

Heiko Humpal

Die thermische Bauteilaktivierung

**Wirkungsweise, Besonderheiten,
thermodynamische Grundlagen**



Diplomica Verlag

Heiko Humpal

Die thermische Bauteilaktivierung

Wirkungsweise, Besonderheiten, thermodynamische Grundlagen

ISBN: 978-3-8366-3547-9

Herstellung: Diplomica® Verlag GmbH, Hamburg, 2010

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdrucks, des Vortrags, der Entnahme von Abbildungen und Tabellen, der Funksendung, der Mikroverfilmung oder der Vervielfältigung auf anderen Wegen und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen, bleiben, auch bei nur auszugsweiser Verwertung, vorbehalten. Eine Vervielfältigung dieses Werkes oder von Teilen dieses Werkes ist auch im Einzelfall nur in den Grenzen der gesetzlichen Bestimmungen des Urheberrechtsgesetzes der Bundesrepublik Deutschland in der jeweils geltenden Fassung zulässig. Sie ist grundsätzlich vergütungspflichtig. Zuwiderhandlungen unterliegen den Strafbestimmungen des Urheberrechtes.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

Die Informationen in diesem Werk wurden mit Sorgfalt erarbeitet. Dennoch können Fehler nicht vollständig ausgeschlossen werden und der Verlag, die Autoren oder Übersetzer übernehmen keine juristische Verantwortung oder irgendeine Haftung für evtl. verbliebene fehlerhafte Angaben und deren Folgen.

© Diplomica Verlag GmbH

<http://www.diplomica-verlag.de>, Hamburg 2010

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 -

1. EINFÜHRUNG

1.1. Entwicklung der Flächentemperierungssysteme

1.1.1. Geschichte

Das erste Flächentemperierungssystem stammt nachweislich von dem Römer Caius Sergius Orata ca. 100 v. Chr.. In der von ihm überlieferten „Hypokaustenheizung“ (Abbildung 1.1) leitete er die Rauchgase eines Feuers, dessen Feuerraum sich am Rand des Fundamentbereiches befand, durch einen Doppelboden und führte sie dann durch die in der Wand integrierten rechteckigen Ton-Rauchgasabzüge ab. Durch die Wärmeabgabe der Rauchgase an die Fußbodenplatte und somit an den darüber liegenden Raum wurde eine gute Heizwirkung erzielt.

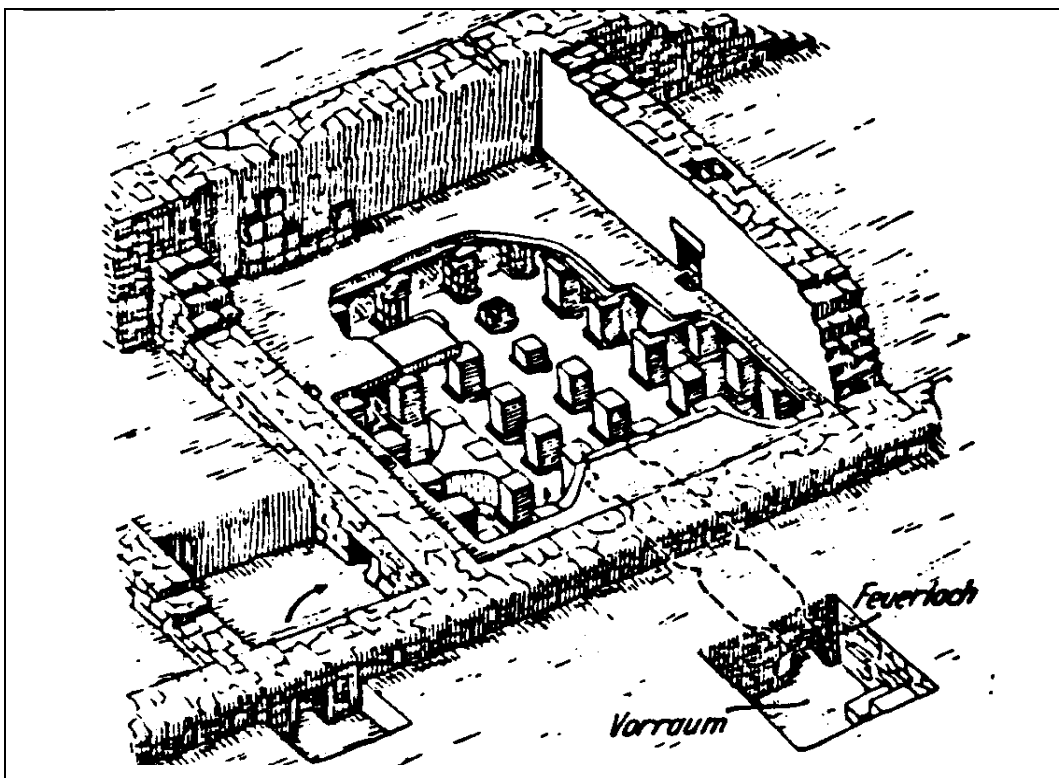


Abbildung 1.1 Schematische Darstellung der Hypokaustenheizung (100 v. Chr.) [1]

Damit war die erste Flächenheizung geschaffen. Diese wies jedoch gravierende Mängel auf. Auf Grund der fehlenden modernen Rohrtechnik war es nicht möglich eine annähernd gleichmäßige Wärmeverteilung zu realisieren. Die Durchlässigkeit der verwendeten Baustoffe und Bautechniken für Rauchgase und die damit

verbundenen Rauchbelästigungen der im Raum befindlichen Personen sowie die hohe Kohlenmonoxid-Konzentration im Gebäude, verhinderten wahrscheinlich, dass sich diese Art der Beheizung durchsetzen konnte. Mit dem Untergang des Römischen Reiches geriet diese Technik weitgehend in Vergessenheit.

In der Folgezeit entwickelte man verschiedene weitergehende Systeme die aber durch fehlende Rohrtechniken und Pumpentechniken weiter auf das Medium Luft als Wärmeträger angewiesen waren und somit mit den gleichen Problemen zu kämpfen hatten. Beispielhaft sind hier die Kanalheizung, die Steinofenheizung ab dem 12. Jahrhundert und ab dem 18. Jahrhundert die Rauchröhrenheizung und Luftheizung aufzuführen.

Neue wissenschaftliche Erkenntnisse und die durch den technischen Fortschritt gegebenen neuen Möglichkeiten zu Beginn des 20. Jahrhunderts, eröffneten auch der Heizungsbranche den Weg zu Entwicklungen, die den Komfort in Bürogebäuden weiter verbesserten. 1907 meldet der Londoner Ingenieur A.H. Barker die erste Deckenheizung, die aus in der Betondecke integrierten Stahlrohrregistern bestand, zum Patent an [2]. Durch die Hypokaustenheizung der Römer inspiriert, gilt er als der eigentliche Erfinder der wasserdurchströmten Aktivspeichersysteme [3]. Er erschloss die Nutzung der Gebäudemasse als „kostenloses“ Speichersystem. Schon ein Jahr später wurde die erste Geschossdeckenheizung nach diesem System durch die Firma Richard Crittall & Co. Ltd. in England ausgeführt. Das unter dem Namen „Crittall-Decke“ bekannt gewordene System wird von 1925 an auch außerhalb Englands installiert. So wird z.B. 1930 die erste Deckenheizung in Deutschland in einem Privathaus in Karlsruhe gebaut. Eine der größten Anlagen dieser Art wurde 1931 in der britischen Botschaft in Washington (USA) eingebaut. Die in der Decke installierte Rohrlänge betrug rund 10.000 m [4]. Schon bald erkannte man auch die Möglichkeit, die integrierten Rohrregister nicht nur zum Heizen im Winter zu verwenden, sondern auch zum Kühlen im Sommer. 1936/1937 wurde in der Schweiz ein Kaufhaus errichtet welches mit „Crittall-Decken“ ausgestattet war, die als Strahlungsheiz- und Kühldecken fungierten [5]. In der damaligen Zeit wurden viele Untersuchungen durchgeführt, die zu einem lebhaften Meinungsaustausch über die Funktion und Wirkungsweise von Flächenheiz- und Flächenkühlsystemen führten.

Die wissenschaftliche Plattform für die Diskussionen und die Veröffentlichung der Ergebnisse in Deutschland, war die Zeitschrift „Gesundheits-Ingenieur“.

Der schlechte bauphysikalische Standard der damaligen Zeit, die auf metallische Materialien beschränkte Rohrtechnik und eine fehlenden Taupunktregelung, ließen die Deckenheizung /-kühlung jedoch schnell an ihre Grenzen stoßen.

Der mangelnde Wärmeschutz und der damit gegebene hohe spezifische Wärmebedarf führten zu unzumutbaren Strahlungsasymmetrien. Technische Geräte, die durch ihre Abwärme diesem hohen Wärmebedarf entgegensteuern konnten, gab es in den damaligen Büros nicht. Als größter Schwachpunkt stellte sich jedoch das verwendete Rohrmaterial heraus. In den schon jahrelang in Betrieb befindlichen Stahlrohrregistern zeigte sich eine enorme Korrosionsanfälligkeit, die zu schweren Schadensfällen führte und einem unzumutbaren Instandhaltungsaufwand mit sich brachte.

Aufgrund dieser schlechten bauphysikalischen Randbedingungen der damaligen Gebäude konnte sich die Crittall-Decke nicht durchsetzen und verschwand wenig später völlig vom Markt.

Erst die Ölkrise Anfang der siebziger Jahre, weckte erneut das Interesse der Industrie an Flächenheiz- und Flächenkühlsystemen. Diese Systeme sind in der Lage mit geringen Temperaturen ein energetisch sparsames und behagliches Heizen der Aufenthaltsbereiche in den Gebäuden zu ermöglichen. Mit neuen Dämmstandard und Kupfer als Rohrmaterial hielt das von den Römern praktizierte Prinzip der beheizten Fußbodenfläche wieder Einzug in der Heizungstechnik. Die moderne Fußbodenheizung fand schnell Einsatz im privaten, sowie im öffentlichen und industriellen Bereich. In den achtziger Jahren kam die wasserdurchflossene Metallkühldecke als weiteres Flächensystem zur Gebäudetemperierung hinzu.

1.1.2. Schritte zur Betonkerntemperierung

In den neunziger Jahren begann man in der Schweiz und in Deutschland damit, das Prinzip der „Crittall-Decke“, diesmal unter der Bezeichnung „temperierte Bauteile“, wieder aufzunehmen.

Den Anstoß zur Wiederaufnahme, ebneten vier Wege, die im folgenden erläutert werden.

Erster Schritt

Durch die Schaffung von besseren bauphysikalischen Randbedingungen der modernen Gebäude wird das Verfahren der Betonkerntemperierung zu einem wirksamen Gebäudetemperierungssystem mit allen Vorteilen einer Strahlungsheizung- /kühlung.

Der heute realisierbare Wärmedämmstandard der Gebäudeaußenhüllen sorgt für einen geringen Wärmebedarf und ermöglicht so den Einsatz von Flächenheizungen, die mit einer sehr geringen Übertemperatur arbeiten und somit vielen derzeit auf dem Markt befindlichen Systemen überlegen sind.

Der verbesserte bauliche Wärmeschutz, insbesondere im Bereich der transparenten Bauteile, führt zu einer Abkopplung des Außenklimas und realisiert einen niedrigeren Einfall von äußeren Wärmelasten in den Raum.

Die wichtigste Komponente die entscheidend dazu beigetragen hat, die in den Bauteilen integrierten Rohrregister als ein funktionierendes System zu realisieren, ist die Entwicklung der Kunststoffrohre. Sie ermöglichen eine schnelle und unkomplizierte Montage und sind auf Grund ihrer hohen qualitativen Eigenschaften in der Lage die Gebäudestandzeit zu überdauern.

Zweiter Schritt

Seit dem Erlass der Wärmeschutzverordnung im Jahre 1994 sinkt der Wärmebedarf der Gebäude zunehmend. Mit der durch die Novellierung der EnEV 2000 noch zu erwartenden Verbesserung des Wärmeschutzes der Gebäudehülle sind die wichtigsten Voraussetzungen für die Wirksamkeit der Bauteiltemperierung gegeben.

Auch die DIN 1946 Teil 2 vom August 1991 mit der Festlegung auf geringere Grenzwerte der Raumlufgeschwindigkeiten führte zum Wandel in der Raumluftechnik. Die einfache Lösung, z.B. bei steigenden Lasten den Luftwechsel der Luftheizungs- bzw. Luftkühlsysteme zu erhöhen, stellt nun ein großes Problem dar. Durch diese Einschränkung der Möglichkeiten von Luftsystemen, erhalten die Flächentemperierungssysteme eine neue Chance. Eine große Zukunft erhält das

System auch durch die Möglichkeit der Umweltenergienutzung. Geförderte Energien, wie z.B. die Solarenergie kann nun auch zum Beheizen von Gebäuden genutzt werden und nicht nur wie bisher zur Warmwasserbereitung. Auch geothermische Energien und Wärmepumpen finden nun ein passendes System um zum Temperieren von Räumen zu dienen. Das Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen hat deshalb in seinem Leitfaden „Nachhaltiges Bauen“ [6] die Betonkerntemperierung ausdrücklich als zulässiges Gebäudetemperierungssystem aufgeführt.

Dritter Schritt

Die Vorteile eines isolierten Gebäudes bringen aber auch eine Nebenwirkung mit sich. In Verbindung mit dem fortlaufenden Anstieg der EDV-Gerätedichte in den Bürogebäuden, welche immer häufiger 24 h betriebsbereit zur Verfügung stehen muss, übernimmt der Kühlfall bei der Gebäudetemperierung die dominante Rolle. Die hohe Dichtigkeit der Gebäude lässt eine natürliche Nachtauskühlung kaum noch zu und macht so gerade in der Übergangszeit eine Kühlung erforderlich.

Der häufige Wunsch von Investoren und Nutzern nach Büro- und Verwaltungsgebäuden ohne flächendeckende Klimatisierung ist auf die damit verbundenen hohen Investitions- und Betriebskosten sowie ein zunehmendes ökologisches Bewusstsein zurückzuführen [7]. Dieses Denken führte zu einer „Alles-oder-Nichts“ Entscheidung bei den Bauherren und Investoren und steht damit im Widerspruch zu den Behaglichkeitsdefinitionen der DIN 1946 bzw. ISO EN 7730. Zusätzlich erschwert der Trend zum Investorengebäude mit wechselnder Vermietung und zu flexibleren Organisations- und Unternehmensstrukturen und damit verbundenen hohen Anforderungen an die Variabilität der Raumstruktur von Bürogebäuden, die Entscheidung für ein geeignetes Klimakonzept. Auch die Tatsache das Luft als Wärmeträger große Volumenströme erfordert und deshalb keine preiswerten Klimaanlage auf dem Markt sind, spaltet die Konzeption von Gebäuden in zwei Richtungen. Zum einen in hochwertige Gebäude, die über Kühl-/ Heizdecken oder konventionelle Klimaanlage verfügen und zum anderen in Gebäude in denen man auf thermischen Komfort weitgehend verzichtet. Es muss daher gelingen, mit

möglichst einfachen Mitteln, sowohl die Herstellung als auch den Betrieb betreffend, die gewünschten Ergebnisse zu erzielen. Dabei sind Maßnahmen gefragt, mit denen der jeweils gewünschte Komfort möglichst wirtschaftlich und umweltschonend erreicht wird [7].

Hier tritt die Bauteiltemperierung als preiswert zu installierendes System, dass mit geringen Betriebstemperaturen und Betriebskosten das Kühlen und das Beheizen ermöglicht, mehr und mehr in den Mittelpunkt. Durch die Unsichtbarkeit des Systems kommt die Bauteilaktivierung auch dem Wunsch der Architektur zu möglichst glatten und unverkleideten Flächen entgegen. Durch die platzsparende Technik lassen sich geringe Geschosshöhen realisieren und die technischen Aufstellräume klein halten. Dies ist aus wirtschaftlicher Betrachtungsweise ein enormes Entscheidungskriterium für die thermisch aktivierten Bauteile.

Dadurch hat die Betonkerntemperierung innerhalb einer relativ kurzen Markteinführungsphase bei Architekten, Bauherren, Investoren und neuerdings auch bei der öffentlichen Hand einen beachtlichen Stellenwert erreicht [8]. Mit der Aktivierung der Gebäudemasse steht nun ein Temperierungssystem zu Verfügung, dass für die Kühlaufgabe im Bürobereich vollkommen ausreicht.

Vierter Schritt

Ein weiterer Grund für die Wiedereinführung temperierter Bauteile sind die großen Mängel der herkömmlichen, konventionellen Klimatechniken bei Berücksichtigung der höheren Anforderungen der Mitarbeiter an die Behaglichkeit am Arbeitsplatz. Die in den vergangenen Jahren gewonnenen Erkenntnisse verdeutlichten, dass häufig zu hohe Luftgeschwindigkeiten als Funktion der Temperatur für die Beschwerden von Raumnutzern ursächlich sind, wobei auch der Turbulenzgrad der Strömung als Einflussgröße erkannt wurde. Auch das „Sick Building Syndrom“ ist zurzeit auf die Verwendung von Nur-Luft-Systemen zurückzuführen. Eines der größten Probleme ist die Tatsache, dass in den isolierten Bauten die freie Nachtkühlung nur noch eingeschränkt bzw. nicht mehr gegeben ist. Tagsüber entstehende Wärmeüberschüsse werden von massiven Bauteilen gespeichert, Die Temperaturamplituden werden somit gedämpft. Die stark verringerte Auskühlung verhindert jedoch eine ausreichende Entladung der Bauteile bei Nacht. Will man die Nachtauskühlung

speicherfähiger Bauteile intensivieren, so kann dies z.B. über eine natürliche oder eine mechanisch unterstützte Nachtlüftung erfolgen. Erheblich wirkungsvoller ist jedoch die direkte Kühlung der Bauteile durch integrierte wasserführende Rohre. [7]. Zugerscheinungen, Geräuschbelästigungen und ständige Staubaufwirbelungen wie bei konventionellen Klimaanlageanlagen gehören bei diesem System der Vergangenheit an.

Vor allem von der energetischen und der umwelttechnischen Seite ist die Bauteiltemperierung den marktbeherrschenden Systemen weit überlegen. Zwar sind bei der Weiterentwicklung der alten Systeme große Fortschritte im Punkte Energieeffizienz erreicht worden, z.B. durch Wärmerückgewinnung, den Umluftbetrieb bei Lüftungsanlagen und die Nutzung von Wasser als Trägermedium bei Heiz- und Kühldecken, dennoch sind die energetischen Vorteile auf der Seite der thermisch aktivierten Bauteile. Die nah an der Raumtemperatur arbeitenden Betriebstemperaturen des Flächensystems erlauben ein kostengünstiges Betreiben ohne allzu großen technischen Aufwand. Gerade das mitteleuropäische Klima, in dem auch in sommerlichen Hitzeperioden die Nachttemperatur kurzfristig fast immer unter 20 °C fällt, bietet gute Voraussetzung für die Gebäudekühlung durch in den Betonkern integrierte, wasserdurchströmte Rohrregister.

Diese beschriebenen vier Schritte, die in der folgenden Ausarbeitung noch genauer untersucht werden, haben der im Jahre 1907 entwickelten „Crittall-Decke“ zum Marktdurchbruch verholfen.

Das heute schon von vielen Firmen häufig realisierte System wird von Wissenschaftler und Herstellern heiß propagiert, diskutiert, untersucht und weiter optimiert. Dabei taucht es bei Veröffentlichungen unter den unterschiedlichsten Bezeichnungen auf.

Einige der Begriffe sind im Folgenden aufgelistet:

- Betonkernaktivierung
- Betonkerntemperierung
- Betonteilkühlung
- Bauteilkonditionierung
- Betonkernheizung/- kühlung
- Hüllflächen - Temperierung
- Flächenkühlung
- passive Kühlung
- Aktivspeichersysteme
- isotherme Gebäude
- stille Kühlung
- sanfte Kühlung
- Klima-Doppeldecke
- thermisch aktive Bauteile
- 3CH (Concrete Core Cooling/Heating)

Als objektive Systemcharakterisierung kann die Bezeichnung „thermische Bauteilaktivierung zur passiven, umweltschonenden Unterstützung der Raumklimatisierung [9]“ gelten.

Daher wird in der folgenden Ausarbeitung, vornehmlich der Begriff thermische Bauteilaktivierung bzw. Betonkerntemperierung verwendet.

Eine Bezeichnung des Systems als Bauteilklimatisierung oder ähnlich, ist als falsch anzusehen, da hier Architekten bzw. Bauherren ein falscher Begriff signalisiert wird.

Thermodynamisch handelt es sich um ein aktives Speichern und ein passives Entladen.

1.2. Die moderne Betonkerntemperierung

1.2.1. Aufbau

Die bisher praktizierten Flächensysteme bestehen aus wasserführenden Rohren, vereinzelt auch aus Luftkanalsystemen, die unterhalb der Oberfläche in den Bauteilen eingebracht sind. Weitverbreitete Systeme sind Fußbodenheizungen mit im Estrich eingelassenen Rohrschlängen und die Decken- und Wandsysteme, bei denen die Rohre direkt unter dem Putz verlegt sind. Vom durchströmten eingebrachten Rohr erfolgt ein direkter Wärmeübertrag zum Raum. Die vorhandene Gebäudespeichermasse ist vom Raum abgekoppelt und spielt für die Raumklimatisierung eine untergeordnete, teilweise sogar störende, Rolle. So verfügt das System über ein geringes Trägheitsverhalten.

Ganz anders ist dies bei der Betonkerntemperierung. Dieser Spezialfall der Flächensysteme setzt die Verlegung der Rohre im Beton voraus. In der Regel werden die Rohrregister direkt in die „neutrale Zone“ zwischen oberer und unterer Bewehrung installiert, wie in der Abbildung 1.2 dargestellt.

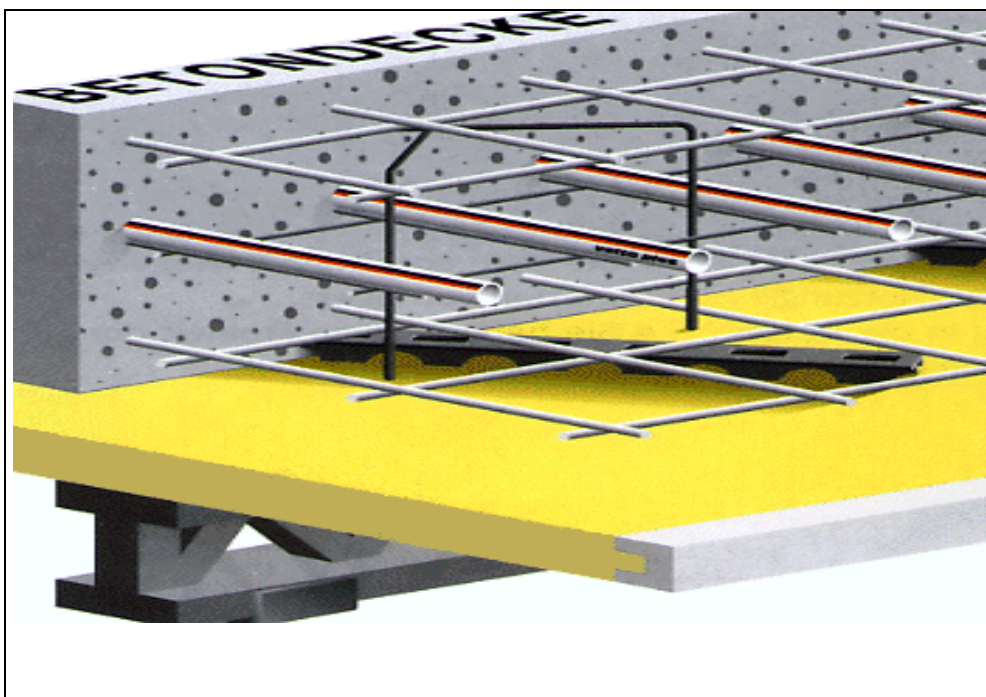


Abbildung 1.2 *Aufbau der thermisch aktivierten Geschossdecke [10]*

In den meisten Fällen wird die Geschossdecke für die Verlegung der Rohrregister verwendet. Seltener kommt das Einbetonieren der Rohre in den Wänden vor. Der wesentliche Unterschied zu den herkömmlichen Unterputzsystemen und der Fußbodenheizung liegt darin, dass hier nicht die Abkopplung der vorhandenen Speichermasse vom Raum erfolgt. Sie wird bewusst mit in die thermodynamischen Vorgänge im Raum einbezogen. Damit ergibt sich ein Bauteiltemperierungssystem mit einer großen Speicherkapazität.

Die Rohrmaterialien sind die gleichen wie bei Fußbodenheizsystemen: PE-X-Rohre (vernetzter PE-Kunststoff) oder Mehrschichtverbundrohr aus PE und Aluminium (VPE). Auch die verwendeten Rohrdurchmesser liegen im selben Bereich wie bei üblichen Fußbodenheizungen. Es besteht auch die Möglichkeit der Verwendung von Kapillarrohrmatten, wie sie auch bei Unterputzsystemen Anwendung finden.

1.2.2. Wirkungsweise

Die Betonteiltemperierung macht sich die Eigenschaft unverkleideter Speichermassen eines Gebäudes zunutze. Die im Kern mit Rohrregistern versehenen Betonbauteile werden dabei thermisch „aktiviert“. Das heißt, die Massivbauteile werden aktiv mit in den Wärmeaustausch zwischen dem Raum und dem Heiz- bzw. Kühlmedium einbezogen.

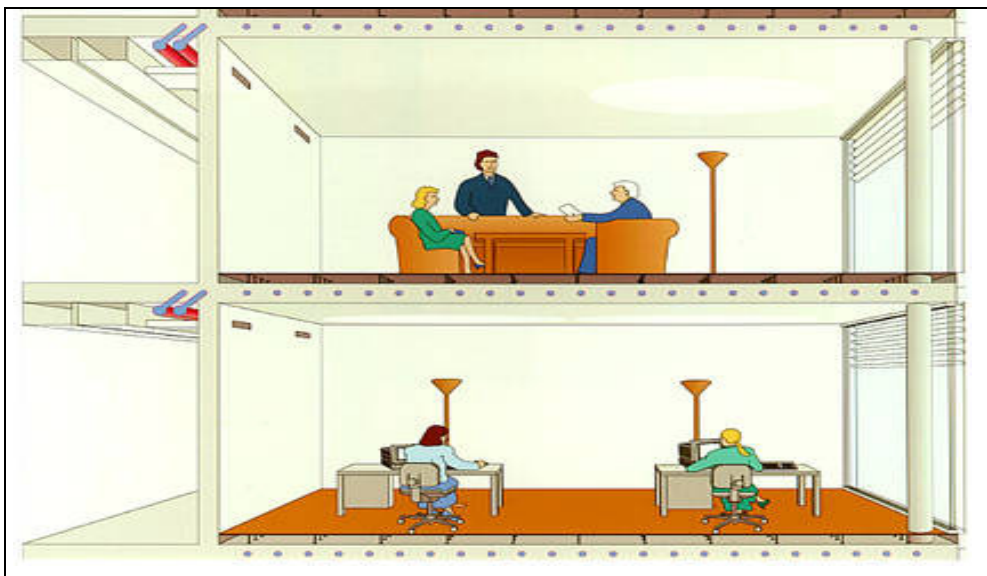


Abbildung 1.3 Schematische Darstellung eines thermisch aktivierten Gebäudes
[11]