.5.2.3.	Verbreitung	52
3.2.5.3.	DIN EN 16001	52
3.2.5.3.1.	Unterschiede zwischen DIN EN 16001 und DIN EN ISO 50001	53
3.2.5.3.2.	Verbreitung	54
3.2.5.4.	DIN EN ISO 50001	54
3.3.	DIN EN ISO 50001 im Detail.....	54
3.3.1.	Aufbau der Norm.....	56
3.3.2.	Begriffsdefinitionen.....	56
3.3.2.1.	Organisation	56
3.3.2.2.	Energiebezogene Leistung, Energieeffizienz, Energieverbrauch vs. Energieeinsatz	57
3.3.3.	Allgemeine Anforderungen / Organisatorisches	57
3.3.4.	Energiepolitik.....	58
3.3.5.	Energieplanung.....	59
3.3.5.1.	Rechtliche Vorschriften und andere Anforderungen	59
3.3.5.2.	Energetische Bewertung	61
3.3.5.3.	Energetische Ausgangsbasis.....	64
3.3.5.4.	Energieleistungskennzahlen	64
3.3.5.5.	Strategische und operative Energieziele sowie Aktionspläne zum Energiemanagement.....	68
3.3.6.	Einführung und Umsetzung.....	71
3.3.6.1.	Fähigkeiten, Schulung und Bewusstsein	71
3.3.6.2.	Kommunikation	71
3.3.6.3.	Dokumentation.....	72
3.3.6.4.	Ablauflenkung	73
3.3.6.5.	Auslegung (Design).....	73
3.3.6.6.	Beschaffung von Energiedienstleistungen, Produkten, Einrichtungen und Energie	73
3.3.7.	Überprüfung	74

3.3.7.1.	Überwachung, Messung und Analyse	74
3.3.7.2.	Bewertung der Einhaltung rechtlicher Vorschriften und anderer Anforderungen	77
3.3.7.3.	Interne Auditierung des Energiemanagementsystems	77
3.3.7.4.	Nichtkonformitäten, Korrekturen, Korrektur- und Vorbeugungsmaßnahmen.....	77
3.3.7.5.	Lenkung von Aufzeichnungen.....	78
3.3.8.	Managementbewertung (Management-Review)	78
3.3.9.	Bewertung der DIN EN ISO 50001	79
3.3.9.1.	Klarstellung von Begriffen	79
3.3.9.2.	Top-Down-Ansatz	80
3.3.9.3.	Nachhaltiges Vorgehens-Model	80
3.3.9.4.	Best practise	81
3.4.	Zertifizierung von Managementsystemen	81

4. MESSUNG UND ABRECHNUNG	84
4.1. Energie- und Medienverbrauch	84
4.1.1. Begriff des Energieverbrauchs	84
4.1.2. Energie, Exergie und Anergie	85
4.1.3. Heizwert und Brennwert	86
4.1.4. Abgrenzungen des Verbrauchsbegriffes	86
4.1.4.1. Umweltenergie aus solaren und inneren Gewinnen sowie solarthermischen Anlagen	87
4.1.4.2. Wärmepumpen	87
4.1.4.3. Veredelungsgrad	88
4.1.5. Wasserverbrauch als Energieverbrauch	88
4.1.6. Energieeinsatzbereiche vs. Energieträger	89
4.2. Beschreibung von Energie- und Medienmengen	90
4.2.1. Physikalische Kenngrößen des Verbrauchs	91
4.2.2. Kosten	93
4.2.3. Emissionen	95
4.3. Elektrische Energie	100
4.3.1. Gemessene Größen	100
4.3.1.1. Wirkarbeit	101
4.3.1.2. Blindarbeit	101
4.3.1.3. Bezug und Lieferung; Vierquadrantenzähler	103
4.3.1.4. Elektrische Wirkleistung	104
4.3.1.5. Mehrzonentarife (HT/NT)	105
4.3.1.6. Lastprofile	105
4.3.1.7. Weitere Größen	106
4.3.1.8. Smartmetering	106
4.3.2. Technische Aspekte bei der Messung von elektrischer Energie	106
4.3.3. Kosten für den Bezug von elektrischer Energie	107
4.3.3.1. Liberalisierung, Marktrollen und Empfänger von Zahlungen	108
4.3.3.2. Kosten für Messstellenbetrieb, Messung und Abrechnung	109
4.3.3.3. Kosten für die Netznutzung	110
4.3.3.3.1. Kosten für die Netznutzung bei SLP-Kunden	110
4.3.3.3.2. Kosten für die Netznutzung bei RLM-Kunden	111
4.3.3.3.3. Kosten für Blindarbeit	112
4.3.3.3.4. Kosten für die Netznutzung in Sonderfällen	113
4.3.3.4. Kosten für die Lieferung von Energie	113
4.3.3.5. Gesetzlich geregelte Entgelte, Umlagen und Steuern	114
4.3.3.5.1. Stromsteuer	115
4.3.3.5.2. EEG-Umlage	120
4.3.3.5.3. KWK-Umlage	124
4.3.3.5.4. §19-Umlage	126
4.3.3.5.5. Konzessionsabgabe	126
4.3.3.5.6. Umsatzsteuer	129
4.4. Erdgas	129

4.4.1.	Grundlagen der Messung und Abrechnung von Erdgas	129
4.4.1.1.	Einfluss der chemischen Zusammensetzung	131
4.4.1.2.	Einfluss der Temperatur	132
4.4.1.3.	Einfluss des Drucks	132
4.4.2.	Messung von Erdgasmengen	133
4.4.2.1.	Messung des Betriebsvolumens	133
4.4.2.2.	Ermittlung der Zustandszahl z	135
4.4.2.3.	Ermittlung des Abrechnungsbrennwertes	136
4.4.2.4.	Praktische Schlussfolgerungen	137
4.4.3.	Kosten für den Bezug von Erdgas	139
4.4.3.1.	Liberalisierung und rechtliche Grundlagen	139
4.4.3.2.	Kosten für Messstellenbetrieb, Messung und Abrechnung	141
4.4.3.3.	Kosten für die Netznutzung	142
4.4.3.4.	Kosten für die Lieferung von Erdgas	143
4.4.3.5.	Gesetzlich geregelte Entgelte, Umlagen und Steuern	144
4.4.3.5.1.	Energiesteuer	144
4.4.3.5.2.	Konzessionsabgabe	147
4.4.3.5.3.	Umsatzsteuer	149
4.5.	Nah- und Fernwärme sowie Wärmelieferung im Sinne der HeizkostenV	149
4.5.1.	Messung von leitungsgebundener thermischer Energie	153
4.5.1.1.	Geschlossene Heißwassersysteme	153
4.5.1.2.	Geschlossene Dampfsysteme	154
4.5.1.3.	Offene Dampfsysteme	155
4.5.1.4.	Verteilung statt Energiemessung	155
4.5.1.5.	Weitere indirekte Messverfahren	156
4.5.2.	Kosten für den Bezug von Fernwärme	156
4.5.2.1.	Entgelte aufgrund des Liefervertrages	156
4.5.2.2.	Gesetzlich geregelte Entgelte, Umlagen und Steuern	157
4.6.	Ander Brennstoffe als Erdgas	157
4.6.1.	Grundlagen der Messung flüssiger und fester Brennstoffe	158
4.6.2.	Bestimmung der verbrauchten Masse flüssiger Brennstoffe	158
4.6.3.	Bestimmung der verbrauchten Masse fester Brennstoffe	159
4.6.3.1.	Direkte Messung der Masse	159
4.6.3.2.	Abschätzung über die Betriebsdauer von Fördereinrichtungen ...	160
4.6.3.3.	Abschätzung über die Veränderung des Lagerbestands	160
4.6.3.4.	Rückschluss über die erzeugte Wärmemenge	160
4.6.4.	Kosten für den Bezug anderer Brennstoffe als Erdgas	160
4.6.4.1.	Kosten für Brennstoff und Lieferung	161
4.6.4.2.	Gesetzlich geregelte Entgelte, Umlagen und Steuern	161
4.6.4.2.1.	Energiesteuer	161
4.6.4.2.2.	Erdölbevorratung	163
4.6.4.2.3.	Umsatzsteuer	164
4.7.	Wasser	164

4.7.1.	Messprinzipien	166
4.7.1.1.	Mechanische Volumenzähler	167
4.7.1.2.	Andere Messverfahren	167
4.7.1.3.	Messgenauigkeit und Größe von Wasserzählern; Verbundwasserzähler	168
4.7.2.	Kosten für den Bezug von Wasser und die Abgabe von Abwasser	169
4.7.2.1.	Liberalisierung.....	169
4.7.2.2.	Kosten für die Lieferung von Wasser	170
4.7.2.3.	Abwassergebühren.....	170
4.7.2.4.	Gesetzlich geregelte Entgelte, Umlagen und Steuern	171
4.7.2.4.1.	Konzessionsabgabe.....	171
4.7.2.4.2.	Umsatzsteuer.....	171
4.8.	Druckluft	172
4.8.1.	Messprinzipien	173
4.8.1.1.	Energieaufwand bei der Druckluft-Erzeugung.....	173
4.8.1.2.	Aufteilung der in der Druckluft enthaltenen Energie auf einzelne Verbraucher.....	173
4.8.1.3.	Messung des Druckluftvolumens	174
4.8.1.4.	Messung von Leckagen.....	175
4.8.2.	Kosten für die Nutzung von Druckluft	175
4.9.	Messung von Variablen mit Einfluss auf den Energieverbrauch....	175
4.9.1.	Direkte Erfassung.....	176
4.9.2.	Nutzung anderer Datenquellen.....	176

5. AUFBAU EINER REGELMÄSSIGEN ERFASSUNG

VON VERBRAUCHSDATEN 180

5.1.	Abbildung der Gebäude- und Zählerstrukturen	180
5.2.	Erfassung ohne gesonderten Hardware-Aufwand.....	180
5.2.1.	Datenlieferung durch Energieversorger, Netzbetreiber oder Messstellenbetreiber.....	181
5.2.2.	Eigene Handerfassung.....	183
5.3.	Elektronische Erfassung.....	185
5.3.1.	Anbindung von Zählern	185
5.3.1.1.	Anbindung über einen Bus	185
5.3.1.2.	Anbindung an einen vorbereiteten Impulsausgang.....	187
5.3.1.3.	Anbindung an einen nachträglich hergestellten Impulsausgang....	189
5.3.1.4.	Bildtechnische Erfassung des Zählwerkes.....	189
5.3.1.5.	Überlegung zur Synchronisierung	189
5.3.1.6.	Weitere Größen	190
5.3.2.	Feld-Bussysteme	191

5.3.3.	Datenlogger	191
5.3.4.	SCADA-Systeme (Gebäude- oder Prozessleittechnik)	192
5.3.4.1.	Aufgeschaltete Werte	193
5.3.4.2.	Aufzeichnung von Werten	193
5.3.4.3.	Langfristige Speicherung und zeitliche Aggregation von Werten	194
5.3.5.	WAN-Kommunikation	196
5.4.	Zentrale Datensammlung und -verarbeitung	196
5.4.1.	Sach- und Personalaufwand	197
5.4.2.	Wichtige Funktionen	198
5.4.2.1.	Datenquellen (Bewegungsdaten)	198
5.4.2.2.	Überwachung des regelmäßigen Dateneingangs	199
5.4.2.3.	Zeitvariante Abbildung der Tarife und der Eigenschaften der Energieträger	199
5.4.2.4.	Zeitvariante Abbildung der Versorgungs- und Zählerstruktur	200
5.4.2.5.	Zeitvariante Abbildung der Gebäude- bzw Produktionsstruktur	201
5.4.2.6.	Zeitvariante Abbildung der relevanten Einflussfaktoren	201
5.4.2.7.	Verarbeitung der Daten	202
5.4.2.8.	Automatische Analyse und Alarmierung	202
5.4.2.9.	Auswertung und Berichtswesen	203
5.4.2.10.	Kommentierungen und Maßnahmenvorschläge	208
5.4.2.11.	Benutzerverwaltung	209
5.4.2.12.	Einbindung in die IT-Landschaft	209
5.4.3.	Abgrenzungen	209
5.4.3.1.	CAFM vs. Energiecontrolling	210
5.4.3.2.	Schnittstellen zwischen CAFM und Energiecontrolling	211
5.4.3.2.1.	Schnittstelle für Stammdaten	212
5.4.3.2.2.	Schnittstelle für Energiekosten	213
5.4.3.3.	SCADA vs. Energiecontrolling	215
5.4.3.4.	Schnittstellen zwischen SCADA und Energiecontrolling	216
5.4.3.4.1.	Regelmäßige Übernahme von Zählerständen und Prozessvariablen	217
5.4.3.4.2.	Synchronisation der vorhandenen Zählerstrukturen	217
5.4.3.4.3.	Übergabe von Alarmmeldungen	218
5.4.3.4.4.	Unterstützung des Prozesses „Zählerwechsel“	218

6. AUFBEREITUNG UND ANALYSE VON ENERGIEVERBRAUCHSDATEN 220

6.1.	Zeitbereinigung / Witterungsverteilung	220
6.2.	Witterungsbereinigung	222
6.2.1.	Klimawerte	223
6.2.2.	Genormte Witterungsbereinigungsverfahren	224

6.2.3.	Langjährige Mittelwerte	224
6.2.4.	Bereinigung und Warmwassersockel	225
6.2.5.	Bereinigung kürzerer Perioden	225
6.2.6.	Standortbereinigung	226
6.2.7.	Kühlbereinigung	227
6.3.	Kennwert-Bildung	227
6.4.	Aufbereitung und Plausibilisierung von gemessenen oder gezählten Werten	229
6.4.1.	Fehlermöglichkeiten bei allen Arten von Zählern	229
6.4.1.1.	Ungeeignetes Messgerät	229
6.4.1.2.	Fehler im Messgerät	230
6.4.1.3.	Falsche Annahmen / Information über Wandlerfaktoren o.ä.	230
6.4.1.4.	Verpasster Zählerwechsel	230
6.4.1.5.	Falsche Behandlung eines Zählerüberlaufs	231
6.4.1.6.	Falsche Zuordnung	231
6.4.1.7.	Erfassung nicht im erwarteten Zeitraster	231
6.4.2.	Fehlermöglichkeiten bei manueller Ablesung	231
6.4.2.1.	Falsche Zuordnung	232
6.4.2.2.	Falscher Ablesezeitpunkt	232
6.4.2.3.	Falscher Ablesewert	233
6.4.3.	Fehlermöglichkeiten bei automatischer Ablesung	234
6.4.3.1.	Falsche Zuordnung	234
6.4.3.2.	Falscher Ablesezeitpunkt	234
6.4.3.3.	Falscher Ablesewert	235
6.4.3.4.	Präventive Fehlervermeidung	236
6.4.3.5.	Plausibilitätskontrollen und manuelle Korrektur	237
6.4.3.6.	Automatische Korrektur	237
6.4.4.	Widersprüchliche Daten aus verschiedenen Datenquellen	238
6.5.	Von der Datenreihe zum Verbrauch	239
6.5.1.	Unterschied zwischen Datenpunkt und Zähler	240
6.5.2.	Strukturdaten	241
6.5.3.	Zeitvarianz	243
6.6.	Sollwert-Berechnung	243
6.6.1.	Fixe kosten- oder verbrauchsbasierte Sollwerte	243
6.6.2.	Gradtagsbasierte Sollwerte	244
6.6.3.	Sollwerte nach dem SLP-Verfahren nach TU-München	244
6.6.4.	Energiesignaturen	246
6.6.4.1.	Aufstellung der Energiesignatur auf Basis einer Bedarfsberechnung	246
6.6.4.2.	Aufstellung der Energiesignatur auf Basis gemessener Werte	248
6.6.4.3.	Verwendung der Energiesignatur zum Ist-Soll-Vergleich	249
6.6.4.4.	Energiesignaturen für andere Energieeinsatzbereiche als Raumwärme	250

6.6.4.5.	Weitere Anmerkungen zu den Energiesignaturen.....	251
6.7.	Aussagekräftige Darstellungsformen	252
6.7.1.	Kennzahlen	252
6.7.1.1.	(Voll)benutzungsstunden	252
6.7.1.2.	Grundverbrauch	252
6.7.2.	Zeitreihen	253
6.7.3.	Dauerlinien.....	255
6.7.4.	Vergleiche, Benchmarks.....	256
6.7.5.	Scatterplots / Streudiagramme.....	259
6.7.6.	Carpetplots	260
 7. LITERATURVERZEICHNIS.....		262
 8. STICHWORTVERZEICHNIS		272
 9. INSERENTENVERZEICHNIS.....		284