

**Experimentelle und theoretische  
Untersuchung eines  
PCM-Sonnenschutz-Verbundsystems**

Dissertation zur Erlangung des  
naturwissenschaftlichen Doktorgrades der  
bayerischen Julius-Maximilians-Universität  
Würzburg

vorgelegt von  
Oliver Merker

geboren in Würzburg

Würzburg, März 2003

*Report E21 - 0203 - 3(2003)*

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Wärmespeicherung mit PCM</b>	<b>5</b>
2.1	Sensible und latente Wärmespeicherung . . . . .	5
2.2	Unterkühlung . . . . .	7
2.3	PCM-Klassen . . . . .	9
2.4	Charakterisierung der verwendeten PCMs . . . . .	12
2.4.1	Phasenstruktur . . . . .	13
2.4.2	Schmelz- und Erstarrungsverhalten . . . . .	13
<b>3</b>	<b>Theoretische Grundlagen</b>	<b>17</b>
3.1	Energetische Kenngrößen . . . . .	17
3.1.1	Der solare Reflexionsgrad $\rho_s$ . . . . .	17
3.1.2	Der Wärmedurchgangskoeffizient $U$ . . . . .	18
3.2	Wärmetransport durch eine PCM-Jalousie . . . . .	18
3.2.1	Wärmestrahlung . . . . .	19
3.2.2	Konvektion . . . . .	21
3.2.3	Wärmeleitung im PCM . . . . .	24
3.2.4	Thermisches Modell . . . . .	27
<b>4</b>	<b>Experimentelle Aufbauten</b>	<b>33</b>
4.1	Probenpräparation . . . . .	33
4.1.1	Labormuster: PMMA-Hohlkammer-Profil . . . . .	33
4.1.2	Funktionsmuster: PVC-Hohlkammer-Lamellen . . . . .	34
4.1.3	Optische Charakterisierung . . . . .	35
4.2	Aufbau des Sonnensimulators . . . . .	36
4.2.1	Lampe . . . . .	37

4.2.2	Außenkuppel . . . . .	39
4.2.3	Messbox . . . . .	41
4.2.4	Messtechnik . . . . .	42
4.2.5	Abstandsgesetz der Lampe . . . . .	43
4.2.6	Bestimmung der Übergangskoeffizienten . . . . .	44
4.3	Beschreibung des Büroraumes . . . . .	46
<b>5</b>	<b>Messungen und Auswertungen</b>	<b>47</b>
5.1	Messungen im Sonnensimulator . . . . .	47
5.1.1	Labormuster . . . . .	47
5.1.2	PCM-Behang . . . . .	51
5.2	Übergangskoeffizienten der Jalousie . . . . .	57
5.3	Analyse und Vergleich mit dem thermischen Modell . . . . .	59
5.3.1	Labormuster . . . . .	60
5.3.2	PCM-Jalousie . . . . .	63
5.4	Messungen im Büroraum . . . . .	67
<b>6</b>	<b>Theoretische Studien</b>	<b>71</b>
6.1	Parameterstudien am PCM-Profil . . . . .	71
6.1.1	Schmelzprozess (Beladung) . . . . .	71
6.1.2	Erstarrungsprozess (Entladung) . . . . .	74
6.2	Systemstudien mittels Gebäudesimulation . . . . .	77
6.2.1	Programmvalidierung . . . . .	77
6.2.2	Bürogebäude: Aufbau und Randbedingungen . . . . .	78
6.2.3	Südbüro . . . . .	80
6.2.4	Gebäudeorientierung . . . . .	81
6.2.5	Nachtlüftung . . . . .	83
6.2.6	Strahlungstemperatur . . . . .	86
6.2.7	Gesamtbewertung . . . . .	89
<b>7</b>	<b>Ausblick</b>	<b>93</b>
<b>A</b>	<b>Symbolverzeichnis</b>	<b>95</b>
	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>97</b>