

# Graue Energie

Energiebilanzen von  
Energiesystemen

Daniel Spreng

Professor am Institut für Elektrische Energieübertragung  
und Hochspannungstechnik der ETH Zürich

Forschungsgruppe Energieanalysen  
unter Mitarbeit von Gabor Doka  
und Ivo Knoepfel



Hochschulverlag AG an der ETH Zürich B.G. Teubner, Stuttgart

# Inhalt

<b>1. Energie und deren Anwendungen</b> .....	1
1.1 Prolog .....	1
1.2 Energie- und Materialflüsse .....	2
1.3 Gebrauchsfertige Energie .....	4
1.4 Vorkommen und Konzentration von Energie .....	12
1.5 Energie – Wann und zu welchem Preis? .....	17
1.6 Die Energiedienstleistung .....	25
1.7 Austauschbarkeit von Energie, Zeit und Information .....	34
<b>2. Methoden kumulativer Energiebilanzierung</b> .....	39
2.1 Eine kurze Geschichte der Energiebilanzierung .....	39
2.2 Nützliche Fragen in der Energiebilanzierung .....	41
2.3 Schlüsselgrößen in der Energiebilanzierung .....	43
2.4 Probleme bei der Energiebilanzierung .....	48
2.5 Die Prozessanalyse und die Input-Output-Methode .....	52
2.6 Kennzahlen von Energiesystemen .....	60
<b>3. Energie- und Abwärmebilanzen von Energiesystemen</b> .....	65
3.1 Kernenergie .....	65
Prozessbeschreibung .....	65
Energiebilanzierung .....	68
Fragen und Antworten .....	69
Ressourcenbedarf .....	70
Bewertung der Systeme .....	76
3.2 Solar- und Windenergie .....	79
Photovoltaische Systeme .....	79
Solarthermische Systeme .....	82
Vakuumröhrenkollektor .....	84
Windenergiesysteme .....	86
3.3 Fossile Energien .....	89
Heizöl-Industriefeuerung .....	89
Steinkohlekraftwerk .....	92
3.4 Biomasse .....	92
3.5 Fazit .....	95

---

<b>4. Abwärmebilanzen von Energiedienstleistungen</b> .....	97
4.1 Direkter und Grauer Energiebedarf von Transportsystemen .....	97
4.2 Graue Energie von Energiesparmassnahmen .....	101
Prozesswärme und mechanischer Antrieb .....	101
Wärmedämmung .....	102
Trockenkühlturm .....	104
Kühlschrank .....	106
Bedeutung der Auslastungsziffer .....	108
4.3 Raumheizung und Warmwasseraufbereitung .....	109
4.4 Fernwärme .....	113
<b>5. Ökobilanzen</b> .....	119
5.1 Begriff und Aufbau der Ökobilanz .....	119
5.2 Anwendungsgebiete von Ökobilanzen .....	121
5.3 Abgrenzung zu anderen Instrumenten der Analyse von Umweltbelastungen .....	122
5.4 Ökobilanzen im Energiebereich .....	123
5.5 Methodische Probleme beim Erstellen von Ökobilanzen .....	125
5.6 Wirkungsanalyse und Wertung .....	126
<b>6. Anhang</b> .....	133
6.1 Wichtige Begriffe .....	133
6.2 Literatur- und Quellenverzeichnis .....	137
6.3 Register .....	141