Flächentemperierung

Nachhaltiges Bauen bedeutet: Mit einem Minimum an Energie ein Maximum an Behaglichkeit zu erreichen. Meist ist ein Mindestmaß an Gebäudetechnik notwendig, um im Sommer angenehme Kühle und im Winter wohlige Wärme zu garantieren.

Dipl.-Ing. Helga Hofmann, Mannheim

Die Autorin studierte Architektur in Nürnberg. Nach Mitarbeit in verschiedenen Architekturbüros sowie als Redakteurin arbeitet sie heute als Freie Autorin für Architektur und Bautechnik, unter anderem für die Knauf Gips KG, Iphofen.

Der Entwicklung leistungsfähiger und zugleich energieoptimierter Gebäude, die dem Behaglichkeitsempfinden des Menschen entsprechen, liegt ein aufeinander abgestimmtes Gesamtsystem von Architektur und Technik zu Grunde. Das in der EnEV vorgeschriebene hohe bauliche Dämmniveau liefert dabei die Basis für ganzheitliche Konzepte. So ist der Heizbedarf von Gebäuden inzwischen so weit reduziert, dass raumkonditionierende Maßnahmen bedarfsgerecht über Niedertemperatursysteme wie moderne Brennwerttechnik, Geothermie und Solaranlagen erfolgen. Diese Systeme sind prädestiniert für den wirtschaftlichen Betrieb von Flächenheiz- und -kühlsystemen.

Integrale Planung

Gebäude für hochwertige Arbeitsplätze müssen heute neben Anforderungen an Belichtung, Belüftung und Arbeitsplatzergonomie selbstverständlich auch Anforderungen an eine energetisch sinnvolle Raumkonditionierung erfüllen. Wichtig für die Planung sind die einzuhaltenden und nachprüfbaren Raumlufttemperaturen bzw. operativen Temperaturen gemäß folgender Normen und Richtlinien:

- Winter: DIN 4701 in Verbindung mit den bauseitigen Anforderungen an den Wärmeschutz gemäß EnEV
- Sommer: DIN 1946, DIN 4108 T2 A1 sowie Regelungen aus Sicht der Nutzung (Arbeitsstättenrichtlinie, Arbeitsstättenverordnung etc.)

Die Praxis zeigt jedoch, dass die Einhaltung dieser Maßgaben in vielen Fällen von Bauherrn oder Investoren in Frage gestellt wird, vor allem aus Kostengründen. In der Folge kommt es während der Nutzung im Sommer wiederholt zu erhöhten Raumlufttemperaturen. Inzwischen liefert das Bielefelder Urteil, das sommerliche Raumlufttemperaturen am Arbeitsplatz von maximal 26 °C festlegt, eine weitere Maßgabe für Planer. Diese wird sich vermutlich auf den Wohnungsbau ausweiten.

Ein energieoptimiertes Gebäude, egal ob Alt- oder Neubau, sollte daher immer von einem Team von Spezialisten konzipiert werden – von der Analyse der Nutzungs- und Standortbedingungen über die Optimierung der Gebäudestruktur, der Fassade und der Dimensionierung von Detailaspekten bis zur Überprüfung mittels einer rechnerischen Gebäudesimulation.

680 1–3

Thermische Behaglichkeit

Der Mensch gibt ca. die Hälfte seiner Körperwärme in Form von Wärmestrahlung an kühlere Umgebungsflächen ab. Deshalb kommt der Oberflächentemperatur im Raum große Bedeutung zu. Werden Wand- und/oder Deckenflächen erwärmt, so wird dem Körper weniger Wärmeenergie durch Strahlung entzogen. Das Behaglichkeitsempfinden stellt sich dann bereits bei 2 bis 3 °C niedrigeren Raumtemperaturen ein. Als Idealzustand gilt daher: Alle Umgebungsflächen eines Raumes wie Wände, Fußboden, Decken und gegebenenfalls Dachflächen weisen weit gehend einheitliche Temperaturen auf und bewirken so eine einheitliche Raumlufttemperatur. Eine optimale Raumbeheizung im Hinblick auf die Behaglichkeit ist dann gegeben, wenn alle den Raum umschließenden Flächen nahezu auf gleicher Temperatur (19 bis 21 °C) gehalten werden.

Flächentemperierung und Bauteilaktivierung

Raumkonditionierende Maßnahmen sind nach heutigem Stand der Technik sowohl im Winter als auch im Sommer auf verschiedene Arten umzusetzen. Neben Konzepten zur thermischen Bauteilaktivierung massiver Betondecken und -wände etabliert sich zunehmend die Flächentemperierung. Die reine Bauteilaktivierung ist dabei als träges Raumkonditionierungssystem einzustufen. Die Funktionsweise – Speicherphase in der Nacht, Verbrauchsphase am Tag – entspricht vor allem den Anforderungen von Gebäuden mit Büronutzung. Im Wohnungsbau, im Krankenhaus- und Hotelbau entspricht die Funktionsweise der thermischen Bauteilaktivierung allein nicht den üblichen Nutzungsanforderungen.

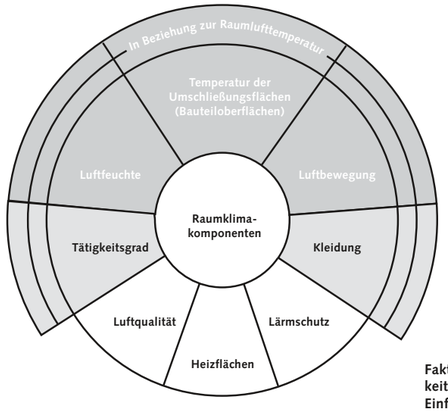
Eine Flächentemperierung hingegen zeichnet sich durch agile Regelbarkeit und schnelle Reaktionsgeschwindigkeit aus. Der Vorteil liegt im systembedingt niedrigen Energieverbrauch. Dies resultiert aus der bereits erwähnten Eigenschaft, dass die Lufttemperatur bei Flächenheizsystemen ohne jegliche Beeinträchtigung des Behaglichkeitsempfindens um 2 bis 3 °C niedriger gewählt werden kann als bei einer Luftheizung. Das Energieeinsparpotential beträgt ca. 6 % je 1 K Raumlufttemperaturdifferenz. Bei sinnvoller Auswahl der Heizflächen können die Systeme auch zur Kühlung eingesetzt werden. Gekühlt und geheizt wird mit Wasser führenden Systemen. Meist erweist es sich als sinnvoll, die Flächentemperierung mit einer Lüftungsanlage zu kombinieren. Die Zufuhr einer minimalen Außenluftrate sowie der Luftaustausch im Raum ermöglichen es, die Raumluftfeuchte im behaglichen Bereich zu halten (in Büroräumen entspricht das einem Luftvolumenstrom von ca. 6 bis 8 m³/h.m²).

Energetischer und finanzieller Aufwand

Zurzeit werden im Bereich der Kühlung vor allem die geringen Investitionskosten für thermische Bauteilaktivierung im Vergleich zu Kühlsegeln/Kühldecken in Trockenbau als sehr positiv beurteilt. Da jedoch oft nur die flächenbezogenen der Systeme und nicht die leistungsbezogenen Preise verglichen werden, erscheint eine eindeutige Beurteilung als schwer möglich. Die Versuchsanstalt für Holz- und Trockenbau, Darmstadt, hat anhand ausgewerteter Angebote und unter Berücksichtigung von aktuellen Herstellerangaben folgende Kosten ermittelt. Diese beinhalten auch den finanziellen Aufwand für die Geschossverrohrung:

- Kosten der Betonkernaktivierung ca. 43 bis 50 €/m² bei ca. 35 W/m² Nutzfläche. Resultierende leistungsbezogene Kosten von ca. 1,20 bis 1,40 €/W
- Kosten von Kühlsegel/Kühldecken ca. 75 bis 140 €/m² bei ca. 120 W/m² Nutzfläche. Resultierende leistungsbezogene Kosten ca. 0,63 bis 1,18 €/W

Berücksichtigt man Untersuchungen, denen zufolge 85 % der Raumnutzer sich eine individuelle Einflussmöglichkeit auf das Raumklima wünschen,



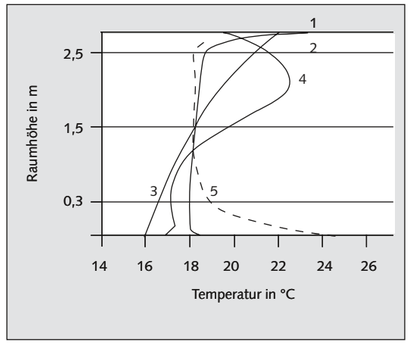
Faktoren, die auf Behaglichkeit und Komfortempfinden Einfluss nehmen

bietet die Raumkonditionierung über Flächentemperierung als eine Komponente innerhalb eines ganzheitlichen und nachhaltigen Gebäudekonzepts die gewünschte Individualität.

Flächentemperierung und Raumklima

Planungsteams profitieren vor allem von neuen Entwicklungen der Industrie bei technischen Komponenten sowie in der Werkstoff- und Verarbeitungstechnik: Für das heiztechnische Konzept können heute alle raumumschließenden Flächen als thermisch aktive Flächen vorgesehen werden. Zwei unterschiedliche Aufbauvarianten von Flächentemperiersystemen zum Heizen/Kühlen sollen hier vorgestellt werden.

1. Systeme in Trockenbau: leichte Kühl- und Heizdeckensysteme bzw. Fußbodentemperierungssysteme.
2. Systeme in Nassaufbau: in Putz integrierte Wand- und Deckentemperierungssysteme sowie in einer Estrich- oder Ausgleichsschicht integrierte Flächenheiz- und -kühlsysteme.



1 Deckenheizung
2 Ofenheizung
3 Wärmetauscher
4 Heizkörper/Radiator
5 Fußbodenheizung

Wärmeverteilungen verschiedener Heizsysteme, bezogen auf die Raumhöhe – mit Differenzen von > 6 K

Trockenbausysteme
Neben ihren thermischen können abgehängte Kühl-/Heizdecken auch akustische und lichttechnische Funktionen übernehmen. Deren Erfolg hängt mit dem hohen Anteil von Strahlungskühlung und Strahlungsheizung an der gesamten Kühl- und Heizleistung zusammen. Die Kühl-/Heizelemente dieser Systeme bestehen meist aus Kupferrohrmäandern, die in Aluminiumwärmeleitprofilen eingepresst sind. Die vorgefertigten Elemente werden von der Standard-Deckenunterkonstruktion abgehängt. Der Wasseranschluss erfolgt über gelötete Kupferverbindungen. Anschließend werden die Deckenplatten mit den Wärmeleitprofilen verschraubt. Die Mindestaufbauhöhe einer abgehängten Kühl- und Heizdecke liegt bei ca. 66 mm. Bei Kühldecken, in weit gehend geschlossener Bauweise, beträgt der Anteil an Strahlungswärmeaustausch mehr als 60 % der Gesamtleistung.

Trockenbau-Wandheizungssysteme
Mit den wachsenden energetischen Anforderungen an das Bauen und dem damit verbundenen Bauweisenwandel (z.B. Holzrahmenbauweise) nimmt auch im Wohnungsbau die Bedeutung von Flächenheizungssystemen zu. Die im Wohnungsbau üblichen Wand- und Deckenflächenheizungen bestehen aus Kunststoff- oder Kupferrohrregistern, Kapillarrohrmatten aus Kunststoff oder aufgeheizten Konvektorflächen wie Vorsatzschalen. Die flexiblen Systeme sind einfach modulartig in Trockenbauweise zu montieren und passen sich auch gewölbten Oberflächen an.

Inzwischen bieten Hersteller Flächenheizsysteme aus vorgefertigten geschlossenen Elementen an. Die Rohrregister- und Kapillarrohrmattensysteme werden dabei werkseitig flächig auf Gipsplatten der Dicke 10 oder 15 mm aufkaschiert oder bei der Herstellung in Gipsbauplatten eingegossen. Durch die geringe Masse erwärmt sich die Heizfläche in kurzer Zeit. Das multifunktionale Gipsbauplatten-Heizelement kann neben Decken-, Wand- und Dachbekleidung auch für Fußbodenheizungen als Trockenestrichelement eingesetzt werden. Auch ist eine Kombination mit einer kontrollierten Raumbelüftung durch Nutzung der Deckenzwischenräume als Strömungskanäle möglich.

Fotos: Knauf Gips KG, Iphofen

Hoch wärmegedämmtes Wohnobjekt, bei dem die Wandheizung mit einer Vorlauftemperatur von bis zu 70 °C in der Außenwand untergebracht ist

Flächentemperierung im Nassaufbau
Als „der Klassiker" der Flächenheizung gilt die Fußbodenheizung. Interessant sind hier vor allem Systementwicklungen der Industrie mit Elementhöhen von ca. 1 cm. Diese Flächenheiz- und -kühlsysteme eignen sich besonders für die Renovierung von Ein- und Mehrfamilienhäusern, wo meist niedrige und gewichtsoptimierte Fußbodenaufbauten gefordert sind.

Im Bereich der Flächentemperierung im Nassaufbau erweist sich die Bauteiltemperierung als eine kostengünstige Möglichkeit – sowohl im Hinblick auf die Investitionskosten als auch im Hinblick auf die Betriebskosten. Unter einem Bauteiltemperierungssystem versteht man den Aufbau eines Wärmeverteilungssystems, das die konsequente Temperierung der Gebäudehülle (Verlustfläche) über ein beheiztes Rohrsystem ermöglicht. Die Temperierleitungen werden dabei in der Regel in das Putzsystem integriert und stehen im direkten Kontakt zu Wand und Putz. Ursprünglich kommen die Systeme aus der Denkmalpflege, wo sie in Museen zur Raumklimastabilisierung und zu Heizzwecken eingesetzt werden. Der Grund: Häufig sind bei denkmalgeschützten Gebäuden keine flankierenden baulichen Maßnahmen zur Feuchtesanierung, wie Dämmmaßnahmen oder der Einbau von Horizontalsperren der Hüllfläche, möglich. Hinzu kommen denkmalpflegerische Auflagen.

Das System wird so ausgelegt, dass eine Beheizung des Objekts ohne zusätzliche Heizflächen möglich wird. Als Rohrmaterial kommt Kupferrohr bzw. Kunststoffverbundrohr zum Einsatz, das in Gipsputz integriert wird. Hinsichtlich der zulässigen Vorlauftemperaturen hat ein Forschungsvorhaben an der Universität Kassel ergeben: Systemputze und Gipslehmputze können im normalen Systemaufbau (vollflächige Armierung oberhalb des Rohrsystems) bis zu einer Vorlauftemperatur von 60 °C eingesetzt werden. Bei Vorlauftemperaturen bis 70 °C ist ein Putzträger oberhalb des Rohrsystems zu verwenden.

In Bezug auf die Gestaltung von Wohnbereichen und auf das Raumklima werden Bauteiltemperierungssysteme in zunehmendem Maße auch im Wohnungsbau eingesetzt.