

Nutzerorientierte Konfiguration thermisch aktiver Bauteile

Dr.-Ing. Michael Günther, Uponor GmbH, Hassfurt (Uponor Academy, Dresden)

Die Raumkühlung und -heizung (Grundlast) von Büro- und Verwaltungsgebäuden, Museen und anderen Nichtwohnbauten über Bauteile mit integrierten Rohrregistern wird seit einigen Jahren häufig mit der Betonkernaktivierung (BKA) realisiert. Dabei weisen die mechanisch hoch belastbaren Kunststoffrohre in der Betondecke eine hinreichend große Betonüber- bzw. -unterdeckung auf.

Über die Verfahrensweise, Möglichkeiten und Grenzen, Planungsgrundsätze sowie baukonstruktive Details des Ausführens wurde unter anderem von GLÜCK [1], DEECKE/GÜNTHER/OLESEN [2] und MAREK [3] ausführlich berichtet. Wärmetechnisch ergibt sich folgende Systemcharakteristik:

- ▶ Die Betonkernaktivierung ist ein Aktivspeichersystem und unterscheidet sich im Wirkprinzip von konventionellen Anlagen mit oberflächennahen Rohren in Estrich oder Beton sowohl in den dauerhaft erzielbaren Leistungen als auch im Zeitverhalten.
- ▶ Es werden wasserführende Rohrregister im Kern des Bauteils Decke oder Wand mit hinreichend großer Unter- bzw. Überdeckung von mehr als 8 cm montiert. Dabei wird die speicherwirksame Bauwerksmasse genutzt, die ohne Zusatzkosten zur Verfügung steht.
- ▶ Die Systeme werden hauptsächlich zur Raumkühlung, im geringeren Umfang zur Raumheizung genutzt. Es wird ein sukzessives Aufschwingen der Raumtemperatur im Wochenverlauf vermieden.
- ▶ Durch äußere Verschattungseinrichtungen können in typischen Bürobauten die sommerlichen Raumtemperaturen um ca. 3 K herabgesetzt werden. Bei zusätzlicher Betonkernaktivierung ist ein Absenken der Raumtemperatur um weitere 3 K möglich.
- ▶ Eine weit verbreitete Betriebsweise sieht vor, die Speichermasse des jeweiligen Bauteils nur in den Nachtstunden zwischen 18 und 6 Uhr durch eine Vorlauftemperatur von ca. 17 bis 20°C zu kühlen. Am Tag kann die Kältemaschine dann für andere Zwecke genutzt werden.
- ▶ Niedrigere Oberflächentemperaturen an den Umschließungsflächen, bevorzugt realisiert an der Deckenunterseite, bewirken gegenüber ungekühlten Bauteilen einen Strahlungsaustausch mit dem Nutzer, der auch bei nunmehr höheren zulässigen Raumlufttemperaturen zur thermischen Behaglichkeit führt (Bild 1).

Daraus resultiert, dass in Räumen mit Betonkernaktivierung die sommerliche Raumlufttemperatur um durchaus 2 bis 3 K höher liegen darf als in Räumen ohne Kühlung der Raumumschließungsflächen.

- ▶ Neuere Untersuchungen von OLESEN [4] zur energieeffizienten Regelung und Betriebsführung der Betonkernaktivierung führen zu dem Ergebnis, dass eine außentemperaturabhängige Fahrweise ausreichend ist. Dabei sollten jedoch die von OLESEN gewählten Randbedingungen genau berücksichtigt werden. Ganz sicher gibt

es auch Anwendungsfälle der Betonkernaktivierung mit größeren Lastschwankungen auf Grund von voraussehbaren Wetterumschwüngen oder nutzungsbedingten internen Lastsprüngen, so dass eine lastprognosegestützte Fahrweise durchaus sinnvoll erscheint und bereits auch realisiert wird. Hierzu liegen Algorithmen für Lüftungs- und Klimaanlage vor, die auf die Spezifik der Betonkernaktivierung übertragbar sind (MAI [5]).

- ▶ Im Heizbetrieb sind die Leistungen der Betonkernaktivierung insbesondere auf Grund der Systemträgheit begrenzt. Aus regelungstechnischen Gründen sollten Heizwärmestromdichten von maximal 20 W/m² bei einer Raumtemperatur von 20°C nicht überschritten werden. Die mittlere Übertemperatur an der Decke von ca. 3 bis 4 K führt bei auftretenden Lastschwankungen dann nicht zu einem Überheizen des Raumes, was auch dem Selbstregelleffekt von Flächenheizungen geschuldet ist.
- ▶ Sollte diese Heizwärmestromdichte für die Kompensation der Heizlast nicht ausreichen, sind bisher zusätzliche Raumheizeinrichtungen wie Randstreifenheizungen an Decke und Fußboden oder auch Konvektoren vorzusehen.

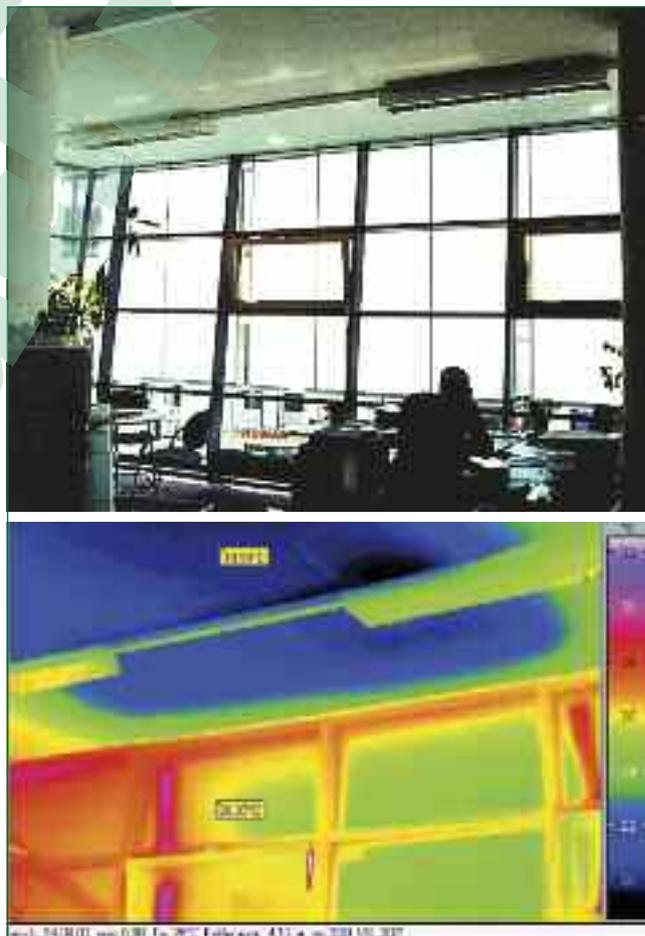


Bild 1: Thermografischer Nachweis niedriger Oberflächentemperaturen bei sommerlicher Raumkühlung mit Hilfe der Decke (Betonkernaktivierung)

Zusammenfassend ist hierzu festzustellen, dass die Betonkernaktivierung ein System zur Kompensation kleiner und mittlerer Kühllasten sowie kleiner Heizlasten darstellt. Wie thermisch aktive Bauteile bei hohen Kühl- und Heizlasten zu konfigurieren sind, zeigt der nächste Abschnitt.

Gebäude mit hohen Kühllasten und differenzierten Komfortklassen

Es ist im Interesse des Nutzers, die Betriebskosten von Gebäuden mit aktiver Raumkühlung gering zu halten. In diesem Sinne wird bereits die DIN V 18 599 [6] sowohl den Architekten als auch den TGA-Fachplaner anleiten, die Kühllast von Gebäuden gering zu halten.

Hohe Kühllasten von Gebäuden können sich jedoch auch zukünftig unter Berücksichtigung folgender Einflussfaktoren ergeben (GÜNTHER [7]):

► hohe externe Kühlbelastung

- Architekturkonzept „Form follows emotion“ mit Vollverglasung
- und mangelhaftem Sonnenschutz

► hohe interne Kühlbelastung

- hohe Technisierung und Personenbelegungsdichte der Räume

► Vermarktungskonzepte von Gebäuden und Nutzerverhalten

- Ausbau, Umnutzung und Vermietung von Gebäuden ohne Berücksichtigung des ursprünglichen Konzepts (Raumbuch)
- nutzerseitige Eingriffe in Lüftungs- und Verschattungsstrategien

Bild 2 verdeutlicht, dass die Leistung der Betonkernaktivierung unter diesen Voraussetzungen nicht ausreichen wird, die Raumtemperatur dauerhaft unter 26°C oder gar 23°C zu halten.

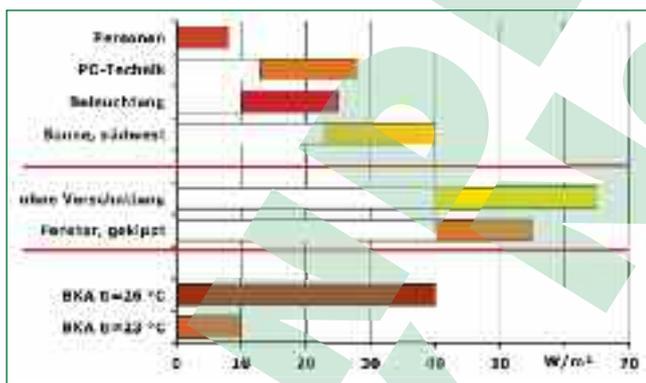


Bild 2: Bereich realer Kühllastanteile und Kühlleistung der Betonkernaktivierung (BKA) im Vergleich

Neue (europäische) Normen zum Raumklima, der Gesamtenergieeffizienz des Gebäudes und der Konfiguration der TGA-Anlagen gehen richtigerweise von den Randbedingungen der Nutzung aus und benennen dazu Komfortklassen (Bild 3). Entsprechend der anvisierten Komfortklasse ist der Umfang der technischen Gebäudeausrüstung festzulegen.

In diesem Sinne ist offensichtlich, dass im Sommer zum Erreichen einer mittleren Raumtemperatur von 24,5°C mit einer geringen Schwankungsbreite von 1 K (Klasse A; 6% Un-

zufriedene) eine regelfähigere Anlage als bei größeren zulässigen Abweichungen von 2,5 K (Klasse C; 16% Unzufriedene) gewählt werden muss.

Gebäude-/Raumtyp	Aktivität met	Kategorie	Operative Temperatur °C	
			Sommer (Kühlungsperiode)	Winter (Heizperiode)
Einzelbüro Bürolandschaft Konferenzraum Auditorium Cafeteria/ Restaurant Klassenraum	1,2	A	24,5 ± 1,0	22,0 ± 1,0
		B	24,5 ± 1,5	22,0 ± 2,0
		C	24,5 ± 2,5	22,0 ± 3,0

Bild 3: EN ISO 7730 [8] – Norm hinsichtlich der thermischen Behaglichkeit und Benennen von Komfortklassen

Hinsichtlich der thermischen Behaglichkeit fensternaher Arbeitsplätze (Mikroklima) ist zu berücksichtigen, dass ein winterlicher Strahlungsausgleich mit der kalten Fensteroberfläche erfolgen sollte. Hierzu kann ein Streifen als Deckenheizung ausgeführt werden, dessen Breite sich aus der Heizlast, den Abmessungen des Fensters und der Betriebsweise der Anlage zur Raumkühlung ergibt.

In Räumen mit einer größeren Raumtiefe als ca. 4 m ist außerdem das Zonieren der thermisch aktiven Decke angeraten. Ein fensternaher Streifen mit oberflächennahen Rohren weist höhere Leistungen als die restliche Decke mit Betonkernaktivierung auf und ist zudem regelfähiger.

Vorteilhafte Kombination von Betonkernaktivierung und Teilflächen mit oberflächennahen Rohren

Für Gebäude mit höheren Kühllasten empfiehlt sich somit die Kombination von Betonkernaktivierung (Uponor contec) und Teilflächen mit oberflächennahen Rohren (z.B. mit Uponor contec ON / ON HL (Bild 4 und 5)).



Bild 4: Betonkernaktivierung (links) und oberflächennah angeordnete Kunststoffrohre in der Decke zum Kühlen und Heizen

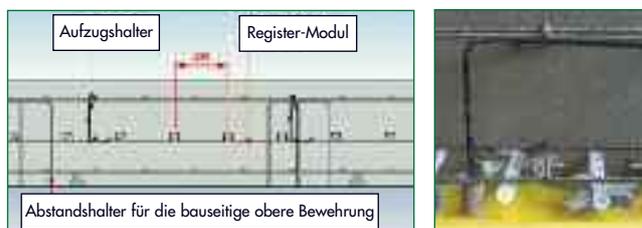


Bild 5: Detail der Deckenkonstruktion mit Kunststoffrohren im Betonkern (links) oder in Oberflächennähe

	Kühlleistungsdichte q_K (W/m^2) bei $t_i = 26^\circ C$	Heizwärmestromdichte q_H (W/m^2) bei $t_i = 20^\circ C$	Zeit zum Erreichen einer Kühlleistungsdichte von $40 W/m^2$
Betonkernaktivierung	40	20	> 12 Stunden
oberflächennahe Rohre	65	50	ca. 2 Stunden

Tab. 1: Wärmetechnisch relevante Grenzwerte thermisch aktiver Decken

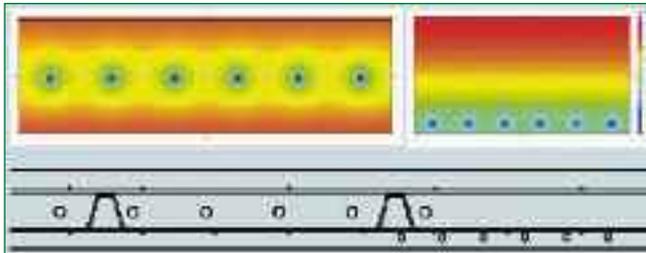


Bild 6: Wirkweise beider Systeme (Raumkühlung) – Temperaturfeld ca. 2 Stunden nach Inbetriebnahme

Tabelle 1 verdeutlicht in vereinfachter, aber anschaulicher Darstellung die wärmetechnisch relevanten Unterschiede thermisch aktiver Decken. Die Angaben beziehen sich auf Decken mit Kunststoffrohren großer (ca. 10 cm) und kleiner Betonunterdeckung (ca. 2 cm).

Ein großer Vorteil der thermisch aktiven Decke mit oberflächennahen Kunststoffrohren besteht darin, kurzfristig auftre-

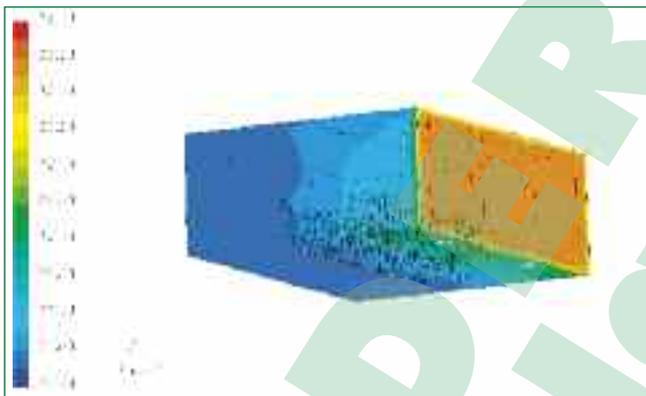


Bild 7: Sommerliche Oberflächentemperaturen in einem ungenutzten Versammlungsraum

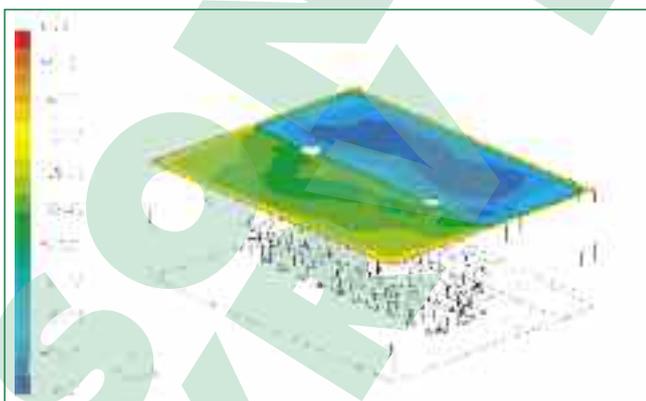


Bild 8: Kühlleistungsdichte q_K in (W/m^2) einer Decke mit Kunststoffrohren im Betonkern und in Oberflächennähe vor dem Fenster bei Raumnutzung

tende Lastsprünge kompensieren zu können. Die Bilder 7 bis 9 zeigen die Ergebnisse einer Computersimulation für einen Versammlungsraum, der von 20 Personen genutzt wird.

Mit der Inbetriebnahme der Kühldecke mit oberflächennahen Kunststoffrohren gelingt es, dem Ansteigen der Raumtemperatur entgegen zu wirken.

Sicherheit planen heißt: Details genau prüfen!

Besonders hochwertige Kunststoffrohre für Chemie und Industrie

Mehr als 500 Abmessungen von 6 – 600 mm Ø in verschiedenen Werkstoffen ab Lager lieferbar.

Georg Fischer DEKA GmbH
Kreuzstrasse 22
D-35232 Dautphetal-Mornshausen
Tel. +49 (0)6468 915-0
Fax +49 (0)6468 915-221/2
deka.ps@georgfischer.com
<http://www.dekapipe.de>

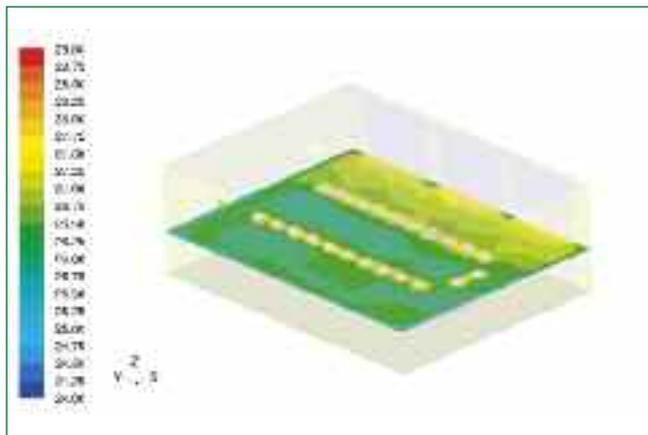


Bild 9: Verteilung der operativen Temperatur t_o in °C (1,1m über OKFF) für die Randbedingungen aus Bild 7 und 8

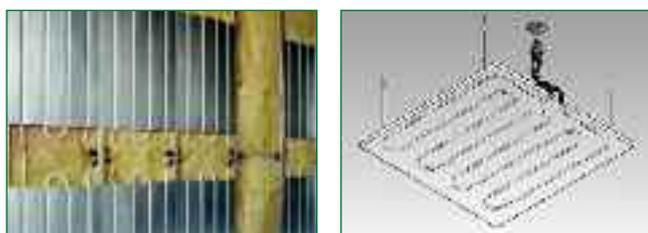


Bild 10: Anschluss der thermisch aktiven Ständerwand Uponor Siccus SW oder eines Kühlsegels mit der thermischen Steckdose TS

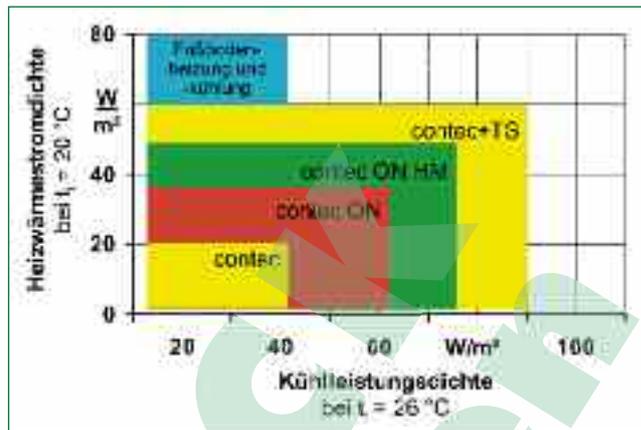
Außerdem wird die höhere Oberflächentemperatur der Fensterinnenseite ausgeglichen, was die thermische Behaglichkeit der in Fensternähe Sitzenden erhöht.

Sollte die erreichbare Kühlleistung nicht ausreichen (auch in Anbetracht möglicher Nutzungsveränderungen im Anschluss an Umbaumaßnahmen) oder erhöhte mikroklimatische Forderungen bestehen, können Kühlsegel oder thermisch aktive Trennwände (Bild 10) über eine thermische Steckdose Uponor contec TS (Bild 11) angedockt werden. Es ist durchaus sinnvoll und in der Schweiz sogar gefordert, Anschlussmöglichkeiten für dezentrale Raumkühleinrichtungen vorzuhalten, wenn Kühlbedarf besteht, zunächst aber auf deren Montage verzichtet wird.

Zusammenfassung

Unter Berücksichtigung einzuhaltender Komfortklassen, bauphysikalisch nicht optimal geplanter Gebäude und eines weitgehend nicht reglementierbaren Nutzerverhaltens sind thermisch aktive Bauteile mit unterschiedlicher Lage der Kunststoffrohre zu konfigurieren. Über Systemergänzungen wie die thermisch aktive Ständerwand Siccus SW oder Kühlsegel mit Anschluss über eine thermische Steckdose ist zu befinden.

Uponor verfügt hierzu über eine umfangreiche Systempalette und das notwendige Wissen, thermisch aktive Bauteile bauvorhabenbezogen zu planen. Das Unternehmen bietet einen nachhaltigen Service, beginnend vom Beraten des Bauherrn und Architekten über das Ausarbeiten von Planungshilfen für den TGA-Fachplaner bis zur Montageeinweisung und Inbetriebnahme der Systemlösung. ■



Danksagung

Der Autor dankt Holmer Deecke und Jörg Stette (Uponor GmbH, Norderstedt) für die konstruktive Zusammenarbeit.

Dipl.-Ing. Geißler (Ingenieurbüro Geißler in Jahnsdorf) übernahm dankenswerterweise die Computersimulation.

Literatur

- [1] GLÜCK, B.: Thermische Bauteilaktivierung, C. F. Müller Verlag, Heidelberg, 1999
- [2] DEECKE, H., velta contec, GÜNTHER, M., Wirsbo-VELTA GmbH & Co.KG, OLESEN, B. W.: Die Betonkernaktivierung.
- [3] MAREK, R.: Innovative Aktivspeichersysteme: Bauteilintegrierte Möglichkeiten zur sanften Raumtemperierung, 22. Internationaler velta Kongress 2000, Kongressband, St. Christoph, 2000.
- [4] OLESEN, B. W.: Neue Erkenntnisse über Regelung und Betrieb der Betonkernaktivierung 26. Internationaler velta Kongress 2004, Kongressband, St. Christoph, 2004.
- [5] MAI, R.: Belastungsprognose von RLT – Anlagen, ki Luft- und Kältetechnik 38 (2002) 11, S. 537 – 540, C. F. Müller Verlag, Hüthig GmbH, Heidelberg.
- [6] DIN V 18 599 – Energetische Bewertung von Gebäuden ..., Beuth Verlag, 2006.
- [7] GÜNTHER, M.: Betonkernaktivierung – thermografisch gestützte Betriebsuntersuchungen und Schlussfolgerungen für die Anlagenkonfiguration, VDI-Berichte 1921, VDI Verlag GmbH, Düsseldorf, 2006.
- [8] EN ISO 7730 – Analytische Bestimmung und Interpretation der thermischen Behaglichkeit, Beuth Verlag, 2004.

Querschiesser informiert:

Trendkongress SHK dieses Jahr in Berlin!

Der Querschiesser-Trendkongress für die SHK-Branche bedeutet acht Stunden komprimierte Information, intensive Diskussion und anregender Austausch. Und jedes Mal sind es mehr Zuhörer. Hans-Arno Kloep und sein Team bitten mittels Marketingumfragen Tausende von Handwerkern, Fachhändlern und Planern um ihre Einschätzung von Produkten, Technologien, Marken, Kundenstrategien, Handelskonzepten etc. Er stellt die richtigen Fragen, wertet die Antworten aus und präsentiert die Ergebnisse sowie die sich daraus ergebenden Trends auf seinem jährlichen Trendkongress.

Der Trendkongress 2006 findet am 26. Oktober in Berlin statt. Das detaillierte Kongressprogramm ist ab 22.9.2006 unter www.shk-journal.de veröffentlicht.

Informationen zu Querschiesser GmbH & Co.KG finden Sie unter www.querschiesser.de