

Vorwort .....	9
Abkürzungsverzeichnis.....	10
Symbolverzeichnis .....	10
<b>1 Einleitung .....</b>	<b>11</b>
1.1 Problemstellung .....	11
1.2 Ziel .....	11
1.3 Methode.....	11
1.4 Aufbau.....	11
<b>2 Grundlagen und Definitionen .....</b>	<b>15</b>
2.1 Betonkernaktivierung .....	15
2.1.1 Historische Entwicklung.....	15
2.1.2 Aufbau und Herstellung des Betonkerns .....	17
2.1.3 Funktionsprinzip.....	19
2.1.4 Leistungsfähigkeit .....	22
2.2 Wärmeübertragungsmechanismen.....	23
2.2.1 Wärmeübertragung durch Wärmeleitung.....	23
2.2.2 Wärmeübertragung durch Konvektion.....	24
2.2.3 Wärmeübertragung durch Strahlung .....	25
2.3 Die Wärmequellen.....	26
2.3.1 Interne Lasten .....	26
2.3.2 Externe Lasten .....	28
2.4 Thermische Behaglichkeit.....	29
2.4.1 Definition nach Richtlinien .....	30
2.4.2 Einflussfaktoren.....	30
<b>3 Berechnungsgrößen zur Auslegung und Dimensionierung .....</b>	<b>37</b>
3.1 Mathematische Darstellung der thermodynamischen Vorgänge .....	37
3.1.1 Grundgleichung der Flächenheizung/Flächenkühlung .....	37
3.1.2 Wärmedurchgangskoeffizient $U$ .....	38
3.1.3 Wärmeleitfähigkeit $\lambda$ .....	39
3.1.4 Wärmeübergangskoeffizient $h$ .....	41
3.1.5 Wärmeleitung .....	41
3.1.6 Konvektion .....	42
3.1.7 Strahlung.....	44
3.1.8 Kombierter Wärmeübergangskoeffizient $h_{KS}$ .....	46
3.2 Speichervermögen und Leistungsfähigkeit der Bauteile .....	47
3.2.1 Einfluss der Rohrabstände, Rohrdimensionen und des Rohrmaterials .....	50

3.2.2	Einfluss der Wassergeschwindigkeit.....	60
3.2.3	Einfluss der Lage der Register im Bauteil .....	63
3.2.4	Einfluss von Boden- und Deckenbelägen.....	66
3.2.5	Einfluss auf den Ladevorgang.....	69
<b>4</b>	<b>Planung .....</b>	<b>71</b>
4.1	Eignung der Betonkernaktivierung.....	71
4.1.1	Akzeptanzerklärung des Auftraggebers/Nutzers .....	71
4.1.2	Gebäudehülle, Glasflächen und Bauschwere .....	71
4.1.3	Geeignete Einsatzgebiete .....	72
4.2	Planungsablauf und Beteiligte .....	74
4.2.1	Beteiligte und deren Aufgaben in einem Bauprojekt .....	74
4.2.2	Planungsablauf .....	75
4.3	Beteiligte und deren Aufgaben bei der Planung einer Betonkernaktivierung .....	75
4.3.1	Systemhersteller .....	77
4.3.2	Objektplanung.....	77
4.3.3	Tragwerksplanung.....	78
4.3.4	Thermische Bauphysik.....	79
4.3.5	Technische Gebäudeausrüstung (TGA) .....	80
4.4	Auslegung und Dimensionierung .....	80
4.5	Zoneneinteilung .....	82
4.6	Energiebereitstellung .....	84
4.6.1	Energie aus dem Erdreich .....	84
4.6.2	Energie aus dem Grundwasser.....	84
4.6.3	Energie aus der Außenluft.....	86
4.6.4	Wärmepumpe .....	87
4.6.5	Abwärmenutzung.....	88
4.7	Akustik .....	91
4.8	Lüftung.....	92
4.9	Oberflächengestaltung.....	93
4.10	Weitere Planungsdetails.....	94
<b>5</b>	<b>Montage und Bauausführung.....</b>	<b>97</b>
5.1	Ablauf und Beteiligte.....	97
5.2	Ausführungsarten.....	98
5.2.1	Vor-Ort-Montage.....	98
5.2.2	Vorgefertigte Module.....	99
5.2.3	Verlegung auf Elementdecken .....	101
5.2.4	Betonfertigteildecken .....	102

5.3	Deckendurchführung .....	102
5.4	Durchführung der Druckprüfung.....	104
5.5	Beispielhafter Montageablauf .....	104
5.6	Randbedingungen für die Ausführung .....	106
5.6.1	Abgehängte Decken .....	106
5.6.2	Bodenbelag.....	108
<b>6</b>	<b>Ausführungsfehler und Folgen.....</b>	<b>111</b>
6.1	Kommunikation und Informationsaustausch .....	111
6.2	Abstandhalter und Bewehrung .....	112
6.3	Verlegung auf der Baustelle .....	115
6.4	Rohre.....	116
6.4.1	Beschädigung der Rohre vor dem Betonieren.....	117
6.4.2	Beschädigung der Rohre nach dem Betonieren.....	118
6.5	Druckprüfung .....	119
6.6	Sichtbeton.....	119
<b>7</b>	<b>Betrieb und Regelung .....</b>	<b>123</b>
7.1	Regelungsgrundlagen .....	123
7.2	Simulation verschiedener Regelungsstrategien.....	124
7.2.1	Randbedingungen der Simulation .....	124
7.2.2	Regelstrategien .....	128
7.3	Auswertung der Simulationsergebnisse .....	130
7.3.1	Auswertung: Betriebszeit der Betonkernaktivierung.....	131
7.3.2	Auswertung: Betriebsweise der Umwälzpumpe .....	132
7.3.3	Auswertung: Wassertemperatur-Regelung .....	134
7.3.4	Zusammenfassung der Simulationsergebnisse.....	137
<b>8</b>	<b>Fazit .....</b>	<b>139</b>
8.1	Zusammenfassung .....	139
8.2	Handlungsempfehlung.....	142
	<b>Quellenverzeichnis .....</b>	<b>147</b>
	<b>Bildnachweis.....</b>	<b>150</b>