

KÜHLEN UND HEIZEN MIT DECKENSYSTEMEN



Richtlinie 15.3 Metaldeckensysteme

Inhalt

1.	Einleitung	3
2.	Einsatzgebiete von Metallkühl- und -heizdecken	4
3.	Systemaufbau und -konstruktionen	4
3.1.	Systemaufbau und -konstruktion	5
3.1.1	Bandrastersysteme	5
3.1.2	Einhängesysteme	7
3.1.3	Klemmsysteme	7
3.1.4	Auf- / eingelegte Systeme (T-Schienen-Systeme)	8
3.2	Kühl- und Heiztechnik	8
3.3	Dämmung	8
3.4	Oberflächengestaltung / -beschichtung	9
3.5	Anschlüsse an Bauteile und Dehnungsfugen	10
4.	Leistungswerte	11
5.	Raumakustik	12
6.	Hydraulische Einbindung	13
6.1	Zweileitersysteme	13
6.2	Vierleitersysteme	14
6.3	Anordnung und hydraulische Verschaltung	14
6.3.1	Zentrale Anordnung	14
6.3.2	Dezentrale Anordnung	15
6.3.3	Kleinverteiler / Verteilverrohrung	16
7.	Regelung	16
7.1	Winterfall / Heizen	16
7.2	Sommerfall / Kühlen	16
7.3	Taupunktüberwachung	17
8.	Planung	17
8.1	Grundlagenermittlung	17
8.2	Schnittstellenkoordination	18
8.3	Auslegungsbeispiele	19
8.3.1	Beispielrechnung Metalldecke im Kühlfall	19
8.3.2	Beispielrechnung Metalldecke Heizfall	21
8.4	Ausschreibung	22
9.	Montage von Metall-Kühl- und Heizdecken	23
10.	Inbetriebnahme	25
11.	Abnahme	26
12.	Laufender Betrieb	28
13.	Normen und Regelwerke	29
14.	Literaturhinweise	30
15.	BVF Gütesiegel und spezialisierte Anbieter	31

1. Einleitung

Schon früh im Planungsprozess eines Neubaus oder einer umfassenden Modernisierung eines Objekts müssen sich Planer und Bauherren Gedanken über die geeignete Wärme-/Kälteerzeugung sowie die passenden Wärme-/Kälteverteilsysteme machen. Neben der fachgerechten Planung der Technik spielt auch der Aspekt der Behaglichkeit eine wesentliche Rolle im Entscheidungsprozess.

Die Behaglichkeit ist ein starkes Argument für den Einsatz einer Kühl- und Heizdecke, denn sie schafft für den Menschen ein angenehm temperiertes, zugfreies und hygienisches Umfeld. In wissenschaftlichen Untersuchungen konnte nachgewiesen werden, dass die Konzentrations- und Leistungsfähigkeit sehr stark von der Raumtemperatur abhängt. Kühl- und Heizdeckensysteme schaffen ein Raumklima, welches subjektiv das Wohlbefinden steigert und objektiv die Leistungsfähigkeit unterstützt.

Zur Modernisierung des Gebäudebestandes eignet sich die Decke besonders gut, da eine Installation hier vergleichsweise schnell, einfach und kostengünstig erfolgen kann.

Der Bundesverband Flächenheizungen und Flächenkühlungen e.V. (BVF) gibt mit dieser Richtlinie **Kühlen und Heizen mit Deckensystemen: Metaldeckensysteme** ein herstellerneutrales und technologieübergreifendes Basiswerk heraus und richtet sich an Fachkundige und Interessierte.

Bedingt durch die Vielfalt der Normen, energetischen Anforderungen und verfügbaren Systemen gibt es im Markt unterschiedliche Herangehensweisen der Hersteller und Akteure bei Planung und Auslegung. Der BVF hat sich zum Ziel gesetzt, im Sinne der Investoren und Nutzer der Räumlichkeiten den Weg zu korrekt dimensionierten Systemen aufzuweisen, die eine sehr wirtschaftliche Lösung in Verbindung mit hoher thermischer Behaglichkeit ergeben. Damit möchten wir erreichen, dass sich diese Systeme weiter durchsetzen und damit eine ressourcensparende Kühl- und Heiztechnologie zur Erreichung der Klimaziele maximal beitragen kann.

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.

2. Einsatzgebiete von Metallkühl- und -heizdecken

Metallkühl- und -heizdecken zeichnen sich vor allem durch ihre homogene und geschlossene Untersicht aus und lassen sich durch einen vielfältigen Gestaltungsspielraum an die Innenarchitektur von Gebäuden anpassen.

Die Kühlleistung liegt je nach Systemauswahl und technischer Zusammensetzung zwischen 70 und 110 W/m²; die Heizleistung kann auf bis zu 120 W/m² ausgelegt werden. Damit sind Metallkühl-/heizdeckensysteme hervorragend auch für die nachträgliche Installation im Gebäudebestand einsetzbar, insbesondere im Zuge der Umstellung von Heizungsanlagen auf Niedertemperatur und Wärmepumpe. Sie leisten damit einen hohen Beitrag zur Nutzung von Umweltenergie und zur Sektorkopplung im Gebäudebestand. Im Kontext der Recyclefähigkeit von Gebäuden sowie der Lebenszyklusbetrachtung sind Metallkühl-/heizdeckensysteme besonders gut aufgestellt. Hinsichtlich Materialität und Wiederverwendbarkeit können einige System auch nach Cradle to Cradle zertifiziert werden.

Deckeneinbauten wie z.B. Beleuchtung, Lüftung, u.a. lassen sich problemlos integrieren. Die Revisionierbarkeit des Deckenholraums bei Metallkühl-/heizdecken ist an jeder Stelle voll umfänglich gegeben. Weiterhin lässt sich durch die Plattenperforation sowie durch akustische Einlagen die Schallabsorption und somit die Raumakustik deutlich verbessern. Einige Metallkühl- und -heizdeckensysteme haben zudem durch eine besondere Konstruktionsart zusätzlich eine bauakustische Wirkung und erhöhen die Schalllängsdämmung.

Typische Einsatzbereiche sind:

- Büroräume
- Versammlungsräume
- Öffentliche Gebäude
- Ärztehäuser und Schulen
- Schalter- und Kassenräume
- Foyers

Metallkühl-/heizdeckensysteme lassen sich in der Regel schnell und einfach montieren und erlauben häufig auch vor Ort angepasste Lösungen.

3. Systemaufbau und -konstruktionen

Metallkühl-/heizdeckensysteme lassen sich grundsätzlich in verschiedene Bauarten unterscheiden. Die Metallelemente sind äußerst flexibel herzustellen und in sämtlichen Abmessungen in Anpassung an das Gebäude sowie die Architektur verfügbar.

Die Mindestanforderungen der EN 13964 mit den ergänzenden Qualitätsmerkmalen des TAIM sind einzuhalten.

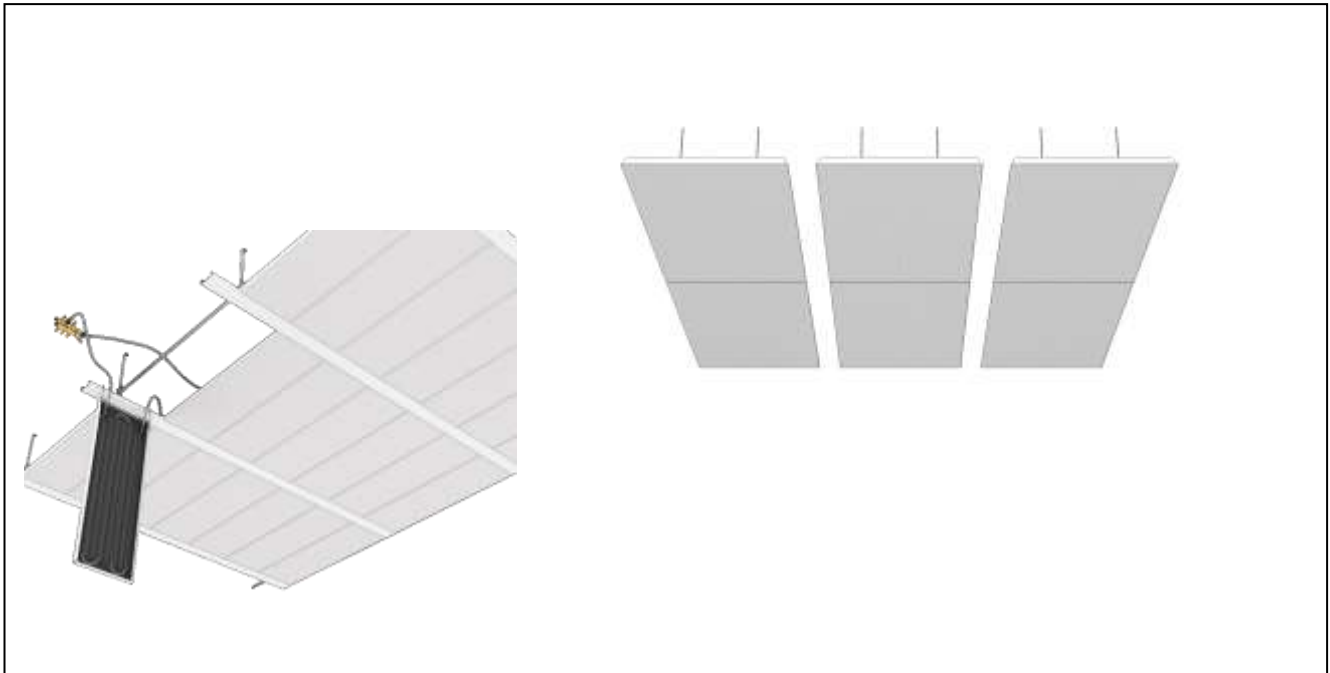


Bild 1: Systemschnitte

3.1. Systemaufbau und -konstruktion

Der konstruktive Aufbau von Metallkühl-/heizdeckensystemen lässt sich grob in die Bereiche Unterkonstruktion und Decklage mit Heiz- und/oder Kühltechnik unterteilen. Wobei bei einigen Systemen die Übergänge zwischen Unterkonstruktion und Decklage fließend sind, bzw. die gleichen Komponenten die Funktion mehrerer Bereiche übernehmen.

Es gibt mehrere Plattentypen zur Auswahl (z.B. Langfeldplatten, Kassetten). Diese Systeme ermöglichen eine hohe Revisionierbarkeit und eine Vielfalt an Einsatzmöglichkeiten.

Die Decklage kann als geschlossene Decke oder als frei abgehängtes Deckensegel ausgeführt werden.

3.1.1 Bandrastersysteme



Bild 2: Draufsicht eines Bandrasters



Bild 3: Seitenansicht eines Bandrasters

Bandrastersysteme zeichnen sich dadurch aus, dass die Metallkühl-/heizelemente auf meist sichtbare Tragprofile (=Bandraster) aufgelegt werden. Die Bandrasterelemente eignen sich besonders, die Achsmaße des Gebäudes in den Raum hinein zu führen.

Die Bandraster werden direkt von der Rohdecke mittels zug- und drucksteifer Befestigung abgehängt. Es gibt auch unterschiedliche Möglichkeiten die Bandraster zu platzieren. Neben den längsgeführten Bandrastern gibt es auch Kreuzbandrastersysteme.

TECHNISCHE DATEN

Konstruktion

1	Metalldeckenplatte
8/9/55	Nonius-Abhängung
54	C-Bandrasterprofil
61	Querbandrasterprofil
78	Bohrschraube Sechskantkopf
437	Heiz-/Kühlregister
479	Anschluss-/Verbindungsschlauch
505	Montagehilfe



Bild 4: Konstruktionsaufbau eines Bandrastersystems

Durch Ihre Konstruktion lassen sich die Bandraster so ausführen, dass Trennwände direkt an den Bandrastern befestigt werden können. Bei den Kreuzbandrastersystemen auch in beide Richtungen, längs und quer.

Eine besondere Bauart stellen Bandrasterkühl-/heizsysteme mit verdeckten Tragprofilen dar. Dabei sind die Bandraster rückseitig und somit nicht sichtbar angeordnet. Auch hier lassen sich Trennwände an Profilen längs- und querlaufend jederzeit ergänzen.



Bild 5: Abgeklapptes Deckenelement mit Aufhängung

Neben der technischen Eigenschaft der Bandraster können diese auch eine betont architektonische Wirkung übernehmen (z.B. Breite der Bandraster).

Zusätzlich können Bandrasterkühldecken als schalllängsgedämmte Kühldecken ausgeführt werden, um die Schallübertragung von Raum zu Raum zu minimieren.

3.1.2 Einhängesysteme

Einhängesysteme zeichnen sich dadurch aus, dass die Metallkühl-/heizelemente in oberhalb angeordnete Tragprofile (= Eihängeprofil) eingehängt werden. Die Eihängeelemente eignen sich besonders, eine betont homogene, fast nahtlose Oberfläche zu produzieren.

Die Eihängeprofile werden an Grundprofilen befestigt, welche direkt von der Rohdecke mittels zug- und drucksteifer Befestigung abgehängt sind. Die Eihängeprofile können unterschiedlich ausgeführt werden. So lassen sich verschiedenen Fugenbreiten, bis hin zu einer gezielten Luftführung umsetzen.

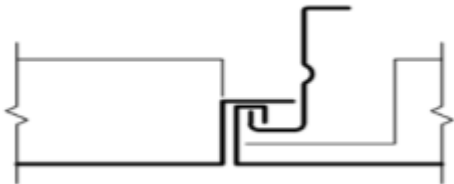


Bild 6: Eihängesystem mit Eihängeprofil

Quelle: TAIM e.V. für Metalldecken, Kapitel 6

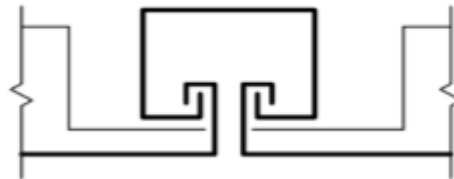


Bild 7: Eihängesystem mit Doppelhängeprofil

Durch das Entfallen der zusätzlichen Fläche vom Bandraster kann gegenüber Bandrasterkühl-/heizsystemen mehr Heiz- / Kühltechnik auf der Fläche aktiviert werden. Bei üblichen Fassadenrastern beträgt die Differenz ~ 8 %.

3.1.3 Klemmsysteme

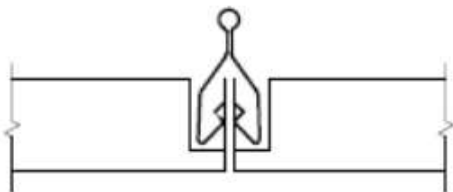


Bild 8: Klemmsystem mit verdecktem Klemmprofil

Quelle: TAIM e.V. für Metalldecken, Kapitel 6

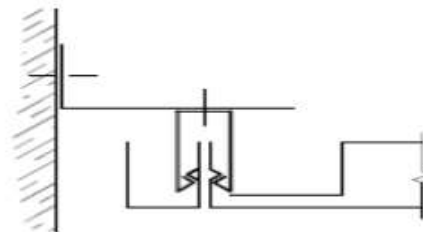


Bild 9: Klemmsystem mit Randwinkel

Klemmsysteme zeichnen sich dadurch aus, dass die Metallkühl-/heizelemente in meist verdeckte Tragprofile (= Klemmprofile) eingeklemmt werden. Klemmelemente werden vorwiegend im Zusammenhang mit „Standardrastermaßen“ (z.B. 625 mm x 625 mm | 1250 mm x 625 mm) eingesetzt und eignen sich besonders für eine homogene Oberfläche.

Die Klemmprofile werden an Grundprofilen befestigt, welche direkt von der Rohdecke mittels zug- und drucksteifer Befestigung abgehängt sind.

3.1.4 Auf- / eingelegte Systeme (T-Schienen-Systeme)

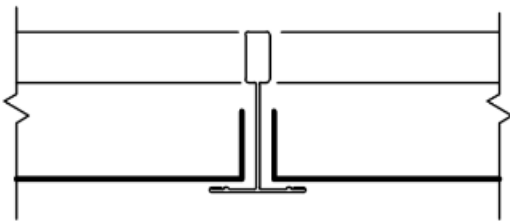


Bild 10: Aufgelegtes System -T-Profilkonstruktion
mit aufgelegter Platte

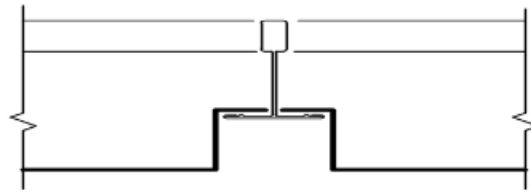


Bild 11: Aufgelegtes System -T-Profilkonstruktion
mit eingelegter Platte

Quelle: TAIM e.V. für Metalldecken, Kapitel 6

Auf- / eingelegte Systeme zeichnen sich dadurch aus, dass die Metallkühl-/heizelemente auf meist sichtbare Tragprofile (= T-Schienen-Profile) aufgelegt werden. T-Schienelemente werden fast ausschließlich im Zusammenhang mit „Standardrastermaßen“ (z.B. 625 mm x 625 mm | 1250 mm x 625 mm) eingesetzt.

Die T-Schienen werden direkt von der Rohdecke mittels zug- und drucksteifer Befestigung abgehängt. Hierbei werden die T-Schienen längs und quer vorgesehen.

3.2 Kühl- und Heiztechnik

Bei den Bauarten der abgehängten Systemtechnik kommen Metallkühl-/heizdecken mit Deckenplatten aus Stahl oder Aluminium zum Einsatz, die auf der Rückseite mit Rohrregistern aus Metall oder Kunststoff versehen sind. Die Verbindung der mediumführenden Register mit den Deckenplatten erfolgt z.B. durch kleben, klemmen oder magnetisch.

Zur Verbesserung der Wärmeübertragung werden ggf. zusätzlich noch Elemente zur besseren Wärmeverteilung auf der Deckenplatte eingesetzt.

Die Gestaltung der raumseitigen Oberfläche ist in verschiedenster Form möglich. Einbauten wie Beleuchtung, Luftdurchlässe, Sprinkler oder Melder lassen sich einfach integrieren.

Kühl- und Heizsysteme aus Metallrohren wie Kupfer oder Edelstahl werden primär durch Steckverbindungen, teils durch Pressverbindungen, flexibel miteinander verbunden und über flexible Schläuche an 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.

3.3 Dämmung

Ob eine Dämmung oberhalb der Kühl- und Heizdecken vorzusehen ist oder nicht, ist von den individuellen Gebäude- und Anlagenanforderungen abhängig.

Bei Neubauten ist in der Regel das über der Kühl- und Heizdecke liegende Geschoss im Fußboden gedämmt, das Kühl-/Heizsystem muss nicht mit einer Dämmschicht bedeckt werden.

Bei nachträglichem Einbau in Bestandsgebäude ist jedoch stets zu prüfen, ob das Kühl- und Heizregister nach oben an einen ungedämmten Fußboden oder an eine ungedämmte Dachfläche

grenzt. Um eine unerwünschte Leistungsabgabe / -verluste an die darüber liegenden Räume zu vermeiden, kann eine Dämmauflage entweder direkt auf dem Heizkühlregister aufgelegt oder an der Rohdecke befestigt werden.

Weiterhin ist eine Dämmung der Deckenoberseite erforderlich, wenn eine Abluftführung über den Deckenhohlraum erfolgt. Außerdem kann eine Dämmauflage die schallabsorbierenden Eigenschaften unterstützen (siehe Kapitel 5).

3.4 Oberflächengestaltung / -beschichtung

Metallkühl-/heizdeckensysteme haben durch ihre technische Bearbeitbarkeit (das Trägermaterial ist meist verzinktes Stahlblech) eine Vielzahl an architektonischen Gestaltungsmöglichkeiten. Die metallene Oberfläche lässt sich mit Farben und Dekoren versehen, welche in Kombination zusammen mit Perforationen fast unendliche Kombinationsmöglichkeiten ergeben.

- **Oberflächenbeschichtung**

Metallkühl-/heizdeckensysteme werden aus Gründen der Oberflächengestaltung, der Wärmeübertragungseigenschaft sowie dem Korrosionsschutz grundsätzlich mit einer Oberflächenbeschichtung ausgeführt (z.B. Pulverbeschichtung).

Hierbei lassen sich alle erdenklichen Farben, z.B. RAL-Farben, verwenden. Der Glanzgrad bildet sich in matten Oberflächen (z.B. Tiefmatt) ab und der Reflexionsgrad der Farben muss auf das Kühl-/Heizdeckensystem abgestimmt sein.

Besondere und individuelle Möglichkeiten die Oberfläche zu gestalten bietet der Einsatz von z.B. Dekor-Pulverbeschichtungen oder dem Digitaldruck.

- **Perforationen**

Metallkühl-/heizdeckensysteme werden aus akustischen Gründen aber auch für architektonische Anforderungen perforiert. Für die Schallabsorption spielt das Lochbild, die Anordnung und Form der Löcher eine ausschlaggebende Rolle.

Perforationen gibt es als Rundlochungen in geraden Reihen, in diagonal versetzten Reihen (45°) oder in versetzten Reihen (60°).

Ebenso gibt es Perforationen mit quadratischen und aber Langlöchern.

Durch eine individuelle Anordnung der Perforation mit verschiedenen Lochformen und -größen können sogar Bilder als Perforationsmuster möglich gemacht werden.

- **Streckmetall**

Durch Streckmetall sind beinahe grenzenlos vielfältige Ausführungen an Strukturen, Formaten und Oberflächen möglich. Die strukturierte Optik durch besondere Stanzformen und Maschenkonturen ganz besonders architektonisch hervorbringen.

Das Streckmetall gibt es in unzähligen Formen, auch mit sehr filigranen Streckmetallmaschen für ein offenes Erscheinungsbild des Deckenhohlraum.

Ein einzigartiges Design durch individuell gefaltetes Streckmetall in verschiedenste Maschenarten, -größen und -geometrien ist ebenso möglich, hierbei ergibt sich eine 3D-Strukturoberfläche.

- **Designoberflächen / Funktionsoberflächen**

Variationsreiche dreidimensionale Optiken in unterschiedlichsten Formen und Abmessungen von Prägungen und Lochungen sind durch eine 3D-Prägung der Metallflächen machbar.

Ebenso lassen sich spezielle Optiken durch gezielte Bearbeitung von Edelstahl erreichen, z.B. eine Kombination von matten und hochglänzenden Bereichen.

Weiterhin gibt es Funktionsbeschichtungen, welche z.B. einen speziellen Korrosionsschutz oder besondere schallabsorbierende Eigenschaften aufweisen.

3.5 Anschlüsse an Bauteile und Dehnungsfugen

- **Anschlüsse an Bauteile**

Anschlüsse an Bauteile werden die Deckenplatten auf Randwinkel aufgelegt. Die sog. Randplatten dienen meist dazu die Bautoleranzen auszugleichen und werden individuell aufgemessen sowie dann produziert bzw. vor Ort gefertigt oder zugeschnitten. Es gibt verschiedene Arten von Randwinkeln:

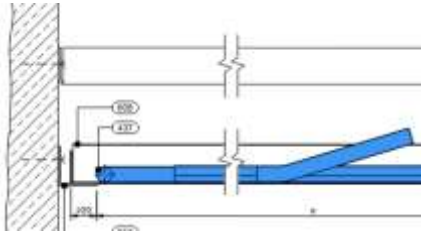


Bild 12: L-Winkel

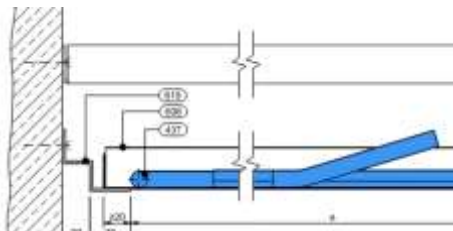


Bild 13: Stufenwinkel

Auch können die Anschlüsse „offen“ oder „offen mit Hinterlegung“ gestaltet werden. Jeweils besteht keine bauliche Verbindung der Deckenfläche zum angrenzenden Bauteil. Die Deckenplatten müssen an dieser Stelle separat aufgelegt oder eingehängt werden. Die offene Fuge dient dabei als sog. Schattenfuge und kann u.a. als Abluftführung genutzt werden.

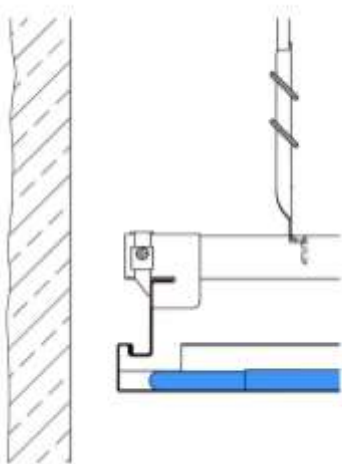


Bild 14: offene Schattenfuge

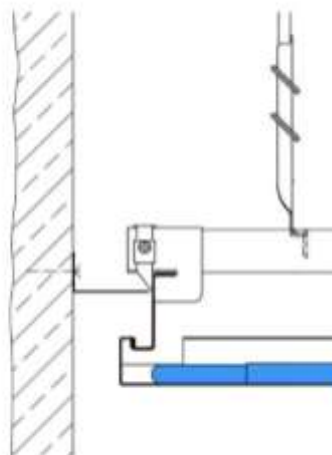


Bild 15: offene Schattenfuge und Hinterlegung

- **Gebäudedehnfugen**

Vorgegebene Gebäude- und Dehnungsfugen sowie notwendige statische Anforderung z.B. für Fassaden- und/oder Gebäudebewegungen sind zu berücksichtigen.

4. Leistungswerte

Leistungsspektrum und Leistungsermittlung nach Systemart

Die Kühl- bzw. Heizleistungen von Metallkühl-/heizdeckensystemen sind im Wesentlichen von folgenden Faktoren abhängig:

- Konstruktiver Aufbau des Deckensystems
- Art der Anbringung der wasserführenden Heiz-Kühltechnik an die Deckenplatten
- Materialeigenschaften 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 Deckensysteme aus Metall.

Spezifische Kühlleistungen bezogen auf die aktive Fläche nach DIN EN 14240 bzw. spezifische Heizleistungen nach DIN EN 14037:

Systemart	Kühlleistung bei $\Delta\theta = 8\text{ K}$	Kühlleistung bei $\Delta\theta = 10\text{ K}$	Heizleistung bei $\Delta\theta = 10\text{ K}$	Heizleistung bei $\Delta\theta = 15\text{ K}$
Geschlossene Metalldecken	ca. 55 – 90 W/m ² aktiv	ca. 70 – 112 W/m ² aktiv	ca. 50 – 80 W/m ² aktiv	ca. 75 – 120 W/m ² aktiv
Frei abgehängte Metalldeckensegel	ca. 65 – 110 W/m ² aktiv	ca. 80 – 140 W/m ² aktiv	ca. 55 – 100 W/m ² aktiv	ca. 80 – 150 W/m ² aktiv

Bild 16: Systemarten mit ihren Kühl- und Heizleistungen

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 *BVF-Richtlinie 15.2. Planung und Auslegung*

5. Raumakustik

Die Raumakustik befasst sich mit dem Schall innerhalb eines Raumes. Zur Erreichung von akustischer Behaglichkeit sind vor allem in Schul- und Bildungseinrichtungen oder im Studioausbau, aber auch in Büro- und Konferenzräumen raumakustische Maßnahmen notwendig. Abgehängte Decken bzw. Deckensegel mit akustischen Einlagen eignen sich ideal zur Verbesserung der Raumakustik.

Bei den Metallkühl-/heizdeckensystemen und deren techn. Aufbau gibt es Einflussfaktoren, die sich in verschiedener Art und Weise auswirken:

Einflussfaktoren	Auswirkung*
offenes oder geschlossenes Deckensystem	hoch
Inaktives oder Aktiviertes Deckensystem	hoch
Lochfreier Querschnitt der Perforation	hoch
mit oder ohne Mineralwolleinlage	hoch
Art des Akustikvlies	mittel
mit oder ohne Schwerauflage	mittel
Deckenhohlraum/Abhanghöhe	mittel
Lochdurchmesser der Perforation	gering

*Die Auswirkung ist als Richtwert zu sehen

Bild 17: Akustikwerte in Abhängigkeit der Einflussfaktoren

Geschlossene Deckenfläche:

- Angabe des Schallabsorptionsvermögens mit dem Schallabsorptionsgrad α_s
- Auswertung des flächenbezogenen Schallabsorptionsgrads α_s in Bezug auf die gesamte
- Prüffläche (die Prüfnorm gibt eine notwendige Prüffläche von 10 – 12 m² vor)
- Schallabsorptionsgrad liegt per Definition im Bereich $\alpha_s = 0 - 1$;
- Die Bewertung des gemessenen frequenzabhängigen Schallabsorptionsgrads α_s liefert die akustischen Kennzahlen SAA, NRC oder α_w

Deckensegel

- Angabe des Schallabsorptionsvermögens als äquivalente Schallabsorptionsfläche pro Segel AObj
- Aufgrund der seitlichen Offenheit von Segeln kommt es zur zusätzlichen Absorption des rückseitigen Schalleinfalls
- In Abhängigkeit von: Umfang des Segels, Abhanghöhe, Abstand zwischen benachbarten Segeln, Wandabstand, Material auf der Rückseite erhöht sich die äquivalente Absorptionsfläche eines Segels

→ Daher ist die äquivalente Schallabsorptionsfläche eines Segels höher als die eines flächenhaften Absorbers (= flächige Metallkühl-/heizdecke)

6. Hydraulische Einbindung

In den vergangenen Jahren haben die Heizlasten von Gebäuden deutlich abgenommen. Gleichzeitig sind die Kühllasten gestiegen und damit auch die Anforderungen an die technische Gebäudeausrüstung. Wasserbasierte Kühl- und Heizsysteme sorgen zu jeder Jahreszeit für Behaglichkeit. Dazu stehen verschiedene Technologien zur Verfügung. Eine zentrale Umschaltung zum Beispiel ermöglicht einen Heiz- oder Kühlbetrieb mit demselben System (Zweileitersystem). Aber auch das zeitgleiche individuelle Heizen und Kühlen einzelner Räume oder Nutzungseinheiten ist möglich (Vierleitersystem).

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

In Form einer Gruppenregelung für mehrere Räume kann eine Differenzdruckregelung vorgeschaltet werden. Diese sorgt für gute Regelbedingungen auch im Teillastbetrieb. Ideal sind druckunabhängige Einregulier- 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 Hydraulik und Regelung* entnommen werden.

6.1 Zweileitersysteme

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



Bild 18: 2-Leitersystem

- zentrale Umschaltung der Betriebsarten
- es kann je Umschaltbereich oder Zone entweder nur geheizt oder nur gekühlt werden

- wirtschaftliche Lösung den für Heiz- und Kühlbetrieb
- geringer Installationsaufwand

6.2 Vierleitersysteme

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

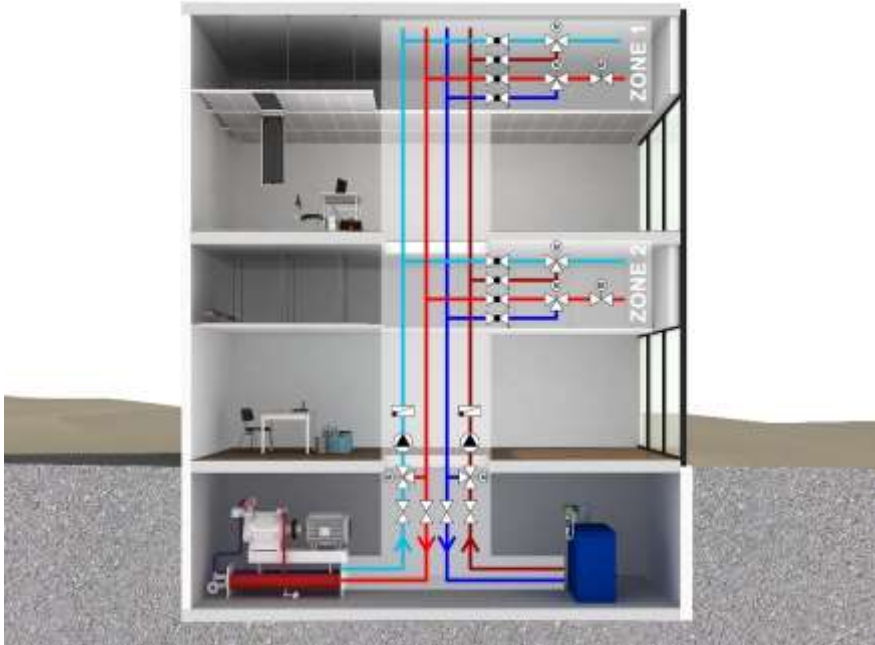


Bild 19: 4-Leitersystem

- 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 oder in der 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.

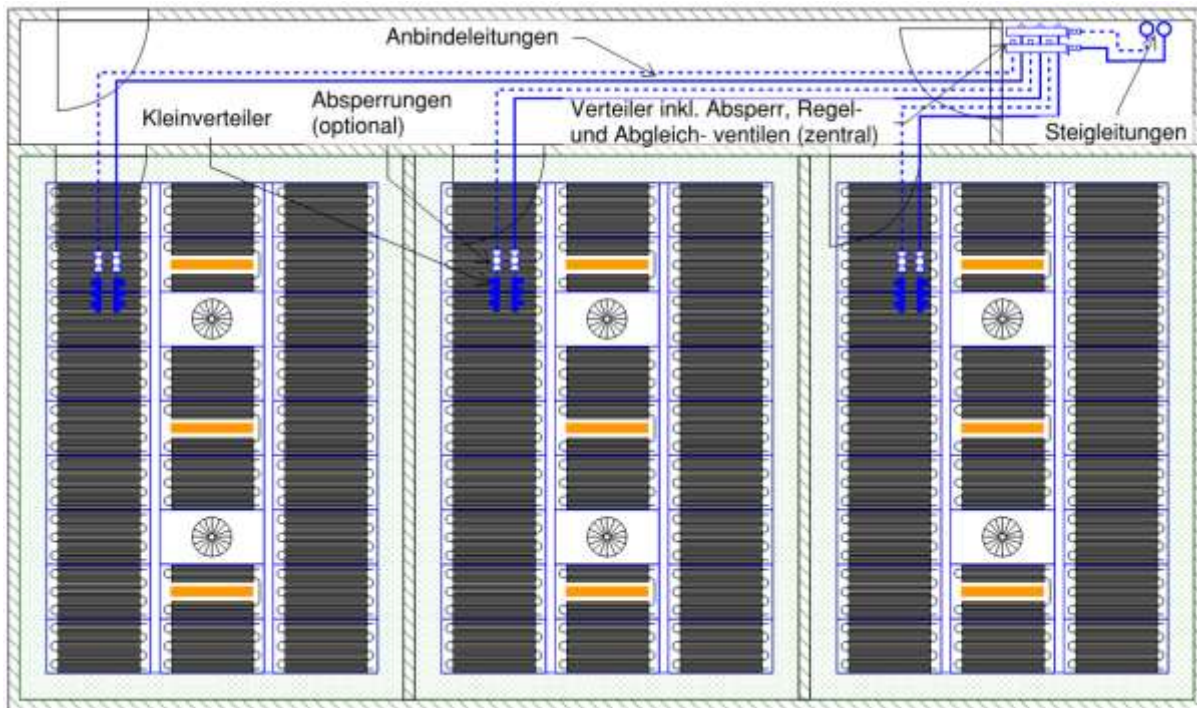


Bild 20: Zentrale Anordnung der Regel- und Reguliereinrichtungen mit Kleinverteilern

6.3.2 Dezentrale Anordnung

Bei der dezentralen Anordnung werden die Regel- und Reguliereinrichtungen innerhalb oder in der Nähe der jeweiligen Regelzone angeordnet. Bei nicht reversiblen Decken sind an diesen Stellen Revisionsöffnungen erforderlich. Der Verrohrungsaufwand für den Anschluss der einzelnen Zonen ist deutlich geringer als bei der zentralen Variante.

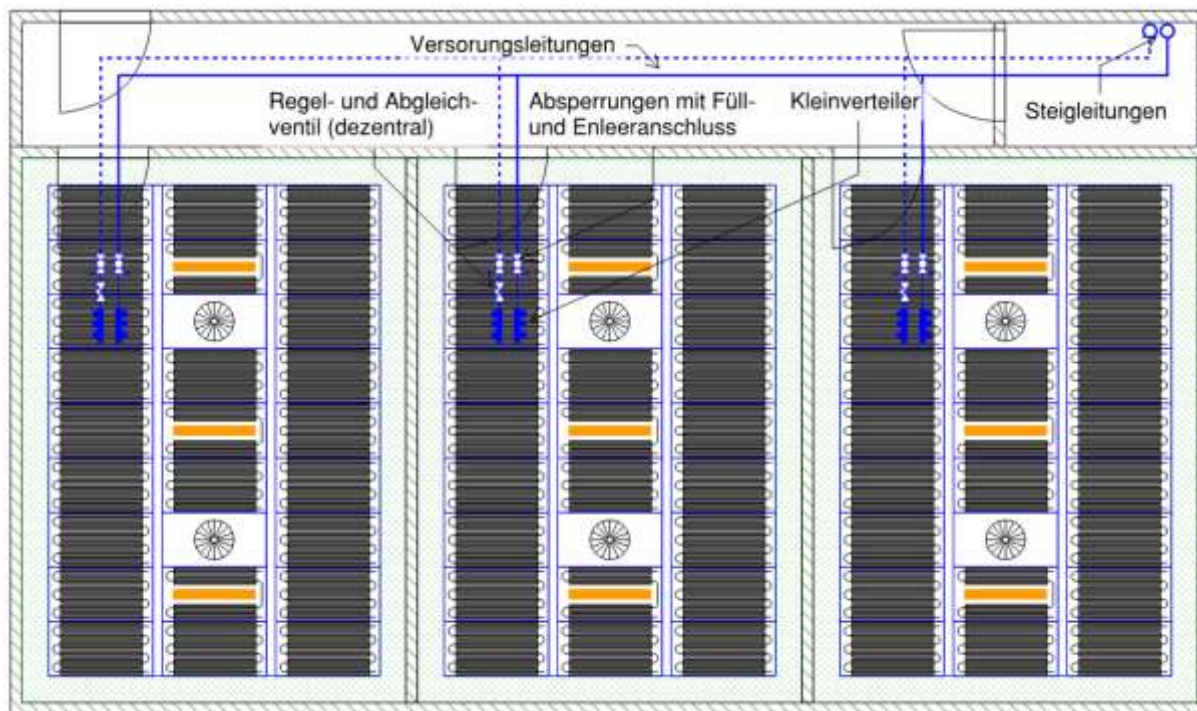


Bild 21: Dezentrale Anordnung der Regel- und Reguliereinrichtungen mit Kleinverteilern

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.

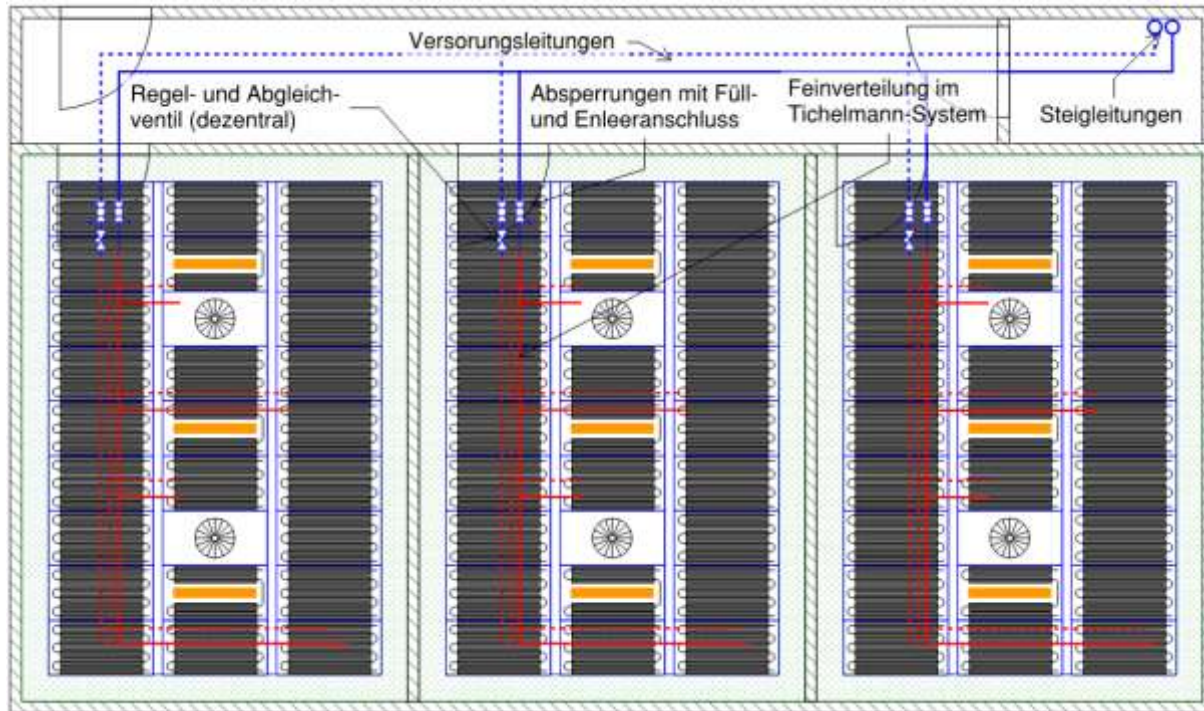


Bild 22: Dezentrale Anordnung der Regel- und Reguliereinrichtungen mit Verteilverrohrung (Tichelmann)

7. Regelung

Bei der Regelung von Kühl- und Heizdecken werden der Winterfall und der Sommerfall unterschiedlich betrachtet.

7.1 Winterfall / Heizen

Im Winter, bei der 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 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 der 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 von der Raumfeuchte geregelt. Üblicherweise wird eine Kühlwasservorlauftemperatur von 16°C nicht unterschritten, um 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.

Durch Fensteröffnung im Sommer entsteht 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 unter Raumtemperatur leicht vorgekühlte Luft in die Räume ein und transportiert die verbrauchte, feuchte Luft aus dem Raum 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 Kühl- und Heizdecken 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 Kühl- und Heizdecken ermöglicht.

8. Planung

8.1 Grundlagenermittlung

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

- Raumgeometrie/-höhe
- Vorgegebener Deckenspiegel
- Verfügbare bzw. erforderliche Abhanghöhe
- 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

- Nachhaltigkeitsanforderungen
- Beachtung der aktuellen Fördermöglichkeiten (z.B. BEG, KfW)
- 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 bei Flächenheizungs- und Flächenkühlungssystemen in Neubauten* des BVF.

8.3 Auslegungsbeispiele

8.3.1 Beispielrechnung Metalldecke im Kühlfall

Als Basis der Beispielberechnung soll ein vorgegebener Deckenspiegel dienen.

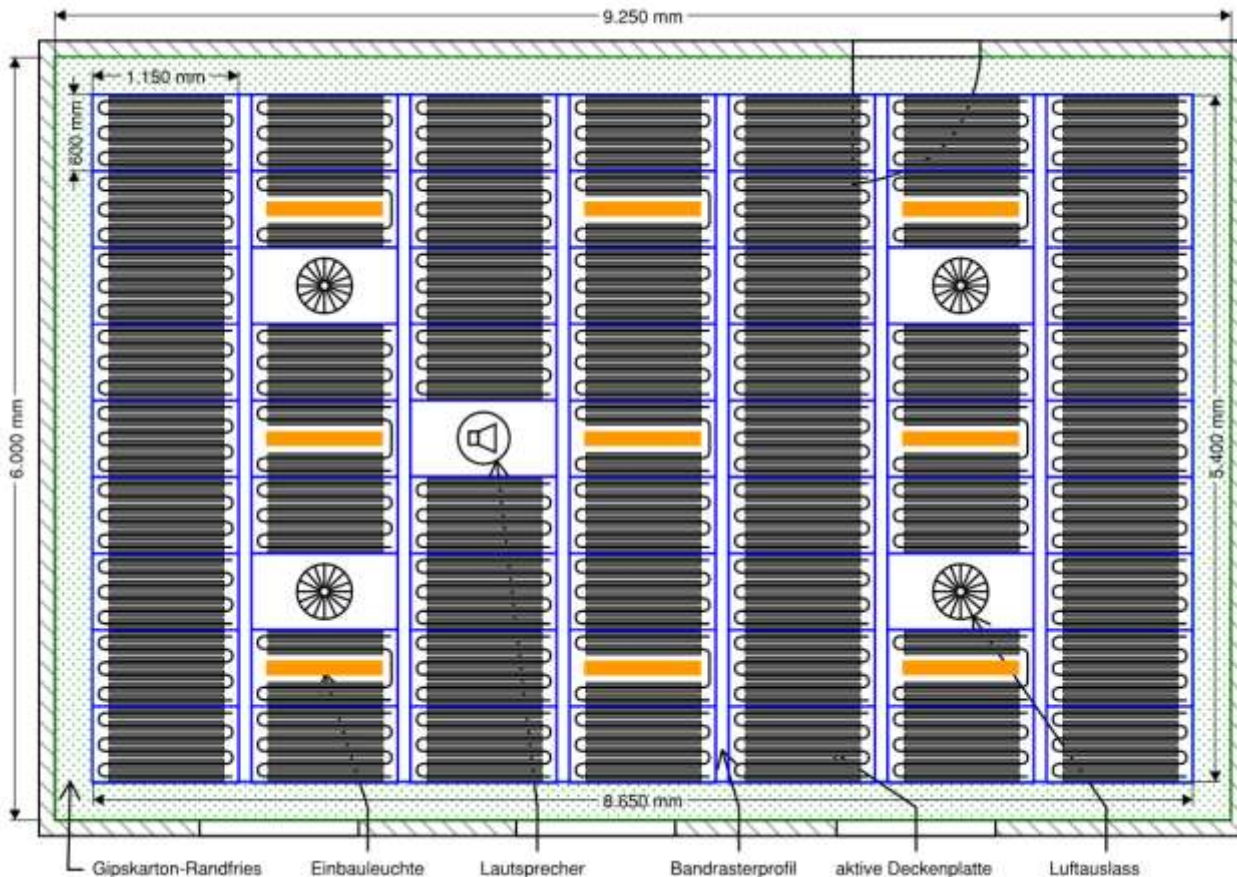
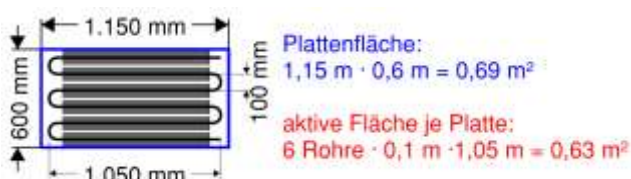


Bild 23: Beispiel Deckenspiegel

Aus den Deckenspiegeln kann nun ermittelt werden, welche aktive Fläche installiert wird. Aufgrund von Einbauten kann nicht die gesamte Deckenfläche einheitlich genutzt werden, sondern es werden meist mehrere verschiedene Typen von Kühldeckenplatten kombiniert. Hierzu müssen die einzelnen Kühlmodule angeschaut werden, da die aktive Fläche in der Regel kleiner als die Deckenfläche ist. Randfriese, Einbauten und auch Randbereiche der einzelnen Kühlelemente reduzieren die aktive Fläche. Mit nachfolgendem Beispiel einer Metallkühldecke soll die Ermittlung der aktiven Fläche verdeutlicht werden.

Die aktive Deckenfläche der einzelnen Kühldeckenplatten ergibt sich wie folgt:

Kühldeckenplatte Typ 1, komplett mit Kühltechnik belegt (49 Stück):



Kühldeckenplatte Typ 2, mit Einbauleuchte, teilweise belegt (9 Stück):



In oben beschriebenen Beispielraum ergeben sich somit nachfolgende Flächen:

Raumfläche:	$6 \text{ m} \cdot 9,25 \text{ m}$	$= 55,5 \text{ m}^2$
Installationsfläche:	$8,65 \text{ m} \cdot 5,4 \text{ m}$	$= 46,7 \text{ m}^2$
Aktive Fläche:	$49 \text{ St} \cdot 0,63 \text{ m}^2 + 9 \text{ St} \cdot 0,42 \text{ m}^2$	$= 34,65 \text{ m}^2$

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:	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	=	8,15
Exponent:	n	=	1,10

ergibt sich somit folgende spezifische Kühlleistung:

$$P_a = k \cdot \Delta\vartheta^n = 8,15 \cdot (8,5 \text{ K})^{1,10} = 85,8 \text{ W/m}^2_{\text{aktiv}}$$

Die Gesamt-Kühlleistung des Beispielraums beträgt somit:

$$P = A_a \times P_a = 34,65 \text{ m}^2 \times 85,8 \text{ W/m}^2_{\text{aktiv}} = 2973 \text{ W}$$

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

8.3.2 Beispielrechnung Metalldecke Heizfall

Zu vorbeschriebenem Deckenspiegel soll nun die Heizleistung ermittelt werden. Die Ermittlung der aktiven Fläche ist hierbei identisch wie im Kühlfall, da sich die aktiven Flächen in der Regel ebenfalls auf die Definition der DIN EN 14240 beziehen.

Daher können die ermittelten Flächen aus der vorangegangenen Berechnung des Kühlfalls übernommen werden.

Raumfläche:	6 m · 9,25 m	= 55,5 m ²
Installationsfläche:	8,65 m · 5,4 m	= 46,7 m ²
Aktive Fläche:	49 St · 0,63 m ² + 9 St · 0,42 m ²	= 34,65 m ²

Für die Ermittlung der Heizleistung werden die nachfolgenden Auslegungstemperaturen angesetzt:

Vorlauftemperatur:	Θ_{VL}	= 33 °C
Rücklauftemperatur:	Θ_{RL}	= 30 °C
oper. Raumtemperatur:	Θ_R	= 20 °C

Somit ergibt sich die Temperaturdifferenz

$$\Delta\Theta = |(\Theta_{VL} + \Theta_{RL})/2 - \Theta_R| = |(33\text{ °C} + 30\text{ °C})/2 - 20\text{ °C}| = 11,5\text{ K}$$

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

Koeffizient:	k	=	6,09
Exponent:	n	=	1,09

ergibt sich somit folgende spezifische Kühlleistung:

$$P_a = k \cdot \Delta\Theta^n = 6,09 \cdot (11,5\text{ K})^{1,09} = 87,3\text{ W/m}^2_{\text{aktiv}}$$

Die Gesamt-Kühlleistung des Beispielraums beträgt somit:

$$P = A_a \times P_a = 34,65\text{ m}^2 \times 87,3\text{ W/m}^2_{\text{aktiv}} = 3025\text{ W}$$

Dies zeigt, dass bei der Ermittlung der Leistung einer Kühl- und Heizdecke 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
 - Perforation / Lochung
 - Oberflächenqualität
 - Farbe
 - Dicke / Schichtdicke
 - Thermisches Verhalten
 - Akustische Eigenschaften / Schallabsorption
 - Auflagen wie Vliese oder Dämmung
 - Abmessungen von Einzelementen / Anzahl verschiedener Abmessungen
- Systemaufbau
 - Unterkonstruktion, Befestigung an der Rohdecke
 - Beschaffenheit des Befestigungsuntergrundes
 - Abhanghöhe
 - Achsmaße
 - 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
 - Beschichtungsreifheizen
- 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 auszuschreibende 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 Metall-Kühl- und Heizdecken

Die Montage von Metall-Kühl- und Heizdecken sollte systemspezifisch nach Herstellervorgaben erfolgen. Da sich in der Regel der Deckenspiegel 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. So ist dafür zu sorgen, dass während und nach der Montage ein Abstürzen von Komponenten ausgeschlossen ist.

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

Verteilleitungen /Hydraulische Anbindung

Vor der 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 Metalldeckensystem 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. Bei verwendeten Dübeln ist eine Dübelprüfung durchzuführen. In diesem Zug sind die Nachweise zu führen.

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

Metalldecken und deren in der Regel große Elementabmessungen machen eine sorgfältige Verlegung und Ausrichtung der Unterkonstruktion (Tragprofile) notwendig. Dies gilt insbesondere bei Metallpaneelen, da hier in der Regel auf eine Queraussteifung (Tragrost-Konstruktion) verzichtet wird.

Montage der Metall Heiz- und Kühlelemente

Nach der Montage der Unterkonstruktion werden die vorwiegend werksseitig konfektionierten Metall-Heiz- und Kühlelemente eingehängt. 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 grundlegender 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 Metalldecken sind im *Kapitel 12 der TAIM - Technisches Handbuch für Metalldecken* 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

Zur Inbetriebnahme gehören die unten aufgeführten Arbeitsschritte, um einen störungsfreien Betrieb zu gewährleisten. Detaillierte Informationen zu allen wesentlichen Schritten bei einer Inbetriebnahme sind in der *BVF-Richtlinie 15.11 Montage, Inbetriebnahme, Abnahme, Betrieb* zu finden

Spülen

Das Spülen eines Kühl- und Heizdeckensystems 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

Kühl- und Heizdecken 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 Kühl- und Heizanlagen 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 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 individuelle Projektvorgaben beim Prüfdruck 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 *BFV-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. abgknickte Anschlussleitungen vorliegen.

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

Die Abnahmeprüfung von Kühl- und Heizdecken erfolgt nach VDI 6031 „Abnahmeprüfung an Raumkühlflächen“. Weitere Hinweise hierzu sind in der BVF- Richtlinie *15.11 Kühlen und Heizen mit Deckensystemen: Montage, Inbetriebnahme, Abnahme, Betrieb* zu finden.

Konformitätsprüfung

Bei der Konformitätsprüfung wird die Übereinstimmung der installierten Konstruktion zur Ausführungsplanung überprüft. So werden etwa Werkstoffe, Rohrdimensionen, Verlegeabstand, aktive Fläche oder auch die Anzahl und Position der Kühlkreisläufe überprüft.

Wenn Teile der Kühl- und Heizdecke nach Fertigstellung nur unter erschwerten Bedingungen geprüft werden können, sind stichprobenartige Prüfungen zu vereinbaren, für nicht zugängliche Systemteile ist die planungskonforme Ausführung durch den Errichter zu bestätigen.

Prüfung der Voraussetzung für eine Funktionsprüfung

Die Voraussetzung für eine Funktionsprüfung einer Kühl- und Heizdecke ist es, dass die komplette Kühl- und Heizanlage inklusive Wärme-/Kälteerzeugung und -Verteilung sowie Regelungstechnik betriebsfähig ist. Diese Betriebsfähigkeit muss von den jeweiligen Anlagenerstellern je Teilleistung (Wärmeerzeugung, Wärmeverteilung, Regelungstechnik) bestätigt werden.

Falls die Betriebsfähigkeit der kompletten Anlagen bei Fertigstellung des Kühl- und Heizdeckensystems nicht gegeben ist, können auch provisorische oder temporäre Lösungen herangezogen werden, um die Funktionsprüfung durchzuführen und die Funktion nachzuweisen.

Um die Funktionsprüfung durchzuführen, muss die Gesamt-Anlage laufen, Fenster und Türen sind geschlossen zu halten und Lüftungsanlagen außer Betrieb zu nehmen. Der Temperaturunterschied zwischen der Raumluft zur mittleren Kühl- bzw. Heizmitteltemperatur hat mindestens 6 K zu betragen.

Funktionsprüfung

Bei der Funktionsprüfung werden nachfolgende Parameter gemessen:

- Oberflächentemperatur der Raumkühlfläche mittels thermografischer Aufnahme
- Raumlufttemperatur im Aufenthaltsbereich mittels Thermoelement- oder Widerstandsthermometer
- Temperaturen des Kühl-/Heizmediums an zentraler Stelle mittels Thermoelement-, Widerstands- oder Infrarotthermometer
- Kondensationsschutz

Werden die Decken sowohl zum Kühlen, als auch zum Heizen eingesetzt, ist zusätzlich die Funktion der Umschalteinrichtung sicherzustellen.

Sofern die ordnungsgemäße Funktion für einen Anwendungsfall (Heizen oder Kühlen) nachgewiesen wurde, ist die ordnungsgemäße Funktion ebenso für den jeweils anderen Anwendungsfall (Kühlen oder Heizen) zu erwarten. Eine separate Funktionsprüfung für den zweiten Anwendungsfall ist daher nicht erforderlich.

Dokumentation der Abnahmeprüfung

Die Abnahmeprüfung von Kühl- und Heizdecken ist durch Protokolle zu dokumentieren. Vorlagen hierzu sind sowohl in der VDI 6031 als auch in der BVF Schnittstellendokumentation zu finden.

Bei der Funktionsprüfung ist die komplette Deckenfläche thermografisch zu überprüfen und die Aufnahmen elektronisch abzuspeichern. Mindestens 20 % der Raumregelzonen sind zusätzlich in einem Protokoll zu dokumentieren. Hierbei sind repräsentative Bereiche hinsichtlich Raumgröße, -geometrie und -nutzung sowie Gebäude/Raumausrichtung auszuwählen. Es müssen mindestens so viele Raumregelzonen dokumentiert werden, dass sich ein repräsentatives Ergebnis darstellt. Weiterhin ist es in jedem Fall zu dokumentieren, wenn sich Auffälligkeiten wie etwa Funktionsstörungen zeigen.

Je thermografischer Einzelaufnahme ist eine maximale Deckenfläche von 30 m² zu erfassen und mit Angabe von Position und Blickrichtung der Aufnahme zu dokumentieren. Zu jeder thermografischen Aufnahme ist zusätzlich auch ein Lichtbild zu erstellen und mit Referenzverweis elektronisch abzuspeichern.

Dokumentationsunterlagen

Sofern im Leistungsverzeichnis keine besonderen Anforderungen an die Dokumentationsunterlagen beschrieben sind, erfolgen diese nach Ausführungen des Herstellers.

Üblicherweise sind mindestens nachfolgende Unterlagen enthalten.

- Produktdatenblätter
- Revisionszeichnungen / –unterlagen
- Spülprotokoll
- Druckprüfprotokoll
- Einregulierungsprotokoll
- Protokoll der Dübelprüfung
- Abnahmeprotokoll

12. Laufender Betrieb

Grundsätzlich sind Deckenkühl- und -heizsysteme wartungsfrei. Die hydraulischen Komponenten sollten nach VDMA 24186 gewartet und nach BTGA-Regel 3.003 im laufenden Betrieb die Wasserqualität nachgewiesen werden.

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

Beim Betrieb von Kühl-/Heizdecken 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.

Die Raumluftfeuchte und -temperatur ist unter Berücksichtigung der Arbeitsschutzrichtlinien sowie der bauphysikalischen Vorgaben einzuhalten.

Detaillierte Informationen zu allen wesentlichen Schritten im laufenden Betrieb sind in der *BVF-Richtlinie 15.11 Montage, Inbetriebnahme, Abnahme, Betrieb* zu finden.

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 finden Sie im Internet unter: http://www.flaechenheizung.de	

14. Literaturhinweise

Recknagel Sprenger Schrameck
Taschenbuch für Heizung + Klimatechnik 2017/2018
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 Merkblatt Metaldecken als Heiz- und Kühldecken
Technisches Handbuch Metaldecken

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 Januar 2021.

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

