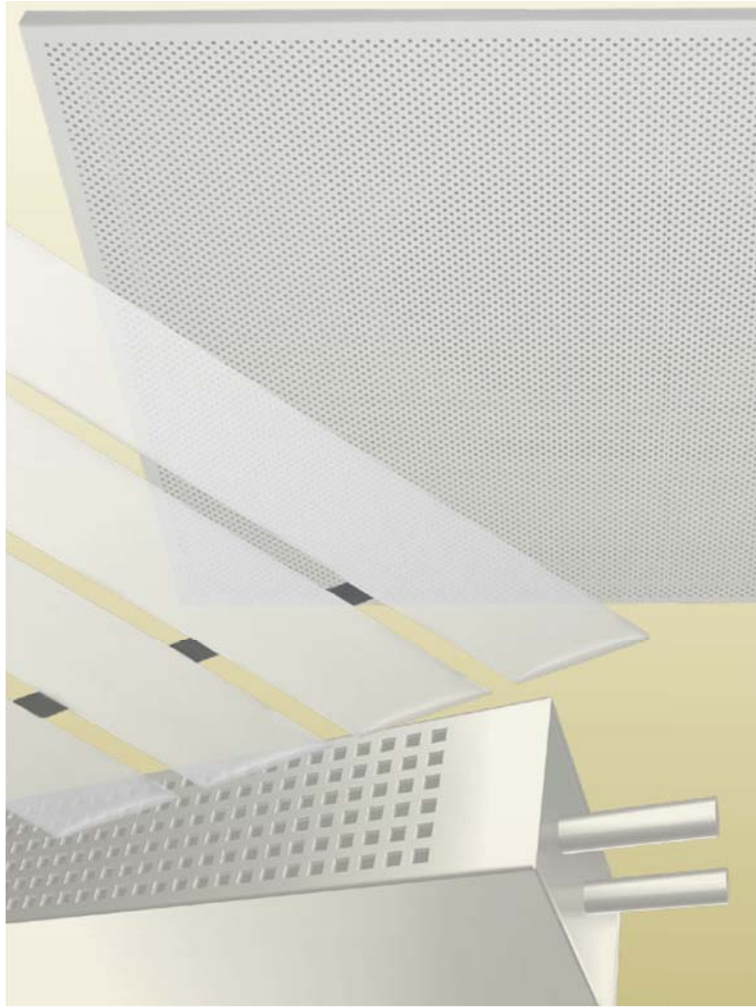
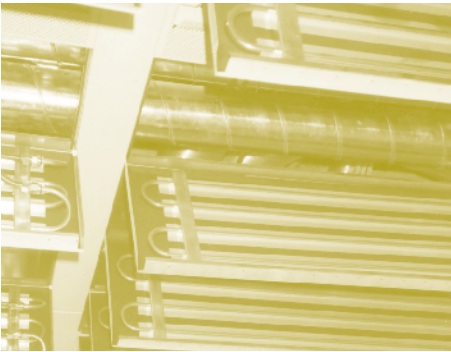


Kühldecken



DS 4076 12.2001/1

Durrer-technik

Kranz
KOMPONENTEN®
Lösungen mit System

Systembeschreibung

Vorbemerkungen

Kühldecken sind Raumkühlssysteme für die Anordnung im Deckenbereich. Ihre Kühlflächen sind mit Rohren wärmeleitend verbunden, die in geschlossene Systeme zusammengefasst und von Kaltwasser durchströmt werden.

Über Kühldecken wird die sensible Raumwärme abgeführt. Für die Abfuhr der latenten Wärme bzw. zur Einhaltung der für das behagliche Empfinden erforderlichen Raumluftfeuchte sowie für die Zufuhr einer Mindestaußenluft für die Personen werden Kühldecken mit mechanischen Lüftungsanlagen kombiniert.

Die wesentlichen Vorteile der Kühldecken im Vergleich zu Nur-Luft-Systemen sind:

- höhere thermische Behaglichkeit durch
 - zugfreie Raumluftströmung
 - gleichmäßige Temperaturverteilung
 - niedriges Geräuschniveau
- niedrigere Betriebskosten
- geringerer Raumbedarf für die Installation.

Kühldecken kommen zum Einsatz in Komfortanlagen aller Art, außerdem in Laboratorien und gewerblichen bzw. industriellen Räumen mit hohem Anteil an sensibler Wärme und geringen Stofflasten.

Ihre Einbauhöhe ist variabel und nach oben kaum begrenzt. Für Einbauhöhen von 2,5 m bis 8 m liegen sehr gute Erfahrungen vor. Die Anordnung der Kühldecken in noch größeren Höhen ist ebenfalls möglich.

Ausführungsarten

Die Wärmeübertragung zwischen Raum und Kühldecke findet durch Strahlung und Konvektion statt. Je nach Anteil unterscheidet man zwischen zwei Kühldecken-Hauptgruppen:

Strahlungsdecken und Konvektionsdecken (**Bild 1**).

Bei Strahlungsdecken überwiegt die Wärmeübertragung durch Strahlung; sie beträgt ca. 60 % des gesamten Wärmeaustausches. 40 % geschieht durch Konvektion.

Strahlungsdecken haben eine geschlossene Oberfläche. Sie können als Metall-, Gipskarton- oder Putzdecke ausgeführt werden, in denen einzelne Kühlelemente – in Form von wasserführenden Rohren mit Wärmekontaktprofilen – eingelegt sind.

Sind die einzelnen Kühlelemente nicht in geschlossene Decken eingelegt, sondern allseitig von der Raumluft umströmbar, so erhöht sich der Wärmeaustausch durch Konvektion. Solche Deckensysteme bezeichnet man als Konvektionsdecken. Die Wärmeübertragung erfolgt zu über 50 % durch Konvektion. Zur Erzielung einer großen Wärmeaustauschfläche werden auf die wasserführenden Rohre der Kühlelemente Lamellen oder Rippen auf-

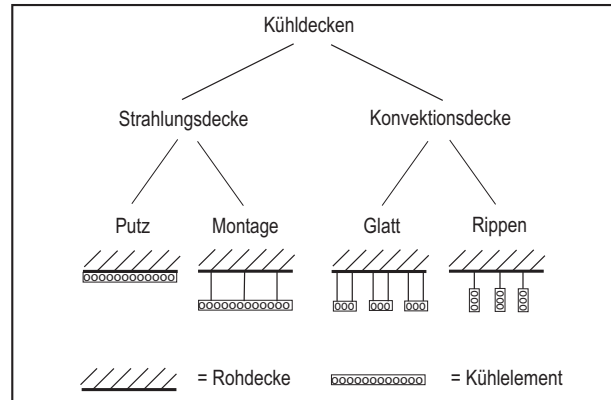


Bild 1: Kühldecken-Hauptgruppen und Bauformen

schieben, die je nach Ausführung unter verschiedenen Winkeln geneigt sind. Der konvektive Anteil wird dadurch auf ca. 60 – 70 % erhöht.

Eine besondere Ausführung der Konvektionsdecken sind Deckenkühlkonvektoren mit einer extrem dichten Anordnung der Kühllamellen, etwa 3 – 6 mm Lamellenabstand. Hier beträgt der konvektive Anteil des Wärmeaustausches 90 – 95 %.

Bei der Auslegung der Strahlungskühldecken ist der Einfluss der gewählten Deckenplatten auf die Kühlleistung zu berücksichtigen. Die Strahlung der Kühldecke wird vom Emissionsgrad der Plattenoberfläche beeinflusst. Darüber hinaus ist auf gute Wärmeübertragung von den wasserführenden Rohren und Kontaktprofilen auf die Kühldeckenfläche sowie auf fachgerechte Anordnung des Akustikvlies zu achten.

Grundsätzlich kann unter konvektiven Kühlelementen eine Zwischendecke abgehängt werden. Diese sollte mindestens 20 % offene Fläche haben, um die Kühlleistung nicht übermäßig zu beeinträchtigen.

Kühldecken werden in der Regel großflächig über die ganze Raumfläche installiert (**Bild 2a** und **2b**). Ausnahmen sind Deckenkühlkonvektoren (**Bild 2c**), die als kompakte Einheiten nur über einzelne Bereiche des Raumes zur Anordnung kommen. Es besteht auch die Möglichkeit, großflächige Kühlelemente partiell im Raum (in der Regel oberhalb des Arbeitsplatzes) von der Decke abzuhängen. Diese Ausführung bezeichnet man als Kühldeckensegel (**Bild 2d**).

KRANTZ KOMponenten verfügt über alle o. g. Ausführungsarten, und zwar:

- Strahlungsdecke: Typ KKS
- Konvektionsdecke: Typ SKS
- Deckenkühlkonvektor: Typ DK
- Kühldeckensegel: Typ KDS

Während die ersten drei Typen mehr oder weniger standardisiert sind, wird das Kühldeckensegel individuell den architektonischen Wünschen angepasst.

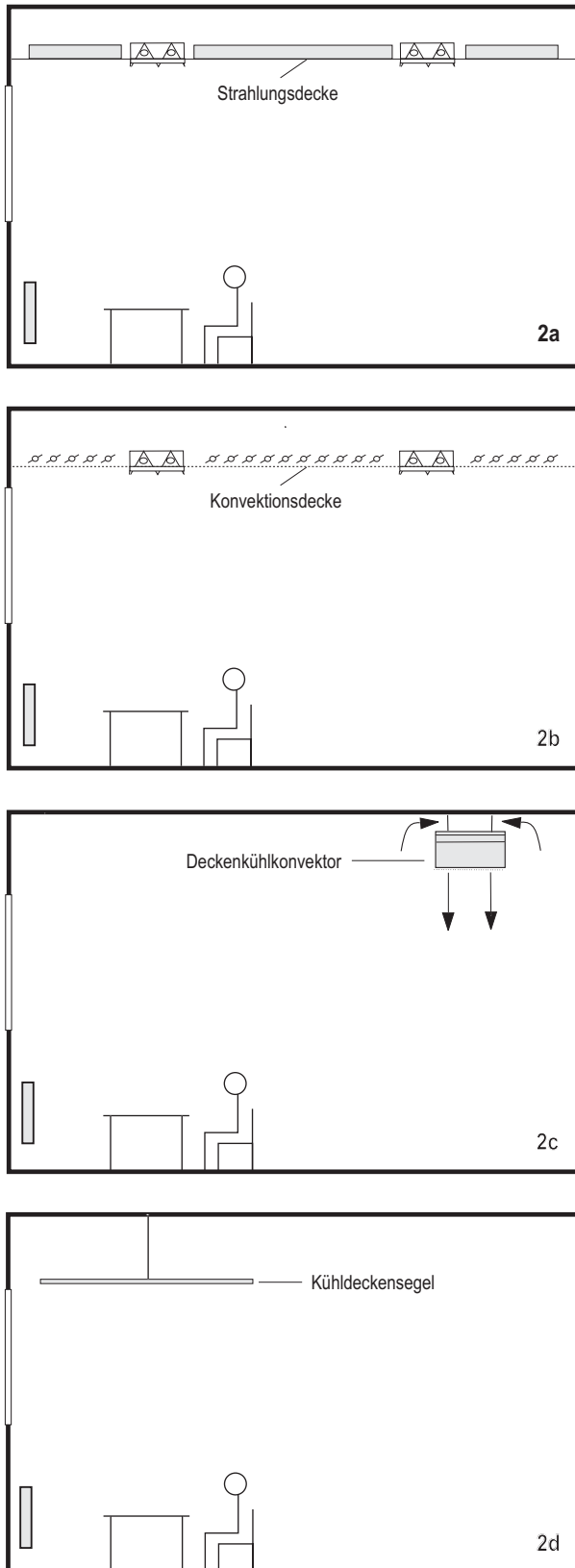


Bild 2: Anordnung verschiedener Kühldecken

- 2a: großflächige Kühldecke als Strahlungsdecke
- 2b: großflächige Kühldecke als Konvektionsdecke
- 2c: Deckenkühlkonvektor
- 2d: Kühldeckensegel

Kombination mit mechanischer Lüftung

Wie schon erwähnt, können Kühldecken nur die sensible, nicht aber die latente Wärme abführen, die vor allem durch Feuchteabgabe der Menschen freigesetzt wird. Darüber hinaus soll beim Einsatz von Kühldecken die Zufuhr der Mindestaußenluft für die Personen sichergestellt werden.

Aus diesen Gründen sind Kühldecken mit Lüftungsanlagen zu kombinieren. Lüftungsanlagen übernehmen die Aufgabe, die Luftqualität im Raum zu erhöhen, d. h. die Mindestaußenluft zuzuführen und, durch Luftaustausch im Raum, die Raumluftfeuchte im behaglichen Bereich zu halten.

Die Mindestaußenluft entspricht in Büroräumen einem Luft-Volumenstrom von ca. 6 bis 8 m³/(h • m²). Dies ist nur noch ein Bruchteil des Luft-Volumenstromes, der bei den konventionellen raumlufttechnischen Anlagen zur Deckung der Raumkühllast erforderlich ist.

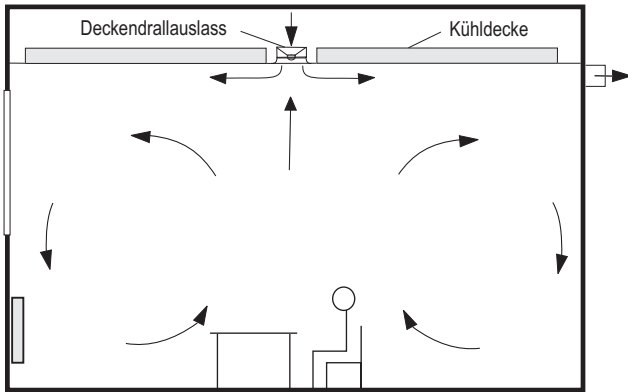
Kühldecken können prinzipiell mit allen vorhandenen Luftführungssystemen kombiniert werden. Dabei kann man nach **Bild 3** die Luftführungssysteme in zwei Hauptgruppen einteilen:

- Luftführungssysteme zur Erzeugung einer turbulenten Mischströmung (Mischlüftung).
- Luftführungssysteme zur Erzeugung einer Schichtenströmung (Quell-Lüftung).

Die turbulente Mischströmung entsteht bei Einsatz solcher Luftdurchlässe, die hochinduktive Luftstrahlen mit starkem Austrittsimpuls erzeugen. Infolge der intensiven Vermischung der Raumluft mit den Zuluftstrahlen erzielt man eine gleichmäßige Verteilung der thermischen und stofflichen Lasten im Raum. Zu dieser Gruppe gehören Decken- und Wand-Luftdurchlässe mit hohem Austrittsimpuls (z. B. Deckendrall-, Schlitz- oder Wirbelauslässe).

Bei Zuführung kühler Zuluft in Bodennähe kann eine Schichtenströmung entstehen. Aufgrund der thermischen Kräfte im Raum strömt dabei die warme Luft nach oben. Sie wird im Deckenbereich abgesaugt. Es bilden sich mehr oder weniger ausgeprägte Schichten unterschiedlicher Temperatur und Stoffkonzentration über die Raumhöhe. Allerdings wird in Kombination mit Kühldecken die Schichtung neutralisiert, denn die an der Kühldecke abgekühlte Raumluft strömt teilweise zurück in den Aufenthaltsbereich. Dies führt zu einer weitgehenden Vergleichmäßigung der Temperatur und Stoffkonzentration im Raum. Zum Einsatz kommen hier Luftdurchlässe mit Zuluftzufuhr in Bodennähe, z. B. Bodendrall- oder Quellauslässe. Einsetzbar sind auch Quell-Luftdurchlässe für die Anordnung unter der Decke, bei denen die Zuluft nach geringer Vermischung mit der Raumluft nach unten strömt, z. B. entlang der Wand, und über den Boden gleitet, bevor sie aufgrund der Thermik nach oben entweicht.

Turbulente Mischströmung



Schichtenströmung

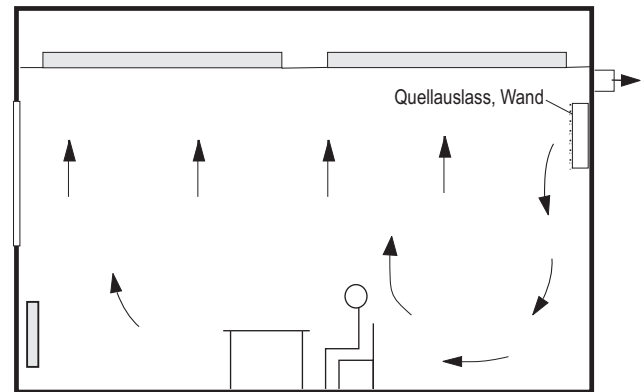
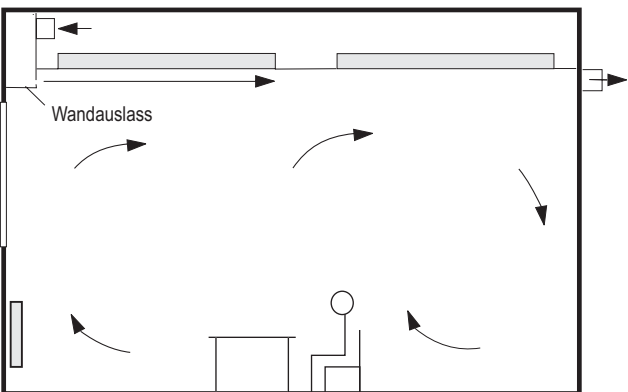
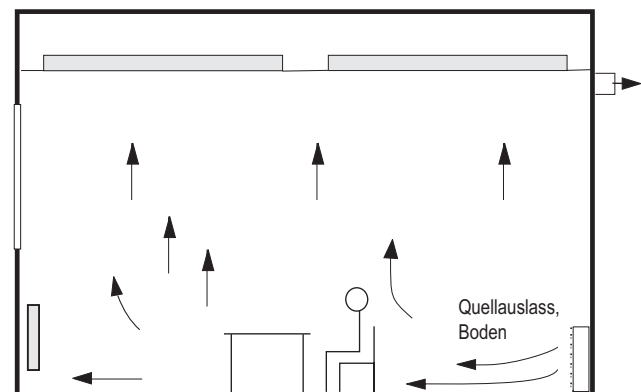
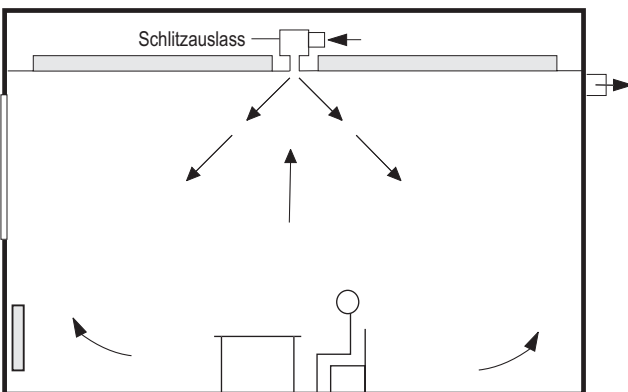
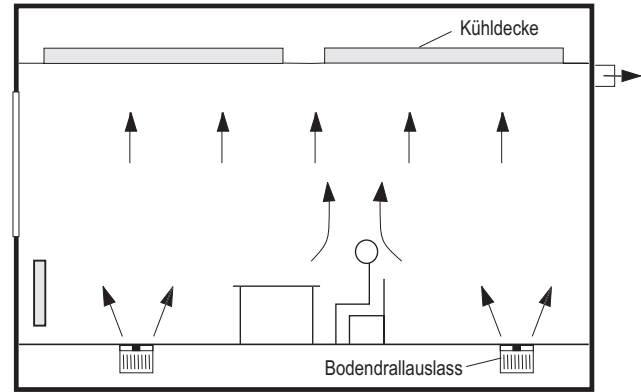


Bild 3: Kombination Kühldecke mit verschiedenen Luftführungssystemen

Die mechanische Lüftung dient nicht nur der Abfuhr der latenten Wärme und der Frischluftzufuhr, sie erbringt auch eine zusätzliche Kühlleistung.

Bei der Anordnung von Quellauslässen im Bodenbereich soll die Temperaturdifferenz zwischen Zuluft und Raumluft maximal -3 K betragen, um eine zu niedrige Temperatur im Bodenbereich zu vermeiden. Wegen der fehlenden Temperaturschichtung über die Raumhöhe ist die Ablufttemperatur annähernd gleich der Raumlufttemperatur im Aufenthaltsbereich. Somit liegt die zusätzliche Kühlleistung der Quell-Lüftung bei max. $6 - 8\text{ W/m}^2$. Wird die Zuluft aus Quell-Luftdurchlässen unterhalb der Decke zugeführt, kann die max. Temperaturdifferenz zwi-

schen Zuluft und Raumluft -6 K betragen. Daraus ergibt sich eine luftseitige Kühlleistung von $12 - 16\text{ W/m}^2$.

Bei Verwendung von Bodendrallauslässen beträgt die Zulufttemperatur minimal 18 °C . Dabei ergibt sich z. B. für 26 °C Raumtemperatur eine zusätzliche Kühlleistung von $16 - 22\text{ W/m}^2$.

Bei Verwendung von Decken-Luftdurchlässen der turbulenten Mischlüftung kann die Temperaturdifferenz zwischen Zuluft und Raumluft maximal -8 bis -10 K betragen. Somit ist eine zusätzliche Kühlleistung von 16 bis 27 W/m^2 abführbar.

Diese luftseitigen Kühlleistungen werden zur Leistung der Kühldecke addiert.

Grundsätzlich ist die Zuluft im Luftbehandlungsgerät zu filtern und zu entfeuchten. Bei der Entfeuchtung wird sie unter den Taupunkt der Raumluft gekühlt. Die Taupunkttemperatur der Raumluft beträgt maximal 16 °C. Das entspricht – gemäß Behaglichkeitsfeld in **Bild 4** und **5** – einem absoluten Feuchtegehalt der Raumluft von maximal 11,5 g/kg Trockenluft.

Bei der Verwendung von **Decken-Luftdurchlässen** kann die Zuluft nach der Entfeuchtung dem Raum direkt zugeführt werden. Berücksichtigt man eine weitere Temperaturerhöhung im Ventilator und in den Luftleitungen von mindestens 1 K, so hat die Zuluft bei Austritt aus dem Luftdurchlass eine Temperatur von 14 – 17 °C. Dies sind für Decken-Luftdurchlässe der turbulenten Mischlüftung zulässige Zulufttemperaturen. Auf Wunsch kann die Zuluft noch etwas nachgeheizt werden.

Bei Verwendung von **Quell-Luftdurchlässen** mit Anordnung in Bodennähe muss die Zuluft nach der Entfeuchtung grundsätzlich aufgewärmt werden. Die Zuluft soll 1 – 3 K kälter als die Raumluft sein. Das bedeutet, dass bei einer Raumtemperatur von 22 °C die Zulufttemperatur zwischen 19 und 21 °C und bei einer Raumtemperatur von 26 °C zwischen 23 und 25 °C liegen soll. Werden Quell-Luftdurchlässe in Deckennähe angeordnet, kann die Zulufttemperatur bis ca. 6 K unter Raumtemperatur betragen. Bei der Quell-Lüftung ist grundsätzlich darauf zu achten, dass die Zulufttemperatur nicht über der Raumtemperatur liegt, weil dann eine ausreichende Eindringtiefe der frischen Zuluft in den Raum nicht erreicht wird.

Werden **Bodendrallauslässe** zur Frischluftzufuhr eingesetzt, so ist die Zuluft nach der Entfeuchtung auf mindestens 18 °C zu erwärmen, bevor sie in den Raum strömt. Die Zuluftstrahlen sind unempfindlich gegenüber eventuellen Übertemperaturen, d. h. auch bei Zulufttemperaturen über Raumtemperatur ist eine gute Raumluftströmung gewährleistet.

Die Luftzustandsänderungen sind in den h,x-Diagrammen, **Bild 4** und **5**, dargestellt.

Kühldecken und Fensterlüftung

Manchmal wird, z. B. aus Kostengründen, auf den Einbau kombinierter mechanischer Lüftungsanlagen verzichtet. Die notwendige Frischluftzufuhr erfolgt dann über Fensterlüftung, d. h. durch geöffnete Fenster. Eine kontrollierte Luftzufuhr und wirkungsvolle Entfeuchtung der Raumluft ist damit nicht erreichbar.

Darüber hinaus sind folgende Nachteile bei Fensterlüftung zu berücksichtigen:

- erhöhte Raumkühllast an warmen Sommertagen
- erhöhter Wärmebedarf an kalten Tagen
- Eindringung von ungefilterter Außenluft
- erhöhte Gefahr von Taupunktunterschreitung an den Kühlelementen an warmen und feuchten Tagen
- höhere Raumtemperaturen an warmen Sommertagen
- Straßenlärm ist in den Räumen stärker hörbar
- Wärmerückgewinnung ist nicht möglich
- Zugfreiheit ist nicht gewährleistet.

Wegen der vielen Nachteile bei Fensterlüftung ist zu empfehlen, Kühldecken mit einer mechanischen Lüftungsanlage zu kombinieren.

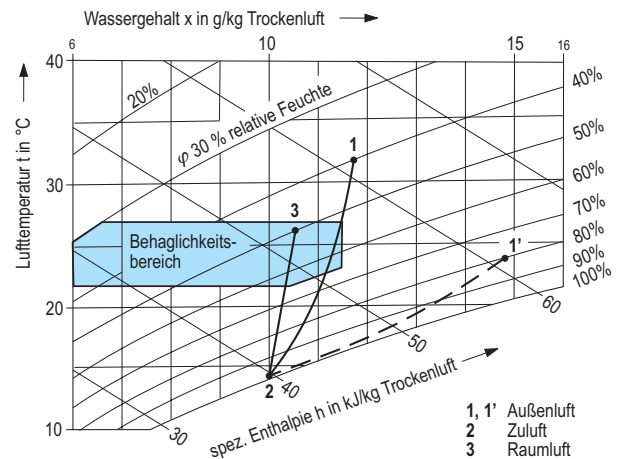


Bild 4: Luftzustandsänderungen: Kühldecke und Decken-Luftdurchlässe

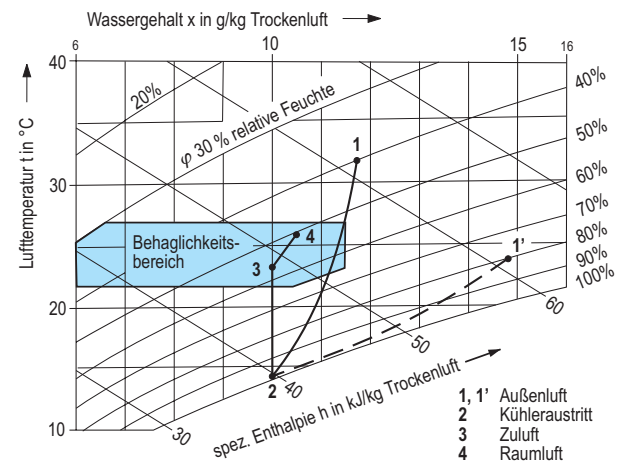


Bild 5: Luftzustandsänderungen: Kühldecke und Quell-Lüftung

Thermische Behaglichkeit

Mit Kühldecken und kombinierter mechanischer Lüftung ist in den Räumen eine hohe thermische Behaglichkeit erzielbar:

- niedrige Raumluftgeschwindigkeiten, in der Regel unter 0,12 m/s
- gleichmäßige Temperaturverteilung, vertikale Temperaturunterschiede unter 1 K
- operative Raumtemperatur 0,5 – 1 K niedriger als bei Nur-Luft-Systemen, d. h. höherer Kühleffekt gegenüber konventionellen Klimaanlage
- niedriger Schalldruckpegel, weil die Luft-Volumenströme verhältnismäßig klein sind.

Bild 6 zeigt beispielsweise den zeitlichen Verlauf der Raumluftgeschwindigkeiten in 1,3 m Raumhöhe bei spezifischer Kühlleistung eines konvektiven Kühldeckensystems von 115 W/m²-Kühlelement. Der zeitliche Mittelwert der Raumluftgeschwindigkeiten liegt unter 0,10 m/s. Es treten keine nennenswerten Unterschiede im Turbulenzgrad der Luftströmung für die verschiedenen Luftführungssysteme auf.

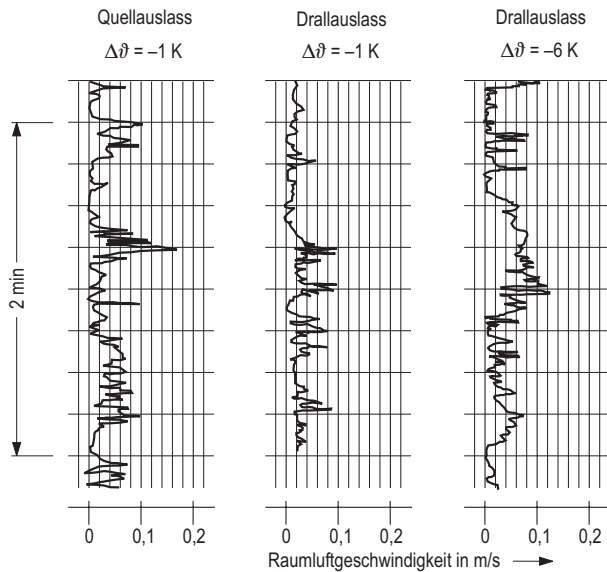


Bild 6: Raumluftgeschwindigkeiten; Kühldecke mit unterschiedlichen Luftführungssystemen

Aus den **Bildern 7** und **8** geht die vertikale Temperaturverteilung hervor. Sowohl in der Kombination mit Quell-Luftdurchlässen als auch mit Deckendrallauslässen ist die vertikale Temperaturschichtung äußerst gering. Sie beträgt vom Bodenbereich bis zur Decke weniger als 1 K. Nach DIN 1946, Teil 2 ist ein vertikaler Temperaturgradient von 2 K/m zulässig.

Die horizontalen Temperaturunterschiede betragen nur einige zehntel Grad und sind damit ebenfalls sehr gering.

Die Oberflächentemperatur der Kühldecken liegt meistens 4 bis 8 K unter der Raumlufttemperatur. Dies wirkt sich

behaglich auf das Empfinden der Menschen aus, denn die operative Raumtemperatur reduziert sich um ca. 0,5 bis 1 K gegenüber Nur-Luft-Systemen. Der subjektiv empfundene Kühleffekt wird auf diese Weise erhöht.

Wegen der fehlenden Temperaturschichtung im Raum ist die Lüftungseffektivität unabhängig vom kombinierten Luftführungssystem. Der zahlenmäßige Wert der Lüftungseffektivität liegt bei ca. 1. Das bedeutet, dass im gesamten Raum, vom Boden bis zur Decke, eine annähernd gleiche Luftqualität vorhanden ist. Unterschiede zwischen der turbulenten Mischlüftung und Schichtenströmung bestehen nicht.

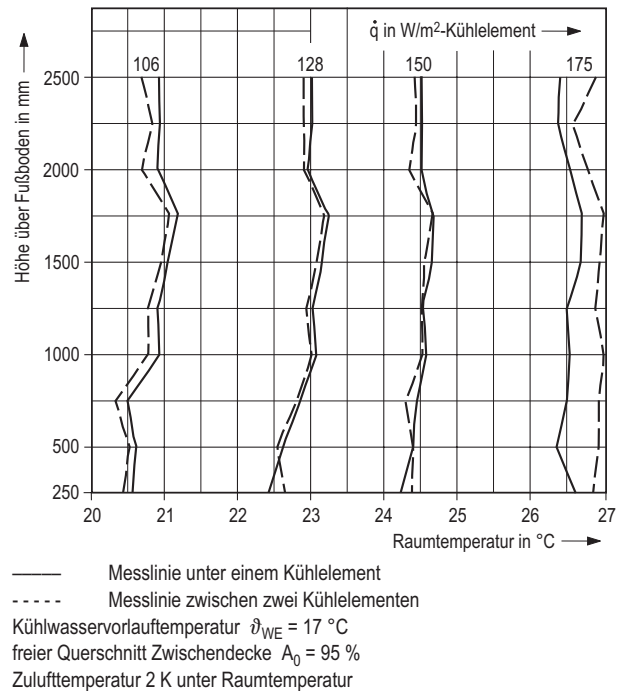


Bild 7: Vertikale Temperaturverteilung; Kühldecke (System SKS) und Quell-Lüftung

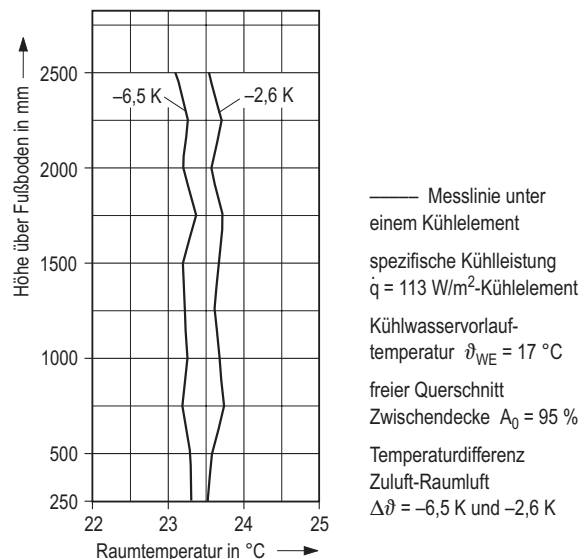


Bild 8: Vertikale Temperaturverteilung; Kühldecke (System SKS) und Deckendrallauslässe

Wassertemperaturen und Kühlleistungen

Wie bereits ausgeführt, liegt die Taupunkttemperatur der Raumluft in klimatisierten Räumen bei maximal 16 °C. Um die Gefahr der Taupunktunterschreitung an den Kaltwasserleitungen bzw. Kühlflächen zu vermeiden, soll die Wasservorlauftemperatur 16 °C nicht unterschreiten. Die Wasserrücklauftemperatur wird in der Regel 2 K über der Vorlauftemperatur gewählt. Daraus ergibt sich für die Auslegung eine mittlere Wassertemperatur von 17 °C.

Die erzielbare Kühlleistung hängt neben der Bauform und Art der Kühldeckenintegration im Wesentlichen von der Temperaturdifferenz zwischen Raum und Kühlwasser ab. Die maximale Raumtemperatur wird üblicherweise auf 24 bis 26 °C festgelegt (in Deutschland in der Regel auf 26 °C). Die Differenz zwischen der Raumtemperatur und der mittleren Wassertemperatur beträgt also im Auslegungsfall zwischen 7 und 9 K. Damit sind folgende Kühlleistungen zu erreichen:

- Strahlungsdecken:
 - $\Delta\vartheta_{LW} = 9\text{ K} \Rightarrow 60 - 85\text{ W/m}^2$
 - $\Delta\vartheta_{LW} = 7\text{ K} \Rightarrow 45 - 65\text{ W/m}^2$
- Konvektionsdecken:
 - $\Delta\vartheta_{LW} = 9\text{ K} \Rightarrow \text{bis } 180\text{ W/m}^2$
 - $\Delta\vartheta_{LW} = 7\text{ K} \Rightarrow \text{bis } 130\text{ W/m}^2$

Die Leistungsdaten beziehen sich auf die projizierte Kühldeckenfläche.

Detaillierte Angaben sind der technischen Auslegungunterlage der jeweiligen Kühldeckenart von KRANTZ KOMPONENTEN zu entnehmen.

Zur Einhaltung der sehr hohen thermischen Behaglichkeit (Luftgeschwindigkeiten deutlich unter den Grenzwerten der DIN 1946, Teil 2) wird empfohlen, die spezifische Kühlleistung bei Konvektionsdecken auf 160 W/m² zu begrenzen.

Zur Berechnung der abgeführten Raumkühlleistung ist stets die luftseitige Kühlleistung zu addieren.

Regelung

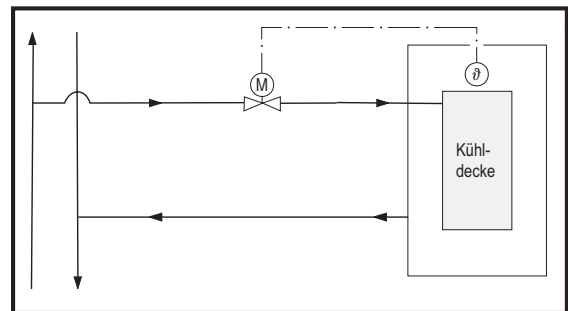
Die Raumtemperatur wird durch die Kühlleistung der Kühldecke geregelt. Die Lüftungsanlage sorgt für die Mindestaußenluftzufuhr und die Einhaltung der Raumluftfeuchte.

Es bestehen folgende Möglichkeiten zur Regelung der Kühldeckenleistung bzw. der Raumtemperatur (**Bild 9**):

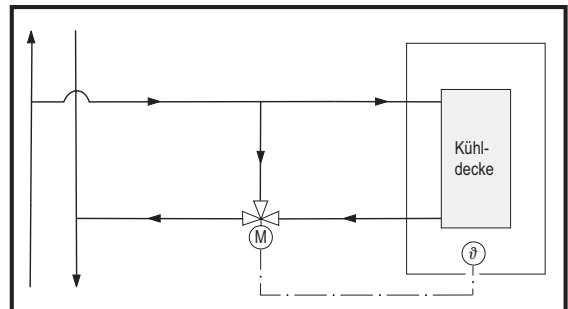
- Änderung des Kaltwasserstromes über
 - Durchgangsventile mit Stellmotor,
 - Dreiwegeventile mit Stellmotor.
- Änderung der Kaltwasservorlauftemperatur mit Durchgangsventil, Stellmotor und separater Wasserpumpe.

Zur Anlagenregelung gehört auch die Taupunktüberwachung (siehe Seite 8).

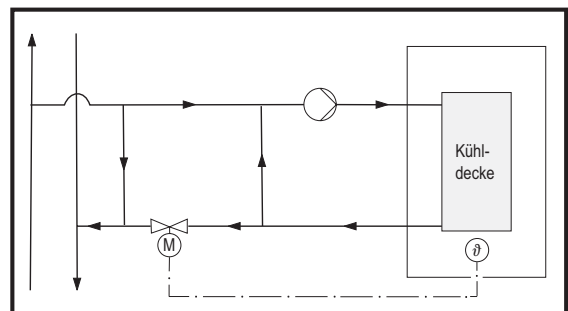
Wegen der Komplexität ist ein gemeinsames Regelungskonzept für die Systeme Kühldecke, mechanische Lüftung und Heizung zweckmäßig.



Veränderung des Kaltwasserstromes mit Durchgangsventil und Stellmotor



Veränderung des Kaltwasserstromes mit Dreiwegeventil und Stellmotor



Veränderung der Kaltwasservorlauftemperatur mit Durchgangsventil, Stellmotor und separater Wasserpumpe

Bild 9: Regelung der Raumtemperatur in Abhängigkeit der Kühldeckenleistung durch Veränderung des Kaltwasserstromes bzw. der Kaltwasservorlauftemperatur

Verhinderung der Taupunktunterschreitung

Die Taupunkttemperatur der Raumluft soll stets niedriger als die Oberflächentemperatur der Kühldeckeninstallation sein. Schwitzwasserbildung wird dann zuverlässig

vermieden. Zur höheren Sicherheit ist zu empfehlen, Taupunktsensoren zu verwenden. Diese werden an der kältesten Stelle der Vorlaufleitung der Kühldeckeninstallation angebracht. Sie signalisieren frühzeitig eine lokal beginnende Schwitzwasserbildung und lösen z. B. die Anhebung der Wasservorlauftemperatur oder die Absperrung des Kühlwasserstromes aus.

Ist das Gebäude mit offenbaren Fenstern versehen, ist darauf zu achten, dass die Taupunkttemperatur der Außenluft bei gewissen Witterungsbedingungen über 16 °C liegen kann. In Deutschland beträgt die jährliche Summenhäufigkeit der Außenluft-Taupunkttemperatur:

$\geq 16 \text{ °C} \Rightarrow 2 - 4 \%$
 $\geq 17 \text{ °C} \Rightarrow 1 - 2 \%$

Um bei offenbaren Fenstern und sporadisch auftretender hoher Taupunkttemperatur der Außenluft die Kondensation an Kaltwasserleitungen zu vermeiden, sind folgende Vorkehrungen zu treffen:

- Fensterkontaktsignal, über das bei Öffnung des Fensters der Wasserstrom im Regelkreis abgesperrt oder die Vorlauftemperatur auf mindestens 18 °C angehoben werden kann.
- Taupunktüberwachung mit Sensoren an der Wasservorlaufleitung (an kältester Stelle), über die bei Taupunktunterschreitung – falls der Fensterkontakt beschädigt ist – entweder der Kaltwasserstrom abgesperrt oder die Vorlauftemperatur auf mindestens 18 °C angehoben werden kann.
- Sind an offenbaren Fenstern keine Kontaktsignale möglich, so ist die Wasservorlauftemperatur bei hohem Außenlufttaupunkt generell anzuheben.

Heizen mit Kühldecke

Mit Kühldecken kann der Raum während der kalten Jahreszeit beheizt werden, wenn folgende Voraussetzungen erfüllt sind:

- Der Wärmebedarf wird gedeckt, d. h. die gewünschte Raumtemperatur kann eingehalten werden.
- Die Asymmetrie der Strahlungstemperaturen der Umgebungsflächen wird im zulässigen, behaglichen Bereich gehalten. Nach DIN 1946, Teil 2 darf zur Verhinderung der einseitigen Erwärmung oder Abkühlung des Menschen – durch uneinheitliche Temperaturen der Umschließungsflächen – die Asymmetrie der Strahlungstemperaturen im Raum max. 3,5 K betragen.
- Der vertikale Temperaturgradient im Raum wird den zulässigen maximalen Wert von 2 K/m nicht überschreiten.
- Der Kaltluftabfall an der Fensterfassade wird in Grenzen gehalten, damit die Raumluftströmung zugfrei bleibt.

Diese Anforderungen sind grundsätzlich unter folgenden Bedingungen erfüllbar:

- Wärmebedarf max. 40 – 50 W/m², bezogen auf die Bodenfläche.
- Wärmedurchgangskoeffizient des Fensters:
 $k \leq 1,3 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$ bei 3 m hohen Fenstern
 $k \leq 1,8 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$ bei 1,5 m hohen Fenstern.

Es ist vorteilhafter, die Heizfläche nur in einem ca. 1 m breiten Streifen dicht an der Fensterfassade auszubilden, als die gesamte Decke zum Heizen zu verwenden. Man reduziert dadurch die Asymmetrie der Strahlungstemperaturen.

Deckenkühlkonvektoren (ohne Außenluft) eignen sich nicht zum Heizen, denn bei diesen findet der Wärmeaustausch zu über 90 % durch Konvektion statt. Die daraus resultierende Temperaturschichtung im Raum wäre zu groß.

Bei geeigneter Einbaulage bzw. Ausführung und maximalen Primärluftmengen können aktive Deckenkühlkonvektoren (mit Außenluft) für Heizzwecke verwendet werden, und zwar bis ca. 50 W/m² Raumfläche bei Einhaltung der thermischen Behaglichkeit.

Beim Heizen mit Kühldecken ist die Wasservorlauftemperatur in der Regel $\leq 40 \text{ °C}$; die Rücklauftemperatur liegt 2 – 4 K unter der Vorlauftemperatur.

Raumbedarf

Es sind zwei Systeme, das Kühldeckensystem und die mechanische Lüftungsanlage, unterzubringen. Die Lüftungsanlage ist einfach ausgeführt und klein, da sie nur zur Aufbereitung und Förderung des Mindestaußenluftanteils bemessen wird. Sie benötigt wenig Raum in der Technikzentrale. Hinzu kommt der Raumgewinn für kleinere Kanalschächte und niedrigere Höhen über den Zwischendecken. Insgesamt ist für die Unterbringung beider Systeme weniger Platz erforderlich als für eine konventionelle Klimaanlage mit gleicher Kühlleistung.

Die Raumeinsparungen liegen in der Größenordnung von 35 bis 45 % in Steig-/Fallschächten und Zwischendecken sowie 40 bis 60 % in den Technikzentralen.

Investitions- und Energiekosten

Die Investitionskosten des Kühldeckensystems inkl. mechanischer Lüftung sind im Vergleich zur konventionellen Klimaanlage desto günstiger, je höher die spezifische Raumkühlleistung ist. Die Energiekosten liegen stets niedriger.

Bild 10 zeigt beispielsweise den Kostenvergleich Kühldeckensystem (gemäß **Bild 11**) mit konventioneller Variabel-Volumenstrom-Anlage (VVS-Anlage).

Lässt man die Kosten für den Raumbedarf außer Acht, so gilt annähernd, dass für spezifische Raumkühllasten $> 55 \text{ W/m}^2$ die Investitionskosten des Kühldeckensystems inkl. mechanischer Lüftung niedriger als beim VVS-System sind. Die Ursachen liegen in den geringeren Kosten für die Lüftungsanlage (niedrigerer Luft-Volumenstrom, einfacheres Anlagensystem) und in der niedrigeren Kälteleistung und dadurch kleineren Kältemaschine (inkl. Verrohrung). Bei dem VVS-System ist eine deutlich höhere Entfeuchtungsleistung für die angesaugte Außenluft erforderlich. Darüber hinaus tritt bei dem Kühldeckensystem die max. Kälteleistung des Luftkühlers nicht gleichzeitig mit dem max. Kältebedarf für die Kühldecke auf.

Werden in den Investitionskosten die Einsparungen im Raumbedarf mit berücksichtigt, so verschiebt sich der Vergleich noch weiter zugunsten der Kühldecke.

Die Energiekosten inkl. Wasserkosten sind beim Kühldeckensystem niedriger als beim VVS-System. Je höher die spezifische Raumkühllast ist, desto günstiger sind die Energiekosten beim Kühldeckensystem im Vergleich zum VVS-System. Sind z. B. für eine spezifische Raumkühllast von 50 W/m^2 die Energiekosten bei dem Kühldeckensystem um ca. 10 % niedriger als bei dem VVS-System, so erhöht sich dieser Unterschied bei 75 W/m^2 auf ca. 20 %. Die wesentlichen Gründe liegen in den geringeren Kosten für Luftbehandlung und Lufttransport.

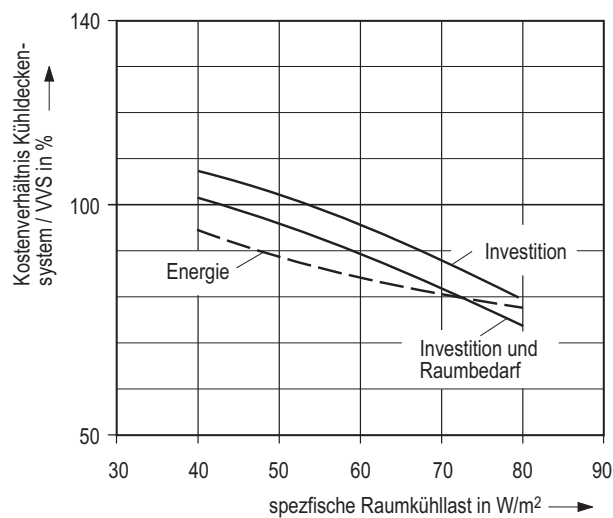


Bild 10: Kostenverhältnis Kühldeckensystem / VVS-System (Beispiel)

Im Vergleich der Energiekosten wird vorausgesetzt, dass bei dem Kühldeckensystem die freie Kühlung durch Außenluft genutzt wird. Die Anwendung der freien

Kühlung reduziert die Energiekosten des Kühldeckensystems um 10 bis 20 %.

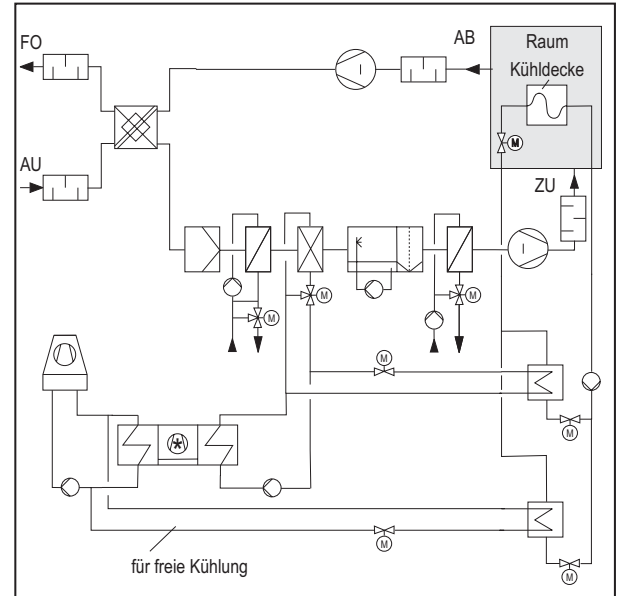


Bild 11: Schematische Darstellung einer Kühldeckenanlage

Montage

Die Montage der Kühldecken ist einfach und kann von Fachfirmen der Technischen Gebäudeausrüstung durchgeführt werden.

Bei dem Einlegen der Kühlelemente in die Deckenplatten der Strahlungsdecke ist auf guten Materialkontakt zu achten.

Für die Anbringung der Aufhängependel sind an den Kühldecken bzw. -elementen Befestigungsstellen vorhanden. Bei der Aufhängung an der Rohdecke oder einer Unterkonstruktion sind die einschlägigen Regeln der DIN 18186 "Leichte Deckenbekleidungen und Unterdecken" zu beachten.

Der wasserseitige Anschluss wird standardmäßig am Rohrende mit handelsüblichen Löt-, Schraub- oder Steckverbindungen vorgenommen.

Einzelheiten zur Kühldeckenmontage sind in der technischen Auslegungsunterlage für die jeweilige Kühldeckenart von KRANTZ KOMPONENTEN enthalten.

Die rechtzeitige Abstimmung des unterschiedlichen Montagezeitraumes zwischen den Lieferanten für Kühldecke und Zwischendecke ist sinnvoll, um eine gegenseitige Behinderung bei den Montagearbeiten auszuschließen.

Technische Änderungen vorbehalten.

Durrer-technik

Durrer-Technik AG • Winkelbüel 3 • 6043 Adligenswil
Luft- und Klimakomponenten • Energieoptimierung
Telefon 041 375 00 11 • Fax 041 375 00 22
info@durrer-technik.ch • www.durrer-technik.ch