

# Inhaltsverzeichnis

	<b>Vorwort</b> . . . . .	5
<b>1</b>	<b>Einleitung</b> . . . . .	11
<b>2</b>	<b>Raumkonditionierung mit Bauteilaktivierung</b> . . . . .	19
2.1	Flächentemperiersysteme an und in der Decke . . . . .	19
2.2	Raumflächenintegrierte bzw. eingebettete Heiz- und Kühlsysteme in der Normung . . . . .	21
2.2.1	DIN EN 1264: Raumflächenintegrierte Heiz- und Kühlsysteme mit Wasserdurchströmung . . . . .	22
2.2.2	DIN EN 15377: Planung von eingebetteten Flächenheiz- und -kühlsystemen mit Wasser als Arbeitsmedium . . . . .	23
2.2.3	VDI 6034: Raumkühlflächen – Planung, Bau und Betrieb. . . . .	24
2.3	Definition von Bauteilaktivierung bzw. thermoaktiven Bauteilsystemen . . . . .	24
2.4	Aufbau und Montage von thermoaktiven Bauteilsystemen . . . . .	26
2.5	Qualitätssicherung auf der Baustelle und Abnahme . . . . .	28
2.6	Einsatz von Kühlsegeln mit thermischer Aktivierung der Betondecke . . . . .	29
2.7	Gebäude- und Energiekonzepte mit thermoaktiven Bauteilsystemen . . . . .	33
2.8	Wirkung der Bauteilaktivierung im Raum . . . . .	34
2.8.1	Energiebilanz und zeitlicher Verlauf der Raumtemperatur . . . . .	35
2.8.2	Vorauslegung einer Bauteilaktivierung am Beispiel eines Büro- und Seminargebäudes als Passivhaus . . . . .	37
2.8.3	Bewertung betrieblicher Messungen im Sommer . . . . .	40
2.9	Kombination mit anderen Übergabesystemen . . . . .	42
<b>3</b>	<b>Behaglichkeit und die Bewertung des thermischen Komforts</b> . . . . .	45
3.1	Thermischer Komfort in der Normung. . . . .	45
3.2	Bewertung des thermischen Komforts . . . . .	47
3.3	Erfahrungen aus Gebäuden mit unterschiedlichen Kühlkonzepten . . . . .	49
3.4	Praxisbeispiel: Nutzerzufriedenheit mit dem thermischen Komfort in zwei Bürogebäuden mit Umweltenergiekonzepten. . . . .	57
3.4.1	Auswertung nach dem Komfortmodell . . . . .	62
3.4.2	Empfinden der Raumtemperatur . . . . .	65
3.4.3	Zufriedenheit mit der Raumtemperatur . . . . .	66
3.4.4	Ermittlung der Komforttemperatur . . . . .	66
<b>4</b>	<b>Planung und Auslegung von thermoaktiven Bauteilsystemen zur Raumkonditionierung</b> . . . . .	71
4.1	Leistungsfähigkeit von thermoaktiven Bauteilsystemen . . . . .	71

4.1.1	Wärmeübertragung zwischen einer temperierten Bauteiloberfläche und dem Raum . . . . .	75
4.1.2	Verfahren zur Bestimmung der Heiz- und Kühlleistung im stationären Zustand . . . . .	78
4.1.3	Heiz- und Kühlleistung unter dynamischen Bedingungen . . . . .	82
4.2	Konstruktive und räumliche Randbedingungen . . . . .	86
4.3	Leistungsanforderungen an thermoaktive Bauteilsysteme. . . . .	89
4.4	Hydraulische Planung . . . . .	93
<b>5</b>	<b>Wärme- und Kälteversorgung für thermoaktive Bauteilsysteme . .</b>	<b>99</b>
5.1	Voraussetzungen für eine hohe Energieeffizienz von thermoaktiven Bauteilsystemen . . . . .	99
5.2	Oberflächennahe Geothermie und Wärmepumpen. . . . .	101
5.3	Besonderheiten der System- und Anlagenplanung . . . . .	103
<b>6</b>	<b>Betriebsführung und Optimierung . . . . .</b>	<b>105</b>
6.1	Grenzen der Regelbarkeit der Bauteilaktivierung . . . . .	105
6.2	Betriebsführungsstrategie . . . . .	109
6.2.1	Regelung der Vorlauftemperatur . . . . .	109
6.2.2	UBB-Verfahren . . . . .	110
6.2.3	Erweiterung der konventionellen Betriebsführung . . . . .	112
6.2.4	Neue Ansätze der Betriebsführung und prädiktive Regelung . . . . .	113
6.3	Vergleichende Analyse hydraulischer Anlagen mit Flächentemperiersystemen . . . . .	116
6.3.1	Struktur Clustering und Klassifizierung der hydraulischen Systeme . .	120
6.3.2	Dimensionierung der hydraulischen Anlagen . . . . .	129
6.3.3	Betriebsführung hydraulischer Anlagen mit Flächentemperiersystemen . . . . .	137
<b>7</b>	<b>Ausgeführte Projekte. . . . .</b>	<b>151</b>
	AURON. . . . .	154
	MAX-PLANCK-INSTITUT FÜR CHEMIE. . . . .	156
	PHARMACEUTICALS . . . . .	158
	FRAUNHOFER ISE. . . . .	160
	VIATRAFFIC . . . . .	162
	INFOSYS. . . . .	164
	SOLITÄR im Quartier Unterlinden. . . . .	166
	KREISSPARKASSE GÖPPINGEN . . . . .	168
<b>8</b>	<b>Praxiserfahrungen . . . . .</b>	<b>171</b>
8.1	Feldmessungen und Messdatenauswertung . . . . .	171
8.2	Gebäudesteckbriefe. . . . .	171
8.3	Erfolgsfaktoren und Anforderungen . . . . .	177

8.3.1	Nutzung von Umweltenergie zum Heizen und Kühlen . . . . .	177
8.3.2	Einsatz von Wärmepumpen und Kältemaschinen . . . . .	180
8.3.3	Wärme- und Kälteverteilung im Gebäude . . . . .	183
8.3.4	Wärme- und Kälteübergabe im Raum . . . . .	186
8.3.5	Energieeffizienz im Gesamtkonzept . . . . .	189
8.3.6	Thermischer Raumkomfort im Sommer und Winter . . . . .	192
8.4	Fehlerquellen in Planung und Ausführung. . . . .	194
8.5	Lessons learned . . . . .	195
<b>9</b>	<b>Energieeffiziente Kühlung in unterschiedlichen (europäischen)</b>	
	<b>Klimazonen . . . . .</b>	<b>197</b>
9.1	Ergebnisse einer Simulationsstudie . . . . .	197
9.1.1	Gebäude- und Anlagensimulation . . . . .	200
9.1.2	Analyse der Simulationsergebnisse . . . . .	203
9.2	Evaluation auf Basis von Messdaten. . . . .	204
9.2.1	Gebäude und Konzepte . . . . .	205
9.2.2	Komfortanalyse. . . . .	208
9.2.3	Bewertung der Kühlkonzepte . . . . .	209
9.2.4	Zentrale Ergebnisse des Quervergleichs . . . . .	214
9.3	Fazit . . . . .	215
	<b>Literaturverzeichnis . . . . .</b>	<b>217</b>
	<b>Stichwortverzeichnis . . . . .</b>	<b>225</b>