

## Schnittstelle Beton und Kühltechnik – von der Baustellenkoordination bis zur Gewährleistung

DI Carsten Kröber  
 REHAU-AG + Co. RehaU, Deutschland

### Betonkerntemperierung – die sanfte Kühlung

#### 1 Das Prinzip

Die Betonkerntemperierung beruht auf der Nutzung der Speichermasse von Betonteilen. Das Prinzip kann man im Sommer bei historischen Gebäuden, zum Beispiel Burgen und Kirchen, mit sehr dicken Außenwänden beobachten. Aufgrund der großen Speichermasse dieser Wände stellen sich selbst im Sommer bei hohen Außentemperaturen angenehm kühle Raumtemperaturen ein. Die im Raum auftretenden Wärmelasten werden von den kühlen, massiven Bauteilen absorbiert.

Das Prinzip der thermischen Speicherfähigkeit von Baukörpern überträgt die Betonkerntemperierung (BKT) auf zeitgemäße Bautechnik.

Die Fähigkeit der schweren Bauteile in historischen Gebäuden, Wärme vorwiegend über Strahlung abzugeben oder aufzunehmen, wird durch wasserführende Rohrleitungen in massiven Bauteilen nachgebildet.

Dadurch wird – je nach Bedarf – Kälte oder Wärme an das Bauteil geliefert. Dieser Aufbau

ist in seinem thermischen Verhalten mit einer großen Speichermasse eines massiven historischen Gebäudes vergleichbar. Die wasserführenden Rohre der Heiz-/Kühlkreise werden in die Betondecke integriert.

Solche Aktivspeichersysteme stellen technisch gesehen überraschend einfache Lösungen dar. Das gleichmäßig niedrige Temperaturniveau des Heiz- und Kühlwassers ermöglicht zudem die Nutzung alternativer Umweltenergien und erweitert so die planerische Anbindungsmöglichkeiten in ressourcenschonenden Anlagekonzepten der technischen Gebäudeausrüstung.

In der Summe zeichnet sich die Betonkerntemperierung durch folgende Vorteile aus:

- geringe Investitions- und Betriebskosten
- Komfort und Leistungsfähigkeit auf höchstem Niveau
- „sanfte Kühlung“ ohne Zugerscheinung
- reduzierte Luftwechsel bei der Kombination mit raumluftechnischen Anlagen
- kein Sick-Building-Syndrom
- Einsatz alternativer Kalt- und Heizwassererzeugungssysteme
- niedriges und energetisch günstiges Vorlauftemperaturniveau

#### 2 Bauliche Voraussetzungen

Ein ausgeglichener und gleichmäßiger Lastprofilverlauf im Heiz- und Kühlfall ist Grundvoraussetzung für den wirkungsvollen Einsatz der Betonkerntemperierung. Die inneren Lasten können im Normalbetrieb eines Bürogebäudes als konstant betrachtet werden. Die Lastschwankung werden durch meteorologische Einwirkungen verursacht. Diese Störeinflüsse können erheblich reduziert werden, und zwar durch die Optimierung der Gebäudehülle in den Punkten Fenster, Sonnenschutz, Transmissionswärmeschutz.



Durch den hohen Verglasungsanteil von Bürogebäuden wird mit Wärmedurchgangskoeffizienten von Fensterflächen zwischen  $1,0$ - $1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$  ein erheblicher Beitrag zur Reduzierung des Transmissionswärmebedarfs und damit zur Glättung des Lastverlaufes geleistet.

Durch außen liegende Sonnenschutzeinrichtungen mit einem mittleren Durchlassfaktor  $b$  von  $0,15$  bis  $0,20$  kann der sommerliche Störeinfluss der Sonneneinstrahlung auf den Raum bis zu  $85 \%$  reduziert werden. Außen liegende Metalljalousien mit einem Öffnungswinkel von  $45^\circ$  verfügen über einen  $b$ -Faktor von  $0,15$ . Mit innen liegenden Sonnenschutzmaßnahmen, z. B. Stoffmarkisen, kann dieser Abschirmeffekt nicht erzielt werden.

Durch die Verbesserung des Transmissionswärmeschutzes von Außenbauteilen sollte ein Wärmebedarf von modernen Büro- und Verwaltungsbauten zwischen  $40 \text{ W/m}^2$  und  $50 \text{ W/m}^2$  realisiert werden. Mit durchschnittlichen Heizleistungen der Betonkerntemperierung von  $25 \text{ W/m}^2$  bis  $30 \text{ W/m}^2$ , je nach Deckenaufbau, kann ein Deckungsbeitrag der Betonkerntemperierung am Wärmebedarf bis zu  $75 \%$  erzielt werden.

Bürogebäude üblicher Nutzung verfügen über Kühllasten bis zu  $60 \text{ W/m}^2$ . Mit durchschnittlichen Kühlleistungen der Betonkerntemperierung von  $35 \text{ W/m}^2$  bis  $50 \text{ W/m}^2$ , je nach

Deckenaufbau, kann ein Deckungsbeitrag der Betonkerntemperierung an der Kühllast bis zu  $80 \%$  erzielt werden.

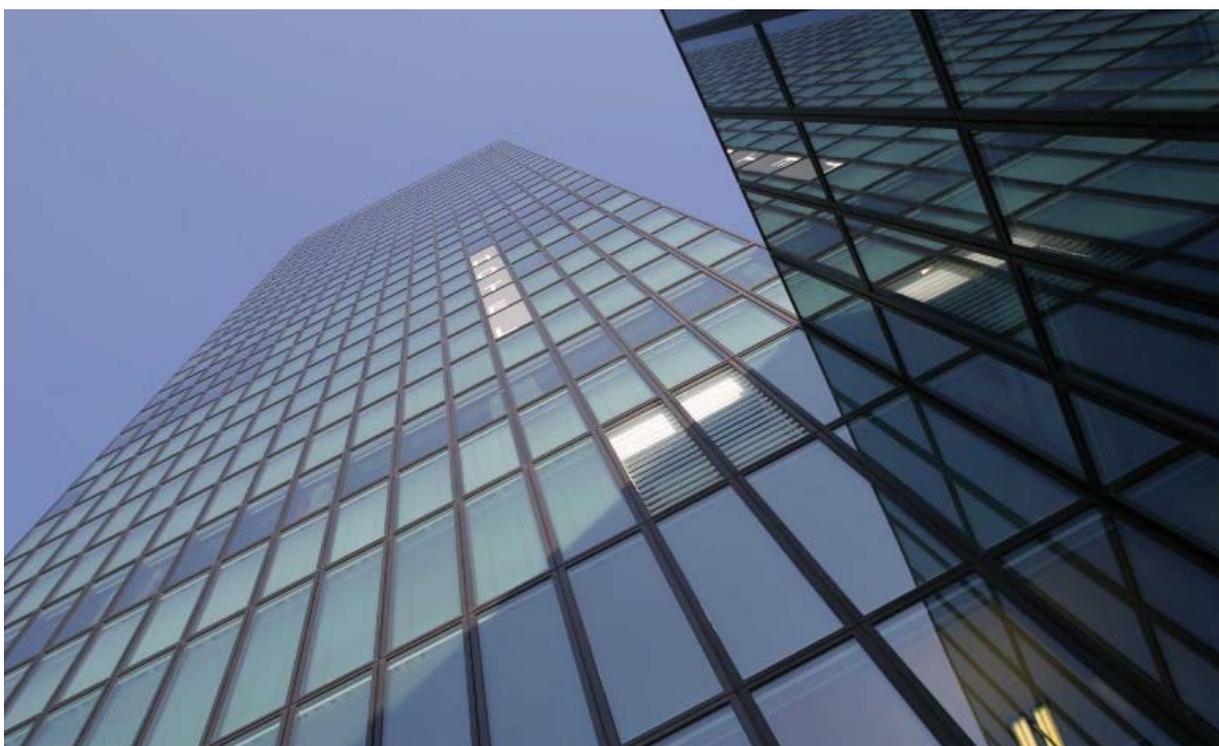
Beste Speicherwirkungen der Betonkerntemperierung lassen sich mit Rohdeckenstärken von  $25 \text{ cm}$  bis  $30 \text{ cm}$  erzielen. Um die Dampfdiffusion im massiven Bauteil zu minimieren, sind aktivierte Betondecken aus Normalbeton nach DIN 1045 mit einer Dichte zwischen  $2,0 \text{ t/m}^3$  und  $2,8 \text{ t/m}^3$  auszuführen.

In Bereichen aktivierter Rohdecken ist die Installation von abgehängten geschlossenen Decken nicht zulässig. Die Montage von offenen abgehängten Rasterdecken muss im Einzelfall fundiert geprüft werden.

Akustische Maßnahmen in Großraumbüros sind zu empfehlen. Schallabsorbierende abgehängte Decken sind in aktivierten Zonen nicht zulässig. Besonders in Großraumbüros und Hallen ist zu prüfen, ob Maßnahmen zur Optimierung der Raumakustik notwendig sind.

### 3 Die Varianten

Die Verlegung der Betonkerntemperierung kann in den unterschiedlichsten Varianten erfolgen. So kann für jedes Bauvorhaben die günstigste Lösung genutzt werden.



### 3.1 BKT-RAUFIK-Modul zur Verlegung in Betonfertigteilen:

- RAUTHERM S-Rohr 20 x 2,0 mm
- Verlegeart Einfachmäander
- Verlegeabstand 15 cm
- variable Abmessungen
- 2 x 1,0 m Anbindeleitung am Modul fixiert
- auf RAUFIK-Schienen mit Mattenbindern fixiert

### 3.2 BKT-Modul für den Einsatz in Ortbetondecken:



- RAUTHERM S-Rohr, 17 x 2,0 mm oder 20 x 2,0 mm
- Verlegeart Doppel- oder Einfachmäander
- Verlegeabstand 15 cm oder 20 cm
- variable Abmessungen
- 2 x 2,0 m Anbindeleitungen am Mattenrand fixiert
- mit oder ohne Druckluftkupplung und Blindstopfen
- auf Baustahlmatte mit Mattenbindern fixiert

### 3.3 BKT-RAUFIK-Modul zur Verlegung auf der unteren Bewehrung:

- RAUTHERM S-Rohr 20 x 2,0 mm
- Verlegeart Doppel- oder Einfachmäander
- Verlegeabstand 15 cm oder 20 cm
- variable Abmessungen
- 2 x 2,0 m Anbindeleitung am Modul fixiert
- auf RAUFIK-Schienen mit Mattenbindern fixiert

### 3.4 BKT vor Ort verlegt:

- RAUTHERM S-Rohr 17 x 2,0 mm oder 20 x 2,0 mm
- Verlegeart Doppel- oder Einfachmäander
- Verlegeabstand 15 cm oder 20 cm

## 4 Von der Baustellenkoordination bis zur Gewährleistung

### 4.1 Koordination in der Entwurfsphase

Die Baustellenkoordination für die Verlegung einer Betonkerntemperierung beginnt bereits bei der (Entwurfs-)Planung des Gebäudes. Bereits in dieser frühen Planungsphase müssen Architekt, Statiker und Gebäudetechnikplaner die Rahmenbedingungen für den Einsatz der Betonkerntemperierung klären. Dazu gehören u.a. die Höhenlage der Rohre in den einzelnen Betondecken, die Definition statischer „Tabuzonen“ (z. B. im Bereich von Unterzügen oder Stützen) und die Festlegung, wie die Rohrausführung der Betonkerntemperierung aus dem Beton ausgeführt wird (z. B. über Schalungskästen nach unten). Weiterhin muss abgestimmt werden, welche Leistungen in welchem Gewerk ausgeschrieben und vergeben werden. Auf Basis dieser Festlegungen und der durchgeführten Auslegung der Betonkerntemperierung kann die Erstellung der Ausführungs- und Montagepläne erfolgen.

### 4.2 Koordination in der Bauphase

Eine enge Abstimmung der am Rohbau beteiligten Gewerke ist zwingend erforderlich und muss regelmäßig erfolgen.

Werden Schalungskästen eingesetzt, so sind diese vor dem Einbringen der unteren Bewehrung zu befestigen. Die eigentliche Verlegung der Betonkerntemperierung erfolgt in nächsten Schritt i.d.R. nach dem Einbringen der unteren Bewehrung.

### 4.3 Notwendige Prüfungen zur Sicherstellung der Gewährleistung

Spätestens nach der Verlegung der oberen Bewehrung (falls vorhanden) wird die erste Sichtabnahme und Druckprüfung der Betonkerntemperierung im definierten Betonierabschnitt vorgenommen. Dabei werden folgende Kriterien überprüft:

#### Sichtabnahme:

- Fixierung und Positionierung der Schalungskästen anhand gültiger Montagepläne
- Modul- bzw. Rohrverlegung anhand gültiger Montagepläne
- Fixierung und Verlegung der Anbindeleitungen sowie deren vollständige Einführung in den Schalungskasten
- Keinerlei sichtbare Beschädigungen an den BKT-Modulen/BKT-Kreisen

#### Druckprüfung

- Prüfmedium aufbringen (Der Prüfdruck muss das 2-fache des Betriebsdruckes bzw. mind. 6 bar betragen).
- Druck nach 2 Stunden nochmals aufbringen, da ein Druckabfall durch Ausdehnung der Rohre möglich ist.
- Prüfzeit 12 Stunden
- Dichtheit ist gegeben, wenn an keiner Stelle der Rohrleitungen Prüfmedium austritt und der Prüfdruck nicht mehr als 1,5 bar gesunken ist.

Die durchgeführte Sichtkontrolle und die Druckprüfung sind zu protokollieren.

Während des gesamten Betoniervorganges müssen die BKT-Module/BKT-Kreise unter Prüfdruck stehen, damit Undichtheiten erkannt werden können.

Nach dem Betoniervorgang ist die Durchführung einer zweiten Sichtabnahme und Druckprüfung erforderlich. Dabei werden folgende Kriterien überprüft:

#### Sichtabnahme:

- Zustand der Anbindeleitungen
- Zustand der Druckluftrohrverschlüsse
- 2. Druckprüfung

#### Druckprüfung :

- Kontrolle des aus der 1. Druckprüfung aufgebrauchten Prüfdruckes.
- Dichtheit ist gegeben, wenn an keiner Stelle der Rohrleitungen Prüfmedium ausgetreten ist und der Prüfdruck aus der 1. Druckprüfung nicht mehr als 1,5 bar gesunken ist.
- Ist der Prüfdruck um mehr als 1,5 bar gesunken, so ist die 1. Druckprüfung zu wiederholen.

Zur zweiten Sichtabnahme und Druckprüfung ist es erforderlich, dass Vertreter der Gewerke Betonbau (inkl. Verleger der Betonkerntemperierung) und Gebäudetechnik anwesend sind. Die gemeinsame Abnahme stellt gleichzeitig die „Übergabe“ der Betonkerntemperierung an das Gewerk Gebäudetechnik (Anschluss der Betonkerntemperierung an Verteilleitungen, Wärme- und Kälteerzeugung) dar und ist die Basis für eine saubere Gewährleistung. Die schriftliche Protokollierung der durchgeführten Prüfungen ist auch hier zwingend erforderlich.