

Inhaltsverzeichnis

Formelzeichen	IX
1 Einleitung	1
1.1 Zielsetzung der Arbeit	2
1.2 Überblick	3
2 Energetische und treibhausgasbezogene Analyse von Energiesystemen	6
2.1 Der kumulierte Energieaufwand	7
2.2 Energetische Kenngrößen	11
2.3 Erweiterung der energetischen Analyse zur Emissionsanalyse	16
2.4 Diskussion der Netto-Energieanalyse und verwandter Methoden	18
3 Instrumentarium zur Bestimmung der kumulierten THG-Emissionen	24
3.1 Emissionsfaktoren von Brennstoffen	25
3.2 Emissionen bei der Bereitstellung von Energieträgern und Beton	25
3.2.1 Brennstoffe	27
3.2.2 Elektrizität	32
3.2.3 Bestimmung eines CO ₂ -Emissionsfaktors von Beton	34
3.3 Input-Output-Analyse (IOA)	34
3.4 Prozeßkettenanalyse (PKA)	51
3.5 Erläuterungen zur weiteren Vorgehensweise	56
4 Analyse von Stromerzeugungssystemen	60
4.1 Betrachtung des derzeitigen Kraftwerksparks	60
4.2 Fortschrittliche Kraftwerke auf fossiler Basis	67
4.2.1 Gas- und Dampfturbinen - (GuD)-Prozesse	67
4.2.2 Brennstoffzellen-Kraftwerke	71
4.3 Stromerzeugung aus regenerativen Energien	74
4.3.1 Windkraftwerke	75
4.3.2 Photovoltaik-Kraftwerke	81
4.3.3 Einbindung regenerativer Kraftwerke in die Energieversorgung	88
4.4 Ergebnisübersicht	95
5 Analyse der Raumwärme- und Warmwasserversorgung	101
5.1 Festlegung von Versorgungsaufgaben	102
5.2 Konventionelle Heizsysteme	106
5.3 Wärmepumpen	112
5.4 Fern- und Nahwärmeversorgung mit Kraft-Wärme-Kopplung	120
5.4.1 Zuordnung von Brennstoffverbrauch und Emissionen bei der Kraft-Wärme-Kopplung	121
5.4.2 CO ₂ -Emissionen der Nah- und Fernwärmeversorgung	131

5.5	Thermische Solarkollektoranlagen	136
5.5.1	Analyse einzelner Komponenten	137
5.5.1.1	Kollektor	137
5.5.1.2	Speicher	140
5.5.2	Systemanalyse	143
5.5.2.1	Brauchwassererwärmung	144
5.5.2.2	Solare Raumwärmeversorgung mit Kurzzeitspeicher	150
5.5.2.3	Solare Nahwärmeversorgung mit Langzeitspeicher	158
5.6	Analyse von Wärmeschutzmaßnahmen	164
5.7	Ergebnisübersicht	170
6	Energieversorgungsszenarien für die Bundesrepublik Deutschland	176
6.1	Energieverbrauch und CO ₂ -Emissionen im Referenzjahr 1987	177
6.2	Nutzungspotentiale regenerativer Energiequellen	185
6.3	Erläuterungen zur Szenarienanalyse	192
6.4	Voruntersuchungen für ausgewählte Sektoren der Energieversorgung	199
6.4.1	Stromerzeugung	199
6.4.2	Raumwärme- und Warmwasserversorgung	207
6.5	Szenarien des Übergangs auf eine CO ₂ -arme Energieversorgung	215
7	Zusammenfassung und Ausblick	228
Anhang		
A	Langfristige Verfügbarkeit fossiler Brennstoffe	235
B	Der anthropogene Treibhauseffekt	244
C	Ergebnismatrix der energetischen Input-Output-Analyse	256
Literatur		269