

Inhaltsverzeichnis

Geleitwort	V
Vorwort	VII
Inhaltsverzeichnis	IX
Abbildungsverzeichnis	XIII
Tabellenverzeichnis	XIV
Formelverzeichnis	XV
Abkürzungsverzeichnis	XVII
1 Einleitung	1
1.1 Ausgangslage und Problemstellung	1
1.2 Zielsetzung	4
1.3 Abgrenzung des Untersuchungsbereichs	6
1.4 Stand des Wissens	8
1.4.1 Energiepolitik	9
1.4.2 Kommunales Energiemanagement	10
1.4.3 Lebenszykluskostenrechnung	12
1.4.4 Nachhaltigkeitsbewertung	14
1.5 Aufbau der Arbeit	16
2 Grundlagen der Energieeffizienzbewertung	19
2.1 Berücksichtigung der Nutzungsprozesse	21
2.2 Standortbedingte Einflussfaktoren	22
2.3 Betriebsprozesse	23
2.4 Bauwerk und Technische Anlagen	25
3 Beschreibung und Auswertung vorhandener Methoden	29
3.1 Kennwertermittlung zur Identifikation von Einsparpotenzialen	29
3.1.1 Benchmarking mit Betriebskostenkennwerten	29
3.1.2 Benchmarking mit Energiekennwerten	31
3.2 Energetische Bewertung nach Energieeinsparverordnung	36
3.2.1 Allgemeine Beschreibung der Bewertungsverfahren	36
3.2.2 Heizperiodenverfahren und Monatsbilanzverfahren	37
3.2.3 Internationalisierung der Formelzeichen	38
3.2.4 Energiebedarfsausweise und Energieverbrauchsausweise	40
3.2.5 Energiebedarfsermittlung im Nichtwohnungsbaubestand	43
3.3 Konzeption und Umsetzung von Energiespar-Contracting	44

3.3.1	Allgemeine Grundlagen für Energiespar-Contracting	44
3.3.2	Energiespar-Contracting in der kommunalen Praxis.....	45
3.3.3	Bestandsdatenerfassung für die Angebotslegung	46
3.4	Ganzheitliches Energiemanagement	49
3.4.1	Verbrauchskontrolle.....	49
3.4.2	Gebäudeanalyse.....	50
3.4.3	Energetische Modernisierung und Einsparmaßnahmen	52
3.4.4	Energieeffizienzverbesserung von Bestandsgebäuden	54
3.5	Wirtschaftlichkeitsbeurteilung von Energieeinsparstrategien	55
3.5.1	Auswahl finanzmathematischer Methoden	55
3.5.2	Berechnungsverfahren der Kapitalwertmethode.....	56
3.5.3	Berechnungsverfahren der Annuitätenmethode	60
3.6	Grundlagen der Modellentwicklung	62
3.6.1	Zusammenfassung der Modellanforderungen	62
3.6.2	Anforderungserfüllung durch die Benchmarking-Methode.....	64
3.6.3	Anforderungserfüllung durch die EnEV-Methode	65
3.6.4	Anforderungserfüllung durch die Contracting-Methode	67
3.6.5	Anforderungserfüllung durch die Energiemanagement-Methode	69
3.6.6	Anforderungserfüllung durch die Barwert-Methode	70
3.6.7	Zusammenfassung der Modellanforderungserfüllung.....	71
3.6.8	Verwendung vorhandener Methoden für die Modellentwicklung	77
4	Entwicklung eines ganzheitlichen Prozessmodells	80
4.1	Grobstruktur des Prozessmodells	80
4.2	Prozessablauf Gebäudeauswahl.....	81
4.3	Prozessablauf Gebäudeanalyse	84
4.3.1	Teilprozess Verbrauch und Kosten erfassen und auswerten.....	85
4.3.2	Teilprozess Geometrie erfassen und auswerten.....	88
4.3.3	Teilprozess U-Wert erfassen und auswerten	91
4.3.4	Teilprozess Nutzung erfassen und auswerten	92
4.3.5	Teilprozess Heizwärmeleistung berechnen	93
4.3.6	Teilprozess Heizenergiebedarf berechnen	98
4.3.7	Teilprozess Lebenszyklusbetrachtung des Einsparpotenzials.....	101
4.4	Prozessablauf Maßnahmenidentifizierung	102
4.5	Prozessablauf Umsetzungsempfehlung.....	105
4.5.1	Berechnung der Einsparkosten (ESPARKO).....	105
4.5.2	Bewertung der Maßnahmeneffizienz (MEFFI)	106
4.5.3	Auswahl der Maßnahmen	106
4.6	Beispielberechnung mit EDV-Unterstützung	109

4.6.1	Prozessmodell-Umsetzung mit Tabellenkalkulationssoftware	109
4.6.2	Erfassung der Gebäudenutzung	110
4.6.3	Erfassung und Auswertung des Energieverbrauchs	111
4.6.4	Erfassung und Auswertung der Gebäudegeometrie	112
4.6.5	Ermittlung des Heizenergiebedarfs	114
4.6.6	Lebenszyklusbetrachtung der Einsparpotenziale	114
4.6.7	Maßnahmenidentifizierung am Beispiel des Kindergartens	115
4.6.8	Umsetzungsempfehlung am Beispiel des Kindergartens	115
4.6.9	Zusammenfassende Auswertung mit der Ergebnisübersicht	116
5	Modellanwendung am Beispiel kommunaler Bestandsgebäude	120
5.1	Auswahl und Priorisierung der Bestandsgebäude	120
5.1.1	Schule	120
5.1.2	Kindergarten 01	120
5.1.3	Kindergarten 02	121
5.1.4	Freizeitheim	121
5.1.5	Bestandsdatenübersicht und Priorisierung der Gebäudeauswahl	121
5.2	Zusammenfassende Darstellung der Ergebnisse	123
5.3	Sensitivitätsanalyse am Beispiel des Kindergartens	126
5.3.1	Auswirkung steigender Energiekosten	126
5.3.2	Auswirkung veränderter Gebäudegeometrie	128
5.3.3	Auswirkung erhöhter U-Werte im Ist-Zustand	129
5.3.4	Auswirkung erhöhter Jahresvollbenutzungsstunden	131
5.3.5	Auswirkung erhöhter Luftwechselzahl	132
5.3.6	Auswirkung erhöhter Endenergie-Aufwandszahl	133
5.3.7	Auswirkung veränderter Temperaturdifferenz	135
5.4	Ergebnisanalyse im Vergleich zu externen Verbrauchskennwerten	136
5.4.1	Vergleichende Bewertung der Ergebnisse für die Schule	137
5.4.2	Vergleichende Bewertung der Ergebnisse für den Kindergarten 01	139
5.4.3	Vergleichende Bewertung der Ergebnisse für den Kindergarten 02	140
5.4.4	Vergleichende Bewertung der Ergebnisse für das Freizeitheim	141
5.5	Im Zuge der Modellanwendung gewonnene Erkenntnisse	142
6	Resümee und Ausblick	146
6.1	Zusammenfassung der Ergebnisse	146
6.2	Weiterer Forschungsbedarf	149
	Literatur	153
	Glossar	165