

# WEGE ZUM ENERGIESPARENDEN WOHNHAUS

Bericht zum Forschungsprojekt:

**Rationelle Energieverwendung  
und Nutzung der Sonnenenergie in Gebäuden**

Gefördert mit Mitteln des  
Bundesministeriums für Forschung und Technologie

Herausgegeben von:

Dr. H. Hörster  
*o. e.*

unter Mitarbeit von:

Dr. G. Bergmann

Dr. R. Bruno

Dr. W. Hermann

Dr. H. Hörster

Dr. R. Kersten

Ing. (grad.) K. Klinkenberg

Dipl.-Phys. B. Steinmüller

1980



Philips Fachbücher

**PHILIPS GMBH · HAMBURG**

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung und Programmaufbau</b> . . . . .	<b>1</b>
1.1	Zielsetzungen . . . . .	1
1.2	Maßnahmen zur Energieeinsparung in Gebäuden . . . . .	3
1.3	Kombination von Maßnahmen . . . . .	4
1.4	Bewertungsmethoden . . . . .	5
1.5	Untersuchungsprogramm . . . . .	6
<b>2</b>	<b>Das Energie-Experimentierhaus</b> . . . . .	<b>8</b>
2.1	Konzept und Beschreibung des Aufbaus . . . . .	8
2.2	Verringerung der Wärmeverluste . . . . .	10
2.3	Betrieb und Vermessung . . . . .	14
2.4	Heizbedarf . . . . .	17
2.4.1	Ergebnis aus drei Heizperioden 1975–1978 . . . . .	17
2.4.2	Bilanz der Heizperiode 1976/1977 – Einzelheiten – . . . . .	21
2.5	Innenklima . . . . .	26
2.5.1	Das Lüftungs- und Klimasystem . . . . .	26
2.5.2	Thermische Behaglichkeit . . . . .	33
2.6	Einsatz von Wärmepumpen zur Brauchwassererwärmung und Gebäudeheizung . . . . .	37
2.7	Das Solarenergiesystem . . . . .	47
2.7.1	Kollektor . . . . .	47
2.7.2	Kollektorkreislauf . . . . .	47
2.7.3	Kurzzeitspeicher . . . . .	47
2.7.4	Langzeitspeicher . . . . .	49
2.7.5	Arbeitsweise des Systems . . . . .	49
2.7.6	Bilanzen des Kollektorkreislaufs . . . . .	51
2.7.7	Einzelheiten zum Wirkungsgrad der Solaranlage . . . . .	56
2.7.8	Bilanz des Heizsystems . . . . .	58
2.8	Solardatenerfassung . . . . .	59
<b>3</b>	<b>Solarkollektoren</b> . . . . .	<b>65</b>
3.1	Einführung . . . . .	65
3.2	Wirkungsweise und Einflußgrößen . . . . .	65
3.2.1	Die Leistungsbilanz . . . . .	65
3.2.2	Einflußgrößen . . . . .	67
3.2.3	Spektralen von Sonnen- und Temperaturstrahlung . . . . .	67
3.2.4	Einzelmaßnahmen . . . . .	69
3.2.4.1	Transmissions-Absorptionsfaktor $\bar{\alpha}$ . . . . .	69
3.2.4.2	Wärmedurchgangskoeffizient . . . . .	69
3.2.4.3	Aufbaubedingte Wirkungsgrade . . . . .	71
3.3	Untersuchungen an hocheffizienten Kollektoren . . . . .	74
3.3.1	Beschreibung der Kollektortypen I, II und IV . . . . .	75
3.3.1.1	Solarkollektor Typ I . . . . .	75
3.3.1.2	Solarkollektor Typ II . . . . .	77
3.3.1.3	Solarkollektor Typ IV . . . . .	77
3.3.2	Testergebnisse . . . . .	81

<b>4</b>	<b>Analysenmethodik</b> . . . . .	83
4.1	Aufgabenstellung . . . . .	83
4.2	Wetterdaten . . . . .	85
4.3	Simulation von Solarsystemen . . . . .	87
4.3.1	»First Principles«- und »Black Box«-Methoden . . . . .	87
4.3.2	Die »Vereinfachte Methode« . . . . .	90
4.3.3	Anwendung und Vergleich der verschiedenen Berechnungsmethoden . . . . .	91
4.3.4	Vergleich zwischen Theorie und Experiment . . . . .	95
4.4	Berechnung des Energiebedarfs von Gebäuden . . . . .	99
4.4.1	Vereinfachte Methoden . . . . .	99
4.4.2	Vergleich zwischen Theorie und Experiment . . . . .	106
4.5	Schlußfolgerungen . . . . .	112
<b>5</b>	<b>Maßnahmen zur Energieeinsparung in Gebäuden</b> . . . . .	113
5.1	Untersuchungsziel . . . . .	113
5.2	Der Heizenergiebedarf von Gebäuden unterschiedlicher Wärmedämmung an verschiedenen Orten der Bundesrepublik Deutschland und zu verschiedenen Jahren . . . . .	114
5.3	Abhängigkeit des Heizenergiebedarfs von verschiedenen Maßnahmen der Wärmedämmung (Empfindlichkeitsanalysen) . . . . .	120
5.4	Der Einfluß von Benutzergewohnheiten auf den Heizenergiebedarf . . . . .	123
<b>6</b>	<b>Solare Energiesysteme</b> . . . . .	127
6.1	Warmwasserbereitung . . . . .	127
6.1.1	Systemdarstellungen . . . . .	127
6.1.2	Solarer Deckungsanteil . . . . .	130
6.1.3	Empfindlichkeitsanalyse . . . . .	136
6.2	Heizung von Gebäuden . . . . .	141
6.2.1	Systembeschreibung . . . . .	141
6.2.2	Solarer Deckungsanteil . . . . .	143
6.3	Schlußfolgerungen . . . . .	146
<b>7</b>	<b>Maßnahmen zur Energieeinsparung und zur Nutzung der Sonnenenergie: Ein technisch-ökonomischer Vergleich für Europa und die USA</b> . . . . .	150
7.1	Problemstellung . . . . .	150
7.2	Vergleichsmethodik . . . . .	150
7.3	Anwendung auf verschiedene Haus-Energiesysteme in verschiedenen Klimazonen . . . . .	152
7.4	Ergebnisse . . . . .	155
7.5	Gesamtkosten . . . . .	180
<b>8</b>	<b>Schlußbetrachtung</b> . . . . .	185

<b>9</b>	<b>Anhang: Praktische Anwendung von Computerrechnungen. Die Verringerung des Energiebedarfs für Heizung und Warmwasser bei Ein- und Zweifamilienhäusern . . . . .</b>	<b>188</b>
9.1	Einleitung . . . . .	188
9.2	Der Wirkungsgrad von Öl- und Gasheizungsanlagen . . . . .	189
9.3	Die wärmetechnische Verbesserung verschiedener Haustypen – Auswirkungen auf den Heizbedarf . . . . .	191
9.4	Bivalente Wärmepumpensysteme in wärmetechnisch verbesserten Häusern – Verringerung des Energiebedarfs für Heizung . . . . .	203
9.5	Solarsysteme in wärmetechnisch verbesserten Häusern – Verringerung des Energiebedarfs für Heizung und Warmwasser . . . . .	209
<b>10</b>	<b>Referenzen und Literaturhinweise . . . . .</b>	<b>213</b>