

1	Einleitung	11
1.1	Das globale Energieproblem	11
1.2	Das Energiekonzept als Entscheidungsaufgabe	19
1.3	Verwendete Quellen	21
2	Das Energiesystem »Gebäude«	22
2.1	Energieumwandlungsprozesse	22
2.2	Raumklima und Energiebedarf	25
2.2.1	Vorbemerkungen	25
2.2.2	Das thermische Raumklima	26
2.2.3	Luftqualität	33
2.2.4	Das visuelle Raumklima	34
2.3	Energieströme und Energiebilanz	35
2.4	Die Energiebilanz von Gebäuden als Grundlage für Berechnungsverfahren	39
2.5	Energetische Bewertungsgrößen	44
2.5.1	Übersicht	44
2.5.2	Wirkungsgrad	45
2.5.3	Gütegrad	49
2.5.4	Nutzungsgrad	50
2.6	Zeitliche Strukturen des Energiebedarfs	52
2.7	Ökologische Aspekte	57
2.8	Verwendete Quellen	63
3	Berechnungsverfahren zur Bestimmung des Energiebedarfs von Gebäuden	64
3.1	Einfache Verfahren für den Heizenergiebedarf	64
3.1.1	Das Hüllflächenverfahren	64
3.1.2	Volllaststunden-Verfahren	67
3.2	Komplexe Berechnung des Heizenergiebedarfes	69
3.2.1	Vorbemerkung	69
3.2.2	Einperiodenverfahren	69
3.2.3	Monatsperiodenbilanzverfahren	73
3.3	Nutzenergiebedarf für Lüftung und Klimatisierung	73
3.4	Nutzenergiebedarf für Beleuchtung	78
3.5	Nutzenergiebedarf für die Trinkwarmwasserbereitung	83
3.6	End- und Primärenergiebedarf	84
3.6.1	Verfahren nach DIN 4701-10	84
3.6.2	Verfahren nach DIN 18599	88
3.7	Verwendete Quellen	92
4	Energetische Gebäudegestaltung	93
4.1	Vorbemerkung	93
4.2	Baukörper und Fassade	93
4.2.1	Betrachtung für den Heizfall	93

4.2.1.1	Einflüsse auf den Transmissionswärmeverlust	93
4.2.1.2	Einflüsse auf den Lüftungswärmeverlust	97
4.2.1.3	Nutzung solarer Einstrahlung	98
4.2.2	Niedrigenergie- und Passivhäuser	101
4.2.3	Betrachtung für den Kühlfall	103
4.3	Kessel- und Heizungsanlagen	106
4.3.1	Wärmebereitstellungsarten für Gebäude	106
4.3.2	Heizkesselanlagen	106
4.3.3	Wärmeverteilsystem und Anlagenregelung	111
4.4	Kraft-Wärme-Kopplung	116
4.4.1	Überblick	116
4.4.2	Blockheizkraftwerke (BHKW)	117
4.4.3	Alternative Anlagenkonzepte	120
4.5	Wärmepumpen und Kälteerzeuger	123
4.5.1	Thermodynamische Grundlagen	123
4.5.2	Wärmepumpen	124
4.5.3	Kälteerzeugung	131
4.6	Solare Wärmebereitstellung	134
4.7	Lüftungs- und Klimatisierungssysteme	137
4.7.1	Vorüberlegung	137
4.7.2	Wärmerückgewinnung	139
4.7.3	Optimierung des Lufttransports	141
4.8	Elektroenergiebereitstellung	147
4.9	Photovoltaiksysteme	148
4.10	Beleuchtungssysteme	149
4.11	Verwendete Quellen	151
5	Wirtschaftliche Bewertung	154
5.1	Systematisches Entscheiden	154
5.2	Die Nutzwertanalyse	156
5.3	Wirtschaftlichkeit als Entscheidungskriterium	158
5.4	Von der Energie- zur Zahlungsbilanz	161
5.5	Konstellationen einer Investitionsentscheidung	163
5.6	Einfache kostenrechnerische Verfahren	164
5.6.1	Kostenvergleich	164
5.6.2	Gewinnvergleich	165
5.6.3	Rentabilität	165
5.6.4	Amortisationsdauer	166
5.6.5	Beispiel kostenrechnerische Verfahren	166
5.7	Komplexe finanzmathematische Verfahren	169
5.7.1	Grundlagen und Ausgangswerte	169
5.7.2	Kapital- und Endwertverfahren	171
5.7.3	Annuitätenverfahren	176
5.7.4	Zinsfußmethoden	189

5.7.4.1	Interner Zinsfuß	189
5.7.4.2	Modifizierter interner Zinsfuß	190
5.7.5	Vollständige Finanzpläne	191
5.8	Optimierungsansätze	197
5.8.1	Vorbemerkung	197
5.8.2	Lineare Optimierung	197
5.8.3	Optimierungsprobleme Gesamtkostenfunktionen mit zwei Parametern	201
5.9	Entscheidungsmodelle von Privatpersonen	208
5.10	Verwendete Quellen	209
6	Energiemanagement	211
6.1	Zielstellung und Prozessanalyse	211
6.2	Allgemeiner Kostensenkungsansatz	214
6.3	Benchmarking als Einstiegsuntersuchung	215
6.4	Ansätze für Einsparpotenziale	222
6.4.1	Gebäude und Anlagengestaltung	222
6.4.1.1	Ansatzpunkte im Bereich der Heizung	222
6.4.1.2	Ansatzpunkte im Bereich der Lüftung/Klimatisierung	225
6.4.1.3	Ansatzpunkte im Bereich der Elektrotechnik/Beleuchtung	225
6.4.2	Gebäude- und Anlagenbetrieb	226
6.4.2.1	Untersuchungsansatz auf Prozessebene	226
6.4.2.2	Untersuchungsansatz auf Organisationsebene	231
6.4.3	Einkaufs- und Vertragsmanagement	239
6.4.3.1	Optimierung des Energieeinkaufsprozesses	239
6.4.3.2	Abschaltbare Energielieferverträge	240
6.5	Verwendete Quellen	242
7	Energiedienstleistungen	245
7.1	Energiecontracting	245
7.1.1	Grundprinzip und Marktsituation	245
7.1.2	Anlagencontracting	246
7.1.3	Einsparcontracting	252
7.1.4	Intracting	256
7.2	Energetische Aspekte von PPP-Projekten	257
7.3	Energieberatung	258
7.3.1	Leistungsbilder und Projektbearbeitungsstrategie	258
7.3.2	Arbeitsinstrumente	260
7.3.3	Kostenansätze	261
7.3.4	Beratungsbericht	265
7.3.5	Honorarkalkulation	265
7.3.6	Beratervertrag	269
7.4	Verwendete Quellen	270

8	Gesetzliches Umfeld	272
8.1	EU-Gesetzgebung	272
8.2	Energieeinspargesetz und Energieeinsparverordnung	272
8.2.1	Überblick	272
8.2.2	Energieausweise	274
8.2.3	Energetische Inspektion von Klimaanlagen	281
8.3	Erneuerbare Energien Wärme Gesetz	282
8.4	Erneuerbare Energien Strom Gesetz	283
8.5	Verwendete Quellen	285
9	Stoffwerte, Einheiten, Umrechnungen	286
9.1	Stoffwerte	286
9.2	Einheiten, Umrechnungen	290
10	Weiterführende Literatur	294
10.1	Bücher	294
10.2	Normen und Richtlinien	295
10.2.1	Gesetze, Verordnungen, Maßgaben	297
11	Sachregister	299