Heizen und Kühlen mit thermischer Bauteilaktivierung

Entwicklungstrends im Einklang mit Ökologie und Ökonomie

Autor: Martin Müntjes, Marktsegmentleiter Gewerbebau

Wirtschaftlichkeit ist im heutigen Büro- und Gewerbebau das Planungskriterium Nr. 1. Hinzu kommen steigende Nutzeranforderungen an die Ausstattung, den Komfort und das Innenraumklima. Dabei sind energieeffiziente Heiz- und Kühlsysteme heute nicht bloß eine Option, sondern vielmehr fester Bestandteil eines wirtschaftlichen Gebäudekonzeptes und damit einer erfolgreichen Vermarktung moderner Immobilien. Nicht zuletzt formuliert das EE Wärme- Gesetz seit dem 01.05.2011 konkrete Anforderungen zur Nutzung Erneuerbarer Energien für die Deckung des Heiz- und Kühlenergiebedarfs von Gebäuden. Wie die Anforderungen an Energieeffizienz, Wirtschaftlichkeit und Akustik im Büro- und Gewerbebau mit der thermischen Bauteilaktivierung in Einklang gebracht werden und welche Möglichkeiten thermisch aktivierte Spannbeton-Fertigdecken mit sich bringen, zeigt der nachfolgende Beitrag.

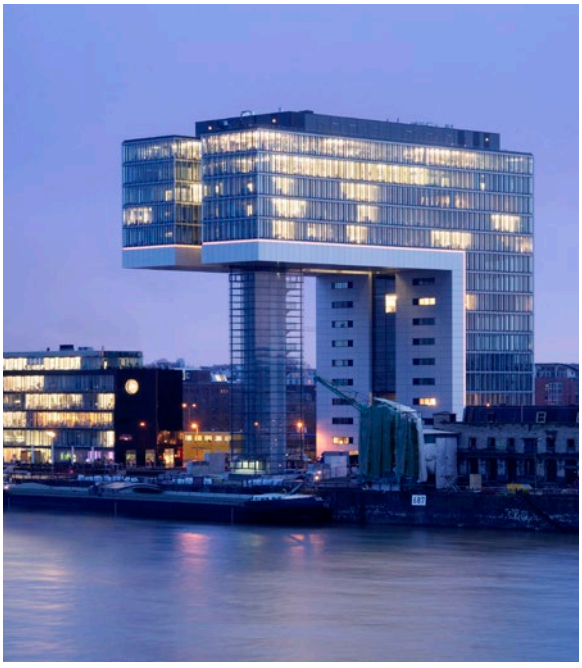

Abb.1: Thermische Bauteilaktivierung kommt speziell in modernen Bürogebäuden, wie dem Kranhaus Plus am Kölner Rheinauhafen, zum Einsatz.

Mit der aktuellen Energieeinspar-Verordnung verfolgt der Gesetzgeber konsequent die Einhaltung der gesteckten Klimaschutzziele. Das Resultat der hohen Anforderungen an den Wärmeschutz ist eine deutliche Senkung des Jahresheizenergiebedarfs der Gebäude. Gleichzeitig steigen, vor allem in den heißen Sommermonaten, die inneren Wärmelasten in den Räumen. Insbesondere in modernen Bürogebäuden mit ihrer offenen Architektur, kombiniert mit großen Fensterflächen, steigt daher der Bedarf an Kühlung in Räumen, die trotz Beschattungsmaßnahmen mehr und mehr Wärmelasten ausgesetzt sind. Zusätzlich trägt die Ausstattung von Büros mit einer Vielzahl von technischen Geräten dazu bei, dass aufgrund der guten Dämmung der Gebäudehülle fast ganzjährig ein Bedarf an Kühlung für ein behagliches Raumklima am Arbeitsplatz besteht.

Thermisch aktivierte Bauteile, wie das System Contec des Herstellers Uponor, bieten die Möglichkeit Büro- und Verwaltungsgebäude nachhaltig und energieeffizient zu kühlen und darüber hinaus für eine Abdeckung der Grundlast im Heizbetrieb zu sorgen.

FUNKTIONSPRINZIP DER THERMISCHEN BAUTEILAKTIVIERUNG

Die thermische Bauteilaktivierung nutzt dabei im Gebäude vorhandene Massivbauteile, insbesondere im Deckenbereich, um dort mit dem Einsatz von wasserführenden Rohrsystemen zu kühlen oder optional zu heizen.

Die positiven thermischen Eigenschaften des Werkstoffs Beton begünstigen dabei die Wirkungsweise des Systems.

VON DER HYPOKAUSTENHEIZUNG ZUM THERMISCH AKTIVIERTEN BETON

Dabei ist die Nutzung von Speichermasse zum Heizen und Kühlen im eigentlichen Sinne keine Erfindung der Neuzeit. Bereits die bekannte Hypokaustenheizung der Römer arbeitete nach dem interstationären Prinzip. Rauchgase aus Feuerungen wurden hierbei über längere Wege durch Hohlräume unter Fußböden und Wänden geleitet, um die angrenzenden Flächen und Bauteile zu erwärmen.

Die erste in Deutschland gebaute Deckenheizung wurde erst 1930 realisiert, nachdem Paneelheizungen mit Stahlrohr schon im Jahr 1907 in England patentiert wurden. Das nach der Liverpooler Firma Crittal benannte System, bei dem vorgefertigte Rohrmäander aus Stahl fest in die Stahlbetondecken einbetoniert werden, fand in den 50er Jahren auch in Deutschland weitere Verbreitung – wenn auch mit überschaubarem Erfolg. Es wurde jedoch schon zu Beginn der 1930er Jahre über den möglichen Einsatz des Systems zum Kühlen publiziert – diese Idee verwarf man nach Versuchen jedoch schnell, da Taupunktunterschreitung und Kondensatbildung nicht kontrollierbar erschienen.

Die Probleme der Kondenswasserbildung bei Stahlrohr, die unpräzise Vorlauftemperaturführung und die mangelnde Überwachung von Raumfeuchte und

Temperatur konnten im Laufe der 1990er Jahre durch den Einsatz von Vollkunststoffrohr und entsprechender Technik behoben werden [Glück, 1999]. Es folgte eine rasante Marktverbreitung der Kühlung mit thermisch aktiven Bauteilen, die sich bis heute fortsetzt. Annähernd 50 % der heutigen Neubauten im Gewerbebau (Büroflächen) werden mit der Technologie ausgestattet.

Im Hinblick auf die Einhaltung der Forderung nach hoher Energieeffizienz und die bestehenden Nutzungspflichten für Erneuerbare Energien im EE Wärme Gesetz sind heute Heiz- und Kühlkonzepte gefragt, die bauteilintegrierte Rohrregister direkt mit einer Kälteversorgung mit raumnahen Temperaturen, z.B. von 16 °C/20 °C im Vor- und Rücklauf, aus dem Erdreich, Grundwasser oder einer anderen regenerativen Energiequelle versorgen. Dabei wird lediglich Energie für die Verteilung der Kühlung aufgewendet und nicht für die häufig kostenintensive Erzeugung mithilfe von Kompressions-Kältemaschinen. Im Heizfall wird die Bauteilaktivierung, z.B. zur Deckung von Grundlasten, für die Gebäudeheizung ressourcenschonend und ökonomisch vorteilhaft in Kombination mit Wärmepumpen eingesetzt. Hier sind – ähnlich den Flächenheizsystemen – die niedrigen Vorlauftemperaturen verantwortlich für einen energetisch und ökonomisch optimalen Betrieb. Das Prinzip der Bauteilaktivierung durch Nutzung der vorhandenen speicherwirksamen Masse aus Beton wird durch einen stetigen Wechsel von Be- und Entladung der aktiven Geschossdecken bestimmt.

Für die Praxis heißt das: Wärmezufuhr, z.B. an heißen Sommertagen, heizt tagsüber den Beton schwerpunktmäßig in der Decke auf. Die so gespeicherte Wärme wird mittels der integrierten Rohrregister tagsüber und in der Nacht abgeführt. Das Ergebnis: Die Vermeidung von unerwünschten Aufschaukelungen der Raumtemperatur während Schönwetterperioden.

KONSTRUKTION UND BAULICHE UMSETZUNG

Zur Nutzung der thermischen Bauteilaktivierung werden in der Ortbetonausführung werkseitig bereits vorgefertigte Rohrregister an die bauseitige obere Bewehrung der Betondecke gehängt. Dies ermöglicht einen gleichmäßigen Verlegeabstand sowie einen zügigen und damit wirtschaftlichen Baufortschritt. Das System Contec verwendet das bereits seit mehr als 40 Jahren bewährte Uponor Polyethylenrohr (PE-Xa Rohr). In seiner neuen Generation als Comfort Pipe Plus sorgt das UAXTM Fertigungsverfahren für optimale Verarbeitungsbedingungen auf der Baustelle. Der hier verwendete Kunststoff ist robust und empfiehlt sich dank seiner Materialeigenschaften, wie Formbeständigkeit und Resistenz gegen Spannungsrisse, insbesondere für den Einsatz im rauen Baustellenbetrieb. Diese Eigenschaften sind für eine langlebige Installation der Bauteilaktivierung notwendig, da die Rohrregister direkt in die Betondecke eingegossen werden. Dort fest positioniert, nutzen sie die Wärmespeicherkapazität der Betondecke, um im sommerlichen Kühlbetrieb einen größtmöglichen Anteil an gespeicherter Wärmeenergie über Nacht abzuführen, damit am folgenden Tag wieder behagliche Raumtemperaturen eingehalten werden können.

Abb.2: Die Wärmelasten des Tages führt die thermisch aktive Bauteilaktivierung in der Nacht ab. So werden Wärmeaufschaukelungen wirksam verhindert.

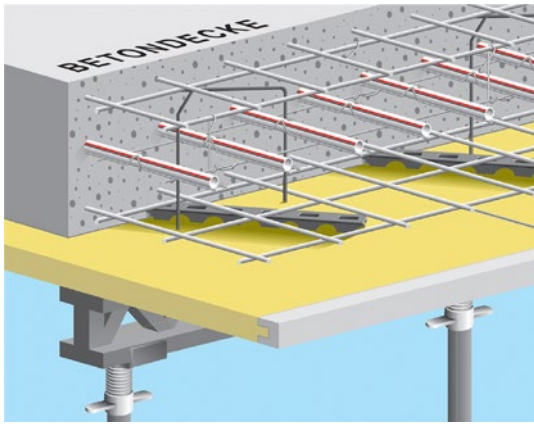

Abb.3: Die stabilen PE-XA-Rohre sind komplett in der Betondecke integriert.

THERMISCH AKTIVIERTE SPANNBETON-FERTIGDECKEN

Neben der Verlegung im Ortbeton hat sich mittlerweile auch eine Anwendung des Systems in Spannbeton Fertigdecken in der Baupraxis bewährt. Bei dieser Variante der Bauteilaktivierung werden die Contec-Module im Spannbetonwerk in den unteren Plattenspiegel der Fertigdecke integriert. Die dann thermisch aktivierten Spannbetonelemente werden anschlussfertig „just-in-time“ auf die Baustelle geliefert und von einem Fachbetrieb montiert.

Die Beratung zu dem entsprechenden Bauvorhaben und Schnittstellenkoordination zwischen thermischer Aktivierung und konstruktiven Merkmalen der Decke erfolgen durch Uponor und seine Partner, wie dem Spannbetonwerk Elbe. Mehr als zwei Drittel der Decken in gewerblich genutzten Immobilien werden mittlerweile als Fertigbauelemente oder Halbfertigteile hergestellt.Diese Bauweise reduziert die Bauzeit und die lohnintensiven Arbeiten beim Gießen der Decke. Neben der Vorfertigung bieten die Spannnbetondecken zusätzliche Vorteile. Die Hohlkam-

mer-Elemente sind 40 % leichter als herkömmliche Betondecken und reduzieren damit die statische Belastung des Tragwerks und der Fundamente. Damit ist eine wirtschaftliche Bauweise möglich, die schon bei vergleichsweise geringen Deckenstärken Spannweiten bis zu 18 m ohne Stützen ermöglicht.

Abb.4: Das robuste PE-Xa Rohr empfiehlt sich insbesondere für den Einsatz im rauen Baustellenbetrieb.

Abb.5: Die thermisch aktivierte Spannbeton-Fertigdecke wurde vorgefertigt zum Einbau im Rahmen des Audi Flagship Stores, Berlin, geliefert.

BAUTEILINTEGRIERTE AKUSTIKLÖSUNG

Auch hohe Anforderungen an die Raumakustik können in Verbindung mit der thermischen Bauteilaktivierung realisiert werden. So können schalldämpfende Maßnahmen inzwischen integrativer Bestandteil der Betondecke sein. Mithilfe des von der Max Frank GmbH in Zusammenarbeit mit dem Fraunhofer Institut für Bauphysik (IBP) entwickelten Absorberstreifen Sorp10 ist es sogar möglich den gewünschten Raumklang schon bei der Konzeption des Gebäudes zu gestalten. Der von einem Beton-U-Profil umschlossene Schallabsorber aus Reapor wird dabei auf die Schalung der Ortbetondecke gelegt und dient zusätzlich als Abstandhalter für die Armierung der Betonkernaktivierung. Das Schallabsorbermaterial aus versintertem Blähglasgranulat besitzt aufgrund seiner offenporigen Struktur hervorragende Akustikeigenschaften und erzielt bei einer Deckenbelegung 20 % bis zu 70 % Schallabsorption. Im Frequenzbereich der menschlichen Sprache ergeben sich somit deutlich reduzierte Nachhallzeiten gegenüber konventionellen Betondecken.

Auf die Leistung der Bauteilkühlung hat der 5 cm breite Absorberstreifen dagegen nur sehr geringen Einfluss. Die Gestaltung der Deckenansicht bleibt ebenfalls offen, ob als Sichtbeton in der ursprünglichen Oberfläche oder als fugenlose, weiße Oberfläche durch Auftragen eines Akustikspachtels. Die Materialkombination aus Faserbeton und Reapor erfüllt außerdem die Brandschutzanforderungen vergleichbarer, konventioneller Betondecken.

HOHE KÜHLLEISTUNGEN MIT OBERFLÄCHENNAHEN SYSTEMEN

Neben dem konventionellen Bauteilaktivierungssystem Contec bietet Uponor mit Contec ON eine neue, oberflächennahe Variante als Alternative für den Einsatz in Gebäuden mit hohen Kühl- und Heizlasten an. Aufgrund des oberflächennahen Einbaus, lediglich einige Zentimeter unter dem Deckenabschluss, bietet diese Systemlösung im Vergleich zur klassischen Betonkernaktivierung eine erhöhte direkte Kühl- bzw. Heizleistung sowie eine schnellere und damit verbesserte Regelfähigkeit. Für die Praxis heißt das, dass der monovalente Einsatz von Contec ON für den Heizfall möglich ist. Wie bei dem konventionellen System Contec kommt auch bei Contec ON das robuste und sauerstoffdichte PE-Xa-Rohr zum Einsatz. Bei der Montage werden die werkseitig vorgefertigten Contec ON Module als Auflage für die untere Bewehrung verwendet. Ausgestattet mit dieser Unterstützung kann der ausführende Fachhandwerker die Bewehrung direkt auf die Module legen. Alternativ bietet sich bei der oberflächennahen Bauteilaktivierung die Anwendung in Elementdecken an.

Angepasst auf die Raumgeometrie des Bauvorhabens werden die Kunststoffträgermatten samt Rohr in den unteren Deckenspiegel im Werk bereits eingepasst und nach Einbringen der unteren Bewehrungslage vergossen. Neben dem klassischen Gewerbebau findet dieses System zunehmend Interesse im Wohnungsbau, wo in entsprechenden Neubauentwicklungen neben der Heizung die Kühlung im Sommer eine immer bedeutendere Rolle einnimmt.

Der Anschluss der Module an die Verteil- und Sammelleitungen erfolgt zuverlässig und dauerhaft mit der auf die Systeme präzise abgestimmten Uponor Presstechnik.

NOCH MEHR KÜHLLEISTUNG MIT DER THERMISCHEN STECKDOSE

Ist in Räumen mit besonders hoher Wärmeentwicklung, wie z.B. Serverräumen oder verglasten Eckräumen, die Deckung von Spitzenlasten notwendig, bietet Uponor als weiteres Systemmodul die sogenannte Thermische Steckdose an. Die Thermische Steckdose dient dabei als Anschluss von Spitzenlastenelementen, wie thermisch aktiven Deckensegeln. Hierbei wird auch dem Wunsch der Investoren und Nutzer Rechnung getragen, die gesamte Heiz- und Kühlleistung über die Decke erbringen zu können und gleichzeitig noch andere Rahmenbedingungen, wie z.B. Flexibilität und akustische Eigenschaften, zu verwirklichen.

Passend zum Achsraster des Gebäudes können die frei von der Decke hängenden Segel meist quer zur Fassadenfront gehängt werden und ermöglichen den Nutzern ein individuelles Regeln der Temperatur über das Spitzenlastelement.

Die separate Regelung wird über einen eigenen Verteilerkreis ermöglicht, der über die individuellen Steuerimpulse der Nutzer (wärmer / kälter) gelenkt wird. Sollten im Laufe der Gebäudenutzung nun z.B. Wände versetzt werden um mehr oder weniger Platz zu erzeugen, können die Segel mit wenig Aufwand über die Regelung in das neue Raumkonzept integriert werden. Der Anschluss zur Montage der frei von den Decken hängenden Spitzenlastenelemente erfolgt einfach mithilfe eines

Adapters. Die Thermische Steckdose selbst ist mit ihrem korrosionsfreien Gehäuse direkt auf die bauseitige Deckenschalung montiert oder bereits im Halbfertigteil eingepasst und wird zusammen mit den Registern der Bauteilaktivierung einbetoniert.

Der bauliche Vorteil: Die Thermische Steckdose ist bündig in der Decke integriert und kann bedarfsgerecht zum Einsatz kommen. Einen weiteren Vorteil bietet diese Lösung mit dem werkseitig gelieferten, integrierten Ventileinsatz, der einen selbständigen Verschluss der Thermischen Steckdose ermöglicht. In der Kombination mit dem Anschlussadapter kann bei einem nachträglichen Betriebseinsatz von Spitzenlastelementen, wie Heiz-/Kühlsegeln, auf das zeitintensive Entleeren der gesamten Anlage verzichtet werden. Die Thermische Steckdose kann mit Rohrweiten der Dimension:

14 x 2.0 mm bis 20 x 2.3 mm im 2-, 3- oder 4-Leitersystem angeschlossen werden, sodass das installierte Spitzenlastenelement im Vergleich zu Contec und Contec ON mit unterschiedlichen, meistens höheren Vorlauftemperaturen optimal ausgenutzt werden kann.

BEST-PRACTICE IM KÖLNER RHEINAUHAFEN

Immer häufiger kommt die thermische Bauteilaktivierung in modernen Nichtwohngebäuden zum Einsatz.

So auch am Kölner Rheinauhafen, der in den letzten Jahren mit Beginn seiner Umgestaltung durch architektonische Sehenswürdigkeiten, wie die Kranhäuser, bekannt wurde. Die direkte Rheinlage ermöglicht dabei die Nutzung von ökologischen und ökonomischen Energiekonzepten mit dem Einsatz von Rheinwasser, die das Kühlen und Heizen mit bauteilintegrierten Systemen in Kombination mit Geothermie, interessant machen. Bei der Planung des Kranhauses Plus war die Bedingung zur Nutzung des Wassers direkt aus dem Fluss ein hydrogeologisches Gutachten.

Zusätzlich wurde die Genehmigung der Stadt Köln für den Bau von zwei Kiesschüttbrunnen eingeholt. Im Rahmen der TGA-Fachplanung wurde mithilfe der dynamischen Gebäudesimulation der Bedarf an Kühlleistung errechnet. Auf diese Weise wurde ein Wert von rund 35 W/m² ermittelt, den die stille Kühlung der Bauteilaktivierung abdeckt. Büroräume mit höheren Anforderungen, wie den hier hoch wärmebelasteten Eckräumen des Gebäudes, wurden zusätzlich mit Thermischen Steckdosen und thermisch aktiven Deckensegeln ausgestattet, um die aufkommenden Kühllasten zu decken. Im Kranhaus Plus wird die thermische Bauteilaktivierung ebenfalls als Grundlastsystem zur Deckung der anfallenden Heizlasten eingesetzt.

Dabei ist das Temperaturniveau der Contec Bauteilaktivierung mit einem Vor- und Rücklauf von 28°C/26°C geplant. Damit erreicht die Lastabdeckung der Betonkernaktivierung im Heizfall maximal 18 W/m². Der Einsatz einer modernen Bauteilaktivierung als integraler Bestandteil von umfassenden Energiekonzepten zeigt, wie Ökologie und Ökonomie eines Gebäudes auch bei hohen Anforderungen an die thermische Behaglichkeit in Sommer und Winter in Einklang gebracht werden können.

Literatur:

Babiak, J.; Olesen, B.W.; Dusan, P.: Low temperature heating and high temperature cooling. In: Rehva Guidebook No. 7, Federation of European Heating and Air-Conditioning Associations, Brüssel, 2007.

Deecke, H.; Günther, M.; Olesen, B.W.: Die Betonkernaktivierung. Velta, Norderstedt, 2003.

Glück, B.: Thermische Bauteilaktivierung (Bauteilheizung und Bauteilkühlung). Forschungsbericht der Rud. Otto Meyer Umweltstiftung (Hrsg.), Hamburg, 1999.

Günther, M; Müntjes, M.: Thermisch aktive Betonfertigteil- und Stahl Flachdecken als Applikation der Betonkernaktivierung. In: Praxishandbuch der technischen Gebäudeausrüstung (TGA) Band 2, Beuth Verlag (Hrsg.), Berlin, 2013, S. 416-433.

Lösing, A.; Stette, J.: Thermische Bauteilaktivierung. In: Praxishandbuch der technischen Gebäudeausrüstung (TGA), Beuth Verlag (Hrsg.), Berlin, 2009, S. 505-550.

Meierhans, R.; Olesen, B.W.: Betonkeraktivierung. Velta, Norderstedt: 1999.

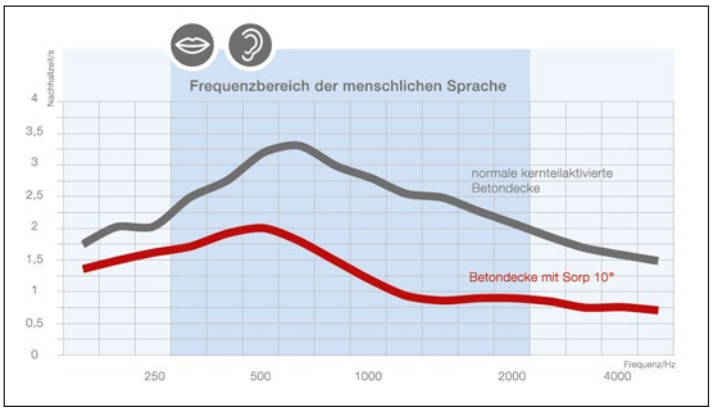

Abb.6: Mithilfe des Sorp 10 Absorberstreifens lässt sich die akustische Eigenschaft der thermisch aktivierten Betondecke maßgeblich verbessern.

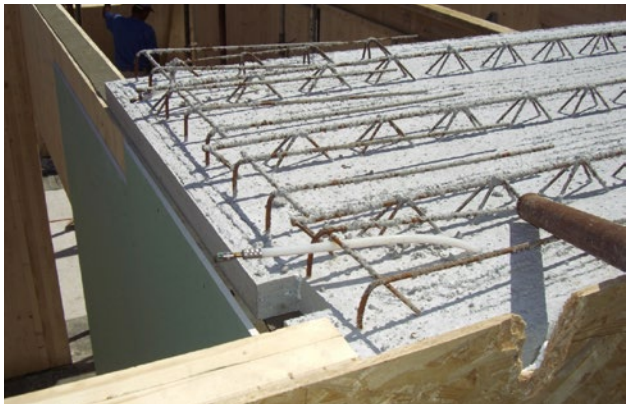

Abb.7: Alternativ zur Ortbetonverlegung kann das System auch vorab im Filigranwerk verbaut werden. Die Elemente zur Bauteilaktivierung sind dann bereits im Halbfertigteil (hier von RBW) integriert und können vor Einbringung des Ortbetons nach Planvorgaben angeschlossen werden.

Autor:
Martin Müntjes,
Marktsegmentleiter Gewerbebau
Uponor GmbH, Hamburg
Fotos/Grafiken: Uponor
www.uponor.de