

Flexible und individuelle Heizflächen für Wohn- und Verwaltungsbau

# Einbau und Einsatz von Konvektoren

Hermann Ensink\*

Die Forderung nach wirkungsvoller, integrierter oder unsichtbar installierter Raumheizung läßt sich mit Konvektoren in vielfältigen Varianten verwirklichen. Kein anderer Heizkörper kann so flexibel und individuell eingesetzt werden wie der Stahlkonvektor in verzinkter Ausführung. Nachstehend werden die verschiedensten Einbauvarianten und deren Einsatzmöglichkeiten beschrieben.

Konvektoren haben eine jahrzehnte lange Tradition. Vom einfachen Rundrohr mit spiralförmig aufgeschweißten bzw. aufgewickelten Lamellen wurde der Konvektor ständig optimiert. Neben den hier beschriebenen Konvektoren in Stahl verzinkter Bauweise sind noch Konvektoren aus Kupferrundrohren und Aluminiumlamellen am Markt vertreten. Diese werden vornehmlich in vorgefertigten Unterflurschächten (Bodenkanalheizungen) und Hauben-Verkleidungen eingesetzt. Kupfer/Aluminium-Konvektoren bieten aufgrund ihrer mechanischen Festigkeit nicht so vielfältige Einsatzmöglichkeiten. Heute entsprechen Stahlkonvektoren in verzinkter Ausführung mit strömungsgünstig geformten Ovalrohren dem Stand der Technik (Bild 1). Konvektoren mit Ovalrohren haben bei geringerem Materialeinsatz eine höhere Wärmeleistung. Die ovale Bauform des Rohres führt zu einem größeren freien Querschnitt. Dadurch ist der Luftwiderstand erheblich geringer. Die ovale Rohrform hat einen geringeren wasserseitigen Quer-

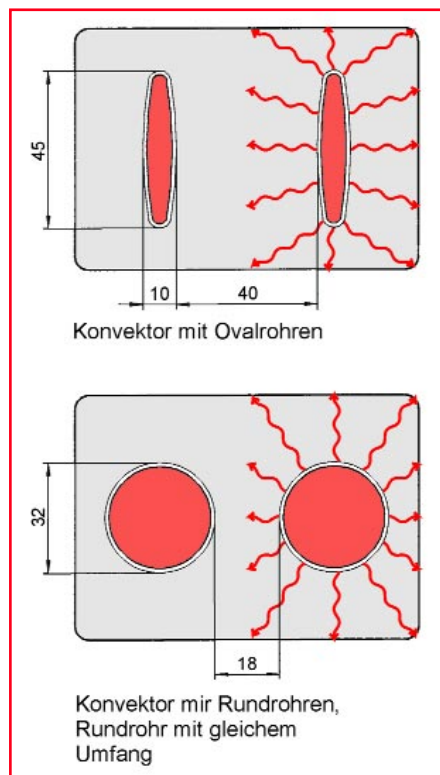


Bild 1 Ausführungsvergleich Konvektor mit Ovalrohren und Rundrohren, mit gleichem Umfang (Kontaktfläche Rohr-Lamelle)

schnitt von ca. 60 %. Aufgrund des geringeren Querschnitts wird eine turbulente Strömung im Rohr abgesichert. Dies bedeutet, daß auch bei geringen Wassermengen eine turbulente Strömung erhalten bleibt (Reynoldszahl  $Re < 2320$ ). Bei einer laminaren Strömung würde der innere Wärmeübergang  $\alpha_i$  erheblich geringer werden und damit auch die Wärmeleistung.

## Niedertemperaturbetrieb

Vielfach wird behauptet, Konvektoren 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. In umfangreichen Untersuchungen wurde der Exponent für verschiedene Konvektormodelle untersucht. Hierbei ergeben sich unterschiedliche Exponenten je nach Auftriebsschachthöhe (Bild 2). Wie ersichtlich, kann der Exponent  $n$  nicht dem Konvektor allgemein, sondern nur 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 im Niedertemperaturbetrieb (z. B. PWW 55/45 °C) oder gleitender Betriebsweise nichts im Wege. Plattenheizkörper haben einen Exponenten von 1,25–1,32 je nach Konstruktions- und Strahlungsanteil [2]. Inwieweit die unterschiedlichen Exponenten anderer Heizflächen im Vergleich zu einem Heizkörper mit  $n = 1,3$  an der Anlage Auslegungskorrekturen erforderlich machen, läßt sich aus Bild 3 ablesen.  $\Delta t_v$  (Vollastbetrieb) und  $\Delta t_T$  (Teillastbetrieb) errechnen sich aus den Heizmittelttemperaturen und der Raumtemperatur.

$$\Delta t_{...} = \frac{t_{\text{Vorl.}} + t_{\text{Rückl.}}}{2} - t_{\text{Raum}}$$

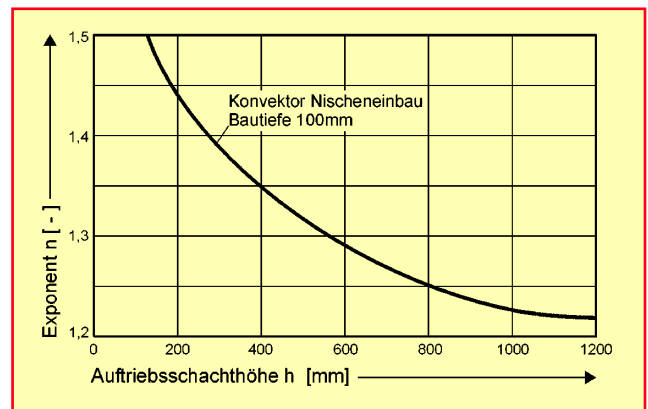


Bild 2 Exponent  $n$  in Abhängigkeit der Auftriebsschachthöhe nach [1]

\* Dipl.-Ing. Hermann Ensink, Prokurist Kampmann GmbH, 49811 Lingen, Telefon (05 91) 7 10 80, Telefax (05 91) 74929, Internet: www.kampmann.de

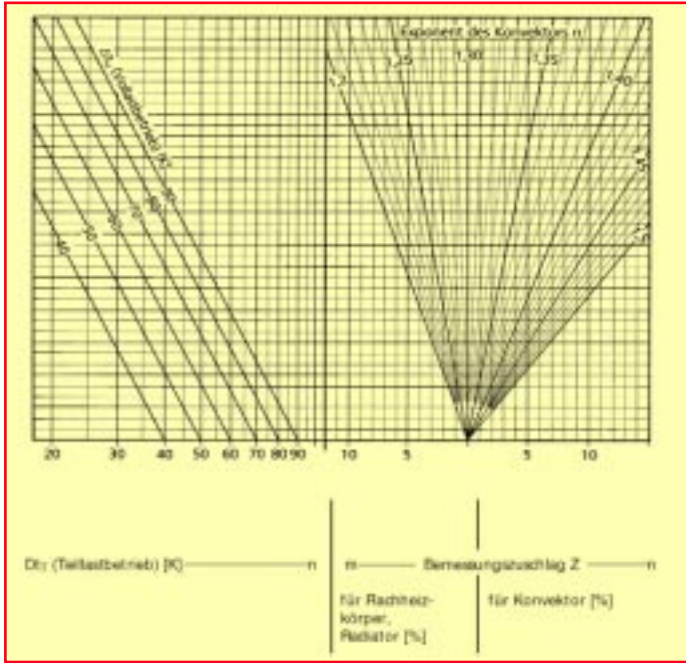


Bild 3 Bemessungskorrekturen bei Parallelbetrieb von Heizflächen mit unterschiedlichen Exponenten

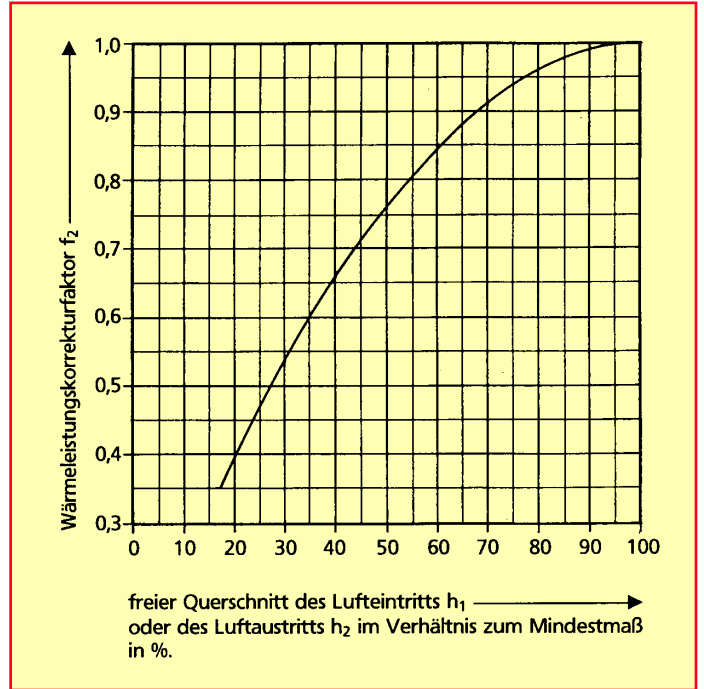


Bild 6 Wärmeleistungskorrektur bei Querschnittsverengungen

Bild 4 Kaminförmiger Schacht mit Querabschottungen oberhalb eines Konvektors

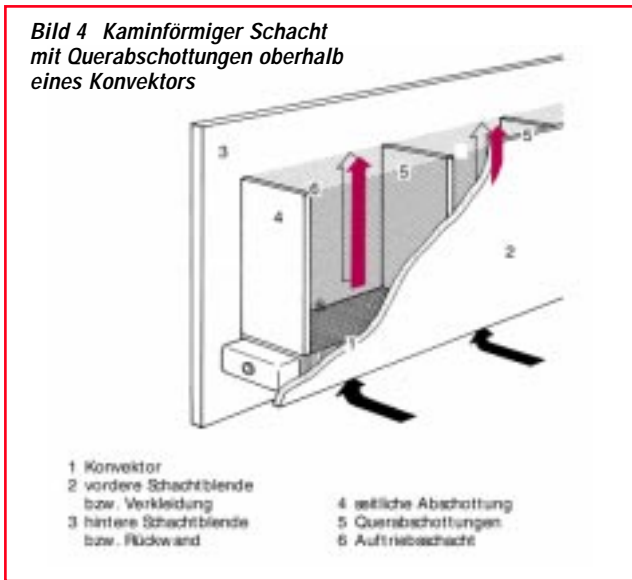
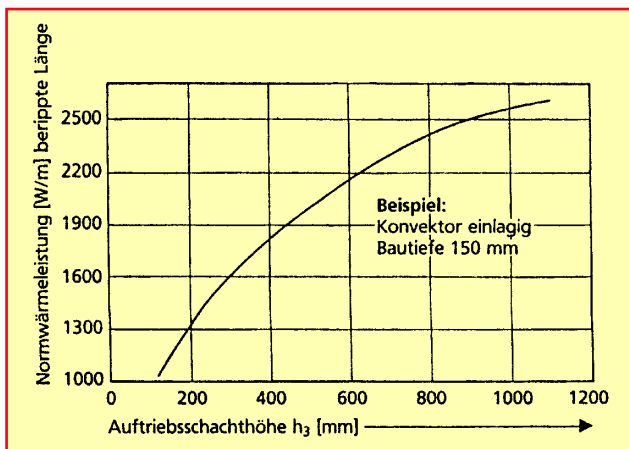


Bild 5 Wärmeleistung eines Konvektors bei unterschiedlicher Auftriebschachthöhe



## Regelfähigkeit

Äußerst geringe Wasserinhalte garantieren eine sehr gute Regelfähigkeit und schnelle Aufheizung, so daß sich der Konvektor auch gut als „Kurzzeitheizung“ eignet. Es werden keine großen Heizkörpermassen erwärmt, die geringe Masse verhindert Trägheit und läßt Konvektoren extrem schnell auf Temperaturschwankungen, z. B. durch Fremdwärme wie Sonneneinstrahlung, Personen, Elektrogeräte usw., reagieren. Als Regelleitungen werden han-

delsübliche Thermostatventile empfohlen. Je nach Einbausituation kann die Temperaturerfassung über Fernversteller oder Fernfühler notwendig werden.

Eine optimale Funktion ist nur gewährleistet, wenn oberhalb des Konvektors ein kaminförmiger Schacht installiert wird (Bild 4). Dadurch, daß der Konvektor individuell und vielseitig eingesetzt werden kann, sind viele Fehler bei Auslegung und Montage möglich:

- Unzureichende Konvektorleistung, weil nicht berücksichtigt wurde, daß die Konvektorleistung von der Höhe des Auftriebschachtes stark abhängig ist (Bild 5).

- Unzureichende Lufteintrittsquerschnitte. Wird der Lufteintritt eingengt, so treten Minderleistungen auf (Bild 6). Gleiche Minderleistungen sind im übrigen auch bei zusätzlichen Lufteintritts- oder Austrittsgittern zu berücksichtigen.

- Fehlende Querabschottung oberhalb des Konvektors. Wenn diese Querabschottungen fehlen, können kontraktierende oder Längsströmungen auftreten, die zu einer Minderleistung führen (Bild 4).

- Unzureichender hydraulischer Abgleich in der Gesamtanlage. Werden Heizkörper mit geringem Wasserwiderstand und Konvektoren kombiniert, so sind die Wassermengen aufgrund der unterschiedlichen Widerstände unbedingt abzustimmen.



– Mißachtung der Leistungsunterschiede zwischen Unterflureinbau und Nischeneinbau. In Herstellerunterlagen wird teilweise die Leistung für den Unterflureinbau nicht gesondert ausgewiesen oder nur prozentuale Abschläge als Planungshinweise genannt.

### Bei Nischenmontage zu beachten

Konvektoren eignen sich hervorragend zum verkleideten Einbau (Bild 7), denn die Verkleidung kann Bestandteil des erforderlichen Auftriebsschachtes sein. Sehr häufig findet man in allen möglichen Anwendungen Radiatoren oder Flachheizkörper, die teilweise sogar mit großem Aufwand durch Verkleidungen oder Einrichtungsgegenstände „verbaut“ wurden. Die Folge sind erhebliche Minderleistungen, weil sich die Funktion dann lediglich auf Konvektion beschränkt. Der Heizkörper wird zum Konvektor und verliert einen hohen Anteil an (Strahlungs-)Leistung (Bild 8).



Bild 7 Konvektor in einer Nische

### Brüstungsverkleidungen

Sinnvolle Kombinationen mit notwendigen technischen Einrichtungen, z. B. in Verwaltungsgebäuden, bieten maßgeschneiderte Verkleidungen. Vielfältige, objektbezogene Lösungen sind möglich:

- Maßanfertigung entsprechend den baulichen Gegebenheiten
- Rohrleitungsführung innerhalb der Verkleidung
- Integration von Kabel- und sonstigen Versorgungskanälen (Bild 9)

– Regelmäßige Unterteilung zur Anbringung von Raumteilern und Trennwänden

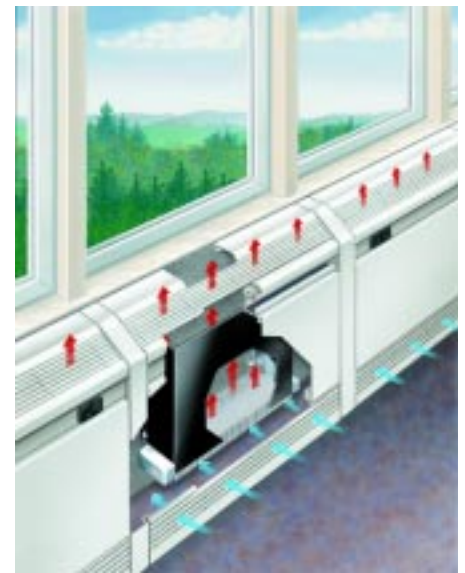


Bild 9 Brüstungsverkleidung mit Konvektor und Kabelkanal

– Integrierte Fensterbänke  
– Anpassung an den Bau durch Gehrungsecken (Bild 10)

### Hauben-Verkleidungen

Zwar bringt die Wärmeschutzverordnung 95 [3] durch bessere Wärmedämmung eine Erhöhung der Umschließungsflächentemperaturen, dennoch ist der ideale Standort des Heizkörpers nach wie vor die kälteste Stelle im Raum – das Fenster. Selbst bei wesentlich verbesserten Dämmwerten ist die Heizlast in der Nähe des Fensters am größten, nicht zuletzt auch infolge der Fugundichtigkeiten, die sich insbesondere



Bild 8 Konvektor hinter einer Sitzbank



Bild 10 Brüstungsverkleidung mit Gehrungsecke im Pressevertriebszentrum Mölk, Osnabrück





**Bild 11 Hauben-Verkleidung in einer Eingangshalle**



**Bild 13 Unterflurschacht, selbsttragend, mit Roll-Rost und Rahmen, eingebaut im aufgeständerten Fußboden**



**Bild 14 Gehrungsecke eines Unterflurschachtes im Verwaltungsgebäude Deutsche Bank AG, Berlin**



**Bild 12 Unterflurschacht mit Roll-Rost Edelstahl im Verwaltungsgebäude HUK Coburg**

im Fensterbereich bemerkbar machen. Schon in [4] wurde im Bodenbereich vor einem simulierten Fenster ohne Fugendichtigkeiten eine Strömungsgeschwindigkeit von ca. 0,3 m/s festgestellt. Somit bleibt der ideale Standort des Heizkörpers die unmittelbare Nähe des Fensters. Nicht immer läßt sich eine Unterflurmontage realisieren. So kommen Lösungen wie in Bild 11 in Betracht.

#### **Wärmeschutzverordnung beachten**

Zu beachten ist, daß solche Verkleidungen der Wärmeschutzverordnung [3] zu entsprechen haben. In Ergänzung zur Wärmeschutzverordnung gilt [5]. So kann die Forderung der Wärmeschutzverordnung nach einem äquivalenten  $k$ -Wert  $\leq 0,9 \text{ W}/(\text{m}^2 \times \text{K})$  durch eine 10 mm Wärmedämmung oder einer heizkörperseitig stark reflektierenden Oberfläche mit  $\epsilon_H \leq 0,3$  erfüllt werden. Es ist nicht zu erwarten, daß diese Vorgabe in der Energiesparverordnung (ESVO 2000) geändert bzw. zurückgenommen wird. Oft mißachtet wird die in der Wärmeschutzverordnung [3] in § 3, Absatz 3 verankerte Bedingung, daß der Wärmedurchgang durch die Fensterflächen maximal  $k_F = 1,5 \text{ W}/(\text{m}^2 \times \text{K})$  betragen darf (Wärmeschutzverordnung, Anlage 1, Ziffer 4).



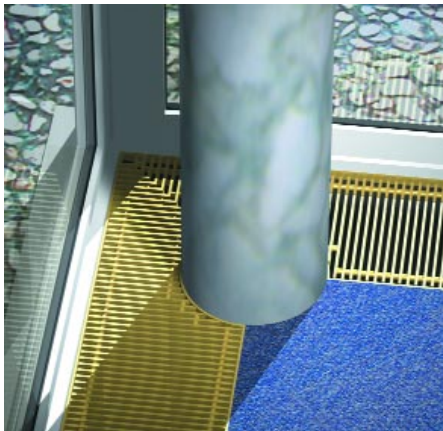
**Bild 15 Konvektoren-Unterflurschacht, mit Roll-Rost und Gehrung**

#### **Bei Unterflurmontage zu beachten**

Besonders in variabel erstellten Bürogebäuden werden zunehmend Konvektoren Unterflur montiert (Bild 12). Mehrere Gründe sprechen für diese Variante, die oftmals in Verbindung mit aufgeständerten Fußböden (Doppelböden) realisiert wird. Die Versorgung der Räumlichkeiten erfolgt dann über den Doppelboden und ermöglicht so nachträgliche Änderungen. Von besonderem Vorteil ist dabei die selbsttragende Bauweise des Unterflurschachtes. Schacht und Rahmen sind dann ein eigenständiges Bauteil, ein Roll-Rost kann so gleich mit integriert werden (Bild 13).

Selten offen angesprochen, jedoch ein wichtiger Grund für die Unterflurmontage, ist die vermietbare Fläche im kommerziellen Verwaltungsbau, die im Vergleich zur Brüstungsverkleidung nicht unerheblich erhöht werden kann. Außerdem läßt das System in Verbindung mit dem Gebäuderaster eine flexible Raumaufteilung zu (Bild 12). Lösungen nach Kundenwunsch, z. B. mit Gehrung (Bild 14 und Bild 15), gehören ebenso zur modernen Architektur wie die Anpassung an runde Gebäudeteile (Bild 16) oder die Integration von Säulen (Bild 17).

**Bild 16** Runder Unterflurschacht im Verwaltungsgebäude HUK Coburg



**Bild 17** Gehrungsecke mit integrierter Säule

### Generelles zur Anordnung

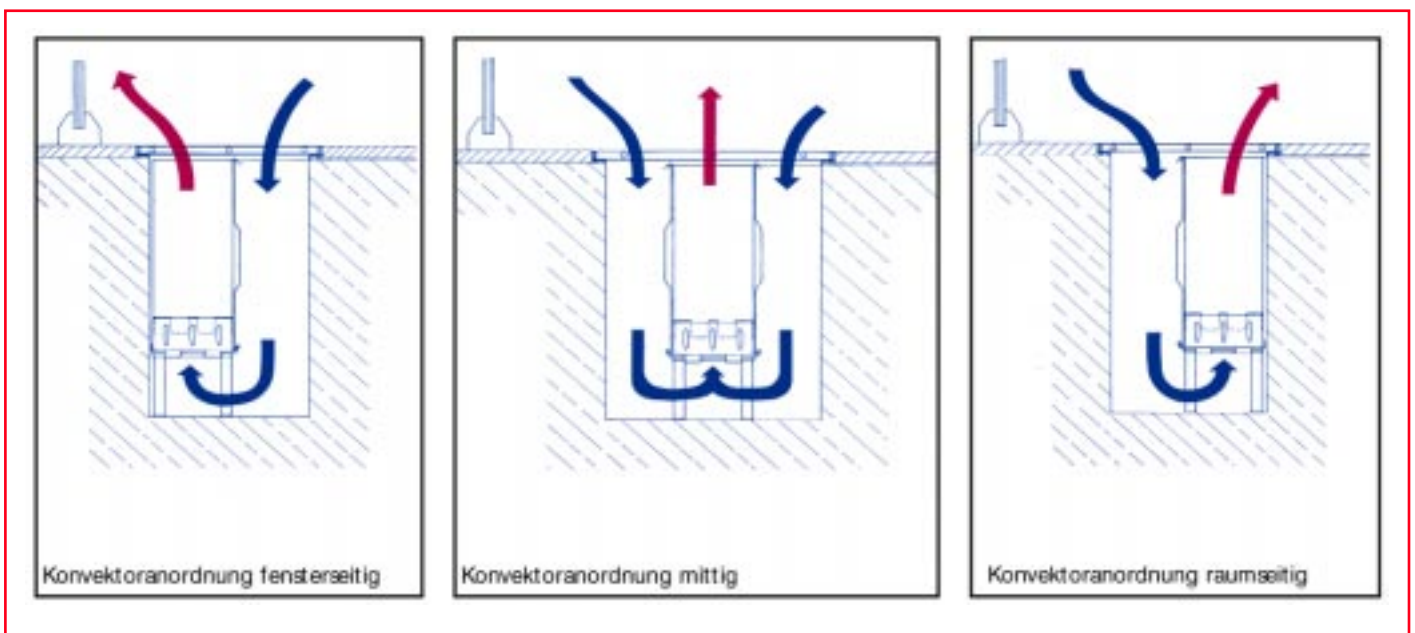
Zwei wissenschaftliche Untersuchungen beschäftigen sich mit der Anordnung von Konvektoren in Unterflurschächten. In [6] wird die Wärmeleistung bei unterschiedlichen Anordnungen umfangreich untersucht. Demnach läßt sich die höchste Wärmeleistung erzielen, wenn der Konvektor fensterseitig eingesetzt wird. Dies bestätigen auch die Untersuchungen in [7]. Die Erhöhung der Wärmeleistung ist darauf zurückzuführen, daß durch den Coanda-Effekt das Fenster noch teilweise die Funktion einer Schachtseitenwand übernimmt. In der Praxis hat sich jedoch die mittige oder raumseitige Anordnung bestens bewährt (Bild 18). Diese Anordnungen gewährlei-

sten eine einwandfreie Funktion auch bei abgesenkten Heizmitteltemperaturen oder bei zusätzlich auftretendem Kaltlufteintritt (Fugenlüftung). In [6] wird dieser Effekt im Rahmen von Untersuchungen an Estrichkonvektoren bestätigt. Hier heißt es: „... bei niedrigen Heizmitteltemperaturen  $\Delta_t = 30\text{ K}$  wie z. B. bei Betrieb in Verbindung mit Fußbodenheizungen stellen sich raumlufseitig instabile Verhältnisse und damit beträchtliche Leistungsschwankungen ein...“

Diese Feststellung kann aus der Praxis ausdrücklich bestätigt werden. Oftmals funktionieren fensterseitig angeordnete Konvektoren unter Auslegungsbedingungen (hohe Vorlauftemperaturen) problemlos. Sobald die Vorlauftemperatur allerdings abgesenkt wird, stellen sich erhebliche Leistungsschwankungen ein. Aus diesem Grunde wird von der fensterseitigen Anordnung im Normalfalle abgeraten, es sei denn, eine Erhöhung der Fensteroberflächentemperatur zur Vermeidung von Kondensbildung ist ausdrücklich gewünscht. Aus den obigen Beschreibungen ergeben sich somit folgende Empfehlungen:

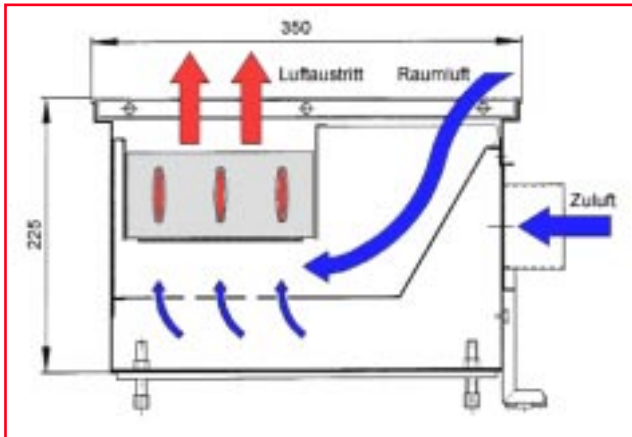
### Konvektoranordnung raumseitig

Die am Fenster abfallende Kaltluft strömt in den Konvektorschacht. Die aufsteigende Warmluft sorgt für eine natürliche Zirkulation im Raum und schirmt so das Fenster ab. Diese Anordnungsweise ist zur alleinigen Beheizung im Falle eines anteilig sehr großen Wärmebedarfs auf der Fensterseite (ca. 70–100 %) geeignet.



**Bild 18** Konvektoranordnung im Unterflur: raumseitig, mittig, fensterseitig





**Bild 19 Konvektor als Nacherhitzer im Objekt Checkpoint Charlie in Berlin**

#### **Konvektoranordnung mittig**

Der mittige Einbau des Konvektors ermöglicht den Kaltlufteinfall von beiden Seiten des Konvektors. Die Anordnung bietet sich insbesondere zur alleinigen Raumbeheizung an, wenn nur ein Teil (ca. 20–70 %) des Gesamtwärmebedarfs auf die Fensterfront entfällt. Dieses trifft in der Regel dann zu, wenn außer der Fensterfläche noch weitere größere Wärmeverlustflächen wie Außenwand, Decke oder Fußboden bestehen. Der mittig austretende Warmluftstrom sorgt im Fensterbereich für optimale Kaltluftauflösung und raumseitig für eine gleichmäßige Zirkulation.

#### **Konvektoranordnung fensterseitig**

Diese Anordnung des Konvektors auf der Fensterseite findet nur in Ausnahmefällen Anwendung. Zur Vollraumbeheizung ist diese Variante nur dann geeignet, wenn ein

großer raumseitiger Wärmebedarf und ein geringer Wärmebedarf auf der Fensterseite (bis zu ca. 20 %) besteht. Der Abstand zwischen Schacht und Fenster ist dann möglichst gering zu wählen, um ein ungehindertes und schnelles Anlegen der Luftströmung an das Fenster zu erreichen (Coanda-Effekt). Die Heizmitteltemperatur sollte jedoch nicht zu weit abgesenkt werden, da dann die abfallende Kaltluft mit der aufsteigenden Warmluft konkurriert und die abfallende Kaltluft den aufsteigenden Warmluftstrom „abschneiden“ kann. Es kann dann zu einem Wechselspiel der Strömungen kommen, die zu einer instabilen Leistungsabgabe führen. Deshalb sollte diese Anordnung nur in Ausnahmefällen realisiert werden.

#### **Konvektor als Nacherhitzer**

Bild 19 zeigt einen Konvektor im Unterflurschacht als Nacherhitzer. Im Beispiel wird über eine zentrale Lüftungsanlage der erforderliche Außenluftvolumenstrom für das Verwaltungsgebäude Checkpoint Charlie in Berlin zugeführt. Die auf ein Temperaturniveau von ca. 15 bis 18 °C erwärmte Außenluft wird vom Konvektor nachgewärmt. Unterhalb des Konvektors tritt die Luft über ein Lochblech aus. Gleichzeitig wird die am Fenster abfallende Kaltluft induziert und mitgerissen. Durch Thermo-

statventile geregelt, heizt der Konvektor die in den Raum eintretende Luft nach. Die Abstimmung der Luftmengen erfolgt über einfache Schieber am Lufteintritt des Unterflurschachtes.

**K**onvektoren eignen sich ganz besonders als Gestaltungselement. Verkleidungen und Einbau können der Raumarchitektur angepaßt werden, ohne Leistungseinbußen hinnehmen zu müssen. Hierzu gibt es vielfältige, auf das Objekt zugeschnittene, Lösungen. Geringe Wasserinhalte und Heizkörpermassen erlauben eine äußerst gute Regelfähigkeit. Die Auslegung und Montage erfordert aufgrund der vielfältigen Möglichkeiten Erfahrung und Fachkenntnis.

In Mischanlagen kommt dem hydraulischen Abgleich eine große Bedeutung zu. Wird der hydraulische Abgleich berücksichtigt, so können Konvektoren problemlos auch in witterungsgeführt geregelten Niedertemperaturanlagen eingesetzt werden.

#### **Literatur**

- [1] Technischer Katalog Kampmann Konvektoren Art.-Gr. 1.10–1.40
- [2] Buderus Handbuch für Heizungstechnik, Beuth Verlag Berlin 1994
- [3] Wärmeschutzverordnung vom 5. 7. 1994
- [4] Schlapmann, D.: Luftgeschwindigkeit über beheiztem Fußboden, VD-Bericht 464, 1982
- [5] Auslegung und Prüfung von Fußbodenheizungen, Bundesanzeiger v. 19. 7. 1995, Nr. 132, Seite 7770
- [6] W. Kast und M. Klan: Die Wärmeleistung von Unterflurkonvektoren, Gesundheitsingenieur 105 (1984) Heft 2, Seite 59 ff
- [7] van Weele, A.M. Laurence, J.T.M.: Luchtstroming in en boven een convektorput Katalog verwarming en Ventilatie (NL), Dez. 1979

