

Dr. Harald Baedeker
Prof. Dr. Martin Meyer-Renschhausen

Energiemanagement in kleinen und mittleren Kommunen

**Ökonomische Grundlagen
Analyse des Vorgehens
Leitfaden für die Praxis**

Shaker Verlag
Aachen 2006

Inhaltsverzeichnis

1	EINLEITUNG.....	11
2	ZUM INHALT DIESES BUCHES.....	13

TEIL I: THEORIE DES KOMMUNALEN ENERGIEMANAGEMENTS: ÖKONOMISCHE BETRACHTUNG (PROF. DR. M. MEYER-RENSCHHAUSEN).....

3	BEGRÜNDUNG UND DEFINITION DES BETRIEBLICHEN ENERGIEMANAGEMENTS.....	17
3.1	<i>Begriff des Managements</i>	17
3.2	<i>Gründe für die Einführung des Energiemanagements</i>	18
3.3	<i>Organisatorische Fragen der Energienutzung</i>	19
3.4	<i>Ziele des Energiemanagements</i>	20
3.5	<i>Organisationsstruktur des Energiemanagements</i>	22
3.6	<i>Definition des betrieblichen und kommunalen Energiemanagements</i> ...	26
4	WIRTSCHAFTLICHKEIT DES KOMMUNALEN ENERGIEMANAGEMENTS	27
4.1	<i>Ökonomische Analyse des Energiecontrolling</i>	30
4.1.1	Modell des Energiecontrollings.....	31
4.1.2	Ergebnisse des Modells	34
4.1.3	Diskussion der Ergebnisse	37
4.2	<i>Energieeffizienzinvestitionen – kommunale Haushaltsmittel oder Finanzierung durch externe Anbieter</i>	39
4.2.1	Modell der Effizienzinvestition	40
4.2.2	Ergebnisse des Modells	43
4.2.3	Diskussion der Ergebnisse	45
5	DER MARKT FÜR EXTERNE ENERGIEDIENSTLEISTUNGEN – MARKTVERSAGEN?	47
6	GERINGE NACHFRAGE NACH KEM-LEISTUNGEN UND KOMMUNALE INTERESSEN	51
6.1	<i>Ökonomische Theorie der Bürokratie – Grundzüge</i>	52
6.2	<i>Hemmnisse des Kommunalen Energiemanagements – Verwaltungsversagen?</i>	53
6.2.1	Interessenslage der Verwaltung bei traditioneller Haushaltssteuerung	54
6.2.2	Interessenslage der Verwaltung im Falle der Budgetierung.....	57
7	ZUSAMMENFASSUNG: ÜBERLEGUNG ZU EINER ZUKÜNFTIGEN ENERGIEPOLITIK	59

TEIL II: ANALYSE DER PRAXIS UND PRAKTISCHER WEGWEISER BEI	
ORGANISATION UND DURCHFÜHRUNG	
	(DIPL.-ING. DR. H. BAEDEKER)..... 63
8	EINLEITUNG: ORGANISATION VON AUFBAU UND ABLAUF 63
9	DIE GRÖÖE DER KOMMUNE – BESCHREIBUNG VON TYPEN 66
9.1	<i>Statistische Einordnung</i> 66
9.2	<i>Aufstellung einer Größenklassifikation</i> 68
9.3	<i>Spezielle Bedingungen großer Kommunen</i> 72
9.4	<i>Anwendung auf mittlere Kommunen</i> 75
9.5	<i>Situation kleiner Kommunen</i> 77
9.6	<i>Zusammenfassung</i> 79
10	STRUKTURIERUNG UND ORGANISATORISCHE ZUORDNUNG DES ENERGIEMANAGEMENTS..... 81
10.1	<i>Strukturierung der Tätigkeitsbereiche</i> 81
10.1.1	Maßnahmengliederung nach dem Einsparpotenzial 81
10.1.2	Investive und nichtinvestive Maßnahmen (technisch- organisatorisch) 82
10.1.3	Trennung von Anlagen- und Regeltechnik 84
10.2	<i>Aufbauorganisation unter Berücksichtigung der Arbeitsabläufe</i> 86
10.3	<i>Zusammenfassung: Berücksichtigung der zeitlichen Perspektive</i> 90
11	EXTERNE VERGABE ODER EIGENVORNAHME – „MAKE-OR-BUY“- ENTSCHEIDUNG 91
11.1	<i>Grundlagen der Transaktionskostenökonomie</i> 92
11.1.1	Höhere Eigenkosten kleiner Kommunen 93
11.1.2	Unsicherheit und opportunistisches Verhalten 93
11.1.3	Spezifische Leistungen und externe Restriktionen 95
11.1.4	Transaktionskosten als Bewertungsansatz 96
11.2	<i>Vergleich externer Leistungstypen</i> 97
11.2.1	Typ „Bauleistung“ 98
11.2.2	Dienstleistungsverträge „warmes Gebäude“ 98
11.2.3	Energieeffizienzdienstleistungen 100
11.2.3.1	Optimierung bestehender Anlagen 101
11.2.3.2	Planungsaufträge mit Erfolgshonorar 103
11.2.3.3	Einsparcontracting 104
11.3	<i>Zusammenfassung: Konsequenzen für kleine und mittlere Kommunen</i> 117
11.4	<i>Empfehlungen für kleine Kommunen</i> 120
11.5	<i>Empfehlungen für mittlere Kommunen</i> 123
12	ENERGIECONTROLLING ALS ZENTRALES ELEMENT DER ABLAUFORGANISATION 128
12.1	<i>Vorbemerkung</i> 128
12.2	<i>Controlling als Voraussetzung für andere Aufgabenbereiche</i> 129
12.2.1	Gebäudeanalyse 129
12.2.2	Betriebsführung von Anlagen 130
12.2.3	Nutzungsoptimierung und Aufklärung 131
12.2.4	Information: Schulung und Berichterstattung 134
12.2.5	Energiebeschaffung 135

12.2.6	Zusammenfassung und Gewichtung: technisches Gesamtkonzept ...	135
12.3	<i>Ursprüngliches Energiecontrolling – Verbrauchserfassung</i>	136
12.3.1	Manuelle Erfassung	137
12.3.2	Automatische Erfassung	137
12.3.3	Verbrauchserfassung über den Energieversorger	139
12.3.4	Verbrauchserfassung durch die Verwaltung	140
12.3.4.1	Manuelle Verbrauchserfassung durch die Verwaltung	140
12.3.4.2	Automatische Verbrauchserfassung durch die Verwaltung	143
12.3.5	Software für die Verbrauchserfassung	146
12.3.6	Zusammenfassung Verbrauchserfassung	151
12.4	<i>Technischer Fortschritt: Telematik und die Strategien</i>	152
12.4.1	Einführung Telematik	152
12.4.2	Erweiterung des Telematikansatzes	154
12.4.3	Kompatibilität zwischen den verschiedenen Herstellern	159
12.4.3.1	Das FND Kommunikationsmodell	160
12.4.3.2	Das BACNet Kommunikationsmodell	161
12.4.3.3	Direktkopplung zweier firmenproprietärer Netze	163
12.5	<i>Telematik in kleinen und mittleren Kommunen</i>	164
13	ORGANISATION DES ARBEITSABLAUFS DURCH KENNZAHLEN	168
13.1	<i>Kennzahlen mit unterschiedlichen Funktionen</i>	168
13.2	<i>Kennzahlen als Maßstab und Bewertungskriterium</i>	170
13.2.1	Vorbemerkung	170
13.2.2	Die verschiedenen Kennzahlen	172
13.2.2.1	Prinzip und Einteilung	172
13.2.2.2	Schwach veränderliche Normierungsgrößen	174
13.2.2.3	Stark veränderliche Normierungsgrößen	178
13.2.3	Zusammenfassung	181
13.3	<i>Kennzahlen als Richtschnur und Erfolgskriterium</i>	182
13.3.1	Erfolgsfaktoren	183
13.3.2	Schlüsseltätigkeiten	186
13.3.2.1	Weiche Maßnahmen	187
13.3.2.2	Informations- und Regeltechnik und anlagentechnische Optimierung	188
13.3.2.3	Technische Anlagen und Gebäudehülle	188
13.3.2.4	Praktisches Vorgehen	189
13.4	<i>Zusammenfassung: Kennzahlen als Richtschnur und Prüfstein?</i>	189
14	ZUSAMMENFASSUNG	193
14.1	<i>Energiemanagement anhand von Optionspaaren</i>	194
14.1.1	Organisation und Struktur	195
14.1.2	Weiche Maßnahmen – Einstieg oder Ergänzung	196
14.1.3	Informations- und Regeltechnik – Telematik	196
14.1.4	Anlagentechnische Optimierungsstrategie	198
14.1.5	Sanierung von Anlagen und Gebäuden	199
14.1.6	Interne oder externe (Teil)Leistungserbringung	200
14.2	<i>Würdigung individueller Voraussetzungen</i>	201
14.3	<i>Entscheidung und Umsetzung</i>	202
14.4	<i>Schlusswort</i>	204

TEIL III: ARBEITSPLÄNE, ARGUMENTE, BEISPIELE, CHECKLISTEN	
(DIPL.-ING. DR. H. BAEDEKER).....	209
15 ZEHN GOLDENE KOMMUNIKATIONSREGELN IM ENERGIEMANAGEMENT..	210
16 ARGUMENTATIONSHILFEN STRATEGIEWAHL IM ENERGIEMANAGEMENT.	212
16.1 Sanierung der Gebäudehülle.....	212
16.2 Allgemeines Vorgehen.....	213
16.3 Schwerpunkte bei Datenerfassung und Regelung	214
17 ARGUMENTATIONSHILFE EINSPARCONTRACTING.....	215
17.1 Glühende Verfechter – Pro	215
17.2 Überzeugte Gegner – Contra	217
17.2.1 Betriebswirtschaftliche Vorbehalte	217
17.2.2 Misstrauen gegenüber Externen	218
17.2.3 Verfahrensvorbehalte.....	220
17.2.4 Grundsätzliche Vorbehalte.....	220
18 LEITFÄDEN	222
18.1 Einführung des Energiemanagements – Arbeitsschritte für eine Arbeitsgruppe	222
18.2 Einsparcontracting: Vorgehen und Verfahren.....	225
18.2.1 Projektvorbereitung: Auswahl der Liegenschaften, Zusammenstellen der Verdingungsunterlagen	225
18.2.2 Ausschreibungsverfahren und Wahl der Verdingungsordnung....	226
18.2.3 Bewertung der Angebote	227
18.2.4 Wirtschaftlichkeitsvergleich mit der Eigenbesorgung	228
18.2.5 Feinanalyse und Vertragsabschluss.....	229
18.2.6 Literatur.....	229
18.3 Praxis vor Ort und Nutzermotivation.....	230
18.3.1 Leitfaden „Begehung Heizraum“	230
18.3.2 Leitfaden „runder Tisch“ mit Verantwortlichen und Multiplikatoren	234
18.3.3 Leitfaden für das Gespräch mit Endnutzern.....	236
19 CHECKLISTEN.....	238
19.1 Erfolgsfaktoren für das Energiemanagement.....	238
19.1.1 Erfolgsfaktoren für Betriebsorganisation und -struktur	238
19.1.2 Erfolgsfaktoren für den Bereich weicher Maßnahmen	239
19.1.3 Erfolgsfaktoren für den Bereich Informations- und Regeltechnik.	240
19.1.4 Erfolgsfaktoren für den Bereich Verbesserung der Anlagentechnik ...	242
19.1.5 Erfolgsfaktoren für die energetische Optimierung der Sanierungsvorhaben	243
19.2 Schlüsseltätigkeiten für die praktische Umsetzung des Energiemanagements.....	244
19.2.1 Weiche Maßnahmen – geringe Investitionen.....	244
19.2.1.1 Energieeinsparung Wärme	244
19.2.1.2 Energieeinsparung Strom	245
19.2.2 Informations- und Regeltechnik und anlagentechnische Optimierung	246
19.2.3 Technische Anlagen: Wärmeerzeuger und elektrische Verbraucher..	247
19.2.3.1 Wärmeerzeugung.....	247

19.2.3.2	Wärmeverteilung	248
19.2.3.3	Lüftungsanlagen.....	249
19.2.3.4	Beleuchtung.....	250
19.2.4	Einfache Maßnahmen an der Gebäudehülle	250
19.3	<i>Technische Standards für die Einrichtung einer vollständigen Telematik ..</i>	251
19.3.1	Anlagenprogrammierung Heizraumregler	251
19.3.1.1	Handbedienebene (Vor Ort Bedienung).....	254
19.3.1.2	Zeitschaltkataloge	254
19.3.1.3	Kessel	255
19.3.1.4	Funktionsbeschreibung	256
19.3.2	Einrichtung GLT	256
19.3.2.1	Konventionen Standards Adressen.....	256
19.3.2.2	Bildsystematik	257
19.3.2.3	Bildaufbau pro Liegenschaft:	257
19.3.2.4	Störungsverarbeitung.....	258
19.3.2.5	Kopplungen von Fremdreglern und Steuerungen.....	259
19.3.3	Datenerfassung über GLT	260
19.3.3.1	Grundfunktion	260
19.3.3.2	Archivierung der historischen Daten	260
19.3.3.3	Speziellere Auswertefunktion	260
20	BERECHNUNGSBLÄTTER UND FORMULARE.....	262
20.1	<i>Witterungsbereinigung durch Gebäudevergleich.....</i>	262
20.2	<i>Protokolltafel für Probleme mit der Heizung.....</i>	265
20.3	<i>Kommunikation zur Auftragsverfolgung</i>	266
20.4	<i>Wirtschaftlichkeitsberechnung</i>	268
20.5	<i>Start Stopp Optimierung</i>	269
20.6	<i>Überprüfung eines automatischen Impulszählers.....</i>	271
20.7	<i>Gebräuchliche Formeln und Umrechnungen</i>	272
21	MERKBLÄTTER	273
21.1	<i>Störungshilfe bei zu niedriger Raumtemperatur</i>	273
21.2	<i>Energieverwendung und Raumtemperaturen in städtischen Gebäuden</i>	275
21.3	<i>Benutzung des Thermostatventils (Schule)</i>	277
21.4	<i>Anschaffung von Steckerleisten</i>	278
21.5	<i>Lichtsteueranlage in einer Turnhalle</i>	279
21.6	<i>Lüftungssteuerung in einer Turnhalle.....</i>	280
22	ANALYSE VON ENERGIEDATEN – BEISPIELE AUS DER PRAXIS	281
22.1	<i>Vorbemerkungen.....</i>	281
22.2	<i>Überprüfung der Absenkezeiten.....</i>	282
22.3	<i>Optimierung der Absenkezeiten</i>	285
22.4	<i>Einstellung der Stütztemperaturen</i>	288
22.5	<i>Anpassung der Heizkurve.....</i>	291
22.6	<i>Überwachung und Anpassung der Heizgrenzen</i>	292
22.7	<i>Vermeidung unnötiger Bereitschaftszeiten der Kessel.....</i>	294
22.8	<i>Überprüfung der Kesselfolge</i>	294
22.9	<i>Verdacht auf hydraulische Probleme</i>	295
22.10	<i>Lüftungsanlagen: Auswirkung eines verschmutzten Filters</i>	297
22.11	<i>Lastgang Gas</i>	298
22.12	<i>Lastgang Strom.....</i>	299

23	LITERATUR	301
----	-----------------	-----

Abbildungsverzeichnis

ABBILDUNG 1: BEISPIELHAFTES ZIELSYSTEM FÜR DAS BETRIEBLICHE ENERGIEMANAGEMENT	21
ABBILDUNG 2: ORGANISATORISCHE AUSFORMUNGEN DES BETRIEBLICHEN ENERGIEMANAGEMENTS.....	24
ABBILDUNG 3: ÜBERTRAGUNG DES BETRIEBLICHEN ENERGIEMANAGEMENTS AUF KOMMUNEN	25
ABBILDUNG 4: AUFGABENBEREICHE DES ENERGIEMANAGEMENTS	28
ABBILDUNG 5: STUFEN BZW. LEISTUNGSBÜNDEL DES KOMMUNALEN ENERGIEMANAGEMENTS	30
ABBILDUNG 6: EINZEL- UND GESAMTWIRTSCHAFTLICHE ERTRÄGE UND KOSTEN DES ENERGIECONTROLLING	34
ABBILDUNG 7: DURCHSCHNITTSKOSTEN DES INTERNEN UND EXTERNEN ENERGIECONTROLLINGS	36
ABBILDUNG 8: TYPISCHE ENERGIESPARMAßNAHMEN IN DEN BEREICHEN ORGANISATION, ANLAGENTECHNIK UND GEBÄUDEHÜLLE	41
ABBILDUNG 9: KOSTEN UND ERLÖSE ANLAGENTECHNISCHER MAßNAHMEN BEI UNTERSCHIEDLICHER GEBÄUDEGRÖßE	42
ABBILDUNG 10: A (OBEN): KOMMUNALE INVESTITION IN DIE ANLAGENTECHNIK B (UNTEN): INVESTITION DURCH EINEN CONTRACTOR.....	44
ABBILDUNG 11: GÜTERTYPEN UND INFORMATIONASYMMETRIEN	48
ABBILDUNG 12: VERTEILUNG DER EINWOHNER AUF VERSCHIEDENE GEMEINDEGRÖßEN IN DER BRD	67
ABBILDUNG 13: ANZAHL DER KOMMUNEN UNTERSCHIEDLICHER GRÖßE NACH BUNDESLÄNDERN	68
ABBILDUNG 14: UNTERSCHIEDE ZWISCHEN KOMMUNEN UNTERSCHIEDLICHER GRÖßE.....	69
ABBILDUNG 15: ORGANISATORISCHE EINBINDUNG DER AUFTEILUNG DER TÄTIGKEITEN DES ENERGIEMANAGEMENTS IN INVESTIV UND NICHTINVESTIV	88
ABBILDUNG 16: PROZESSORIENTIERTER STRUKTURIERUNGSVORSCHLAG FÜR DAS KEM..	89
ABBILDUNG 17: BETRIEBSKOSTENVERLAUF BEIM ENERGIE-EINSPARCONTRACTING.....	106
ABBILDUNG 18: UNTERSCHIEDE ZWISCHEN EINEM NORMALEN AUFTRAG UND EINEM ENERGIE-EINSPARCONTRACTING PROJEKT.....	108
ABBILDUNG 19: VERGLEICH ZWISCHEN ENERGIE-EINSPARCONTRACTING UND ANLAGENCONTRACTING (WÄRMELIEFERUNG) IN UNTERSCHIEDLICHEN PROJEKTPHASEN	109
ABBILDUNG 20: VERGLEICH INTERNER UND EXTERNER LEISTUNGSERBRINGUNG BEIM ENERGIEMANAGEMENT	118
ABBILDUNG 21: STRATEGIETAFEL: ENERGIEMANAGEMENT IN KLEINEN KOMMUNEN	122
ABBILDUNG 22: STRATEGIETAFEL: ENERGIEMANAGEMENT IN MITTLEREN KOMMUNEN	125
ABBILDUNG 23: MÖGLICHKEITEN DER VERBRAUCHSERFASSUNG	137
ABBILDUNG 24: LISTENUMLAUFSYSTEM MIT EINFACHER DATENHALTUNG UND DER MANUELLEN VERKNÜPFUNG ZU ENERGIEBERICHTEN.	141
ABBILDUNG 25: REALISIERUNG EINER VERBRAUCHSKONTROLLE MIT ZUSÄTZLICHEN DATENLOGGERN (EINGÄNGE FÜR ZÄHLWERTE, DIGITAL- UND ANALOGSIGNALS)	144
ABBILDUNG 26: ÜBERSICHT SOFTWARE ZUR VERBRAUCHSDATENERFASSUNG (AUSWAHL)	148
ABBILDUNG 27: BEISPIEL FÜR EINE SYSTEMTOPOLOGIE EINER TELEMATIKANLAGE	156
ABBILDUNG 28: SYSTEMTOPOLOGIE EINER TELEMATIKANLAGE MIT INTERNETSERVERN, VON BELIEBIG VIELEN ARBEITSPLÄTZEN KANN AUF ALLE INHALTE ZUGEGRIFFEN WERDEN.	158

ABBILDUNG 29: KRITERIEN DES ENERGIEMANAGEMENT: „RICHTSchnur“ UND „PRÜFSTEIN“	169
ABBILDUNG 30: LIEGENSCHAFTSVERGLEICH INTERN UND EXTERN.....	171
ABBILDUNG 31: VERSCHIEDENE KENNZAHLENTYPEN	173
ABBILDUNG 32: KRITERIEN DES ENERGIEMANAGEMENT: BISHERIGE ROLLE DER FLÄCHENKENNZAHL	190
ABBILDUNG 33: GEGENÜBERSTELLUNG: BEWERTUNG DURCH MaßSTAB UND PROZESSORIENTIERTES VORGEHEN	192
ABBILDUNG 34: STRATEGISCHE OPTIONSPAARE IM KOMMUNALEN ENERGIEMANAGEMENT	195
ABBILDUNG 35: BERECHNUNGSBLATT FÜR EINE VEREINFACHTE WITTERUNGSBEREINIGUNG	264
ABBILDUNG 36: PROTOKOLLTAFEL FÜR PROBLEME MIT DER HEIZUNG.....	265
ABBILDUNG 37: AUFTRAGSVERFOLGUNG	267
ABBILDUNG 38: BERECHNUNGSBLATT MIT AUSGEFÜHRTEN EXCEL-FUNKTIONEN ZUR WIRTSCHAFTLICHKEITSBERECHNUNG VON ENERGIESPARINVESTITIONEN	268
ABBILDUNG 39: ÜBERPRÜFUNG DER START-STOPP OPTIMIERUNG	270
ABBILDUNG 40: ÜBERPRÜFUNG EINES AUTOMATISCHEN IMPULSZÄHLERS.....	271
ABBILDUNG 41: GEBRÄUCHLICHE FORMELN UND UMRECHNUNGEN (AUSCHNITT)	272
ABBILDUNG 42: KONZEPT FÜR DIE EINRICHTUNG VON ABSENKZEITEN.....	282
ABBILDUNG 43: BEHELFSMÄßIGE ABSENKUNG OHNE RAUMTEMPERATURFÜHLER	284
ABBILDUNG 44: FERIEEN: ZUBRINGER UND HEIZKREIS IN BETRIEB.....	285
ABBILDUNG 45: FUNKTION DER EINSCHALTOPTIMIERUNG OHNE REFERENZRAUMTEMPERATUR	286
ABBILDUNG 46: ÜBERLAGERUNG VON STÜTZZYKLUS UND OPTIMIERTEM AUFHEIZBEGINN	287
ABBILDUNG 47: HARMONISIERTE STÜTZTEMPERATURZYKLEN.....	289
ABBILDUNG 48: STÜTZTEMPERATUR OHNE SYNCHRONISIERTE ZYKLEN.....	290
ABBILDUNG 49: ÜBERLAGERUNG VON STÜTZZYKLUS UND OPTIMIERTEM AUFHEIZBEGINN	291
ABBILDUNG 50: SYSTEMAUßENTEMPERATUREN - ERKENNUNG VON AUSREIßERN.....	292
ABBILDUNG 51: AUßENTEMPERATURGRENZE FÜR DEN HEIZBETRIEB.....	293
ABBILDUNG 52: DEFECT BEI KESSELFOLGE UND HEIZKREISANFORDERUNG.....	295
ABBILDUNG 53: HYDRAULISCHE WEICHE: PROBLEME BEI DER ÜBERTRAGUNG.....	296
ABBILDUNG 54: REGELVERHALTEN DER HEIZKREISVENTILE	297
ABBILDUNG 55: VERSCHMUTZTER FILTER EINER LÜFTUNGSANLAGE	298
ABBILDUNG 56: VERGLEICH: ZÄHLERDATEN-VERBRAUCHSDATEN.....	299
ABBILDUNG 57: LASTGANG EINES EINFACHEN VERWALTUNGSGEBÄUDES	300