



Richtlinie 15.5

Konvektive Hochleistungsdecken

Inhalt

1.	Einleitung	3
2.	Einsatzgebiete von konvektiven Hochleistungsdeckensystemen	3
3.	Konstruktiver Aufbau	4
3.1	<i>Vertikale Lamellensysteme</i>	5
3.2	<i>Paneeldecken</i>	6
3.3	<i>Baffeln</i>	8
3.4	<i>Mehrlagig kombinierte Deckensysteme</i>	9
3.5	<i>Frei installierte Systeme für Industrie und Gewerbe</i>	9
3.6	<i>Deckensegel</i>	10
3.7	<i>Deckensysteme mit erzwungener Konvektion</i>	11
4.	Leistungswerte	12
5.	Raumakustik	13
6.	Hydraulische Einbindung	13
6.1	<i>Zweileitersysteme</i>	14
6.2	<i>Vierleitersysteme</i>	14
6.3	<i>Anordnung und hydraulische Verschaltung</i>	15
6.3.1	<i>Zentrale Anordnung</i>	15
6.3.2	<i>Dezentrale Anordnung</i>	16
6.3.3	<i>Kleinverteiler / Verteilverrohrung</i>	17
7.	Regelung	17
7.1	<i>Winterfall / Heizen</i>	17
7.2	<i>Sommerfall / Kühlen</i>	18
7.3	<i>Taupunktüberwachung</i>	18
8.	Planung	18
8.1	<i>Grundlagenermittlung</i>	18
8.2	<i>Schnittstellenkoordination</i>	19
8.3	<i>Auslegungsbeispiele</i>	20
8.3.1	<i>Beispielrechnung Baffeldecke im Kühlfall</i>	20
8.3.2	<i>Beispielrechnung Deckensegel im Rückfall</i>	21
8.4	<i>Ausschreibung</i>	24
9.	Montage von konvektiven Hochleistungsdecken	25
10.	Inbetriebnahme	27
11.	Abnahme / Funktionskontrolle nach VDI 6031	29
12.	Laufender Betrieb	29
13.	Normen und Regelwerke	30
14.	Literaturhinweise	31
15.	BVF Gütesiegel und spezialisierte Anbieter	32

1. Einleitung

Das Bauen in Deutschland hat sich in den letzten Jahrzehnten stark gewandelt. Neben der mit Priorität notwendigen Veränderung der energetischen Bauweise hat sich auch eine Veränderung in der Bauausführung eingestellt. Am Beispiel abgehängter Decken lässt sich das sehr eindrucksvoll darstellen. Hatten früher abgehängte Decken lediglich eine optische Funktion, zum Beispiel zum Verkleiden von Rohbauwerken (Betondecken oder Mauerwerk) oder Installationen, so wurde diese Baukonstruktion zunehmend als Multifunktionale Ebene konzipiert.

Das Einsatzspektrum gestaltet sich breit gefächert. Funktionen abgehängter Deckenkonstruktion:

- Raumgestaltung - Verkleidung von Rohdecken
- Verkleidung Installationstechniken
- Raumakustik – Schallabsorption
- Beleuchtung - Lichtlenkung und Reflexion
- Raumtemperierung - Kühlen/Heizen

Durch die erfolgreiche Markteinführung der Kühldecke Ende der 80er Jahre, hat die Nutzung der Decke weiter zugenommen. Diese Systemtechnik, auch stille Kühlung genannt, entwickelte sich aufgrund dominanter Vorteile rasant zum führenden Raumkühlsystem in Europa. Heute stehen wir vor einem nächsten Schritt. Die Entwicklung der Gebäudeheizlast ist mittlerweile so gering, dass auch die Raumheizung über die Aktivierung der Decke wirtschaftlich erfolgen kann. Das heißt, ein System zum Kühlen und Heizen und das mit uneingeschränkten Vorteilen.

2. Einsatzgebiete von konvektiven Hochleistungsdeckensystemen

Hochleistungs-Kühl- und Heizdecken ermöglichen eine Raumkühlung durch Strahlungsaustausch und Konvektion ohne Einsatz von Ventilatoren oder Raumklimageräten. Die erwärmte Raumluft steigt natürlich nach oben und wird über die Kühlelemente (Wärmeübertrager) abgekühlt und sinkt dann langsam wieder nach unten. Anders als bei RLT-Anlagen handelt es sich um laminare Luftgeschwindigkeiten, die für ein behagliches Raumklima sorgen.

Mit den speziellen Deckenkonstruktionen können hohe Wärmelasten abgeführt werden. Anders als bei der geschlossenen Kühldecke wird aufgrund der offenen Deckenkonstruktion auch die dem Raum abgewandte Seite zur Kühlung und Heizung genutzt. Die Leistung summiert sich aus Strahlung und Konvektion und kann bis zu dem doppelten einer geschlossenen Kühldecke betragen. Diese Systeme, in Fachkreisen auch „Konvektionsdecke“ genannt, werden zur Abfuhr hoher Wärmelasten in häufig hohen Räumen verschiedener Nutzung, z.B. Flughäfen, Film- und Fernsehstudios, Ausstellungsräume etc. eingesetzt. Derartige Decken unterscheiden sich im Prinzip durch zwei verschiedene Systemvarianten.

- Sichtbare Systeme (Produktionsstätten, Industrie u. Gewerbe, TV- Film Studios, etc.)
- Verdeckte Systeme oberhalb eines offenen Deckensystems (Büros, Eingangshallen, etc.)

Je nach Konstruktion und Ausführung können diese entsprechend der zu erzielenden Kühlleistung in verschiedenen Winkeln ausgerichtet werden. So kann der konvektive Anteil bis auf ca. 60 – 70 % erhöht werden. Je nach Konstruktion sind Leistungen bis zu 210 W/m² möglich.

Es besteht aber auch die Möglichkeit, mit von der sichtbaren Decke abgehängten Konstruktionen zu arbeiten. Diese Konstruktionen werden in Fachkreisen Kühldeckensegel genannt, die zunehmend im Objektbau als gestalterisches Element, einschließlich Beleuchtung (LED-Technik) Verwendung finden.

3. Konstruktiver Aufbau

Ein wesentliches Merkmal von Kühl- und Heizdecken ist ihre Wirkungsweise über den Strahlungsaustausch. Die Decke ist von allen Raumumschließungsflächen in der Regel am wenigsten verbaut und kann daher umfangreich aktiviert werden.

Mit der Verringerung der Strahlungsfläche auch durch weitere Einbauten wie Beleuchtung, Luftauslässe o.ä. verringert sich die Leistungsfähigkeit der Decke linear. Um diese zu kompensieren gibt es unterschiedliche Varianten, die Konvektion zu steigern und damit die Gesamtleistung zu erhöhen.

Jede Art von Öffnungen in der (abgehängten) Decke hat eine Steigerung der Zirkulation der Raumluft und damit der Konvektion zur Folge. Diese Öffnung kann von geschlitzten Randwinkeln oder Fugen an den Wänden bis hin zum Aufhängen einzelner Segel mit entsprechendem Freiraum gehen.

Eine Abgrenzung zu Systemen wie z.B. Kühlbalken oder Deckenkonvektoren ist nicht immer einfach. Diese frei hängenden Elemente bieten gezielt einen hohen Wärmeaustausch über Konvektion und verfügen dazu über Oberflächen, die wenig strahlungswirksam sind, sondern im Gegensatz den luftgebundenen Wärmetausch (Konvektion) zum Ziel haben.

Zwischen diesen beiden Polen gibt es Mischsysteme, die einerseits mit Strahlung an den Raum arbeiten, andererseits offene Bereiche bieten oder sogar spezielle Anbauelemente um die Konvektion zu erhöhen. Auch das gezielte Führen und Einbringen von Luft, die zu einer so genannten Zwangskonvektion führen, ist eine Möglichkeit die Gesamtleistung der Kühl- und Heizdecke zu erhöhen.

Die folgenden Systeme sind auf dem Markt verbreitet. Detailliertere Informationen sind bei den einzelnen Anbietern zu erhalten.

3.1 Vertikale Lamellensysteme

Das Hauptmerkmal dieser Systeme sind einwandige, senkrecht angeordnete Decklagen. Beide Seiten sind als Sichtseiten ausgebildet.

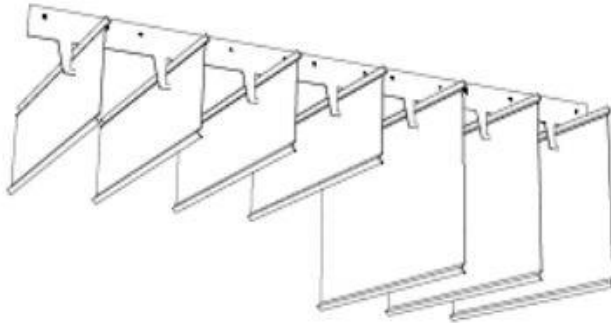


Bild: Beispiel einer vertikal Lamellendecke mit Tragschiene, TAIM e.V.

Unterkonstruktion

In den meisten Fällen bilden die Unterkonstruktion Querträger bzw. Quertraversen, welche auf der unteren Seite die einzelnen Lamellen miteinander verbinden. Die obere Seite der Querträger dient als Befestigungsfläche, die mit der Decke mit Noniushängern, Gewindestäben oder ähnlichen Konstruktionsteilen abgehängt wird.

Kühl- und Heizsysteme

Die Kühltechnik von Lamellensysteme besteht aus Metall- oder Kunststoffrohren oder Rohrregistern, welche auf unterschiedliche Weise thermisch leitend mit den Lamellen verbunden werden können:

- Kühl- und Heizelemente in den Lamellen eingebettet/eingepresst, so entsteht eine starre Verbindung zwischen Kühl- und Heizelement und der Lamelle (Beispiel: Strangpressprofile mit Rohraufnahme)
- Kühl- und Heizelemente mittels Wärmeleitelementen mit der Lamelle thermisch leitend verbunden

Die Elemente werden wie oben beschrieben unter der Decke befestigt und können dann miteinander verbunden und mit der Unterverrohrung verbunden werden. Je nach System erfolgt die hydraulische Verbindung und Anbindung auf unterschiedliche Art und Weise.

Kühl- und Heizsysteme aus Metallrohren wie Kupfer oder Edelstahl werden durch Stecken, Pressen oder Löten miteinander verbunden und über eine Verteilverrohrung oder Unterverteiler an die Versorgungsleitungen angeschlossen.

Bei Kühl- und Heizsystemen aus Kunststoffrohren erfolgt die hydraulische Verschaltung durch Pressen, Stecken oder Schweißen.

Bei allen Systemen ist darauf zu achten, dass die hydraulische Verschaltung zu einer für das jeweilige System geeignete Betriebsweise führt (z.B. turbulente oder laminare Durchströmung des Elements). Als oberen Grenzwert für den Druckverlust werden für das Kühlsystem ohne Regelventile und Versorgungsleitungen etwa 25 kPa angesetzt.

Dämmung (Wärme und Schall)

Die Systeme werden sowohl mit, als auch ohne Wärme- und Schalldämmung verbaut, je nach Anforderung im Einzelfall. Die Befestigung der Dämmung ist abhängig von der Einzelausführung und dem jeweiligen Hersteller.

Anschlüsse an Bauteile

Die Lamellensysteme sind nach der Montage in der Regel nicht im direkten Kontakt mit der Decke bzw. senkrechten begrenzenden Bauteilen, so stellen Temperatúrausdehnungen bei diesen Systemen keine Begrenzung dar.

3.2 Paneeldecken

Das Hauptmerkmal dieser Systeme sind horizontal angeordnete Elemente mit meist offenen Stirnseiten. Paneeldecken haben Abmessungen mit einer Breite bis max. 400 mm, die an den beiden Längsseiten verformt sind und deren Länge ein Vielfaches der Breite entspricht. Mittels Längsverbinder können Paneele auch als „endlose Paneele“ verlegt werden. Die Elemente sind mittels Klemmen, Clipsen oder als Einhängesystem mit der Unterkonstruktion verbunden.

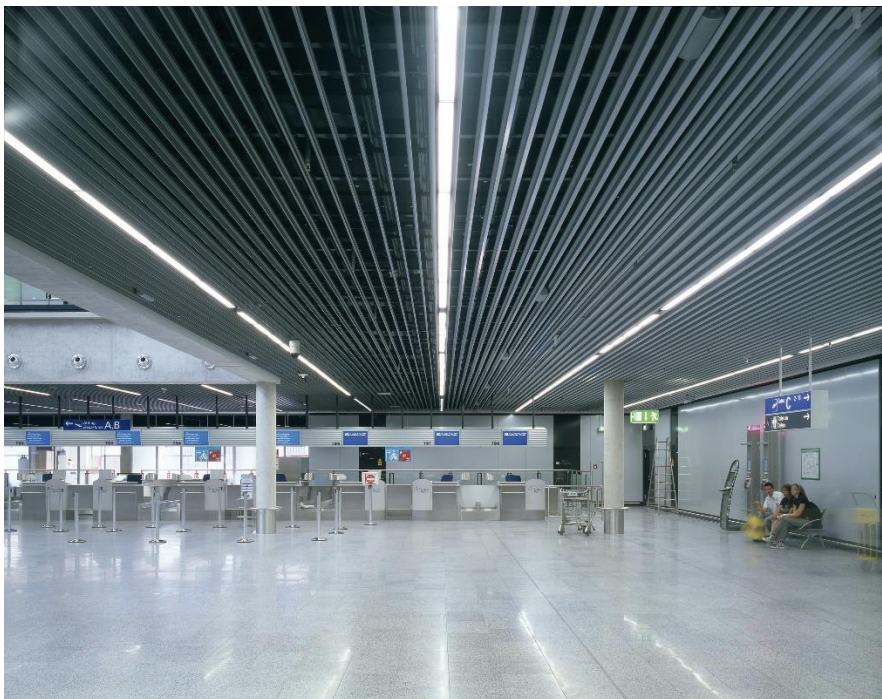


Bild: Paneeldecke Flughafen Arnstorf (D), Lindner

Unterkonstruktion

Die Unterkonstruktion besteht in der Regel aus Querträgern bzw. Quertraversen, in welche die einzelnen Lamellen eingerastet werden und mit definiertem Abstand miteinander verbunden sind. Die obere Seite der Querträger dient als Befestigungsfläche, die mit der Decke mit Noniusabhängern, Gewindestäben oder ähnlichen Konstruktionsteilen verbunden wird.

Kühl- und Heizsysteme

Die Aktivierung von Paneeldecken besteht aus Metall- oder Kunststoffrohren oder Rohrregistern, welche am häufigsten mittels Wärmeleitelementen mit den Paneelen thermisch leitend verbunden sind.

Die Elemente werden in Segmenten wie oben beschrieben unter der Decke befestigt und können dann miteinander verbunden und in die Verteilung eingebunden werden. Je nach System erfolgt die hydraulische Verbindung und Anbindung auf unterschiedliche Art und Weise.

Kühl- und Heizsysteme aus Metallrohren wie Kupfer oder Edelstahl werden durch Stecken, Pressen oder Löten miteinander verbunden und über eine Verteilverrohrung oder Unterverteiler an die Versorgungsleitungen angeschlossen.

Bei Kühl- und Heizsystemen aus Kunststoffrohren erfolgt die hydraulische Verschaltung durch Pressen, Stecken oder Schweißen.

Bei allen Systemen ist darauf zu achten, dass die hydraulische Verschaltung zu einer für das jeweilige System geeignete Betriebsweise führt (z.B. turbulente oder laminare Durchströmung des Elements). Als oberen Grenzwert für den Druckverlust werden für das Kühlsystem ohne Regelventile und Versorgungsleitungen etwa 25 kPa angesetzt.

Die interne Verrohrung in den Elementen kann entweder seriell (z.B. Mäander) oder parallel (z.B. Kapillarrohrmatten, Sammelrohr) ausgeführt werden. Serielle Elemente haben den Vorteil der wenigen Anschlüsse, die parallelen Elemente ermöglichen Verschaltungen in größeren hydraulischen Kreisen.

Dämmung (Wärme und Schall)

Die Systeme werden sowohl mit als auch ohne Wärme- und Schalldämmung verbaut, je nach Anforderung im Einzelfall. Die Befestigung der Dämmung ist abhängig von der Einzelausführung und dem jeweiligen Hersteller.

Decklage

Die Paneele sind als Sichtelemente ausgeführt und es erfolgt keine zusätzliche Beplankung. Die Gestaltungsvielfalt ist groß und die Ausführungen kann individuell erfolgen.

Anschlüsse an Bauteile

Ähnlich wie bei Trockenbausystemen wird der Anschluss an Bauteile mit unterschiedlichen Winkeln ausgeführt, oder auch ohne zusätzliche abschließende Konstruktionsteile.

3.3 Baffeln

Bei Kühlbaffeln oder doppellagigen Lamellensystemen handelt es sich um vertikal abgehängte Kühlelemente meist aus Metall, welche häufig eine perforierte und somit schallabsorbierende Oberfläche haben. Sie dienen darüber hinaus durch ihre vielfältigen Möglichkeiten als architektonisches Gestaltungselement. Sie kombinieren hierbei die Vorteile einer offenen Decke wie hohe Kühlleistungen mit einem optisch nur gering einsehbaren Deckenzwischenraum.



Bild: vertikale Baffle



Bild: Baffeldecke im Gastrobereich der RWTH Aachen

Unterkonstruktion

Die Unterkonstruktion von Kühlbaffeln ist herstellerspezifisch, wobei sie hierbei häufig an Profilen befestigt oder frei in diese eingehängt werden. Auch eine werkseitige Vorfertigung zu Modulen ist möglich. Bei frei eingehängten Baffeln lassen sich diese leicht verschieben und ermöglichen so eine gute Revisionierbarkeit des Zwischendeckenbereiches.

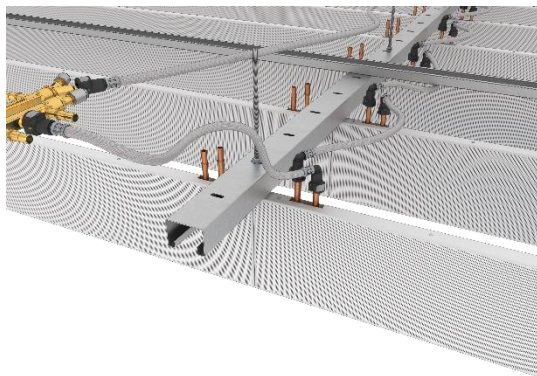


Bild: Kühlbaffle mit Unterkonstruktion + hydr. Anschluss

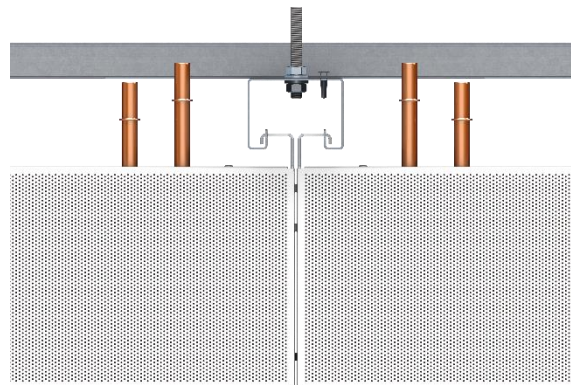


Bild: hier im Schnitt

Kühl- und Heizsysteme

Als Kühl- und Heizsysteme werden bei Kühlbaffeln meist Kühlregister aus Metall- oder Kunststoffrohren verwendet, welche direkt oder mittels Aluprofilen wärmeleitend mit den Baffeln verbunden sind. Die hydraulischen Anschlüsse werden hierbei nach oben herausgeführt und z.B. durch flexible Schläuche an die Versorgungsleitungen angeschlossen.

Dämmung (Wärme und Schall)

In die Kühlbaffeln ist häufig eine Dämmeinlage aus Mineralwolle eingelegt, welche zu einer deutlichen Verbesserung der schallabsorbierenden Eigenschaften führt. In diesem Fall wird auf einer Seite die thermische Leistung übertragen, auf der anderen Seite hauptsächlich der Schall absorbiert.

Außerdem ist es möglich eine Dämmung oberhalb der Kühlbaffeln an der Rohdecke zu befestigen, welche zum einen ebenfalls eine deutliche Verbesserung der Schallabsorption bewirkt, zum anderen aber auch als thermische Dämmung dienen kann.

Anschlüsse an Bauteile, Dehnungsfugen

Kühlbaffeln werden meist frei an der Rohdecke montiert, die Unterkonstruktion kann aber auch zur Aussteifung an den umliegenden Wänden befestigt werden, um ein mögliches Schwingen zu verhindern. Es ist darauf zu achten, dass Gebäudetrennfugen bei der Montage der Unterkonstruktion berücksichtigt und somit nicht überbaut werden

3.4 Mehrlagig kombinierte Deckensysteme

Werden abgehängte Decken an den Außenrändern oder abschnittsweise innerhalb des Deckenbereiches nicht geschlossen, handelt es sich um eine offene abgehängte Decke. Das Ziel ist es, mit der Deckengestaltung einer geschlossenen Decke möglichst nahe zu kommen, und trotzdem im Kühlfall die Hochleistungsfunktion durch Konvektion umzusetzen. Die offenen abgehängten Decken sind aufgrund des Hochleistungsbedarfs mit doppelten thermischen Layern (double layer) ausgestattet. Die Layer können in verschiedenen Konstruktionen und Kombinationen ausgeführt werden. Die Leistung ist von den bauteiltechnischen Randbedingungen abhängig und muss im Vorfeld objektspezifisch ermittelt werden.

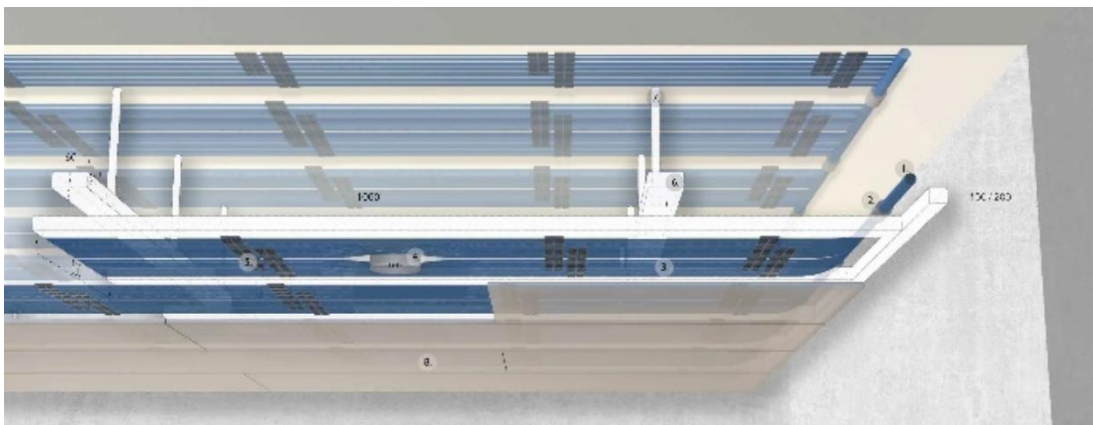
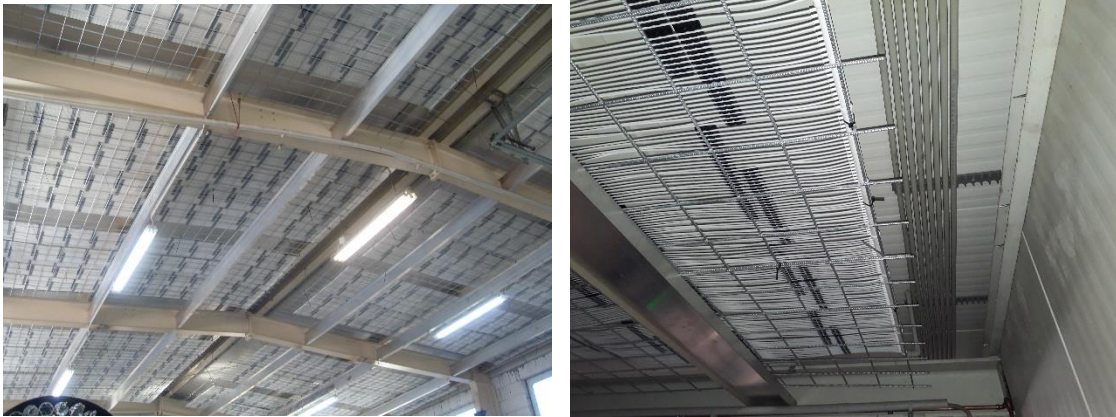


Bild: Hochleistungs-Kapillarrohrdecke als double Layer

3.5 Frei installierte Systeme für Industrie und Gewerbe

Verschiedene Rohrsysteme lassen sich auch als offene Kühl- und Heizdecke mit besonders hoher Kühlleistung durch den zusätzlichen konvektiven Leistungsanteil betreiben. Zum Beispiel können Kapillarrohrmatten oder unterschiedliche Kühl-/Heizregister direkt an der Rohdecke befestigt werden oder auf einer offenen Haltekonstruktion aufliegen, wie etwa

einem leichten Gitter. Gewicht und Aufbauhöhe sind besonders gering. Diese offenen Verlegevarianten, bei denen das System nicht abgedeckt wird, finden in Industriegebäuden und als besondere Indesign-Lösung mit unterschiedlichen Rohrfarben Anwendung.



Bilder: offene Kapillarrohrdecken in Hallenbauten

3.6 Deckensegel

Deckensegel können vielfältige Funktionen übernehmen und bieten dabei gestalterisch großen Spielraum. Ein Segel definiert sich dadurch, dass es frei von der Decke abgehängt wird, dabei keine Verbindung zur Wand hat und somit im Gegensatz zur geschlossenen Decke eine offene Anordnung von einem oder mehreren Flächen unterhalb der Decke darstellt.

Kühl- und Heizsysteme

Aktivierte Deckensegel zum Kühlen und Heizen werden in vielen Varianten eingesetzt. Von frei abgehängten Metallsegeln über Gipskartonsegel bis zu Lehmbausegeln.

Durch die offene Anordnung und die daraus resultierende erhöhte konvektive Wärmeübertragung sind bis zu 40% höhere Leistungen zu erreichen als es mit geschlossenen Systemen der Fall ist. Per se sind Deckensegel daher als Hochleistungsvariante an der Decke zu betrachten.

Unterkonstruktion

Die Aufhängevarianten für Segel sind vielfältig. Deckensegel können direkt (auch ohne Unterkonstruktion) an der Rohdecke befestigt oder von der Rohdecke abgehängt sein. Die umlaufenden Kanten können in unterschiedlichen Formen ausgebildet oder mit zusätzlichen Rahmenprofilen eingefasst sein.

Häufig werden Segel mit Drahtseilen oder auch Schienensystemen direkt von der Decke abgehängt, wobei diese eine ausreichende Justierung der Abhängenhöhe zulassen müssen. Vorteilhaft im Hinblick auf den Montageaufwand sind bei Schienensystemen die oftmals geringere Anzahl an Aufhängepunkten an der Decke.



Bild: Deckensegel mit sichtbarem Register und in Raumansicht

3.7 Deckensysteme mit erzwungener Konvektion

Bei großflächigen Deckensystemen, deren Kühlleistung durch eine erzwungene Konvektion gesteigert wird, werden Induktionselemente innerhalb oder oberhalb der abgehängten Deckenelemente platziert, welche für eine zusätzliche Luftbewegung oberhalb und/oder unterhalb der Kühldeckenelemente und somit zu einer Leistungssteigerung durch erzwungene Konvektion führen.



Bild: Systemdarstellung eines Deckensystems mit erzwungener Konvektion

Bei diesen Systemen ist besonders darauf zu achten, dass die Luftströmung ungehindert gemäß Herstellervorgaben erfolgen kann. Hierzu sind in der Regel verhältnismäßig große Randfugen notwendig, um störende Einbauten oder Strömungsbehinderungen in den Zwischendecken möglichst zu vermeiden. Ebenfalls werden diese Kühlsysteme häufig auch in Kombination mit Kühlsegeln ausgeführt.

Die verschiedenen Ausführungen dieser Kühldeckensysteme im Bereich der Unterkonstruktion, der Kühl- und Heizsysteme als auch der Decklage unterscheiden sich je nach Hersteller deutlich voneinander, so dass an dieser Stelle auf die Unterlagen der jeweiligen Hersteller verwiesen werden soll.

Alle Systeme haben hierbei gemein, dass eine offene Umspülung des Deckenhohlraums z.B. durch freie Randbereiche oder offene Randfugen ermöglicht sein muss. Eine Dämmauflage direkt auf der Oberseite ist nicht möglich, da ansonsten kein Wärmeaustausch auf der Oberseite erfolgen kann.

4. Leistungswerte

Leistungsspektrum und Leistungsermittlung nach Systemart

Die Kühl- bzw. Heizleistungen von konvektiven Hochleistungsdecken sind im Wesentlichen von folgenden Faktoren abhängig:

- Konstruktiver Aufbau des Deckensystems
- Materialeigenschaften der Deckenbekleidung
- Dicke der Deckenbekleidung
- Material der Kühl- bzw. Heizelemente
- Temperaturdifferenz $\Delta\theta = |\theta_R - (\theta_{VL} + \theta_{RL})/2|$ mit
 - Operativer Raumtemperatur θ_R
 - Vorlauftemperatur θ_{VL}
 - Rücklauftemperatur θ_{RL}
- Aktiver Anteil der Deckenfläche

Die folgende Auflistung gibt eine Übersicht erreichbarer Leistungen für konvektive Hochleistungsdeckensysteme.

Spezifische Kühlleistungen bezogen auf die aktive Fläche nach DIN EN 14240:

Systemart	Kühlleistung bei $\Delta\theta = 8\text{ K}$	Kühlleistung bei $\Delta\theta = 10\text{ K}$
Konvektive Hochleistungsdecken	ca. 95 – 170 W/m ² _{aktiv}	ca. 120 – 210 W/m ² _{aktiv}

Spezifische Heizleistungen bezogen auf die aktive Fläche nach DIN EN 14037:

Systemart	Heizleistung bei $\Delta\theta = 10\text{ K}$	Heizleistung bei $\Delta\theta = 15\text{ K}$
Konvektive Hochleistungsdecken	ca. 60 – 140 W/m ² _{aktiv}	ca. 90 – 210 W/m ² _{aktiv}

Um die Leistungen unterschiedlicher Deckensysteme vergleichen zu können, müssen labortechnische Leistungsprüfungen gemäß DIN EN 14240:2004 für die Kühlleistung und DIN EN 14037-1:2016-12 für die Heizleistung in einem Prüflaboratorium durchgeführt werden.

Diese europäischen Normen legen Prüfverfahren zur Bestimmung der Kühlleistungen – Heizleistungen von Deckensystemen fest.

Ziel dieser Norm ist es, vergleichbare und reproduzierbare Produktkennwerte zur Verfügung zu stellen.

Die von den Herstellern genannten Leistungen sollten sich aus Gründen objektiver Vergleichbarkeit grundsätzlich auf die gemessenen Normleistungen beziehen. In jedem Fall ist eindeutig kenntlich zu machen, bei welchen Auslegungstemperaturen die genannten Leistungswerte erreicht werden.

Der BVF empfiehlt für die Vergleichbarkeit von Leistungen unterschiedlicher Systeme die Normkühlleistung nach DIN EN 14240, bzw. Normheizleistung nach DIN EN 14037 zu Grunde zu legen. Grundsätzlich sind von der Norm abweichende Leistungsangaben kritisch zu betrachten. Hierzu verweisen wir auf die *Richtlinie 15.2. Fachgerechte Planung und Auslegung*.

5. Raumakustik

Im Hinblick auf die Auswirkungen der architektonischen Trends hin zu glatten und schallharten Flächen wie Sichtbeton, Glas und puristischen Einrichtungen ist das Wissen um die Notwendigkeit der Raumakustik von großer Bedeutung.

Eine mangelhafte Raumakustik führt in den unterschiedlichen Raumnutzungen zu differenzierten Problemen (z.B. hohe Lärmpegel, schlechte Sprachverständlichkeit, mangelhafte Versorgung mit Direktschall).

Die Anforderungen aus der DIN 18041:2016 können mit modernen akustisch wirksamen Kühl- und Heizdeckensystemen bei einer fachgerechten Planung erfüllt werden.

Bei der raumakustischen Bewertung spielt der Schallabsorptionsgrad der Kühl- und Heizdecke eine Rolle von vielen.

6. Hydraulische Einbindung

In den vergangenen Jahren haben die Heizlasten von Gebäuden abgenommen, gleichzeitig sind die Kühllasten gestiegen und damit auch die Anforderungen an die TGA. Hydraulische Heiz- und Kühlsysteme können zu jeder Jahreszeit für Behaglichkeit sorgen. Dazu stehen verschiedene Technologien zur Verfügung. Eine zentrale Umschaltung ermöglicht den Heiz- oder Kühlbetrieb mit demselben System (Zweileitersystem). Aber auch das zeitgleiche individuelle Heizen- und Kühlen einzelner Räume oder Nutzungseinheiten ist denkbar (Vierleitersystem).

Welches Konzept auch immer zum Einsatz kommt, wichtig ist in allen Fällen eine optimale Regelung der Raumtemperatur sowie der hydraulische Abgleich des Systems. Dies wird mit richtig ausgewählten bzw. dimensionierten Regelventilen und voreinstellbaren Einreguliertventilen erreicht. Auch sind kombinierte Einreguliert- und Regelventile verfügbar.

In Form einer Gruppenregelung für mehrere Räume kann eine Differenzdruckregelung vorgeschaltet werden. Diese sorgt für gute Regelbedingungen auch im Teillastbetrieb. Ideal sind druckunabhängige Einreguliert- und Regelventile (PICV). Dank der integrierten Differenzdruckregelung wird unter allen Arbeitsbedingungen eine stabile und präzise Temperaturregelung erreicht. Selbst wenn das Regelventil komplett geöffnet ist, wird der Durchfluss auf den eingestellten Wert begrenzt und ein ideales hydraulisches Gleichgewicht erzielt.

Ausführlichere Hinweise zur Hydraulischen Einbindung können der *BVF-Richtlinie 15.9 Kühlen und Heizen mit Deckensystemen: Hydraulik und Regelung* entnommen werden.

6.1 Zweileitersysteme

Bei Zweileitersystemen erfolgt die Umschaltung zwischen Kühlen und Heizen zentral über ein Umschaltventil. Hierbei kann das komplette Gebäude entweder nur geheizt oder gekühlt werden.



Bild: 2-Leitersystem

- Zentrale Umschaltung der Betriebszustände
- es kann je Umschaltbereich nur entweder geheizt oder gekühlt werden
- wirtschaftliche Lösung für Heiz- und Kühlbetrieb
- Geringer Installationsaufwand

6.2 Vierleitersysteme

Bei Vierleitersystemen sind jeder Regelzone Einregulier- und Regelventile jeweils zum Kühlen und zum Heizen zugeordnet. Die Umschaltung zwischen Kühlen und Heizen erfolgt je Regelzone über die Regelventile, so dass jede einzelne Regelzone entweder geheizt oder gekühlt werden kann.

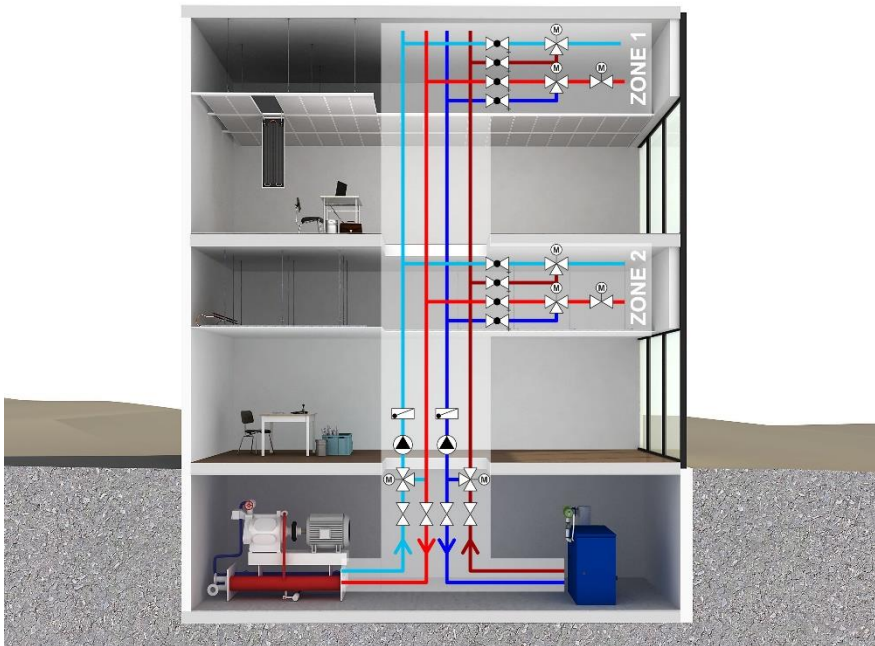


Bild: 4-Leitersystem

- Umschaltung zwischen Heizen und Kühlen für jeden Raum
- Jeder Raum kann unabhängig voneinander geheizt oder gekühlt werden
- komfortable Lösung für Heiz- und Kühlbetrieb
- Mehr Installationsaufwand

6.3 Anordnung und hydraulische Verschaltung

Die Regel- und Reguliereinrichtungen können sowohl dezentral in oder Nähe der zu regelnden Zonen angeordnet werden, oder auch zentral z.B. gesammelt in einem Technikraum als Verteiler platziert werden.

6.3.1 Zentrale Anordnung

Bei der zentralen Anordnung werden die Regel- und Reguliereinrichtungen zentral z.B. als Verteiler in einem Technikraum angeordnet. Hierbei können alle Regel- und Reguliereinrichtungen an einer Stelle bedient und angeschlossen werden. Außerdem kann bei dieser Variante auf Revisionsöffnungen für die Regeleinrichtungen verzichtet werden. Der Verrohrungsaufwand für den Anschluss der einzelnen Zonen ist jedoch vergleichsweise hoch.

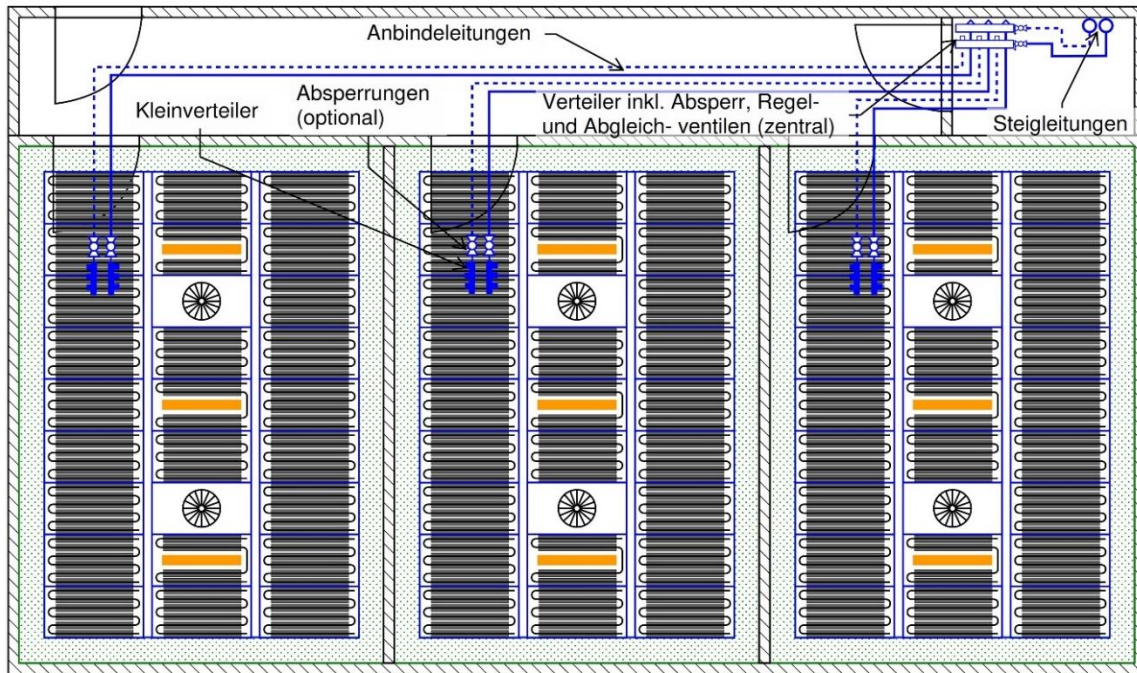


Bild: Zentrale Anordnung der Regel- und Reguliereinrichtungen mit Kleinverteilern

6.3.2 Dezentrale Anordnung

Bei der dezentralen Anordnung werden die Regel- und Reguliereinrichtungen dezentral innerhalb oder in der Nähe der jeweiligen Regelzone angeordnet. Der Verrohrungsaufwand für den Anschluss der einzelnen Zonen ist deutlich geringer als bei der zentralen Variante.

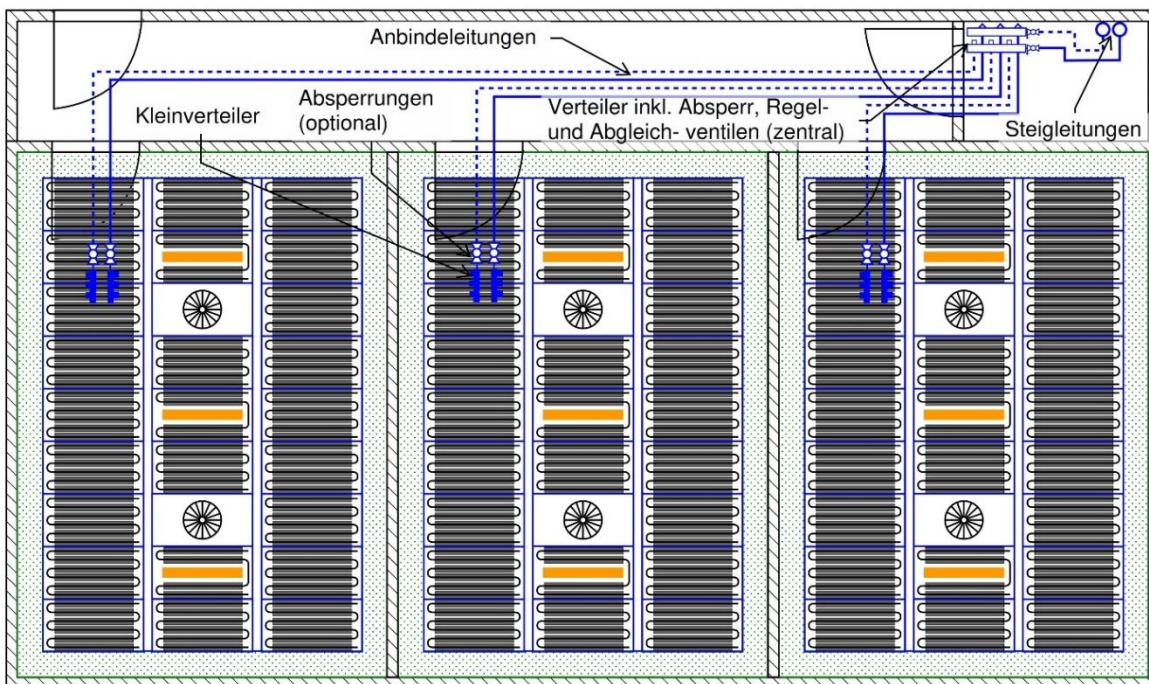


Bild: Dezentrale Anordnung der Regel- und Reguliereinrichtungen mit Kleinverteilern

6.3.3 Kleinverteiler / Verteilverrohrung

Weiterhin kann der hydraulische Anschluss der einzelnen Kühldeckenelemente über Kleinverteiler, wie in den vorangegangenen Beispielen dargestellt, oder über eine Verteilverrohrung (z.B. im Tichelmannsystem) erfolgen. Im nachfolgenden Bild ist die dezentrale Anordnung der Regeleinrichtungen in Kombination mit einer Verteilverrohrung im Tichelmannsystem innerhalb der Kühldeckenfläche dargestellt.

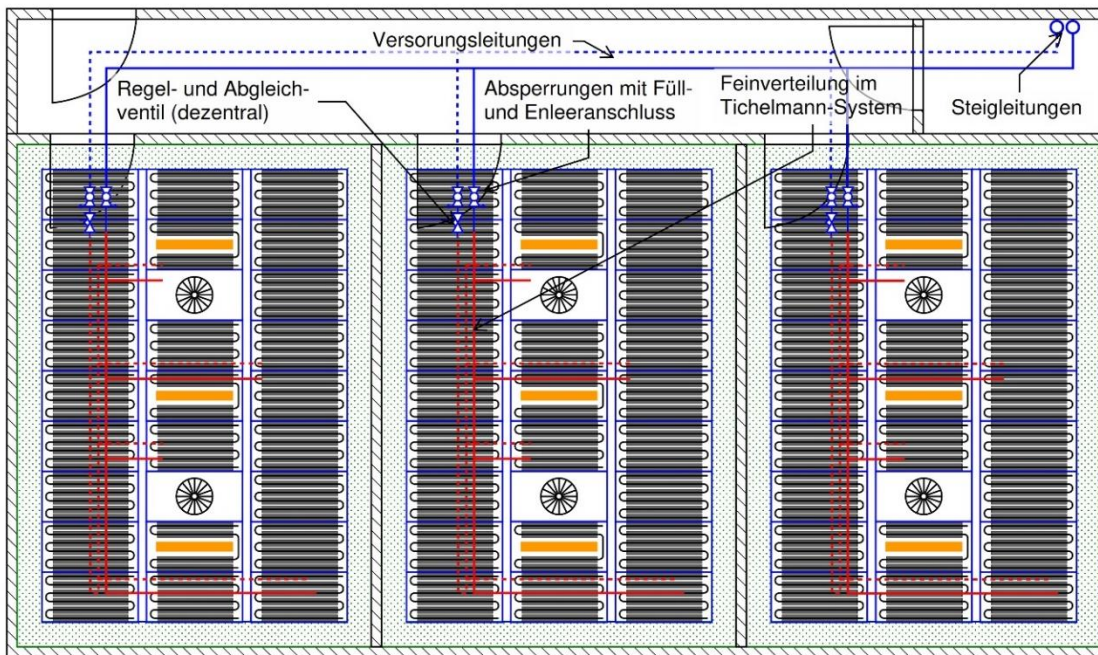


Bild: Dezentrale Anordnung der Regel- und Reguliereinrichtungen mit Verteilverrohrung (Tichelmann)

7. Regelung

Bei der Regelung von Heiz- und Kühldecken wird der Winterfall und der Sommerfall unterschiedlich betrachtet.

7.1 Winterfall / Heizen

Im Winter, bei Funktion als Deckenheizung, wird i.d.R. zentral die Vorlauftemperatur geregelt. Dazu wird durch die zentrale Regelung (MSR) in Abhängigkeit der Außentemperatur die Vorlauftemperatur variabel bestimmt. Die Behaglichkeitskriterien sollten dabei berücksichtigt werden, und eine zu hohe Deckenoberflächentemperatur vermieden werden.

Im jeweiligen Raum sorgt ein Einzelraumregler (Controller, Raumbediengerät...) je nach Bedarf für die Anpassung des Heizbedarfs durch Steuerung des Stellantriebes auf dem Regelventil.

7.2 Sommerfall / Kühlen

Im Sommer, bei Funktion als Kühldecke, sind einige Besonderheiten zu beachten, die sich aus der notwendigen Berücksichtigung des Taupunktes und der Feuchte im Raum ergeben. Es muss technisch ausgeschlossen werden, dass es zu Kondensation an der Decke oder im Zwischendeckenbereich kommt.

Dazu wird i.d.R. die Kühlwasservorlauftemperatur zentral nach der Außentemperatur und abhängig der Feuchte geregelt. Üblicherweise wird eine Kühlwasservorlauftemperatur von 16°C nicht unterschritten, um somit Kondensation an Kühldecken und Kaltwasserrohren auszuschließen.

7.3 Taupunktüberwachung

Zusätzlich wird für jeden Raum eine **Taupunktüberwachung** benötigt. Dazu wird ein Taupunktfühler je Raum in die Einzelraumregelung eingebunden. Dieser sorgt für die permanente sichere Betriebsweise oberhalb des Taupunktes oder alternativ für die sichere Abschaltung des Kühlwasserdurchflusses.

Ebenso jedoch entsteht durch Fensteröffnung im Sommer die Gefahr, dass feuchte Außenluft in den Raum eindringt und damit an der Decke schlagartig eine Betauung stattfindet. Dazu können zusätzlich **Fensterkontakte** in die Einzelraumregelung integriert werden, die bei geöffnetem Fenster den Kühlwasserdurchfluss unterbrechen.

Die Kombination von Kühldecken mit einer **Lüftungsanlage** garantiert eine hohe Luftqualität bei optimalen Komfortbedingungen. Die Lüftung führt entfeuchtete und leicht unter Raumtemperatur vorgekühlte Luft in die Räume ein und transportiert die verbrauchte, feuchte Luft aus dem Raum wieder heraus. Der hygienische Luftwechsel wird dadurch ebenfalls sichergestellt.

Eine mögliche Betauung an der Kühldecke wird so nahezu vollständig vermieden, da die kritische Taupunkttemperatur unterhalb der Kühlwasservorlauftemperatur liegt. Die technischen Grundlagen dazu ergeben sich aus dem Mollier h-x Diagramm für feuchte Luft.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass bei der Regelung von Heiz- und Kühldecken eine Kombination von:

- Heiz-Vorlauftemperaturregelung nach Außentemperatur
- Kühl-Vorlauftemperaturregelung nach Außentemperatur und Feuchte
- Taupunktüberwachung je Raum
- Fensterkontakt je Raum/Fenster
- Lüftungsanlage mit Feuchteregelung und hygienischem Luftwechsel

die bestmögliche und zuverlässige Regelung von Heiz- und Kühldecken ermöglicht.

8. Planung

8.1 Grundlagenermittlung

Die Heizlastberechnung ist nach DIN EN 12831, die Kühllastberechnung ist nach VDI 2078 durchzuführen. Des Weiteren resultieren weitere Anforderungen an Kühl- und Heizdeckensysteme ausfolgenden Bereichen:

- Raumgeometrie/-höhe
- Aufbauhöhe
- Gewünschte Deckenoberfläche (Material, Farbe, Optik)
- Anforderungen an die Schallabsorption
- Beleuchtungs- und Elektroplanung
- Sprinklerplanung
- Lüftungsplanung und Lüftungskonzept
- Anforderungen an die Taupunktvermeidung
- Anforderungen von / an die Regelungstechnik
- Abgehängte Objekte / weitere Einbauten
- Thermische Verluste (zum Folgegeschoss; durch Abluft)
- Brandschutzanforderungen
- Vorhandener bzw. geplanter Deckenaufbau (Statik, zulässige Gewichte, Befestigungsmöglichkeiten)
- Anforderungen vom / an den Wärmeerzeuger
- Anforderungen vom / an den Kälteerzeuger
- Anforderungen der / an die hydraulische Anlage
- Möglichkeiten der Einbindung von Wärmepumpen, Solarthermie, Geothermie, freie Rückkühlung, Prozesswärme und Abwärme prüfen
- Innere Wärmelasten, Nutzungsintervalle und Anforderungen an die Reaktionszeit/Speicherfähigkeit

Der BVF empfiehlt, die o.g. Anforderungen in einem Lastenheft festzuhalten, da diese die Grundlage einer fachgerechten Planung sind.

8.2 Schnittstellenkoordination

Bei der Planung von Kühl- und Heizdeckensystemen sind vielfältige Schnittstellen zu anderen Gewerken zu berücksichtigen. Besonders zu beachten sind die Schnittstellen zu folgenden Gewerken/Bauteilen:

- Heizungs-/kälteanlage
- Hydraulische Anbindung
- Regelungstechnik
- Trockenbau
- Beleuchtung, Lüftung, Sprinkler, Melder, Lautsprecher etc.
- Rohbau/Innenausbau
- Kollisionsprüfung

Hierzu verweisen wir auf die *Schnittstellenkoordination-Neubau* des BVF.

In oben beschriebenen Beispielraum ergeben sich somit nachfolgende Zusammenhänge:

Raumfläche:	6 m · 9,25 m	= 55,5 m ²
Installationsfläche:	8,65 m · 5,4 m	= 46,7 m ²
Aktive Kühlbaffellänge:	209,8 lfm	

Um die Kühlleistung zu ermitteln, werden außerdem die Auslegungstemperaturen und die Parameter aus der Leistungsprüfung benötigt. Im Auslegungsbeispiel nehmen wir folgende Werte als Auslegungstemperaturen an:

Vorlauftemperatur:	ϑ_{VL}	=	16 °C
Rücklauftemperatur:	ϑ_{RL}	=	19 °C
oper. Raumtemperatur:	ϑ_R	=	26 °C

Somit ergibt sich die Temperaturdifferenz

$$\Delta\vartheta = |\vartheta_R - (\vartheta_{VL} + \vartheta_{RL}/2)| = |26\text{ °C} - (16\text{ °C} + 19\text{ °C})/2| = 8,5\text{ K}$$

Mit der Leistungskurve und den exemplarischen Werten aus einer Normmessung des Systems mit gleichem Aufbau

Koeffizient:	k	=	1,744
Exponent:	n	=	1,082

ergibt sich somit folgende spezifische Kühlleistung:

$$P_a = k \cdot \Delta\vartheta^n = 1,744 \cdot (8,5\text{ K})^{1,082} = 17,7\text{ W/m}$$

Die Gesamt-Kühlleistung des Beispielraums beträgt somit:

$$P = L_a \times P_a = 209,8\text{ m} \times 17,7\text{ W/m} = 3713\text{ W}$$

Die Kühlleistung des Kühlbaffelsystem für den Beispielraum liegt bei 3713 W. Bezogen auf die Raumfläche von 55,5 m² ergibt sich eine spezifische Kühlleistung von 67 W/m².

8.3.2 Beispielrechnung Deckensegel im Kühlfall

Die Berechnung der Kühlleistung der Deckensegel erfolgt ähnlich zu der Berechnung der geschlossenen Metaldecke. Auch hier sind die wichtigsten Parameter die Anzahl der aktiven Elemente, die Geometrie der Elemente und Einbauten wie Leuchten etc.

Als Berechnungsbeispiel wird der Raum auf dem unteren Bild verwendet.

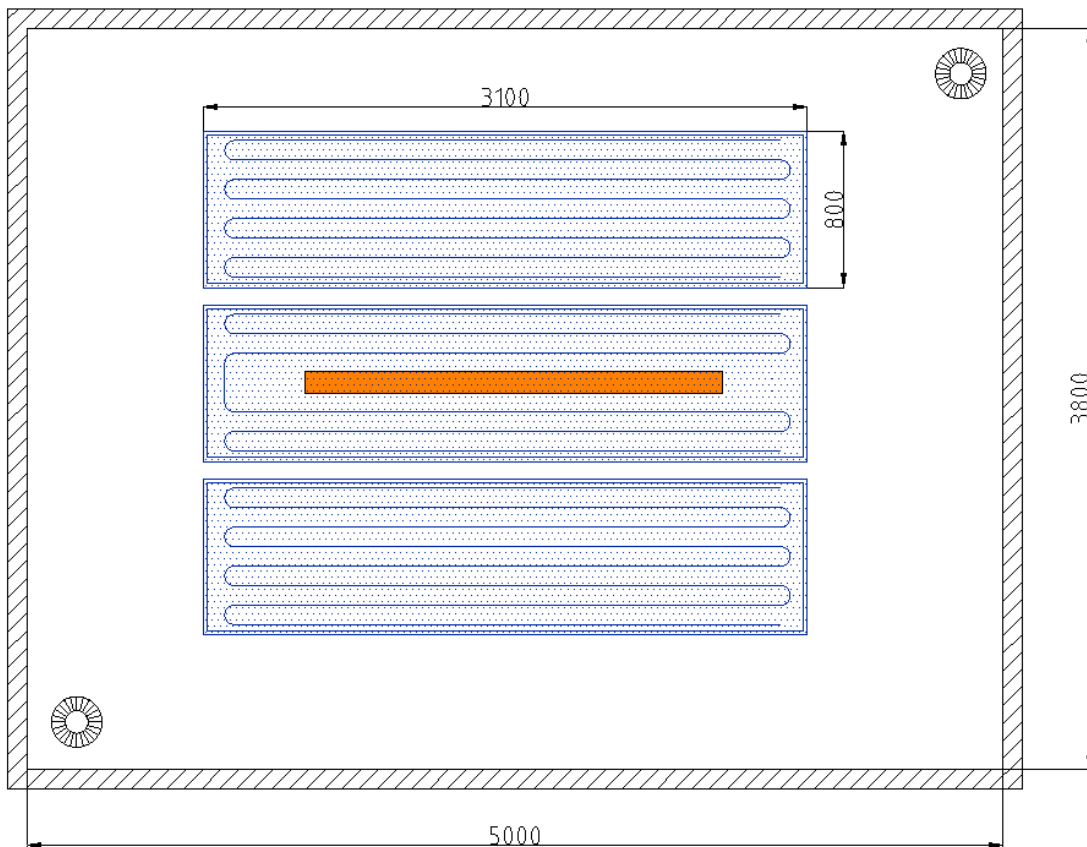
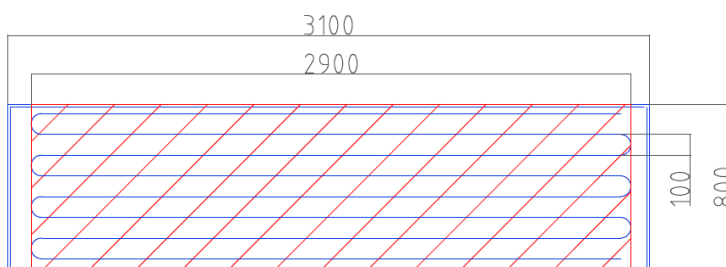


Bild: Deckenspiegel eines Deckensegels

Aus der Raumauflegung kann nun die aktive Fläche ermittelt werden. Hierzu müssen die einzelnen Kühlmodule angeschaut werden, da die aktive Fläche in der Regel kleiner ist als die Segelfläche. Mit nachfolgendem Beispiel einer Hochleistungsdecke soll die Ermittlung der aktiven Fläche verdeutlicht werden.

Die aktive Deckenfläche der einzelnen Kühlsegel ergibt sich wie folgt:

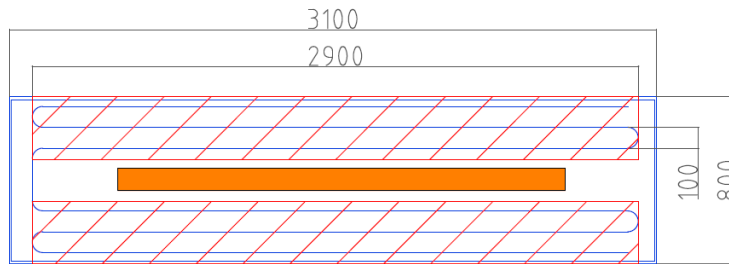
Segelplatte Typ 1, komplett mit Kühltechnik belegt (2 Stück):



Segelfläche:
 $3,1\text{m} \times 0,8\text{m} = 2,48\text{m}^2$

Aktive Fläche je Segel:
 $8\text{Rohre} \times 0,1\text{m} \times 2,9 = 2,32\text{m}^2$

Segelplatte Typ 2, mit Einbauleuchte, teilweise belegt (1 Stück):



Segelfläche:
 $3,1\text{m} \times 0,8\text{m} = 2,48\text{m}^2$

Aktive Fläche je Segel:
 $6\text{Rohre} \times 0,1\text{m} \times 2,9 = 1,74\text{m}^2$

In oben beschriebenen Beispielraum ergeben sich somit nachfolgende Flächen:

Raumfläche: $5\text{ m} \times 3,80\text{ m} = 19\text{ m}^2$
 Installationsfläche: $3 \times 3,10\text{ m} \times 0,8\text{ m} = 7,44\text{ m}^2$
 Aktive Fläche: $2\text{ St} \times 2,32\text{ m}^2 + 1\text{ St} \cdot 1,74\text{ m}^2 = 6,38\text{ m}^2$

Um die Kühlleistung zu ermitteln, werden außerdem die Auslegungstemperaturen und die Parameter aus der Leistungsprüfung benötigt. Im Auslegungsbeispiel nehmen wir folgende Werte als Auslegungstemperaturen an:

Vorlauftemperatur: $\vartheta_{VL} = 16\text{ °C}$
 Rücklauftemperatur: $\vartheta_{RL} = 19\text{ °C}$
 oper. Raumtemperatur: $\vartheta_R = 26\text{ °C}$

Somit ergibt sich die Temperaturdifferenz

$$\Delta\vartheta = |\vartheta_R - (\vartheta_{VL} + \vartheta_{RL}/2)| = |26\text{ °C} - (16\text{ °C} + 19\text{ °C})/2| = 8,5\text{ K}$$

Mit der Leistungskurve und den exemplarischen Werten aus einer Normmessung des Systems mit gleichem Aufbau

Koeffizient: $k = 10,34$
 Exponent: $n = 1,0755$

ergibt sich somit folgende spezifische Kühlleistung:

$$P_a = k \cdot \Delta\vartheta^n = 10,34 \cdot (8,5\text{ K})^{1,0755} = 103,30\text{ W/m}^2_{\text{aktiv}}$$

Die Gesamt-Kühlleistung des Beispielraums beträgt somit:

$$P = A_a \times P_a = 6,38\text{ m}^2 \times 103,30\text{ W/m}^2_{\text{aktiv}} = 659\text{ W}$$

Dies zeigt, dass bei der Ermittlung der Leistung einer Heiz- und Kühldecke in jedem Fall die aktive Belegung berücksichtigt werden muss.

8.4 Ausschreibung

Bei der Ausschreibung von Kühl- und Heizdecken sind sowohl die architektonischen / baulichen Gesichtspunkte als auch die Anforderungen an die Kühl- und Heiztechnik genau zu beschreiben.

Architektonisch / baulich:

- Oberfläche / Decklage
 - Material
 - Oberflächenqualität
 - Farbe
 - Dicke / Schichtdicke
 - Thermisches Verhalten
 - Akustische Eigenschaften / Schallabsorption
 - Auflagen wie Vliese oder Dämmung
 - Abmessungen von Einzelelementen / Anzahl verschiedener Abmessungen
- Systemaufbau
 - Befestigung an der Rohdecke
 - Beschaffenheit des Befestigungsuntergrundes
 - Aufbauhöhe
 - Benötigte Installationsebenen und -räume
 - Statische Anforderungen, ggf. zusätzliche Gewichtslasten
- Montagesituation
 - Montagehöhe
 - Anschluss an umliegende Bauteile
 - Deckeneinbauten, Ausschnitte

Anforderungen an die Kühl- und Heiztechnik:

- Norm-Kühl- und Heizleistungen
- Auslegungstemperaturen Kühlen / Heizen
- Hydraulische Verbindung und Anschluss der Kühl- und Heizdecke an die Versorgungsleitungen
- Maximaler Druckverlust (BVF Empfehlung max. 25kPa)
- Definition und Lage der hydraulischen Schnittstelle
- Anforderungen/Schnittstelle zu Regelkomponenten einschl. Taupunktüberwachung
- Herstellung der Betriebsfähigkeit
 - Druckprobe
 - Füllen (Anforderungen an die Wasserbeschaffenheit beachten)
 - Spülen
 - Funktionsprobe des Heiz- und Kühlsystems
 - Aufheizprogramm des Heizsystems für die finale Beschichtung
- Zu erbringende Leistungen im Rahmen der Inbetriebnahme/Abnahme
 - Übereinstimmungs- und Vollständigkeitsprüfung zur Ausführungsplanung

- Funktionsprüfung von Regelkomponenten
- Einregulieren
- Thermografie
- Dokumentation

Klare Angabe, welche Kühl- und Heizleistung bei Auslegungstemperaturen auf der zu installierenden Fläche zu erbringen ist durch:

- **Angabe des geschuldeten aktiven Flächenverhältnisses nach DIN EN 14240 und der auf die aktive Fläche nach DIN EN 14240 bezogenen Leistung bei Auslegungstemperaturen**
- **Alternativ: Angabe der auf die Installationsfläche bezogenen Leistung bei Auslegungstemperaturen**

Kühl- und Heizdecken werden über die zu installierende Fläche in m² ausgeschrieben. Bereits bei der Ausschreibung ist darauf zu achten, dass als Abrechnungsgrundlage für Kühl- und Heizdecken die jeweiligen Richtlinien der VOB Teil C Gültigkeit haben. Dies sind für Decken im Trockenbau aus z.B. Gipskarton die ATV DIN 18340 sowie für den jeweiligen anlagentechnischen Bereich die ATV DIN 18380.

In den Richtlinien ist unter anderem geregelt, wie die abzurechnenden Flächen ermittelt werden und welche Bereiche wie etwa Ausschnitte oder Randfriese zu übermessen sind. Weiterhin ergeben sich eine Reihe von als Zulagen auszuschreibender Positionen, wie etwa:

- Ausschnitte
- Wandanschlüsse
- Randfriese
- Stützenanschlüsse
- Dehnungsfugen
- Revisionsöffnungen
- Auf- oder Einlagen
- Formatänderungen
- Gerüststellung bei größeren Höhen

Kühl- und Heizdeckensysteme haben wie vorab beschrieben in den meisten Fällen architektonische / bauliche sowie anlagentechnische Bestandteile. Um ein funktionstüchtiges System zu erhalten, müssen alle Komponenten ideal aufeinander abgestimmt sein. Daher sollten Kühl- und Heizdeckensysteme in jedem Fall als Komplettsystem in einem gemeinsamen Leistungsverzeichnis ausgeschrieben werden.

9. Montage von konvektiven Hochleistungsdecken

Die Montage von konvektiven Hochleistungsdecken sollte systemspezifisch nach Herstellervorgaben erfolgen. Da in der Regel der Deckenspiegel sich aus aktiven und nicht aktiven Bereichen zusammensetzt, erfolgt die Montage unter Einhaltung eines Verlegeplans.

Der Einbau sollte durch qualifizierte Fachkräfte erfolgen, die über entsprechende Kenntnisse verfügen. Der Umgang mit endbehandelten Metalldecken hat sorgsam zu geschehen, um Beschädigungen zu vermeiden. Vom Montagebetrieb ist ein verantwortlicher Bauleiter zu

benennen, der die Montage nach den Regeln der Technik abwickelt und überwacht. Besondere Verantwortung bedarf es bezüglich der Sicherheit und der Systemkonformität.

Die vom Gebäudeplaner vorgegebenen Statik, wie z.B. Gebäudebewegungen und Dehnungsfugen, sind zu berücksichtigen.

Verteilleitungen /Hydraulische Anbindung

Vor Montage der Unterkonstruktion sollten die Verteilleitungen bzw. Unterverteiler als Anbindung an das Kälte- bzw. Wärmeerzeugungssystem installiert sein.

Unterkonstruktion

Die Unterkonstruktion ist systemspezifisch (siehe Kapitel 3) auszuführen. Sie muss auf das Deckensystem abgestimmt sein und eine ausreichende Längs- und Querstabilität haben. Es dürfen nur vom Hersteller freigegebene Konstruktionsteile verwendet werden.

Besondere Aufmerksamkeit ist hierbei der Statik zu widmen. Zusätzliche Lasten sind von der Rohdecke separat abzuhängen und die Befestigung ist mit dem Hersteller abzustimmen.

Die Maßnahmen sind im Vorfeld (vor Auftragsvergabe) durch den Auftraggeber vorzugeben und festzulegen.

Montage der konvektiven Hochleistungsdecken

Nach der Montage der Unterkonstruktion werden die vorwiegend werksseitig konfektionierten konvektiven Hochleistungsdecken eingehängt (Anmerkung: kann bei Hochleistungsdecken variieren). Diese werden noch im abgeklappten Zustand mit flexiblen Schläuchen hydraulisch miteinander verbunden sowie an die Verteilleitungen bzw. Unterverteiler angeschlossen. Nach erfolgter Druckprüfung werden die Elemente hochgeklappt und ausgerichtet.

Einbauten, Aufbauten, Anbauten

Die Gesamtverantwortung für Einbauten, Aufbauten und Anbauten obliegt dem Gebäudeplaner, insbesondere die Auswahl von Typ, Lage, Auswahl und die grundlegende Systemkonformität. Die Integration von Einbauten/Aufbauten und Anbauten muss unter Beachtung der spezifischen Vorgaben des Deckenherstellers sowie des Herstellers der Ein-, Auf-, und Anbauten erfolgen. Alle Arbeiten in diesem Zusammenhang sind Zusatzmaßnahmen und gesondert zu vereinbaren. Der Anschluss z. B. elektrischer Komponenten ist im Einzelfall und nach den Vorgaben der Hersteller zu klären.

Ausführliche Informationen zur Montage von konvektiven Hochleistungsdecken sind im **Kapitel 12 der TAIM - Technisches Handbuch für Metaldecken** beschrieben. Statisch wichtige Faktoren wie Ebenheitstoleranz und Verwindungsfreiheit Planheit im Randbereich oder Zusatzlasten werden ebenso detailliert betrachtet wie auch materialspezifische Einflüsse wie Rechtwinkligkeit und Wärmeausdehnung.

10. Inbetriebnahme

Spülen

Das Spülen eines Heiz- und Kühldeckensystems muss störende Schmutzpartikel beseitigen. Bei einer Neuanlage sollen im Rahmen der Inbetriebnahme im Wesentlichen die Verarbeitungsrückstände beseitigt werden (siehe dazu beispielsweise BTGA-Regel 3.002). Bei der Sanierung einer Altanlage kommt es auf die Beseitigung von bereits bestehenden Ablagerungen an.

Es ist jeweils darauf zu achten, dass die Anlage nach dem Spülvorgang möglichst vollständig entleert und unmittelbar mit Füllwasser nach den allgemein anerkannten Regeln der Technik befüllt wird.

Befüllen

Heiz- und Kühldecken sind entsprechend der Richtlinie BTGA 3.003 (Kalt-Kühlwasser zulässiger Betrieb und wassertechnischen Aspekten) zu befüllen.

Nach der Spülung von Schmutzpartikeln ist die Anlage mit Anlagenwasser zu befüllen. Die Herstellerangaben aller im System verbauten Komponenten müssen hierbei berücksichtigt werden.

Hierbei ist besonders die Einhaltung der Füllwasser-Qualität z.B. nach VDI 2035, Norm H5195-3, DIN 4726, VDI 4708 sowie BTGA-Regel 3.002 zu beachten. Als empfohlener Richtwert für das Füllwasser ist die Tabelle aus der BTGA-Regel 3.002 anzuwenden.

Entlüften

Luft führt in Heiz- und Kühlanlagen zu Betriebsstörungen (Geräusche, Korrosion, Ablagerungen, Erhöhung der Strömungswiderstände, Reduzierung der Heizleistung), daher muss sie bei der Inbetriebnahme weitgehend entfernt werden. Je nach Druck und Temperatur in der Anlage tritt Luft in Form von Blasen- bzw. Mikroblasen oder in gelöster Form auf.

Zur Entlüftung der Anlage dienen:

Automatische Entlüfter / Schnellentlüfter (insbesondere bei der Befüllung des Systems) - Mikroblasenabscheider / Druckstufenentgaser (Entgasung im Betrieb).

Die Kühldeckensysteme selbst befinden sich grundsätzlich an der Unterseite der (abgehängten) Decke. Anbinde- und Verbindungsleitungen verspringen hierbei unvermeidbar in der Höhe, so dass eine kontinuierlich steigende Leitungsführung zu einem Entlüftungspunkt häufig nicht möglich ist. Aus diesen Gründen ist ein Einfaches "Entlüften" von Kühldeckensystemen über Hand- oder Automatikentlüfter dann nicht möglich und es muss eine gründliche Spülung erfolgen, bis das Kühldeckensystem luftfrei ist. Grundvoraussetzung ist, dass die vorgelagerte Anlage ebenfalls luftfrei ist und nicht durch die Versorgungsleitungen erneut Luft in das Kühldeckensystem eingetragen wird.

Druckprüfung

Die Dichtheitsprüfung kann mit Luft oder Wasser durchgeführt werden. Bei Standardsystemen der Flächenheizung darf der Prüfdruck mit Wasser nicht weniger als 4 und nicht mehr als 6 bar betragen (siehe DIN EN 1264). Der Prüfdruck bei Luft beträgt

maximal 3 bar (Druckbehälterrichtlinie, BTGA 3.003).

Abweichend hierzu sind Kühl- und Heizdeckensysteme oftmals projektbezogene Systeme. Es gelten teils abweichende Herstellerangaben sowie Projektvorgaben beim Prüfdruck individuell bei Luft und/oder Wasser.

Hydraulischer Abgleich

Die Einstellung der Regulierventile für den hydraulischen Abgleich hat gemäß den anerkannten Regeln der Technik zu erfolgen. Hierdurch wird sichergestellt, dass jede Regelzone mit dem Wassermassenstrom versorgt wird, die sie benötigt und somit auch die Kühl- und Heizleistung gemäß Montageplanung erbringt.

Dazu werden die in der Montageplanung des Kühldeckenherstellers angegebenen Wassermassenströme an den Reguliereinrichtungen der einzelnen Zonen eingestellt.

Das Vorgehen ist hierbei abhängig von der Auswahl der Ventile bzw. Reguliereinrichtungen. Weitere Hinweise sind in den Richtlinien 15.9 Hydraulik und Regelung sowie 15.11 Montage, Inbetriebnahme, Abnahme, Betrieb zu finden.

Funktionsheizen/-kühlen

Um die ordnungsgemäße Funktion der Kühl- und Heizdecke zu überprüfen ist ein Funktionsheizen bzw. -kühlen erforderlich. Hierdurch soll sichergestellt werden, dass die Durchströmung der Deckenfläche gegeben ist, und keine Fehler durch eine nicht korrekte hydraulische Verschaltung oder z.B. abgeknickte Anschlussleitungen vorliegen.

Um diese Fehler noch beheben zu können, muss das Funktionsheizen und -kühlen bei nicht reversiblen Decken wie Gipskartondecken vor dem finalen verschließen (beplanken und verspachteln) der Decke erfolgen.

Die Überprüfung kann etwa durch eine thermografische Begehung erfolgen. Um eine gleichmäßige Durchströmung der Decke zu ermöglichen, sollte im Vorfeld ein hydraulischer Abgleich durchgeführt worden sein.

11. Abnahme / Funktionskontrolle nach VDI 6031

Die Abnahmeprüfung von Kühl- und Heizdecken erfolgt nach VDI 6031 „Abnahmeprüfung an Raumkühlflächen“. Ziel ist der Nachweis der erbrachten Montageleistungen nach den allgemein anerkannten Regeln der Technik, einschließlich der Funktionsfähigkeit sämtlicher Bestandteile, im Interesse des Auftraggebers. Im Detail gehören folgende Einzelprüfungen zur Abnahme:

- Konformitätsprüfung
- Prüfung der Voraussetzung für eine Funktionsprüfung
- Funktionsprüfung
- Dokumentation der Abnahmeprüfung

Umfangreiche Informationen zu den einzelnen Prüfungen finden sie in der *VDI Richtlinie 6031*.

12. Laufender Betrieb

Grundsätzlich sind Decken Heiz- und Kühlsysteme wartungsfrei. Die hydraulischen Komponenten sollten nach VDMA 24186 gewartet und nach BTGA-Regel 3.003 im laufenden Betrieb die Wasserqualität nachgewiesen werden. Gemäß VDI 6022 sollten Lüftungsanlagen gewartet werden. DIN 1946 Hygienischer Wechsel.

Während des Betriebes sind zwingend die Vorgaben der Hersteller zu Betriebsbedingungen wie etwa Temperatur und Luftfeuchtigkeit einzuhalten.

Beim Betrieb von Heiz-/Kühldecken in Verbindung mit einer maschinellen Lüftung oder einer Fensterlüftung ist die Luftfeuchtigkeit zu kontrollieren. Ungeregt können sich ansonsten Werte einstellen, welche unterhalb bzw. oberhalb der zulässigen Werte liegen.

13. Normen und Regelwerke

DIN EN 14240	Lüftung von Gebäuden - Kühldecken - Prüfung und Bewertung;
DIN EN 14037	An der Decke frei abgehängte Heiz- und Kühlflächen für Wasser
DIN 18041:2016	Hörsamkeit in kleinen bis mittelgroßen Räumen
DIN EN 1264	Raumflächenintegrierte Heiz- und Kühlsysteme mit Wasserdurchströmung
VDI 2078	Berechnung von thermischen Lasten und Raumtemperaturen (Kühllastberechnung)
DIN EN 12831	Heizsysteme in Gebäuden – Verfahren zur Berechnung der Norm-Heizlast
VDI 6034	Raumkühlflächen-Planung, Bau und Betrieb
VDI 6031	Abnahmeprüfung von Raumkühlflächen
DIN EN ISO 7730	Gemäßigtes Umgebungsklima Ermittlung des PMV und des PPD und Beschreibung der Bedingungen für thermische Behaglichkeit (ISO 7730:1994)
DIN EN 15251	Eingangsparameter für das Raumklima zur Auslegung und Bewertung der Energieeffizienz von Gebäuden – Raumluftqualität, Temperatur, Licht und Akustik
DIN EN 12828	Heizungsanlagen in Gebäuden. Planung und Installation von Warmwasser-Heizungsanlagen- gen. Anhang B (informativ) Thermische Behaglichkeit
DIN 4726	Warmwasser-Flächenheizungen, Kunststoffrohr- und Verbundrohrleitungssysteme
DIN EN 16798-3	Lüftung von Nichtwohngebäuden-Leistungsanforderungen an Lüftungs- und Klimaanlageanlagen und Raumkühlsysteme
DIN 1946-6	Erstellen eines Lüftungskonzepts
ATV DIN 18380	Heizungsanlagen und zentrale Wassererwärmungsanlagen
DIN EN 14336	Heizungsanlagen in Gebäuden – Installation und Abnahme von Warmwasser-Heizungsanlagen
DIN 4108	Wärmeschutz im Hochbau
DIN 4109	Schallschutz im Hochbau
VDI 2073-2	Hydraulik in Anlagen der Technischen Gebäudeausrüstung
DIN 18202	Toleranzen im Hochbau
BTGA Fachregel	3.002 Druckprüfung und Spülung von Heizungsinstallationen 3.003 Geschlossene wassergeführte Kalt- bzw. Kühlwasserkreisläufe – Zuverlässiger Betrieb unter wassertechnischen Aspekten
Weitere wertvolle Hinweise und Informationen können im Internet unter: http://www.flaechenheizung.de	

14. Literaturhinweise

Recknagel Sprenger Schrameck

Taschenbuch für Heizung + Klimatechnik 2019/20

Oldenburg Industrieverlag

Konrad Miksch

Energieeffiziente Lösungen im Wohnungsbau

Handbuch für Analyse, Planung und Projektabwicklung

VDE Verlag

BVF

Informationsdienst Flächenheizung und Flächenkühlung

Schnittstellenkoordination in bestehenden Gebäuden

Ausgabe Mai 2018

BVF

Informationsdienst Flächenheizung und Flächenkühlung

Schnittstellenkoordination im Neubau

Ausgabe Mai 2020

TAIM e.V.

Technisches Handbuch Metalldecken

Ausgabe Januar 2021

15. BVF Gütesiegel und spezialisierte Anbieter

Das BVF-Gütesiegel soll allen Beteiligten – vom Fachplaner über den Fachhandwerker bis hin zum Endkunden – Orientierung und Sicherheit im stetig wachsenden Marktsegment der Flächenheizungen und Flächenkühlungen bieten.

Die Hersteller, die das Siegel tragen dürfen, garantieren damit, dass sie den umfangreichen Kriterien- Katalog des BVF erfüllen.

Das BVF-Gütesiegel ist beim Deutschen Patent- und Markenamt unter der Nummer 30 2018 105 344 eingetragen und europaweit geschützt. Es steht für die gesicherte, zertifizierte Systemqualität der Produkte mit Gewährleistung. Sie profitieren von individuellen Lösungen aus einer Hand und erhalten damit ein effizientes, normgerechtes sowie innovatives Flächenheizungssystem. Das erleichtert dem Installateur die Arbeit und der Endverbraucher darf sich über eine dauerhaft effiziente und behagliche Flächenheizung freuen, bei der auch der langfristige technische Service sichergestellt ist. Durch die Vorgabe und Überprüfung strenger und transparenter Standards verhilft das BVF Siegel zu einer klaren Orientierung, es schafft Vertrauen und Sicherheit bei allen Beteiligten – vom Planer, über den Fachhandwerker bis zum Endkunden.

Weitere Informationen über den Bundesverband Flächenheizungen und Flächenkühlungen e.V. sind unter:

www.flaechenheizung.de

www.bvf-siegel.de

www.flaechenheizungsfinder.de



Disclaimer:

Die in dieser Broschüre genannten relevanten Normen und Arbeitsblätter sind auf dem Stand Februar 2022.

Urheberrechtshinweis:

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdrucks, der Entnahme von Abbildungen, der Wiedergabe auf photomechanischem oder ähnlichem Weg und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen bleiben, auch bei nur auszugsweiser Verwertung, erhalten

Falls nicht anders angegeben alle Bilder Quelle: BVF



Bundesverband Flächenheizungen
und Flächenkühlungen e.V.

Wandweg 1 · 44149 Dortmund

Telefon: +49 231 618 121 30

Telefax: +49 231 618 121 32



www.flaechenheizung.de

www.bvf-siegel.de

www.flaechenheizungsfinder.de