
Inhalt

1	Einführung	1
2	Systemübersicht	5
3	Methodisches Vorgehen bei der Vorbereitung von Systementscheidungen	13
3.1	Darstellung der Rahmenbedingungen	13
3.2	Zusammenstellung der technischen und kaufmännischen Grundlagen für Auswahl und Berechnung der Varianten	14
3.3	Ermittlung und Analyse der Bedarfswerte	15
3.4	Darstellung und Analyse der vorhandenen Energieversorgungsanlagen	16
3.5	Auswahl und Dimensionierung technisch sinnvoller Energieversorgungsvarianten	17
3.6	Berechnung der ökonomischen Eckdaten und Variantengegenüberstellung	17
3.7	Ökologische Systemanalyse und Variantengegenüberstellung	18
3.8	Zusammenfassende Bewertung und Systemempfehlung	18
4	Anlagenauswahl und Dimensionierung	19
4.1	Auswahl der einsetzbaren KWK-Anlagen	19
4.2	Festlegung der Betriebsart	22
4.3	Leistungsauslegung der Gesamtanlage und zweckmäßige Aufteilung der Aggregateleistungen	24
4.4	Auswahl und Dimensionierung der peripheren Anlagen und Hilfseinrichtungen für jede ausgewählte Variante	27
4.5	Erstellen der Aufstellungskonzepte	27
4.6	Festlegung der Mengengerüste und Ermittlung der Investitionen und der dazugehörigen Kapitalkosten	27
4.7	Ermittlung der Bedarfswerte	27

4.8	Ermittlung der Kosten	28
4.9	Ökonomische und ökologische Gegenüberstellung der Varianten	28
4.10	Optimierung der Auslegungsdaten	28

5 Technische Grundlagen 31

5.1	KWK-Anlagen mit Diesel-/Otto-Motor	47
5.1.1	Gesamtanlage	48
5.1.2	Aufstellungsverhältnisse/Gesamtanlagenumfang	52
5.1.3	Motorbauarten/Aggregatetechnik	59
5.1.4	Emissionen/Emissionsminderungsmaßnahmen	62
5.1.5	Basisdaten der Wirtschaftlichkeitsberechnung	73
5.1.5.1	Leistungsdaten	73
5.1.5.2	Jahresarbeit	76
5.1.5.3	Investitionen	80
5.1.5.4	Wartungs- und Instandhaltungsaufwand	80
5.1.5.5	Personalaufwand	84
5.2	KWK-Anlagen mit Gasturbine	85
5.2.1	Gesamt-Anlagenprozeß	86
5.2.1.1	Einfacher, offener Gasturbinenprozeß mit Abhitzekeessel	90
5.2.1.2	Gas- und Dampfturbinenprozeß	90
5.2.1.3	Gasturbine mit Dampfeinspritzung (Cheng-Prozeß)	93
5.2.2	Aufstellungsverhältnisse/Gesamtanlage	95
5.2.3	Gasturbinenbauarten	106
5.2.4	Emissionen/Emissionsminderungsmaßnahmen	107
5.2.5	Basisdaten der Wirtschaftlichkeitsberechnung	109
5.2.5.1	Leistungswerte	110
5.2.5.2	Jahresarbeit	113
5.2.5.3	Investitionen	117
5.2.5.4	Wartungs- und Instandhaltungsaufwand	119
5.2.5.5	Personalbedarf	122
5.3	KWK-Anlagen mit Dampfturbinen	123
5.3.1	Gesamtanlagenprozeß	125
5.3.2	Aufstellungsverhältnisse/Gesamtanlagenumfang	127
5.3.3	Bauarten und technische Rahmenbedingungen für die Konzeptionierung von Heizkraftwerken mit Dampfturbinen	140
5.3.4	Emissionen/Verbrennungsrückstände	144
5.3.4.1	Emissionen	144

5.3.4.2	Verbrennungsrückstände	149
5.3.5	Basisdaten der Wirtschaftlichkeitsberechnung	150
5.3.5.1	Leistungswerte	150
5.3.5.2	Jahresarbeit	167
5.3.5.3	Investitionen	170
5.3.5.4	Wartungs- und Instandhaltungsaufwand	173
5.1.5.5	Personalaufwand	174
5.4	Sonstige KWK-Anlagen	175
5.4.1	Direktantrieb von Arbeitsmaschinen durch Verbrennungskraftmaschinen oder Dampfturbinen	175
5.4.2	KWK-Anlagen auf Basis von Dampfmaschinen	176
5.4.3	Verbrennungsmotorwärmepumpen	177
5.4.4	Absorptionskälteanlagen	181
6	Betriebswirtschaftliche Grundlagen	189
6.1	Allgemeines zur Wirtschaftlichkeitsbeurteilung von Investitionen	189
6.2	Statische Verfahren der Investitionsrechnung	191
6.2.1	Kostenvergleichsrechnung	192
6.2.2	Gewinnvergleichsrechnung	195
6.2.3	Rentabilitätsvergleichsrechnung	196
6.2.4	Amortisationsrechnung	198
6.2.5	Zusammenfassende Wertung der statischen Verfahren der Investitionsrechnung	200
6.3	Dynamische Verfahren der Investitionsrechnung	202
6.3.1	Kapitalwertmethode	205
6.3.2	Methode des internen Zinsfußes	207
6.3.3	Annuitätenmethode	208
6.3.4	Zusammenfassende Wertung der dynamischen Verfahren der Investitionsrechnung	209
6.4	Anwendung der Investitionsrechnung in der Praxis	211
7	Wirtschaftlichkeitsberechnung	213
7.1	Zusammenstellung der Kostenansätze	215
7.2	Berechnung der Leistungs- und Arbeitswerte	215
7.3	Zusammenstellung der Investitionen und der Kapitalkosten	227

7.4	Zusammenstellung der betriebsgebundenen Kosten	230
7.5	Jahreskostenberechnung einschließlich Gegenüberstellung der Varianten	233
7.6	Sensitivitätsanalyse	237
8	Ökologische Systemanalyse	239
8.1	Schadstoffbilanz	239
8.2	Ökologische Bewertung der Systeme	244
8.2.1	Emissionsbewertung	244
8.2.2	Immisionsbewertung	248
9	Berechnungsbeispiele	251
9.1	Beispiel 9.1: Gasturbinenanlage als Erweiterung eines bestehenden Heizkraftwerkes	251
9.1.1	Aufgabenstellung	251
9.1.2	Ergebnisse der Bestandsaufnahme	252
9.1.3	Auswahl und Dimensionierung technisch sinnvoller Varianten	252
9.1.4	Ökonomische und ökologische Gegenüberstellung der ausgewählten Varianten	253
9.2	Beispiel 9.2: Gegenüberstellung der Anlagenvarianten - Motorenanlage - Dampfturbinenanlage am Beispiel einer Wärmeversorgungsanlage	275
9.2.1	Aufgabenstellung	275
9.2.2	Auswahl und Dimensionierung technisch sinnvoller Varianten	275
9.2.3	Ökonomische und ökologische Gegenüberstellung der ausgewählten Varianten	276
9.3	Beispiel 9.3: Systemvergleich Absorptionskälte- zu Kompressionskälteversorgungsanlage	299
9.3.1	Aufgabenstellung	299
9.3.2	Ergebnisse der Bestandsaufnahme	299
9.3.3	Auswahl und Dimensionierung der Varianten	301
9.3.4	Ökonomische und ökologische Gegenüberstellung der Varianten	303

10 Literaturverzeichnis	313
11 Sachwortverzeichnis	317