

Sonnenenergie in der Baupraxis

Solar-Architektur und Solar-Technik

Grundlagen und Anwendungen

Prof. Dr. rer. nat. Helmut Weik

Dipl.-Ing. G. Hahn

Dipl.-Wirtsch.-Ing. F. Marschall

Dipl.-Volkswirt H. Meister

Dipl.-Ing. W. Peters

Dipl.-Ing. F. Ranft

Mit 59 Bildern

expert  verlag

Inhaltsverzeichnis

Einführung

TEIL I

PHYSIKALISCHE UND PLANERISCHE GRUNDLAGEN

| | |
|--|----------|
| Rechenmodelle und Raumordnung | 1 |
| | |
| 1. Prinzipien der Sonnenenergienutzung in der Architektur | 2 |
| H. Weik | |
| 1.1 Einleitung | 2 |
| 1.2 Solartechnische und relevante bauphysikalische Grundlagen | 3 |
| 1.2.1 Energielieferant Sonne | 3 |
| 1.2.2 Wechselwirkung der Sonnenstrahlung mit Materie | 3 |
| 1.2.3 Strahlungsabsorption und -transmission in der Baupraxis | 4 |
| 1.2.4 Wärmetransportmechanismen und Wärmespeicherung | 6 |
| 1.3 Das Fenster als Apertur für Licht und Wärme | 8 |
| 1.3.1 Der Gewächs- oder Treibhaus-Effekt | 9 |
| 1.3.2 Äquivalenter Fenster-k-Wert | 10 |
| 1.3.3 Raumwärme-Gewinne durch direkte Bestrahlung der Fenster | 12 |
| 1.3.4 Strahlungsabsorption und effektiver Wand-k-Wert | 14 |
| 1.4 Solarer Heizbeitrag passiver Systeme. | |
| Das Balcomb-Lohr-Verfahren | 16 |
| 1.4.1 Die Grundtypen passiver Systeme | 16 |
| 1.4.2 Solar-Last-Verhältnis (SLV) | 18 |
| 1.4.3 Solarer Heizbeitrag (SHB) | 21 |
| 1.4.4 Das SLV-Verfahren in der Planungsarbeit: Rechenbeispiel für passiv-solaren Energie-Zugewinn | 24 |
| 1.5 Wärmegewinn aus aktiven Solarsystemen | 25 |
| 1.5.1 Klassifizierung von Komponenten und Systemen | 25 |
| 1.5.2 Kollektorsysteme | 27 |
| 1.5.3 Kollektor- und System-Wirkungsgrade | 29 |
| 1.6 Kombination passiver und aktiver Solarsysteme | 31 |
| 1.6.1 Solar-Architektur und Solar-Technik | 31 |
| 1.6.2 Nutzwärmegewinn aus dem Sonnenraum | 31 |
| 1.6.3 Passiv-aktiv-solares Pilotobjekt mit Ein-Speicher-Kollektorsystem | 34 |

| | | |
|-----------|---|-----------|
| 1.6.4 | Bilanz eines passiv-solaren Wohnhauses mit aktiv-solarem Kollektor-Doppelspeicher-Wärmepumpen-System | 37 |
| 1.7 | Schlußbemerkungen | 39 |
| 2. | Rationelle Energieversorgung als volks- und betriebswirtschaftliches Ziel — Folgerungen für die städtebauliche Planung | 42 |
| | F. Ranft | |
| 2.1 | Einleitung. Bedeutung des städtebaulichen Planungsprozesses | 42 |
| 2.2 | Klimafaktoren bei der Standortwahl | 44 |
| 2.2.1 | Allgemeines zur Standortwahl | 44 |
| 2.2.2 | Umgebungstemperatur und externe Wärmequellen | 44 |
| 2.2.3 | Schadstoffbelastung | 45 |
| 2.2.4 | Sonneneinstrahlung | 46 |
| 2.2.5 | Windlast | 48 |
| 2.3 | Energiewirksame Kriterien beim städtebaulichen Entwurf | 49 |
| 2.3.1 | Ausrichtung der Gebäude und Erschließung | 49 |
| 2.3.2 | Abstände zwischen den Gebäuden und Anordnung von Baumassen | 50 |
| 2.3.3 | Gebäudestruktur — Dichte und Gruppierung | 53 |
| 2.3.4 | Gebäude- und Dachform | 56 |
| 2.3.5 | Windschutz | 57 |
| 2.4 | Energierrelevante Entscheidungen in der kommunalen Planung | 62 |
| 2.4.1 | Problemstellung | 62 |
| 2.4.2 | Integriertes Beheizungskonzept mit herkömmlichen Energieträgern | 63 |
| 2.4.3 | Möglichkeiten der Kommunen zu Reglementierungen bei der Wärmeversorgung | 64 |
| 2.4.4 | Städtebauliche Planung | 65 |
| 2.5 | Berücksichtigung energierelevanter Kriterien bei Wettbewerbsverfahren | 66 |
| 2.5.1 | Allgemeines | 66 |
| 2.5.2 | Wettbewerbsform | 66 |
| 2.5.3 | Vorbereitung des Wettbewerbs durch den Auslober | 67 |
| 2.6 | Schlußbemerkungen | 67 |

TEIL II

UMSETZUNG IN DIE PRAXIS

Erfahrungen und Empfehlungen

69

| | | |
|-----------|--|------------|
| 3. | Bauliche Aspekte der thermischen Sonnenenergienutzung | 70 |
| | W. Peters | |
| 3.1 | Einleitung | 70 |
| 3.2 | Die Energiebilanz eines Gebäudes in der Bauplanung | 72 |
| 3.2.1 | Das Raumklima | 72 |
| 3.2.2 | Planungskriterien | 73 |
| 3.2.3 | Interne Gewinnquellen | 75 |
| 3.2.4 | Fazit | 76 |
| 3.3 | Die passive Solarnutzung mit „konventionellen“ Mitteln | 76 |
| 3.3.1 | Das Gebäudekonzept | 76 |
| 3.3.2 | Einflüsse des Heizsystems | 77 |
| 3.3.3 | Das Fenster | 78 |
| 3.3.4 | Temporärer Wärmeschutz der Fenster | 79 |
| 3.3.5 | Neuentwicklungen | 80 |
| 3.4 | Glasbauten. Der Wintergarten | 81 |
| 3.4.1 | Planungsgrundsätze | 82 |
| 3.4.2 | Konstruktionskriterien | 82 |
| 3.4.3 | Einstrahlungskontrolle und sommerliche Lüftung | 84 |
| 3.4.4 | Die thermische Nutzung des Glashauses | 87 |
| 3.4.5 | Die Wand zwischen Kernhaus und Glashaus | 89 |
| 3.4.6 | Aktive Zusatzmaßnahmen: Hybridsysteme | 91 |
| 3.5 | Aktive Solarsysteme | 93 |
| 3.5.1 | Energie„sammler“ | 93 |
| 3.5.2 | Anlagenkonzepte | 94 |
| 3.5.3 | Anlagen-Komponenten | 95 |
| 3.5.4 | Dimensionierungshilfen | 97 |
| 3.5.5 | Bauliche Randbedingungen | 99 |
| 3.6 | Zusammenfassung und Ausblick | 101 |
| 4. | Glas-Konstruktionskriterien | 103 |
| | F. Marschall | |
| 4.1 | Einleitung | 103 |
| 4.2 | Statik | 103 |
| 4.2.1 | Statik der Glasfassade | 103 |
| 4.2.2 | Statik des konstruktiven Glasbaus | 106 |
| 4.2.3 | Statisch notwendige Glasdicken; Sicherheitsbestimmungen | 107 |

| | | |
|-------|--|-----|
| 4.3 | Luftaustausch | 110 |
| 4.3.1 | Fugendichtigkeit | 110 |
| 4.3.2 | Natürliche, kontrollierte Lüftung | 112 |
| 4.4 | Regendichtigkeit und kontrollierte Wasserabführung | 113 |
| 4.4.1 | Dichtigkeit der schrägen Glasfläche | 113 |
| 4.4.2 | Wand-, Trauf- und Bodenanschlüsse | 116 |
| 4.4.3 | Kondensation im Innenraum | 120 |
| 4.5 | Brandschutz | 120 |
| 4.6 | Schlußgedanken | 121 |

| | | |
|-----------|--------------------------------|------------|
| 5. | Solargewächs-Wohnhäuser | 122 |
| | G. Hahn | |

| | | |
|-------|---|-----|
| 5.1 | Einleitung | 122 |
| 5.2 | Planung und Nutzung von Solargewächshaus-Anbauten | 123 |
| 5.2.1 | Grundfläche und Volumen | 123 |
| 5.2.2 | Gläserne Hülle | 125 |
| 5.2.3 | Wärmespeicherung und Nutzung der Wärme in der kalten Jahreszeit | 126 |
| 5.2.4 | Der Solargewächshaus-Anbau im Sommer | 128 |
| 5.3 | Pflanzen | 129 |
| 5.3.1 | Pflanzenauswahl | 129 |
| 5.3.2 | Beispiel für eine Pflanzliste | 130 |
| 5.3.3 | Bewässerung und Pflege | 134 |
| 5.4 | Anwendungen der Solargewächshaus-Architektur | 135 |
| 5.4.1 | Wohngebäude | 135 |
| 5.4.2 | Solargewächshaus-Konzept im Bäderbau | 138 |
| 5.4.3 | Gewächshaus-Atrien | 140 |
| 5.5 | Die Solargewächshaus-Idee in Vergangenheit und Zukunft | 140 |

Teil III:

ERGÄNZUNGEN

| | |
|------------------------------|------------|
| Ökologie und Ökonomie | 142 |
|------------------------------|------------|

| | | |
|-----------|-------------------------|------------|
| 6. | Dämm-Materialien | 143 |
| | F. Marschall | |

| | | |
|-------|--|-----|
| 6.1 | Einleitung | 143 |
| 6.2 | Die Bedeutung der Wärmedämmung | 143 |
| 6.2.1 | Gesetzmäßigkeiten der stationären Wärmeleitung | 143 |
| 6.2.2 | Wärmedämmung und Sonnenenergienutzung | 147 |
| 6.2.3 | Wärmedämmung und Umweltschutz | 147 |

| | | |
|-------|--|-----|
| 6.3 | Die gebräuchlichen Wärmedämmstoffe | 148 |
| 6.3.1 | Natürliche Dämmstoffe | 149 |
| 6.3.2 | Künstliche Dämmstoffe | 150 |
| 6.4 | Empfehlungen | 153 |
| | | |
| 7. | Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen an Solaranlagen | 154 |
| | H. Meister | |
| | | |
| 7.1 | Einleitung | 154 |
| 7.2 | Rechenverfahren | 154 |
| 7.2.1 | Definition der Wirtschaftlichkeit | 154 |
| 7.2.2 | Barwertverfahren | 156 |
| 7.2.3 | Wirtschaftlichkeitsbetrachtung | 158 |
| 7.3 | Beispielrechnung | 159 |
| 7.3.1 | Vorbemerkungen | 159 |
| 7.3.2 | Wirtschaftlichkeit eines angebauten Wintergartens | 160 |
| 7.3.3 | Diskussion und Wertung der Rechnungen | 161 |
| 7.4 | Erkenntnisse und Folgerungen | 162 |
| | | |
| | Einheiten und Umrechnungen | 164 |
| | | |
| | Literaturverzeichnis | 166 |
| | | |
| | Sachregister | 171 |
| | | |
| | Autorenverzeichnis | 173 |