



② Verschiedene Konvektor-
bauformen im Schnitt

links: Kupfer/Aluminium-Konvektor,
50 x 100 mm, unbeschichtet
Mitte: Kupfer/Aluminium-Konvektor,
50 x 100 mm, beschichtet
rechts: Stahl verzinkter Konvektor,
70 x 100 mm

Konvektoren sind Universal-Heizkörper

Kein anderes Heizkörper-System ist so universell einsetzbar wie Konvektoren. Viele Varianten sind als Standard lieferbar.

Der Beitrag beschreibt die wesentlichsten Varianten und deren Einsatzmöglichkeiten.

Konvektoren bestehen aus einem oder mehreren Rohren mit aufgezogenen Lamellen. Grundsätzlich wird zwischen natürlicher Konvektion und Zwangskonvektion unterschieden. Gebräuchlich sind Stahlkonvektoren oder Kupfer-Aluminium-Konvektoren. Die Leistungsfähigkeit wird durch den Wärmeübergang vom Rohr auf die Lamelle bestimmt. Die Wärmeabgabe erfolgt überwiegend durch Konvektion, d. h. durch den Kontakt der Luft mit der warmen Lamelle und dem Rohr. Der durch Erwärmung entstehende Dichte-Unterschied lässt die Luft nach oben steigen. Je nach Schachthöhe ist die Leistung unterschiedlich (Bild ①).

Ein weiteres (die Leistung bestimmendes) Merkmal ist der Lamellenabstand. Als Grundsatz gilt: Je höher die Schachtwirkung (Auftrieb), je geringer ist der Lamellenabstand zu wählen. Besonders gering kann der Lamellenabstand sein, wenn es

sich um Varianten mit Zwangskonvektion handelt.

Da viele Varianten sowohl mit Zwangskonvektion als auch mit natürlicher Konvektion betrieben werden können, muss das Optimum oder die Priorität entsprechend ermittelt und festgelegt werden. Ein allzu geringer Lamellenabstand (z. B. <2 mm) würde eine natürliche Konvektion weitestgehend verhindern.

Zu beachten sind ferner die Einbausituation und die externen Widerstände. Verringert sich der Lufteintritts- oder -austritts-Querschnitt, so hat dies unmittelbar Auswirkungen auf die Leistung.

Stahlkonvektoren

Stahlkonvektoren mit strömungsgünstig geformten Ovalrohren entsprechen dem heutigen Stand der Technik (Bild ②). Sie sind äußerst robust und vielseitig einsetzbar. Konvektoren mit Ovalrohren haben bei geringerem Materialeinsatz eine höhere Wärmeleistung als Bauformen mit Rechteckrohren. Die ovale Bauform des Rohrs führt zu einem größeren freien Querschnitt im Konvektor. Dadurch wird der Luftwiderstand erheblich geringer, die Leistung höher.

Die ovale Rohrform hat einen um ca. 60 % kleineren, wasserseitigen Querschnitt als Rundrohre, so dass die Strömung auch bei relativ geringem Wasserdurchsatz turbulent ist. Bei laminarer Strömung würde der innere Wärmeübergang erheblich geringer werden und damit auch die Wärmeleistung.

CE- und DIN-Kennzeichnung

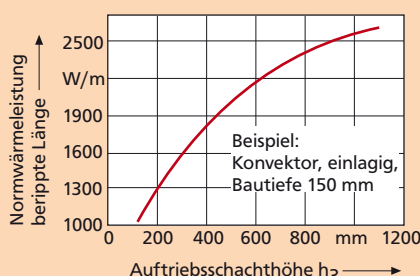


Seit dem 1. 12. 2005 müssen alle Heizkörper eine CE-Kennzeichnung

gemäß Bauprodukttrichtlinie tragen. Voraussetzung für eine CE-Kennzeichnung ist eine Konformitätserklärung des Herstellers, in dem er garantiert, dass die Heizkörper nach EN 442 geprüft bzw. hergestellt wurden /1/. Fraglich ist, wer die CE-Konformitätserklärung auf Richtigkeit prüft. Dem Autor sind Produkte bekannt, die das CE-Kennzeichen unberechtigt tragen. Eine Handhabe hat jedoch vermutlich nur der Geschädigte, aber an wen soll er sich wenden?

Kupfer-Aluminium-Konvektoren

Sie sind wesentlich leichter und nicht so widerstandsfähig gegen Beschädigungen. Deshalb werden sie vornehmlich in Geräten eingebaut (z. B. in Bodenkanalheizungen und Haubenverkleidungen). Ausführungen mit einer welligen Lamelle sind von Vorteil, da der Turbulenzgrad an der Oberfläche vergrößert wird und sich die Grenzschicht verkleinert. Weitere Effekte sind eine etwas größere Oberfläche und eine höhere Stabilität. Entscheidend für den optimalen Wärmeübergang vom Rohr auf die Lamelle ist die Ausbildung des Lamellenkragens.



① Zusammenhang Auftriebs-
schachthöhe – Wärmeleistung

Wärmeleistungen nach EN 442

Die Wärmeleistungen von Konvektoren können sehr unterschiedlich sein. Sie müssen entsprechend der Einbausituation ermittelt werden.

Die Wärmeleistungen werden nach EN 442 „Radiatoren und Konvektoren“, Teil 1 „Technische Spezifikation und Anforderungen“ und Teil 2 „Prüfverfahren und Leistungsangabe“ gemessen.

Wenn verschiedene Einbaumöglichkeiten vorgesehen sind, so müssen diese in einer Vielzahl von Messungen ermittelt werden. Um zum Beispiel die Leistung einer Konvektor-Baureihe mit elf Grundtypen und Verkleidungshöhen von 200 bis 1100 mm bzw. bei Unterflureinbau von 200 bis 600 mm nach EN 442 ermitteln zu können, sind über 250 Messungen in einem zertifizierten Prüflabor erforderlich. Zusätzlich muss gemäß EN 442 bei Konvektoren noch die Abhängigkeit der Leistung von der Durchflussmenge gemessen werden.

kann für alle nach EN 442 geprüften Heizkörper bei DIN CERTCO Berlin beantragt werden und beinhaltet die stete Überwachung der Normen-Konformität. Das DIN-geprüft-Zeichen kann nur vergeben werden, wenn alle Bedingungen der EN 442 erfüllt sind. Hersteller, die in ihren Unterlagen lediglich die Druckprüfung nach EN 442 (eine Nebensächlichkeit bei der Prüfung) vorweisen können, erhalten dieses DIN-geprüft-Zeichen nicht.

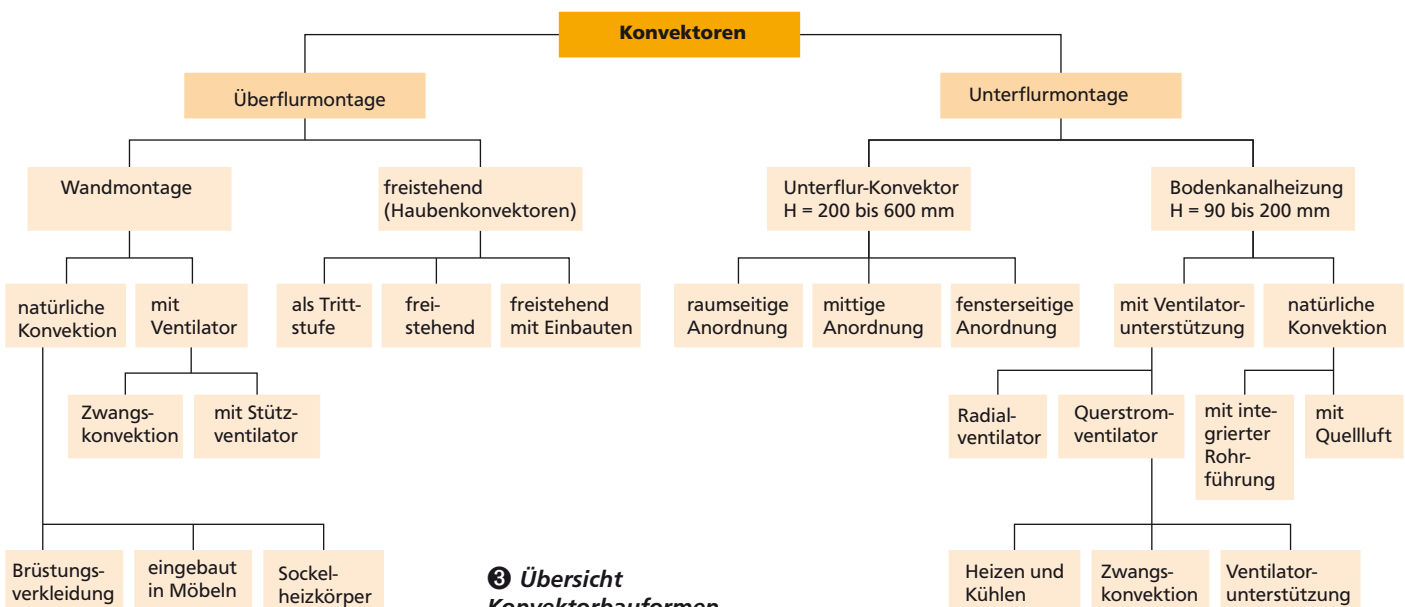
Niedertemperaturbetrieb

Konvektoren wird vielfach nachgesagt, sie seien nicht für den Betrieb mit niedrigen Vorlauftemperaturen geeignet. Maßgebend für die Heizleistung bei niedrigen Temperaturen ist der Exponent, der nach EN 442 ermittelt wird. Im Rahmen der Leistungsprüfungen wird der Exponent für verschiedene Konvektor-Modelle ermittelt. Hierbei ergeben sich unterschiedliche Werte je nach Auftriebsschachthöhe.

Der Exponent n kann nicht dem Konvektor allgemein, sondern muss auch zusätzlich der Einbauweise zugeordnet werden. Wird bei der Auslegung der Konvektoren auf die tatsächliche Einbausituation und den sich hieraus ergebenden Exponenten geachtet, so steht dem Einsatz in Kombination mit anderen Heizkörpern oder bei gleitendem Betrieb nichts im Wege.

Regelfähigkeit

Äußerst geringe Wassereinhalte garantieren eine sehr gute Regelfähigkeit und schnelle Aufheizung. Es werden keine großen Heizkörpermassen erwärmt, die geringe Masse reagiert extrem schnell auf Temperaturschwankungen (z. B. durch Sonneneinstrahlung, Personen, Elektrogeräte usw. verursachte Fremdwärme). Als Regelorgane werden handelsübliche Thermostatventile empfohlen. Je nach Einbausituation kann die Temperaturerfassung über Fernventiler mit Fernfühler notwendig werden.



3 Übersicht
Konvektorbauformen

Üblicherweise geschieht dies bei 50, 100 und 200 % der Nenndurchflussmenge, die sich aus PWW 75/65 °C ergibt. Der Messaufwand wird dadurch nochmals erheblich größer.

Neben den Leistungen ist nach EN 442-1 Anhang ZA1 folgendes zu prüfen:

- Brandverhalten
- Freisetzen von gefährlichen Stoffen
- Druckdichtheit mit 1,3-fachem Betriebsdruck, mindestens 5,2 bar und Druckfestigkeitsprüfung
- Oberflächentemperaturen
- Qualitätssicherungssystem des Herstellers zur Überwachung der Grenzabmessungen
- Haltbarkeit
- CE-Kennzeichnung.

Als ein Merkmal garantierter Leistung dient das europaweit bekannte DIN-geprüft-Zeichen (s. Kasten). Dieses Zeichen



4 Kaminförmiger Schacht mit Querabschottung oberhalb eines Konvektors

Anordnungsvarianten und Fehlerquellen

Bild 3 gibt eine Übersicht über die Anordnungs- und Einbauvarianten. Dadurch, dass Konvektoren individuell und vielseitig eingesetzt werden können, sind viele Fehler bei Auslegung und Montage möglich:

- unzureichende Leistung, weil nicht berücksichtigt wurde, dass die Konvektorleistung von der Höhe des Auftriebsschachtes abhängig ist
- unzureichende Luftein- und -austritts-Querschnitte. Wird der Luftein- oder -austritt verringert bzw. eingengt, treten Minderleistungen auf.
- fehlende Querabschottung oberhalb des Konvektors (Bild 4). Wenn diese Querabschottungen fehlen, können unkontrollierte Luftströmungen auftreten, die zu einer Minderleistung führen.

- unzureichender hydraulischer Abgleich in der Gesamtanlage. Werden Heizkörper mit geringem Wasserwiderstand und Konvektoren kombiniert, so sind die Wassermengen aufgrund unterschiedlicher Widerstände unbedingt abzustimmen.
- Missachtung der Leistungsunterschiede zwischen Unterflureinbau und Nischen-einbau. In einigen Hersteller-Unterlagen wird teilweise die Leistung für den Unterflureinbau nicht gesondert ausgewiesen oder es werden nur prozentuale Abschläge genannt.



⑥ Wandkonvektor
Powerkon+ W

Überflurmontage

Üblich war viele Jahre die so genannte bauseitige Verkleidung. Diese Möglichkeit ist auch stets noch gegeben, ermöglicht sie doch eine sehr individuelle Gestaltung. In diese Kategorie fallen auch die Brüstungsverkleidungen nach Maß (Bild ⑤). Sie bieten vielfältige Möglichkeiten, z. B. die Kombination mit Elektro-Versorgung oder den Einbau von Klimageräten.

Auch eine Einzel-Verkleidung als Wandkonvektor ist ohne Weiteres möglich (Bild ⑥). Hier bieten sich ebenfalls verschiedenste Einbauvarianten und Gestaltungsmöglichkeiten.

Insbesondere bei raumhohen Fenstern und Fassaden ist eine Wandanordnung nicht möglich. Für den deutschen Expo-Pavillon in Hannover (Bild ⑦) wurde z. B. eine Haubenkonvektor-Variante mit integrierten Steckdosen entwickelt und installiert. Die gerundete Form passt sich harmonisch an die ebenfalls gebogene Fassade an.

Unterflurmontage

Besonders in Bürogebäuden mit variabler Nutzung werden zunehmend Unterflurkonvektoren montiert (Bild ⑧). Mehrere Gründe sprechen für diese Variante, die oftmals in Verbindung mit aufgeständerten Fußböden (Doppelböden) realisiert wird. Von besonderem Vorteil ist dabei die selbsttragende Bauweise neuerer Unterflurschächte. Schacht und Rahmen sind



⑤ Brüstungsverkleidungen mit integrierter Elektroversorgung in einem Bürogebäude



⑦ Haubenkonvektor im deutschen Expo-Pavillon Hannover



⑧ Unterflurschacht mit Mittenabdeckung im Verwaltungsgebäude HUK Coburg



⑨ Bodenkanalheizung mit Gehrungsecke im Verwaltungsgebäude Deutsche Bahn AG, Berlin

dann ein eigenständiges Bauteil. Ein Roll- oder Linearrost kann direkt integriert werden, die Montage ist relativ einfach.

Die Wärmeleistungen bei Unterflurmontage werden auf Basis der EN 442 ermittelt. Zusätzlich regelt die Rest-Norm DIN 4704 Teil 4 die Besonderheiten des Unterflureinbaus.

Selten offen angesprochen, jedoch ein wichtiger Grund für die Unterflurmontage, ist die vermietbare Fläche im kommerziellen Verwaltungsbau, da diese im Vergleich zu einer Ausstattung mit Brüstungsverkleidungen nicht unerheblich erhöht werden kann. Außerdem lässt das System in Verbindung mit dem Gebäuderaster eine flexible Raumaufteilung zu. Lösungen nach Kundenwunsch, z. B. mit Gehrung (Bild ⑨), gehören ebenso zur modernen Architektur wie die Anpassung an runde oder polygonale Fassaden-Gebäudeteile (Bild ⑩).

Die Vielzahl der Kombinationen und Möglichkeiten sind in Bild ③ aufgelistet. Sehr häufig werden Unterflursysteme sowohl aus Gründen der Optik als auch der bestmöglichen Raumausnutzung in Wintergärten eingesetzt.

Unterflurkonvektoren

Unterflurschächte mit einer Tiefe von 40 bis 60 cm waren in den 70er und 80er Jahren die gängige Heizungsart in Bungalows und frei stehenden Einfamilienhäusern vor großen Hebe-/Schiebetür-Anlagen (Bild ⑪). Ein entscheidender Nachteil waren die baulichen, insbesondere die statischen Anforderungen speziell bei unterkellerten oder mehrgeschossigen Bauvorhaben. Die Anordnung der Konvektoren im Unterflurschacht (fensterseitig, raumseitig oder mittig) hat zur damaligen Zeit viele Diskussionen hervorgerufen – ein komplexes Thema, das an dieser Stelle nicht weiter verfolgt werden soll /2, 3/.

Bodenkanalheizungen

Zunächst als Zusatz-Heizkörper zur Fußbodenheizung bekamen Bodenkanalheizungen (auch Boden- oder Estrichkonvektoren genannt) mit einer Bauhöhe von 9 bis 20 cm eine zunehmende Bedeutung. Die

Reduzierung des Wärmebedarfs durch bessere Wärmedämmung und die verbesserten Leistungen führten in den vergangenen Jahrzehnten zum Durchbruch dieser Heizkörper-Bauart bei allen Räumen mit raumhohen Fenstern oder Ganz-Glas-Fassaden. Im Laufe der Jahre wurden viele Varianten entwickelt, von denen nachstehend einige näher erläutert werden sollen.

Natürliche Konvektion

Üblich sind Bodenkonvektoren mit einer Bauhöhe von 9 bis 20 cm und je nach Bauart einer Breite von 18 bis 40 cm. Sie dienen im Wesentlichen zur Kaltluftabschirmung, indem sie die an der Fassade anfallende Kaltluft aufnehmen und erwärmt an den Raum wieder abgeben. Je nach Leistung eignen sie sich zur alleinigen Raumheizung oder aber als Ergänzung zu trägeren Systemen (z. B. der Betonkernaktivierung oder Fußbodenheizungen) und übernehmen dann im Wesentlichen die Regelfunktionen.

Natürliche Konvektion mit Quellluftanschluss

1991 wurde für ein renommiertes Bankgebäude in Frankfurt am Main eine Kombination der natürlichen Konvektion mit Quellluftauslass realisiert. Quellluftauslässe sind eine hervorragende Lösung zur gezielten Zufuhr aufbereiteter Luft. Die Quellluft wird mit einer Untertemperatur von 2 bis max. 4 °C zugeführt und mit einer Geschwindigkeit von 0,3 m/s ausgeblasen. Es bildet sich ein leicht untertemperierter Kaltluftsee im Raum aus (Bild 12). An Wärmequellen oder auch Personen steigt die unbelastete Luft auf und versorgt so den Raum mit frischer Luft /4/. Idealerweise wird die eingebrachte Luft unter der Decke (z. B. aus Abluft-Leuchten oder durch Überströmöffnungen) in die Flure abgeführt (Bild 13).

Um eine im Bedarfsfall zur Aufheizung oder Wärmebedarfsdeckung notwendige höhere Leistung zu erzielen, kann die Quellluft auch über den Konvektor geleitet werden /5/. In diesem Fall ist nicht mehr von einer klassischen Verdrängungsströmung auszugehen.

Üblich sind Bodenkonvektoren mit Radialventilatoren oder Querstromgebläse. Im Niedertemperaturbetrieb erreichen die Systeme eine sehr hohe Heizleistung. Der Exponent liegt bei 1,0 bis 1,1 je nach Ventilatorumdrehzahl.

Radialgebläse (Bild 14) sind in der Regel am Ende des Bodenkanals angebracht. Eine entsprechende Luftführung sorgt für eine gleichmäßige Beaufschlagung des Konvektors je nach Konstruktion auch durch Induktion. Besonders sind die Schallwerte bei der Auslegung zu beachten. Die hohen Drehzahlen dienen bei den meisten Systemen zur Schnellaufheizung. Sehr leise sind Bodenkonvektoren mit Querstromventilatoren (Bild 15). Die Querstromventilatoren sind in der Regel über



10 Bodenkanalheizung vor polygonaler Fassade im BTU Cottbus (Bibliothek TU Cottbus)



11 Unterflurschacht in einem Privatwohnhaus (Baujahr 1975) mit nachträglich angebautem Wintergarten



12 Funktionsbetrieb Quellluft



13 Quellluftauslass mit Konvektor im Uniqua Tower Wien

die Gesamtlänge des Bodenkanals angebracht und saugen die Kaltluft vom Fenster aus an. Bei mittlerer Drehzahl haben derartige Systeme einen Schalldruckpegel deutlich unter 30 dB(A), so dass keine Komfort-Beeinträchtigungen zu erwarten sind. Die meisten Systeme sind so konzipiert, dass sie auch mit natürlicher Konvektion funktionieren. Da bei Zwangskonvektion die Leistungen ohnehin sehr hoch sind, ist es sinnvoll, die Gesamt-Konstruktion so ausulegen, dass diese auch mit natürlicher Konvektion funktionieren. Die Maximalleistung ist zwar nicht ganz so hoch wie bei ei-

ner reinen Zwangskonvektion, aber in den meisten Fällen ohne weiteres ausreichend. Geregelt werden die Ventilatoren durch stufenlose oder 5-stufige Vorwahl der Ventilatorumdrehzahl. Bei Großobjekten ist die Ansteuerung durch ein 0-10 V-Signal hilfreich, um den Verdrahtungsaufwand zu minimieren. Nicht bewährt haben sich temperaturabhängige Drehzahlregelungen und werden daher selten eingesetzt. Diese führen z. B. bei einer Stoßlüftung zu einer Erhöhung der Ventilatorumdrehzahl-Leistung, unter Umständen auch zu höheren Schalldruckpegeln.



14 Bodenkanalheizung mit Radialgebläse (Katherm GK)

Bodenkonvektoren zum Heizen und/oder Kühlen

In modernen Gebäuden mit großem Glasflächenanteil ist eine Klimatisierung unumgänglich. In den letzten Jahren wurden hierfür Umluftsysteme zur Kühlung aus dem Boden entwickelt. Wird die Luft direkt in der Nähe des Auslasses angesaugt, so besteht aufgrund der physikalisch schwereren, kalten Luft die Gefahr des Kurzschlusses mit erheblicher Leistungsminderung. Eine Lösung zeigt Bild 16 im Schnitt. Ein kleiner Teil der Ventilatorluft wird zwischen Ansaug und Austritt als Trennstrahl ausgebildet und verhindert so wirkungsvoll eine Wiederansaugung der austretenden, kalten Luft.

Linearroste

Neueste, umfangreiche Messungen und Untersuchungen haben ergeben, dass sich bei Verwendung von längslaufenden Rosten (gleich welcher Art und Ausführung) im Kühlbetrieb stabile Kurzschluss-Strömungen einstellen können. Die dadurch begründeten Minderleistungen können je nach Betriebszustand, Schaltstufe und Einbausituation bis zu 60 % betragen. Aus diesem Grund werden Linearroste nicht empfohlen.



15 Bodenkanalheizung mit Querstromventilator (Katherm QK)



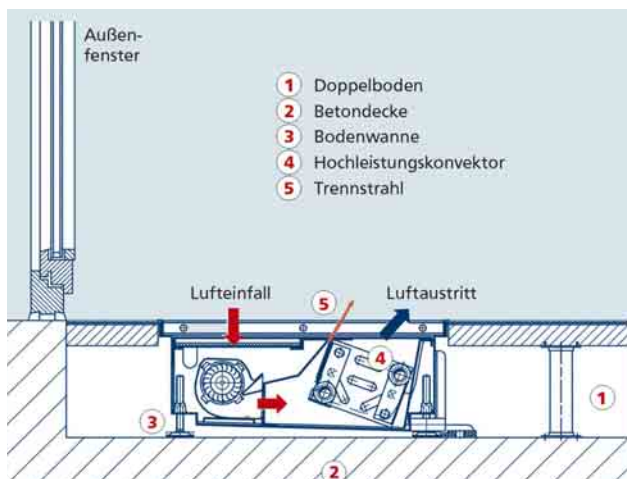
17 Querstromventilator mit Asynchron-Außenläufermotor

sat mit relativ hohem baulichen Aufwand abgeführt werden muss. In vielen Fällen ist die Wahl eines Bodenkonvektors mit höherer Leistung und trockener Kühlung von Vorteil. Insbesondere bei Bodenkonvektoren zum Kühlen spielt die Stromaufnahme der Ventilatoren eine große Rolle. Jedes Watt elektrischer Leistungsaufnahme mindert die dem Raum zur Verfügung stehende Kühlleistung. Anstelle der bislang üblichen Querstromventilatoren mit Spaltpolmotor stehen mittlerweile auch Querstromventilatoren mit Asynchron-Außenläufermotoren zur Verfügung, die ca. 50 % geringere Stromaufnahmen haben (Bild 17).

Fazit

Konvektoren sind die Universal-Heizkörper, denn sie haben sehr vielfältige Einsatzbereiche; nicht nur zum Heizen, sondern auch in Kombination mit anderen Funktionen. Dem steht das Angebot am Markt an Variantenreichtum und Umfang in nichts nach. Um die diversen Einsätze richtig planen und auslegen zu können, sind sehr spezifische Kenntnisse und umfangreiche Erfahrungen notwendig. Diese Beratungsleistung hat ein Hersteller zu erbringen. Architekt, Planer, Heizungs- und Lüftungsbauer als Gewährleistungsträger tragen Verantwortung dafür, dass nur Produkte mit fundierten Leistungen und Funktionen eingesetzt werden.

Konvektoren lassen sich bei entsprechender Kenntnis nicht nur als Vollraumheizung, sondern auch zum Kühlen oder Lüften einsetzen. Sie lassen sich optimal architektonisch in das Gebäude einbinden, an dem dann Bauherr und Nutzer lange Jahre Freude haben. Viele Architekten haben die Vorteile von Konvektorsystemen erkannt.



16 Bodenkanalheizung zum Heizen und Kühlen mit Trennstrahl (Katherm HK)

Der Autor

Dipl.-Ing. Hermann Ensink,
Prokurist Kampmann GmbH, Lingen

Literatur

- /1/ Woran erkennt man eigentlich gute Heizkörper? In: RAS (2005) 1, S. 6
- /2/ Kampmann: Technischer Katalog Konvektoren, Artikelgruppe 1.10, Ausgabe 01/2005
- /3/ Konvektoren im Wohn- und Verwaltungsbau. In: IKZ (1999) 8
- /4/ Kampmann: Technischer Katalog Katherm QL (Quellluft), Artikelgruppe 1.41, Ausgabe 01/2006
- /5/ Patent DE 198 55 497 B4 Bodenquellluftkonvektor