

Vorwort	9
Abkürzungsverzeichnis.....	10
Symbolverzeichnis	10
1 Einleitung	11
1.1 Problemstellung	11
1.2 Ziel	11
1.3 Methode.....	11
1.4 Aufbau.....	11
2 Grundlagen und Definitionen	15
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
3 Berechnungsgrößen zur Auslegung und Dimensionierung	37
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 λ	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 Kombinierter Wärmeübergangskoeffizient h_{KS}	46
3.2 Speicher vermögen 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
4	Planung	71
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
5	Montage und Bauausführung.....	97
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
6	Ausführungsfehler und Folgen	111
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
7	Betrieb und Regelung	123
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
8	Fazit	139
8.1	Zusammenfassung	139
8.2	Handlungsempfehlung	142
Quellenverzeichnis		147
Bildnachweis		150