

Einsatzmöglichkeiten von Deckenkühlkonvektoren



Dipl.-Ing. Detlef Makulla,
M + W Zander Gebäudetechnik GmbH,
Bereich Krantz Komponenten,
Bergisch Gladbach

Neben den flächigen Kühldecken finden heute Deckenkühlkonvektoren eine zunehmende Verbreitung. Diese oftmals auch als Kühlbalken bezeichneten Komponenten bieten eine preiswerte Alternative, die sich durch eine hohe flächenspezifische Leistung auszeichnet. Die Anwendungsmöglichkeiten im Bereich von Verwaltungsgebäuden, Messehallen, Flughäfen, Einkaufszentren etc. und in der Industrie sind sehr vielfältig.

1. Einleitung

Grundsätzlich unterscheidet man zwischen passiven und aktiven Deckenkühlkonvektoren.

Die passiven Deckenkühlkonvektoren arbeiten nur auf Basis der Schwerkraft. Das Wirkprinzip wird deshalb auch mit „stiller Kühlung“ bezeichnet. Bei den aktiven Deckenkühlkonvektoren wird zusätzlich Primärluft (Außenluft) zugeführt. Diese bewirkt eine Induktion von Sekundärluft (Raumluft) durch den Wärmeaustauscher. Ferner wird dadurch der hygienisch erforderliche Außenluftanteil zugeführt. Aufgrund der Induktionswirkung sind aktive Deckenkühlkonvektoren gegenüber passiven Deckenkühlkonvektoren auch zum Heizen geeignet. Die **Tabelle 1** zeigt die wesentlichen Unterscheidungsmerkmale.

Bei passiven Deckenkühlkonvektoren muss die Versorgung der Personen mit dem hygienisch erforderlichen Außenluftanteil nach DIN 1946 Teil 2 anderweitig sichergestellt werden. Dieses kann mit einer zentralen Lüftungsanlage und separaten Luftdurchlässen oder mittels Fensterlüftung erfolgen.

2. Passive Deckenkühlkonvektoren

2.1 Konstruktiver Aufbau und Funktion

Der passive Deckenkühlkonvektor mit freier Konvektion besteht im Wesentlichen aus dem an der Oberseite offenen Gehäuse (**Bild 1**), dem eingebauten Wärmeaustauscher mit den Anschlüssen und ggf. einer luftdurchlässigen unteren Sichtblende.

Zur Raumkühlung strömt Raumluft aufgrund der Abkühlung im Luft-Wasser-Wärmeaustauscher und der Schachtwirkung des Gehäuses von oben in den Deckenkühlkonvektor ein. Ein Abstand zur Rohdecke ist deshalb erforderlich.

2.2. Einbaumöglichkeiten

Deckenkühlkonvektoren können in vielfältiger Weise installiert werden. Die **Bilder 2a bis d** zeigen die häufigsten Einbaumöglichkeiten.

Bei der vom Raum nicht sichtbaren Installation oberhalb einer luftdurchlässigen Zwischende-

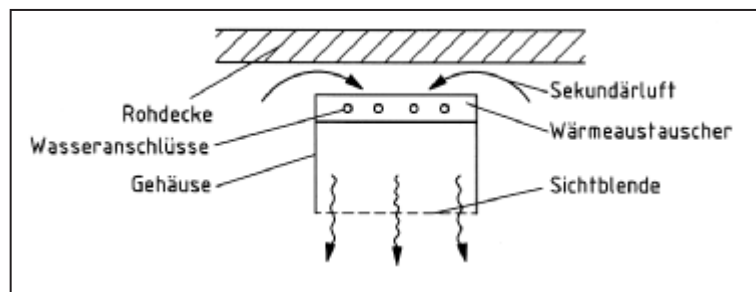


Bild 1: Schematische Darstellung eines passiven Deckenkühlkonvektors.

	Passiver Deckenkühlkonvektor	Aktiver Deckenkühlkonvektor
Heizbetrieb		
Kühlung	nicht möglich	möglich
Außenluftversorgung	nur über Wasser nicht integriert	über Wasser und Luft integriert

Tabelle 1: Unterscheidungsmerkmale von passiven und aktiven Deckenkühlkonvektoren.

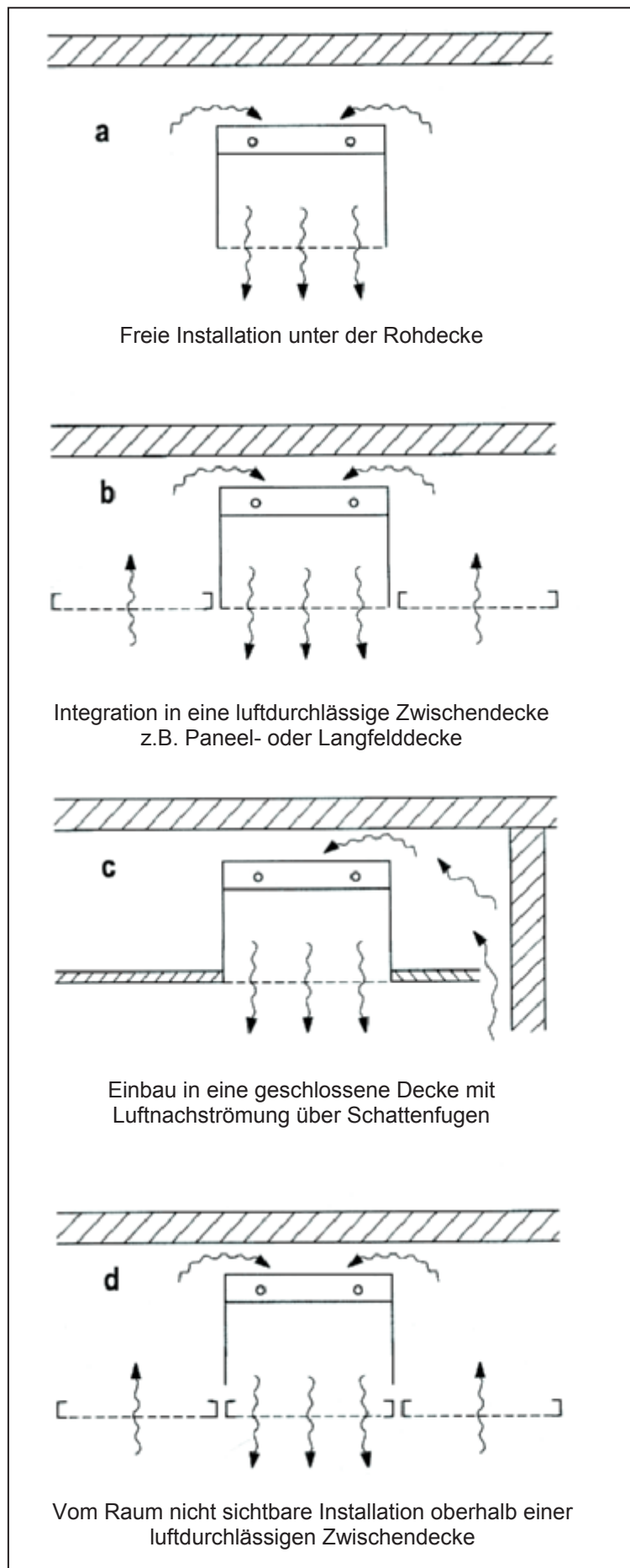


Bild 2a-d: Einbaumöglichkeiten von Deckenkühlkonvektoren.

cke kann auf die Sichtblende an der Unterseite des Deckenkühlkonvektors verzichtet werden (siehe **Bild 3**).

Ferner beeinflusst diese Installation nicht den optischen Eindruck der Decke. Es ist jedoch ein freier Querschnitt der Zwischendecke zur Luftzirkulation von mindestens 35 % empfehlenswert, damit die Kühlleistung nicht zu sehr reduziert wird. Ein Beispiel zeigt **Bild 4**.

2.3 Kühlleistungen

Die passiven Deckenkühlkonvektoren sind zwar vom Aufbau relativ einfach, jedoch gibt es mehrere Einflussgrößen, welche sich auf die Leistung auswirken. Die wesentlichen Einflussparameter sind in **Bild 5** darstellt.

Deckenkühlkonvektoren werden in der Regel für eine Differenz von $\Delta\vartheta_{R,W} = -10 \text{ K}$ zwischen der mittleren Wassertemperatur und der Raumlufttemperatur ausgelegt. Für diesen Standardauslegungsfall zeigt **Bild 6** die spezifische Kühlleistung pro m Konvektorlänge in Abhängigkeit der Breite und des Deckenabstandes.

Das **Bild 6** gilt für eine Bauhöhe von 250 mm. Es wird deutlich, dass besonders die breiten Deckenkühlkonvektoren auch einen größeren Abstand zur Decke benötigen, damit die Luft ungehindert nachströmen kann. Aus Platzgründen kann die Bauhöhe H der Deckenkühlkonvektoren auch reduziert werden. Dadurch vermindert sich etwas die Kühlleistung, z. B. um 13 % bei einer Reduktion von 250 mm auf 180 mm und 20 % bei 150 mm.

Auch die Unterdecke oder die Sichtblende haben aufgrund ihres lufttechnischen Widerstandes einen Einfluss auf die Leistung. Übliche Sichtblenden mit einem freien Durchströmquerschnitt von $\geq 50 \%$ reduzieren die Kühlleistung nur um maximal 7 %. Das gleiche gilt für komplette Unterdecken. In letzterem Falle wird jedoch manchmal aus optischen Gründen ein geringe-

rer Perforationsgrad gewünscht. Es empfiehlt sich jedoch, nicht weniger als 35% zu wählen. Die dann auftretende Leistungsmin- derung von 15% ist noch akzep- tabel.

2.4. Behaglichkeitsaspekte

Passive Deckenkühlkonvek- toren haben im Gegensatz zu Kühldecken nur einen vernach- lässigbaren Strahlungsanteil bei der Wärmeübertragung. Auf- grund der nahezu rein konvek- tiven Wärmeübertragung sind die Raumluftgeschwindigkeiten

unterhalb des Konvektors für die Einhaltung der Behaglichkeits- kriterien von besonderer Bedeu- tung.

Die maximalen Raumluftge- schwindigkeiten sind hauptsäch- lich von der übertragenen Kühl- leistung abhängig. In **Bild 7** sind die maximalen Mittelwerte der Raumluftgeschwindigkeit unter- halb der Deckenkühlkonvekto- ren dargestellt. Die Kurve beruht auf einer Vielzahl von Messun- gen, wobei die Konvektorbreite jeweils entsprechend der Kühl- leistung angehoben wurde.

Wie die Strömungsdarstel- lung mittels Rauchprobe in **Bild 8** zeigt, tritt **nur** unterhalb des Deckenkühlkonvektors ein eng begrenzter Bereich mit erhöhter Konvektionsströmung und somit erhöhter Raumluftgeschwindig- keit gemäß **Bild 7** auf.

Bei sitzender Tätigkeit mit Akti- vitätsstufe I ergibt sich nach der

DIN 1946, Teil 2, „Raumlufttech- nik“ ein Grenzwert von 0,23 m/s bei einer Raumtemperatur von 26°C. Diesem Grenzwert liegt ein Turbulenzgrad von 30% zugrun- de, der bei eigenen Messungen bestätigt wurde.

Für die Anordnung eines De- ckenkühlkonvektors direkt ober- halb eines Büroarbeitsplatzes er- gibt sich somit eine empfohlene maximale Kühlleistung gemäß **Bild 7** von 150 W/m.

Gemäß DIN 1946, Teil 2 ist bei einer Aktivitätsstufe II, wie sie z. B. in Einkaufszentren, Flughä- fen oder Messehallen zugrunde gelegt werden kann, eine höhere Raumluftgeschwindigkeit zuläs- sig. Diese beträgt 0,32 m/s bei einer Raumlufttemperatur von 26°C und 30% Turbulenzgrad. Somit können hier Deckenkühl- konvektoren mit 300 W/m ausge- legt werden.

Wenn höhere Kühlleistungen erforderlich sind, ist eine An-

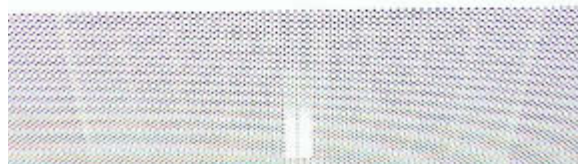
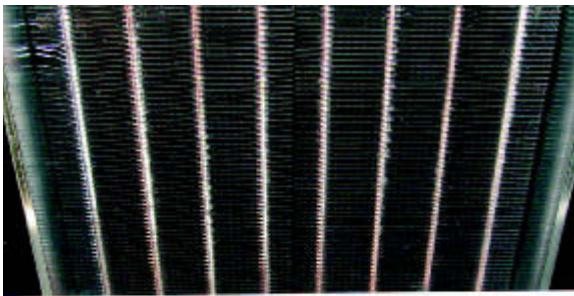


Bild 3: Verdeckte Installation des Deckenkühlkonvektors oberhalb einer luftdurchlässigen Zwischendecke.



Bild 4: Ausführungsbeispiel mit verdeckter Montage ober- halb luftdurchlässiger Decke.

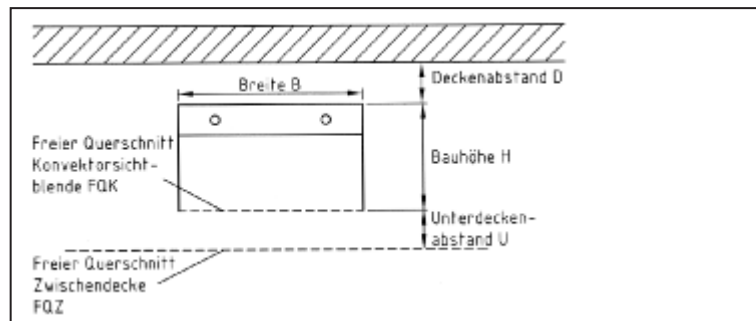


Bild 5: Einflussgrößen auf die Kühlleistung.

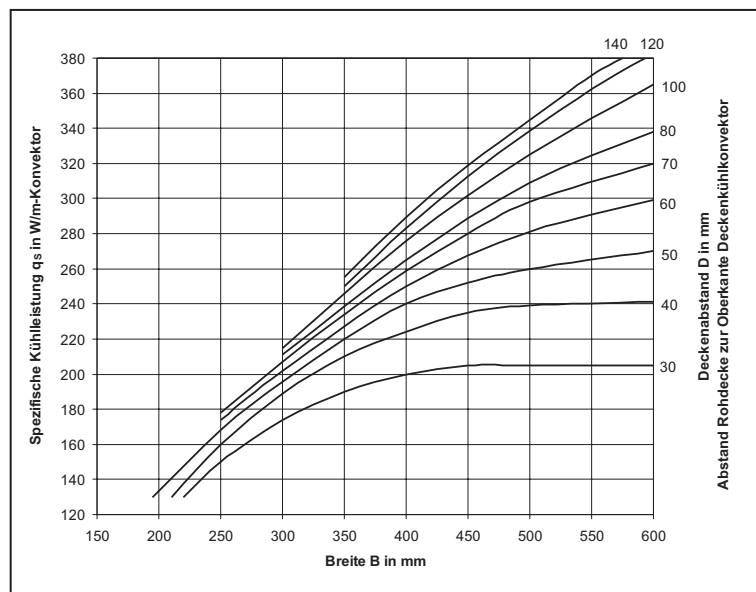


Bild 6: Spezifische Kühlleistung von passiven Deckenkühlkonvektoren.

ordnung der Deckenkühlkonvektoren zu wählen, bei der ein dauernder Aufenthalt von Personen direkt unterhalb der Deckenkühlkonvektoren nicht oder nur selten auftritt. Eine günstige Anordnung im Bürobereich ist die Installation an der Fassade oder nahe der Flurwand gemäß **Bild 9** oder **Bild 10**. Auf diese Weise werden Zugerscheinungen im Kopfbereich vermieden, sodass die Kühlleistung bei gleicher Behaglichkeit am Arbeitsplatz

höher gewählt werden kann. Zwischen der Fassade und dem Deckenkühlkonvektor sollte ein Freiraum von ca. 500 mm bleiben, damit die aufgrund der solaren Einstrahlung aufsteigende warme Konvektionsströmung an der Fassade von oben in den Deckenkühlkonvektor eintreten kann. Auch bei einer unsichtbaren Montage oberhalb einer luftdurchlässigen Decke ist hier eine Einströmmöglichkeit vorteilhaft.



Bild 8: Strömungsbeispiel passiver Deckenkühlkonvektor.

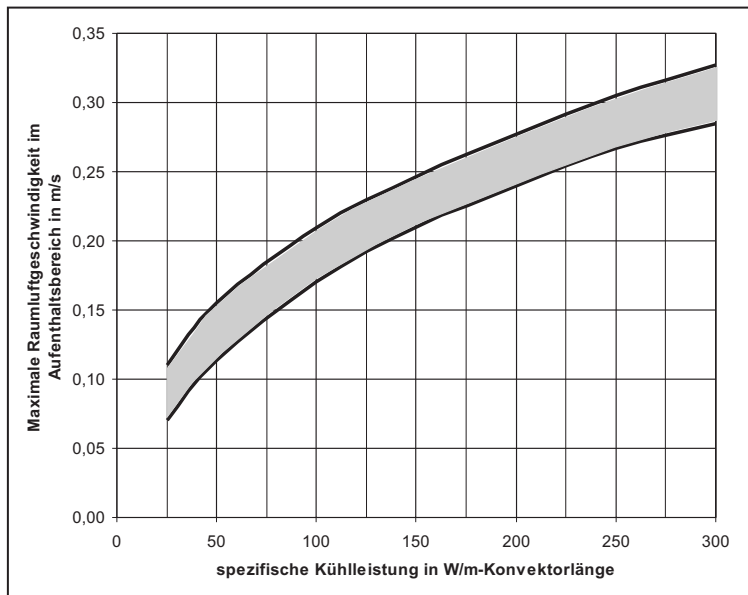


Bild 7: Raumlufgeschwindigkeiten unterhalb der passiven Deckenkühlkonvektoren in Abhängigkeit der spezifischen Kühlleistung.

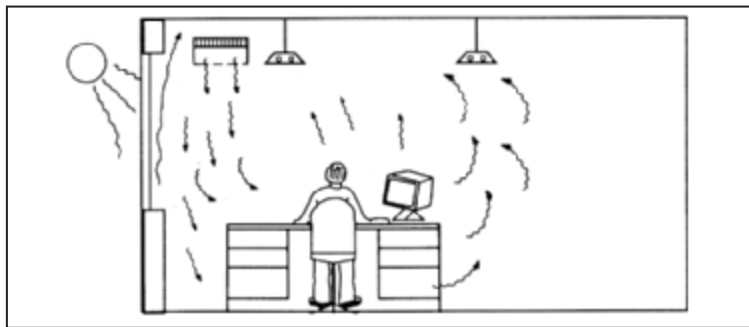


Bild 9: Deckenkühlkonvektor an der Fassade.

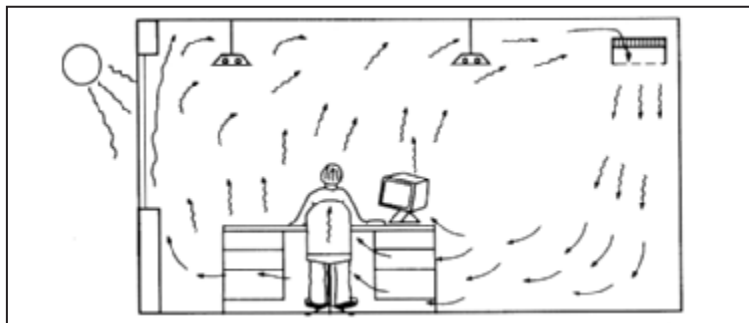


Bild 10: Deckenkühlkonvektor an oder nahe der Flurwand.

Nach Bild 10 entsteht eine stabile Raumlufströmung in Form einer Raumlufthalze mit Auftrieb an der Fassade (Sommer mit solarer Einstrahlung, Winter mit Heizkörper) und Abtrieb an der Flurwand.

Die Anordnung eines Schranke unterhalb des Konvektors beeinflusst die Leistung nicht, wenn der Abstand zur Unterkante des Konvektors mindestens der Konvektorstärke entspricht. Wenn der Konvektor ähnlich dem Bild 10 einseitig direkt an einer Wand anliegt, sollte der gemäß Bild 6 festgelegte Deckenabstand verdoppelt werden, um den Flächennachteil der einseitigen Nachströmung zu kompensieren.

3. Aktive Deckenkühlkonvektoren

Im Gegensatz zu passiven Deckenkühlkonvektoren kann mit aktiven Deckenkühlkonvektoren auch der hygienische Außenluftanteil zugeführt werden. Ferner ist auch ein Heizbetrieb möglich.

3.1 Konstruktiver Aufbau und Funktion

Der aktive Deckenkühlkonvektor (**Bild 11**) besteht aus einem Gehäuse mit Primärluftanschluss (seitlich oder stirnseitig) und beidseitig angeordneten Luftaustrittsschlitzen. Zwischen dem Luftaustritt befindet sich eine Sichtblende, oberhalb derer in der Regel in 4-Leiter-Schaltung ausgeführte Wärmeaustauscher positioniert ist. Die Primärluft wird senkrecht nach unten in den Schacht zwischen

Außenwand und Wärmeaustauscher ausgeblasen und induziert die Sekundärluft aus dem Raum. Diese wird im Wärmeaustauscher entweder geheizt oder gekühlt.

Die Düsen sollten aus einem metallischen Material hergestellt sein. Dieses hat gegenüber Kunststoff den Vorteil der Nicht-

brennbarkeit. Für die Reinigung des Wärmeaustauschers (Hygieneforderung aus der VDI 6022) sollte die Sichtblende leicht abnehmbar sein.

Eine weitere Ausführungsart von aktiven Deckenkühlkonvektoren zeigt **Bild 12**. Das Wirkprinzip ist identisch, jedoch ist der

Luftaustritt nur einseitig. Diese Bauform bietet sich dann an, wenn der Deckenkühlkonvektor parallel zur Fassade angeordnet wird (siehe auch Kapitel 3.2).

Für beide Ausführungsarten gilt, dass die Sekundärluft von der Raumseite einströmt. Dies hat Vorteile gegenüber einem Lufteintritt an der Oberseite. Bei einer Integration in eine abgehängte Decke sind keine Nachströmöffnungen in der Decke selbst erforderlich. Dieses hat architektonische Vorteile und vermeidet eine abzustimmende Schnittstelle mit dem Deckenhersteller über die Größe und Lage der Nachströmöffnungen.

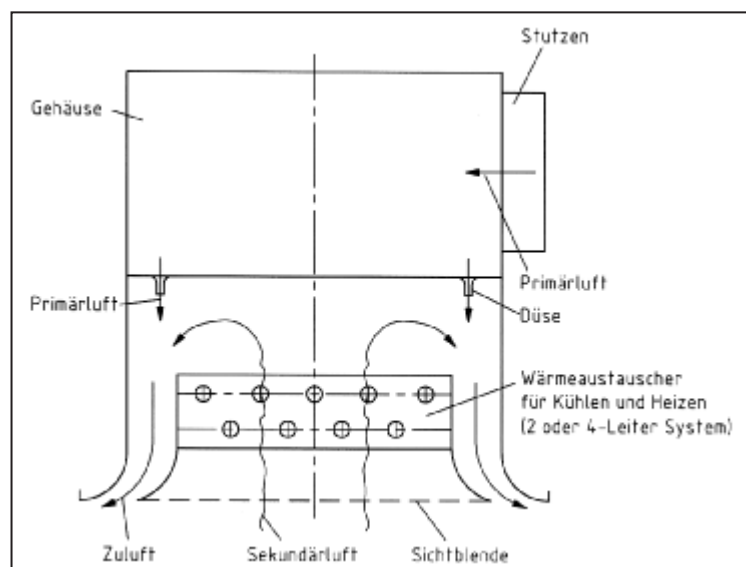


Bild 11: Schematische Darstellung eines aktiven Deckenkühlkonvektors mit beidseitigem Luftaustritt.

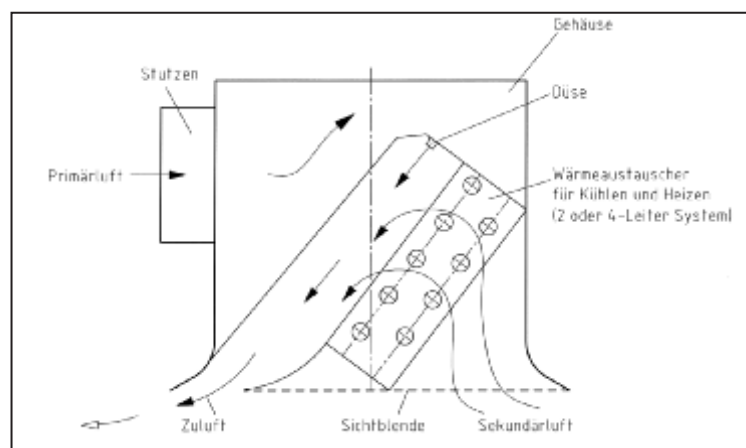


Bild 12: Schematische Darstellung eines aktiven Deckenkühlkonvektors mit einseitigem Luftaustritt.

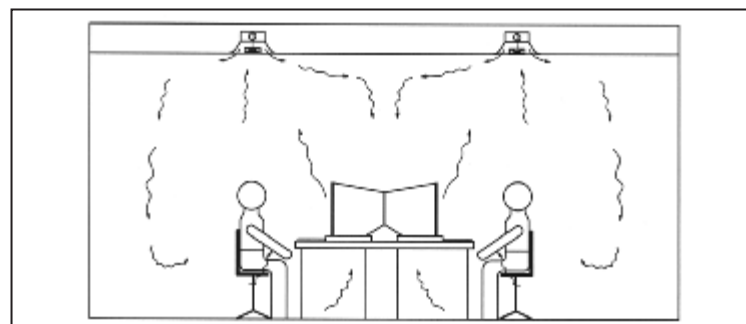


Bild 13: Aktiver Deckenkühlkonvektor mit beidseitigem Luftaustritt.

3.2 Einbaumöglichkeiten

Deckenkühlkonvektoren mit beidseitigem Luftaustritt

Diese Variante ist quasi der klassische Kühlbalken, der senkrecht zur Fassade in der Regel in der Mitte des Raumes oder in jeder Fassadenachse verläuft. Bei einer freien Installation ohne abgehängte Decke ist besonders vorteilhaft, dass die Speicherwirkung der Betondecke erhalten bleibt, wodurch Kühllastspitzen im Raum gedämpft werden (**Bild 13**).

Die Kühlkonvektoren sind auch mit seitlichen „Wings“ (siehe **Bild 14**) ausrüstbar, durch die z. B. bei einer frei hängenden Montage unter der Betondecke die Leitungen verdeckt werden können. Ferner ist die Sichtblende optisch variabel gestaltbar.

Deckenkühlkonvektor mit einseitigem Luftaustritt

Diese Bauart des Deckenkühlkonvektors ist vornehmlich für den Einbau parallel zur Fassade geeignet. Meistens wird er in eine abgehängte Bandrasterdecke integriert. Hierbei ist vorteilhaft, dass die an der Scheibe aufgrund der solaren Einstrahlung hochsteigende, warme Konvektionsluft sehr direkt in den Wärmeaustauscher einströmt (siehe **Bild 15**). Dadurch steigt die Differenz zwischen der mittleren Wassertemperatur und der Lufttemperatur und somit die Kühlleistung.



Bild 14: Aktiver Deckenkühlkonvektor mit Abdeckung der Installationen durch seitliche „Wings“.

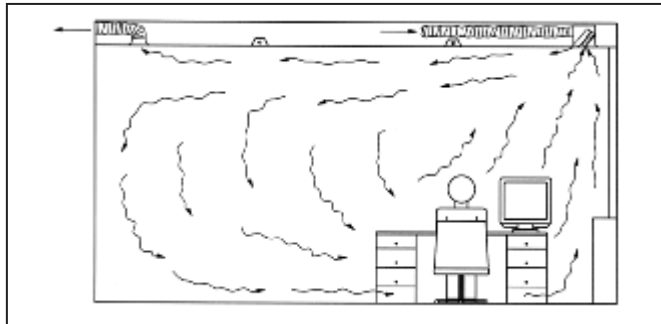


Bild 15: Aktiver Deckenkühlkonvektor mit einseitigem Luftaustritt.

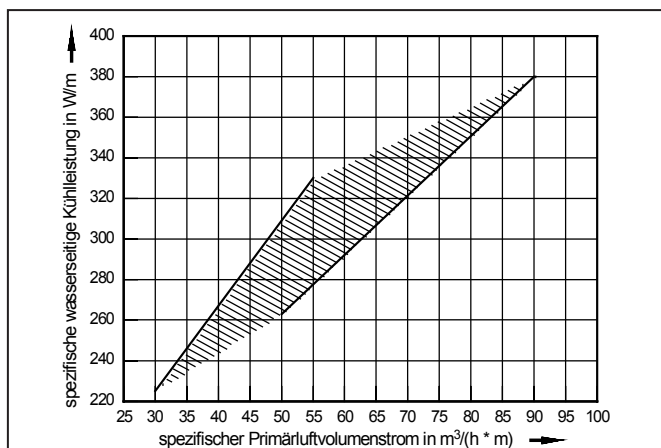


Bild 16: Wasserseitige Kühlleistung von aktiven Deckenkühlkonvektoren.

3.3 Kühlleistungen

Bei aktiven Deckenkühlkonvektoren setzt sich die Kühl- und Heizleistung aus dem wasserseitigen und luftseitigen Anteil zusammen. Eine Auslegung erfolgt im Kühlfall meistens mit einer Differenz zwischen der mittleren Wassertemperatur und der Raumlufttemperatur von -10 K. Luftseitig wird in der Praxis häufig eine Differenz von -8 K zwi-

schen der Zuluft- und der Raumlufttemperatur gewählt. Für diese Randparameter zeigt **Bild 16** den Leistungsbereich auf der Wasserseite im Kühlfall.

Der Bereich ergibt sich durch eine unterschiedliche Düsenbestückung und bezieht sich auf eine Baubreite von 300 mm.

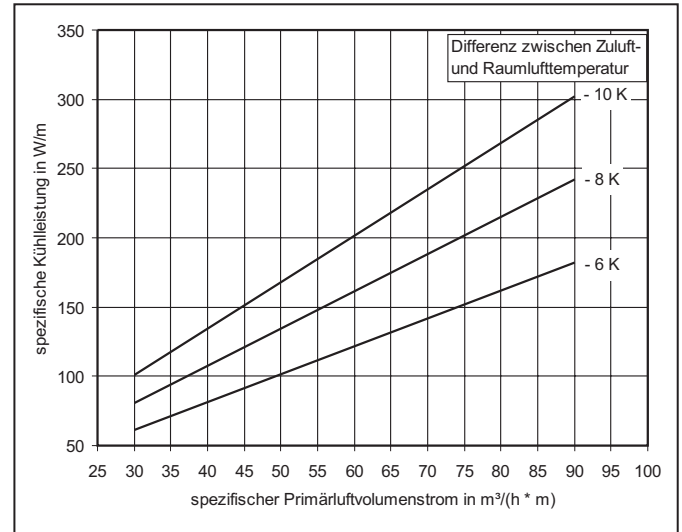


Bild 17: Luftseitige Kühlleistung von aktiven Deckenkühlkonvektoren.

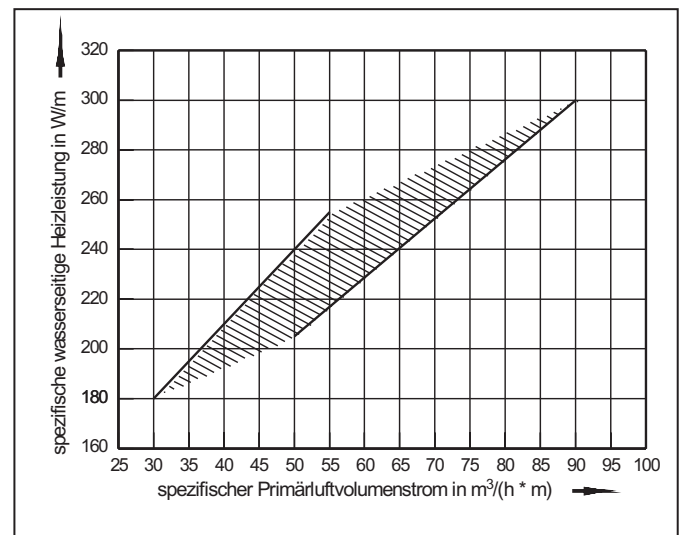


Bild 18: Wasserseitige Heizleistung von aktiven Deckenkühlkonvektoren.

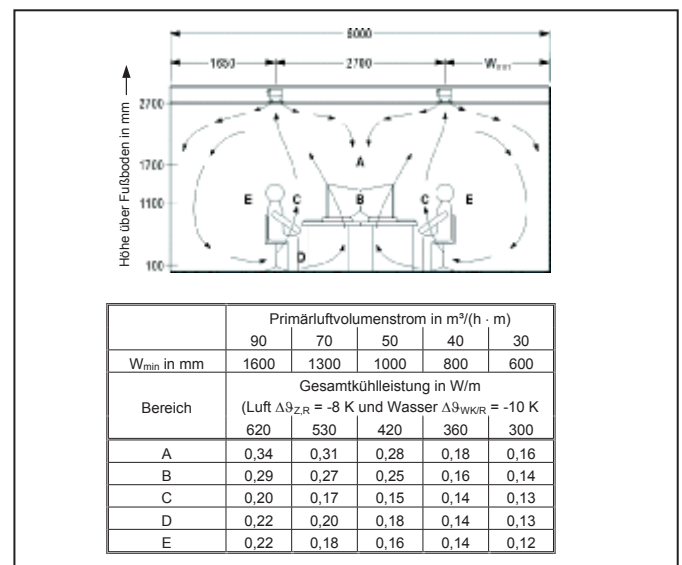
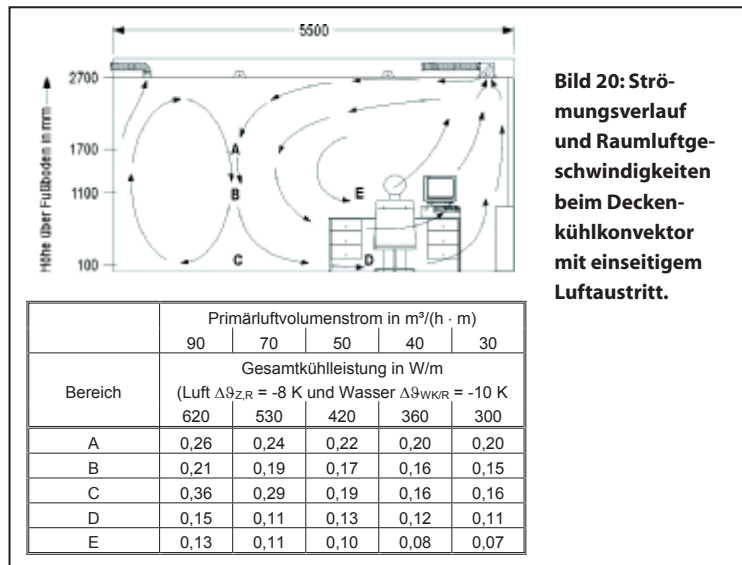


Bild 19: Strömungsverlauf und Raumluftgeschwindigkeiten beim Deckenkühlkonvektor mit beidseitigem Luftaustritt.



Bei einer Auslegung an der unteren Grenze sind der Druckverlust und der Schallleistungspegel entsprechend niedriger als an der oberen Grenze. Die Schalleis-

während Zeiten mit geringerer Last gekühlt werden kann. Dies ist besonders in der Übergangszeit mit der Außenluft eine wirtschaftliche Betriebsweise.

Bei den angegebenen Werten handelt es sich um die Summe aus wasser- und luftseitiger Kühlleistung. Im Bürobereich sind demnach 360 W/m abführbar, wenn die gemäß DIN 1946 Teil 2 bei einer Raumtemperatur von 26°C maximal zulässige Raumluftgeschwindigkeiten eingehalten werden sollen.

In Bereichen mit höherem Aktivitätsgrad wie Flughäfen, Messehallen, Einkaufszentren etc. sind auch höhere Leistungen zulässig.

Die vertikale Temperaturschichtung beträgt in allen Fällen weniger als 0,8 K/m. Somit wird die Forderung der DIN 1946 von 2 K/m deutlich unterschritten.

Eine Strömungsdarstellung aus einem Labortest zeigt **Bild 21**. Die seitlichen „Wings“ sind eine optische Variante und für die eigentliche Funktion nicht erforderlich.

Zusammenfassung

Deckenkühlkonvektoren stellen eine Alternative zu flächigen Kühldecken dar. Der Platzbedarf ist bei hoher spezifischer Leistung relativ gering. Es können passive oder aktive Deckenkühlkonvektoren eingesetzt werden. Bei den aktiven ist durch den Primärluftanschluss die Versorgung der Personen mit dem hygienischen Außenluftanteil bereits integriert. Im Gegensatz zu passiven Deckenkühlkonvektoren kann mit aktiven auch geheizt werden.

Es sind freie Installationen als Kühlbalken unterhalb der Betondecke, integrierte Installationen innerhalb der abgehängten Decke und verdeckte, d.h. vom Raum nicht sichtbare Installationen oberhalb von abgehängten Decken möglich. In letzterem Fall ist jedoch eine gewisse Luftdurchlässigkeit der Decke erforderlich.

Bei der Auswahl sollten auch die hygienischen Aspekte, insbesondere der Reinigungsmöglichkeit, beachtet werden. Es empfiehlt sich, nur Produkte einzusetzen, die nach VDI 6022 geprüft worden sind. ◀



Bild 21: Aktiver Deckenkühlkonvektor im Labortest.

tungspegel bewegen sich dabei zwischen 20 dB(A) und 38 dB(A) und die Druckverluste zwischen 30 Pa und 100 Pa.

Zu der wasserseitigen Kühlleistung muss die vom Primärluftvolumenstrom abhängige luftseitige Leistung addiert werden. Hierzu zeigt **Bild 17** ein entsprechendes Diagramm. In der Summe lassen sich Kühlleistungen von über 600 W/m erzielen. Bei der Auslegung sind jedoch die im nächsten Kapitel dargelegten Behaglichkeitsaspekte zu beachten.

Vorteilhaft ist bei aktiven Deckenkühlkonvektoren, dass auch bei geschlossenem wasserseitigem Ventil mit der Primärluft z. B.

Im Heizbetrieb erfolgt die Auslegung wasserseitig auf eine Differenz zwischen der mittleren Wassertemperatur und der Lufttemperatur von 15 K. Ein zusätzliches Heizen mit der Primärluft ist in der Praxis meist nicht erforderlich, da in der Regel die Fassade über statische Heizflächen abgeschirmt wird. Die Leistungsdaten zeigt **Bild 18**.

3.4 Behaglichkeitsaspekte

Mit aktiven Deckenkühlkonvektoren lassen sich bei geringem Platzbedarf relativ hohe Kühlleistungen abführen. Mit einem 300 mm breiten Konvektor sind über 600 W/m erreichbar. Hochgerechnet ist dies eine Leistung von 2000 W/m² Installationsfläche. Diese hohen Kühlleistungen sind natürlich im Bürobereich aus Behaglichkeitssicht nicht einsetzbar, sondern auf Einsatzfälle mit höherem Aktivitätsgrad beschränkt.

Eine Übersicht gemessener Raumluftgeschwindigkeiten in Abhängigkeit der Leistung zeigt **Bild 19** für den aktiven Deckenkühlkonvektor mit beidseitigem Luftaustritt senkrecht zur Fassade und **Bild 20** für den Deckenkühlkonvektor mit einseitigem Luftaustritt parallel zur Fassade.



testo 400

Inbetriebnahme, Abnahme und Service von RLT-Anlagen gemäß EN 12599

testo 400, ein Messgerät für alle
relevanten Messgrößen: m/s, % rF,
CO₂, CO, °C, td, hPa, m³/h, g/kg,
U/min, mV/mA



- Schnelles, objektives Beurteilen einer Raumluftheizungsanlage am Messort mit integrierter Unsicherheitsberechnung nach EN 12599.
- Behaglichkeits-Messung mit automatischer Turbulenzgrad-Berechnung nach DIN EN ISO 1946, Teil 2.
- Neuer, dünner Feuchtefühler für Raumklima, Abluftkanäle, Materialausgleichsfeuchte.
- Punktuelle Kontrolle und Langzeitüberwachung durch Speicher.
- Vor Ort drucken, Auswerten im PC.
- Ideal für Messungen nach VDI 6022.

testo AG, Testo-Straße 1, 79853 Lenzkirch
Tel. 07653 681-700, Fax 07653 681-701
www.testo.de, E-Mail: info@testo.de

Ärger mit Kalk?

Das muß nicht sein!

Mit dem

Bewamat Duo

der Komfort-Weichwasseranlage, genießen Sie rund um die Uhr den Komfort von herrlich weichem Wasser und Ihre Sanitäreinrichtungen und Armaturen danken es Ihnen durch eine lange Lebensdauer.

Informationen erhalten Sie bei:

BWT Wassertechnik GmbH
Industriestraße 7 · D-69198 Schriesheim, Telefon: 062 03 / 7373
Telefax: 062 03 / 731 02 · e-mail: bwt@bwt.de · www.bwt.de



BWT
BEST WATER TECHNOLOGY