

Heiko Humpal

Die thermische Bauteilaktivierung

Wirkungsweise, Besonderheiten,
thermodynamische Grundlagen

Inhaltsverzeichnis

1. Einführung	- 3 -
1.1. Entwicklung der Flächentemperierungssysteme	- 3 -
1.1.1. Geschichte	- 3 -
1.1.2. Schritte zur Betonkerntemperierung	- 5 -
1.2. Die moderne Betonkerntemperierung	- 11 -
1.2.1. Aufbau	- 11 -
1.2.2. Wirkungsweise	- 12 -
1.2.3. Betriebsweise	- 15 -
1.2.4. Integration in der Gebäudekonzeption	- 16 -
2. Bewertung der Bauteiltemperierung und Vergleich mit anderen Systemen	- 17 -
2.1. Allgemeine Bewertung	- 17 -
2.2. Vorteile gegenüber konventioneller Klimatechnik	- 19 -
2.3. Vergleich der Bauteilaktivierung mit den Kühldeckensystemen	- 23 -
2.4. Anwendungsgebiete der Bauteiltemperierung	- 28 -
3. Umgang mit der thermischen Bauteilaktivierung	- 32 -
3.1. Auslegung und Berechnung	- 33 -
3.2. Anwendungsgebiete	- 35 -
3.3. Der nötige Akzeptanzwillen	- 36 -
3.4. Einsatz zur Abdeckung von Grundlasten	- 37 -
3.5. Fensterlüftung contra Lüftungsanlage	- 37 -
3.6. Leistungsausbeute und Strahlungsasymmetrie	- 39 -
3.7. Zonierung / Randzonen	- 40 -
3.8. Verzicht auf Heizkörper	- 41 -
3.9. Zonierung von Gebäudebereichen	- 42 -
3.10. Wärmetransfer zwischen Gebäudeteilen	- 42 -
3.11. Der Speicher	- 43 -
3.12. Simulation	- 44 -
3.13. Regelung	- 44 -
3.14. Betriebsweise	- 46 -
3.15. Raumakustik	- 47 -
3.16. Widersprüche	- 48 -
3.17. Planungsrisiko	- 49 -
3.18. Umweltdenken und Rückkühlungsmöglichkeiten	- 50 -
3.19. Resümee	- 50 -
4. Thermodynamische Grundmechanismen der Wärmeübertragung an und in thermisch aktivierten Bauteilen	- 53 -
4.1. Die Flächenheizung / -kühlung	- 53 -
4.2. Die drei Wege der Wärmeübertragung	- 54 -
4.2.1. Der Wärmedurchgangskoeffizient k	- 54 -
4.2.2. Die Wärmeleitfähigkeit λ	- 56 -
4.2.3. Wärmeübertragung durch Wärmeleitung	- 57 -
4.2.4. Der Wärmeübergangskoeffizient α	- 58 -

4.2.5.	Wärmeübertragung durch Konvektion	- 58 -
4.2.5.1.	Freie Konvektion an den Bauteilen	- 60 -
4.2.5.2.	Erzwungene Konvektion an den Bauteilen	- 61 -
4.2.5.3.	Der Grenzschichtprozess	- 64 -
4.2.6.	Wärmeübergang durch Strahlung.....	- 65 -
4.2.7.	Der kombinierte Wärmeübergangskoeffizient	- 67 -
5.	Thermodynamische Vorgänge im Bauteil	- 70 -
5.1.	Stationäres Verhalten von thermisch aktivierten Bauteilen	
	[Kühlfallbetrachtung]	- 71 -
5.1.1.	Randbedingungen / Ausgangswerte der Beispielrechnungen:	- 75 -
5.1.2.	Darstellung und Diskussion der Ergebnisse der stationären Berechnungen	- 76 -
5.1.2.1.	Untersuchung der Temperaturverteilung in x-Richtung (Rohrebene) des Bauteiles	- 76 -
5.1.2.2.	Untersuchung der Temperaturverteilung in y-Richtung des Bauteiles	- 79 -
5.1.2.3.	Oberflächentemperaturen und Kühlleistung	- 82 -
5.1.2.4.	Speicherwärme	- 88 -
5.1.2.5.	Wärmeleitfähigkeit des Rohrmaterials	- 89 -
5.1.2.6.	Einfluss der Wassergeschwindigkeit	- 91 -
5.1.2.7.	Lage der Rohrregister im Bauteil	- 94 -
5.1.2.8.	Auswirkungen von Boden- und Deckenbelägen	- 98 -
5.2.	Dynamisches Verhalten von thermisch aktivierten Bauteilen	- 102 -
5.3.	Vergleich der Rohrregister	- 105 -
5.3.1.	Normalrohr oder Kapillarrohr.....	- 109 -
5.3.1.1.	Das Kunststoff – Kapillarrohr (PP-Rohr)	- 109 -
5.3.1.2.	Das Kunststoff-Normalrohr (PE-X-Rohr)	- 110 -
6.	Thermodynamische Vorgänge im Raum	- 112 -
6.1.	Die Wärmequellen	- 113 -
6.1.1.	Innere Wärmequellen.....	- 114 -
6.1.2.	Äußere Wärmequellen	- 116 -
6.2.	Luft- und Raumtemperaturverlauf	- 118 -
6.2.1.	Temperaturverlauf im Raum	- 118 -
6.2.2.	Anstieg der Luft- und Raumtemperatur	- 121 -
6.2.3.	Kühlleistungsgrenze.....	- 125 -
6.3.	Simulationsberechnung	- 125 -
6.3.1.	Darstellung eines typischen realen Verlaufes der Lufttemperatur und der operativen Raumtemperatur in betonkerntemperierten Räumen.....	- 126 -
7.	Entscheidungsbaum für den Planungsprozess	- 129 -
8.	Zusammenfassung	- 130 -
9.	Literaturverzeichnis	- 135 -