

---

# Inhaltsverzeichnis

<b>Vorwort .....</b>	5
<b>1 Einleitung .....</b>	11
<b>2 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 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 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) 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>