

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Energieverbrauch von Gebäuden und solares Deckungspotential .....</b>	<b>1</b>
1.1	Gesamtenergieverbrauch von Gebäuden.....	1
1.1.1	Wohngebäude.....	2
1.1.2	Büro- und Verwaltungsbauten.....	6
1.1.3	Klimatisierung .....	10
1.2	Bedarfsdeckung durch aktive und passive Solarenergienutzung .....	14
1.2.1	Aktive Solarnutzung für Strom, Wärme- und Kälteerzeugung .....	14
1.2.2	Energiebedarfsdeckung durch passive Solarenergienutzung.....	19
<b>2</b>	<b>Meteorologische Grundlagen .....</b>	<b>23</b>
2.1	Extraterrestrische Solarstrahlung .....	24
2.1.1	Strahlungsleistung und Spektralverteilung der Solarstrahlung.....	24
2.1.2	Geometrie Sonne-Erde .....	26
2.2	Strahlendurchgang durch die Atmosphäre .....	34
2.3	Statistische Erzeugung von stündlichen Einstrahlungsdatensätzen .....	36
2.3.1	Tagesmittelwerte aus Monatsmittelwerten.....	37
2.3.2	Stundenmittelwerte aus Tagesmittelwerten.....	41
2.4	Globalstrahlung und Strahlung auf geneigte Flächen .....	43
2.4.1	Direkt- und Diffusstrahlung .....	43
2.4.2	Umrechnung der Globalstrahlung auf beliebig geneigte Flächen.....	44
2.4.3	Messtechnische Erfassung der Solarstrahlung.....	48
2.5	Verschattung .....	48
2.6	Temperaturmodelle .....	53
<b>3</b>	<b>Solare Wärmeerzeugung.....</b>	<b>59</b>
3.1	Solarthermische Systeme .....	60
3.1.1	Thermische Kollektortypen.....	61
3.1.2	Systemtechnik Trinkwassererwärmung.....	64
3.1.3	Systemtechnik Heizungsunterstützung.....	79
3.1.4	Große Solaranlagen zur Trinkwassererwärmung .....	83
3.1.5	Solare Nahwärme .....	89
3.1.6	Schwimmbadheizung .....	93
3.1.7	Kosten und Wirtschaftlichkeit.....	93
3.1.8	Betriebserfahrungen und relevante Normen .....	94

3.1.9	Wirkungsgradberechnung von thermischen Kollektoren .....	96
3.1.10	Einfaches dynamisches Kollektormodell.....	98
3.1.11	Speichermodellierung.....	119
3.2	Solare Luftkollektoren .....	124
3.2.1	Systemtechnik.....	127
3.2.2	Berechnung der thermischen Nutzleistung von solaren Luftkollektoren .....	130
3.2.3	Auslegung des Luftkreislaufes .....	141
<b>4</b>	<b>Solares Kühlen.....</b>	<b>147</b>
4.1	Technologien.....	149
4.1.1	Funktionsprinzip.....	149
4.1.2	Leistungszahlen .....	150
4.2	Trends und Grenzen .....	152
4.2.1	Absorptionskälte.....	152
4.2.2	Adsorptionskälte.....	153
4.2.3	Offene sorptionsgestützte Klimatisierung .....	154
4.2.4	Flüssigsorption .....	154
4.3	Wirtschaftlichkeits- und Qualitätskriterien .....	154
4.4	Sorptionsgestützte Klimatisierung .....	157
4.4.1	Einführung in die Technologie .....	157
4.4.2	Kopplung mit thermischen Solarkollektoren.....	161
4.4.3	Kosten.....	162
4.4.4	Physikalische und technologische Grundlagen der sorptionsgestützten Klimatisierung.....	163
4.4.5	Technologie Wärmerückgewinnung.....	176
4.4.6	Technologie Befeuchter.....	184
4.4.7	Auslegungsgrenzen und klimatische Randbedingungen.....	187
4.4.8	Energiebilanz sorptionsgestützter Klimatisierung .....	190
4.5	Geschlossene Adsorptionskälte.....	195
4.5.1	Technologie und Einsatzbereiche .....	195
4.5.2	Kosten.....	197
4.5.3	Funktionsprinzip.....	197
4.5.4	Energiebilanzen und Druckverhältnisse .....	198
4.5.5	Leistungszahlen .....	208

4.6	Absorptionskältetechnik .....	209
4.6.1	Der Absorptionskälteprozess und seine Komponenten .....	210
4.6.2	Energiebilanzen und Leistungszahlen einer Absorptionskältemaschine .....	214
4.6.3	Physikalische Grundlagen des Absorptionsprozesses .....	220
4.6.4	Statisches Absorptionskältemodell.....	234
4.6.5	Parameter Identifikation für das statische Absorptionskältemaschinen Modell .....	239
4.6.6	Absorptionstechnik und Solaranlagen .....	241
<b>5</b>	<b>Netzgekoppelte Photovoltaiksysteme .....</b>	<b>247</b>
5.1	Aufbau netzgekoppelter Anlagen.....	249
5.2	Solarzellentechnologien .....	251
5.3	Modultechnologie .....	252
5.4	Gebäudeintegration und Kosten.....	253
5.5	Energieproduktion und Performance Ratio von PV-Systemen.....	255
5.6	Physikalische Grundlagen der Solarstromerzeugung.....	256
5.7	Strom-Spannungs-Kennlinien.....	259
5.7.1	Kennwerte und Wirkungsgrad.....	259
5.7.2	Kurvenanpassungen an die Strom-Spannungskennlinie.....	260
5.7.3	Kennlinienmodelle für Dünnschichtmodule.....	275
5.7.4	Kennlinienaddition und Generatorverschaltung .....	278
5.8	Bypassdioden und Rückwärtskennlinien von Solarzellen.....	280
5.9	Einfaches Temperaturmodell für PV-Module.....	283
5.10	Systemtechnik.....	285
5.10.1	DC-Verschaltung.....	286
5.10.2	Wechselrichter.....	289
<b>6</b>	<b>Thermische Analyse gebäudeintegrierter Solarkomponenten.....</b>	<b>299</b>
6.1	Empirisches thermisches Modell .....	302
6.2	Energiebilanz und stationäres thermisches Modell.....	303
6.3	Bauteilkennwerte gebäudeintegrierter Solarkomponenten .....	310
6.4	Warmluftnutzung von Photovoltaikfassaden .....	312
6.5	Photovoltaisch-thermische Kollektoren zur Wärme- und Kälteerzeugung.....	315

<b>7</b>	<b>Passive Solarenergienutzung .....</b>	327
7.1	Passive Solarnutzung durch Verglasungen .....	327
7.1.1	Gesamtenergiedurchlassgrad von Verglasungen .....	328
7.1.2	Wärmedurchgangskoeffizienten von Fenstern .....	330
7.1.3	Neue Verglasungssysteme .....	331
7.2	Transparente Wärmedämmung (TWD) .....	332
7.2.1	Funktionsprinzip .....	333
7.2.2	Verwendete Materialien und Konstruktionen .....	336
7.3	Wärmespeicherung von Innenbauteilen .....	338
7.3.1	Bauteiltemperaturen bei Temperatursprüngen .....	340
7.3.2	Periodisch veränderliche Temperaturen .....	348
7.3.3	Einfluss solarer Einstrahlung .....	353
<b>8</b>	<b>Lichttechnik und Tageslichtnutzung .....</b>	355
8.1	Tageslichtnutzung und elektrischer Energieverbrauch .....	355
8.2	Physiologische Grundlagen .....	359
8.3	Lichttechnische Grundlagen .....	361
8.3.1	Tageslichtverteilung in Innenräumen .....	363
8.3.2	Beleuchtungsstärke, Leuchtdichte und Lichtstärke .....	365
8.3.3	Lichtstärkeverteilung von Leuchten und photometrisches Entfernungsgesetz .....	371
8.3.4	Einheiten und Definitionen .....	373
8.4	Sehleistung und Beleuchtungsqualität .....	374
8.4.1	Leuchtdichtekontraste und Blendung .....	375
8.4.2	Unterschiedsempfindlichkeit und Sehschärfe .....	376
8.4.3	Lichtrichtung und Körperwiedergabe .....	377
8.4.4	Lichtfarbe und Farbwiedergabe .....	377
8.5	Himmelsleuchtdichten .....	378
8.6	Tageslicht im Innenraum .....	381
8.6.1	Berechnung der Tageslichtverteilung nach DIN 5034 .....	383
8.6.2	Nutzbare Tageslichtbeleuchtung (Useful Daylight Illuminance) .....	387
8.7	Normierung und Berechnungsverfahren .....	387
	<b>Sachwortverzeichnis .....</b>	393