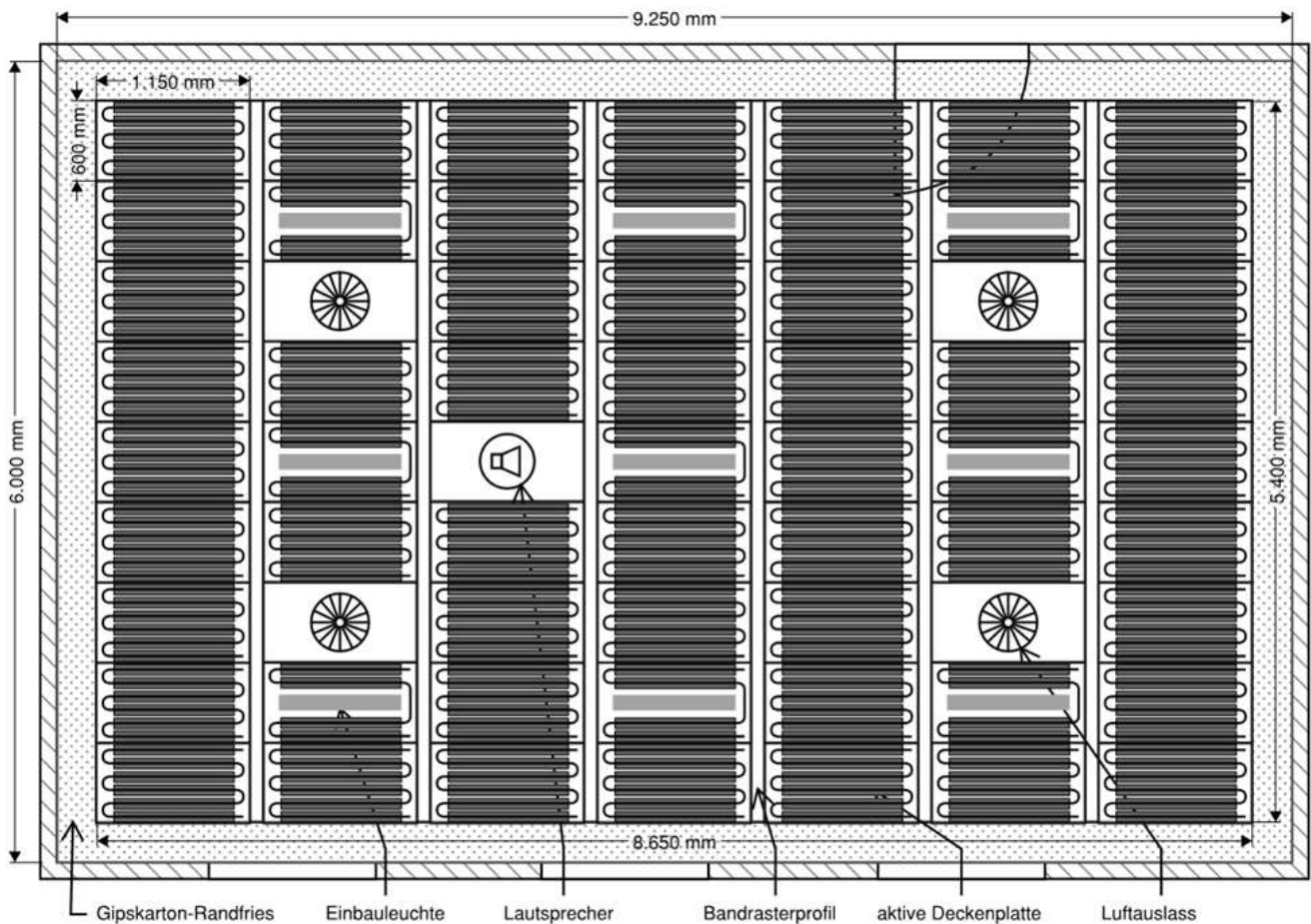


KÜHLEN UND HEIZEN MIT DECKENSYSTEMEN



Richtlinie 15.2 Planung und Auslegung

Inhalt

1.	Einleitung.....	3
2.	Beispielhafter Ablauf einer fachgerechten Planung und Auslegung	4
3.	Relevante Normen und Inhalte	5
4.	Objektspezifische Grundlagenermittlung.....	6
5.	Leistungsermittlung von Kühl- und Heizdeckensystemen	7
6.	Druckverluste und hydraulische Verschaltung.....	10
7.	Systemauswahl.....	10
8.	Ausschreibung.....	12
9.	Beispielberechnung verschiedener Systeme	14
9.1	Beispielberechnung Metaldecke Kühlfall.....	14
9.2.	Beispielrechnung Gipskartondecke Heizfall	16
9.3.	Beispielberechnung konvektive Hochleistungsdecke Kühlfall	18
9.4	Beispielrechnung Deckensegel Kühlfall	20
10.	Leistungssteigernde Maßnahmen und deren Bewertung	22
11.	Inbetriebnahme und Abnahme.....	23
12.	Abrechnung von Kühl- und Heizdeckensystemen	24
13.	BVF Gütesiegel und spezialisierte Anbieter	25
14.	Normen und Richtlinien.....	26
15.	Literaturhinweise.....	27

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-/Kälteverteilssysteme 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 zur fachgerechten Planung und Auslegung ein herstellernerutrales und technologieübergreifendes Basiswerk heraus und richtet sich an Fachkundige und Interessierte, die sich mit der Frage der Planung und Auslegung einer Kühl- und Heizdecke in Wohn- u. Nichtwohnbauten beschäftigen.

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. Beispielhafter Ablauf einer fachgerechten Planung und Auslegung

Um eine einwandfrei funktionierende Flächenheizung/-kühlung zu erhalten, ist eine detaillierte Planung erforderlich. Die Basis dafür sind die objektspezifischen Grundlagen sowie die in Kapitel 3 aufgeführten Normen und Richtlinien.

Der BVF empfiehlt rechtzeitig ein Gespräch zur Koordination zwischen Architekt, TGA Planer, Heizungsbauer, Trockenbauer und ggf. anderen Beteiligten zusammen mit dem Bauherrn zu führen, um die Gesamtplanung und Ausführung abzustimmen.

Die Heiz- und Kühllastberechnung berücksichtigt die bauphysikalischen Vorgaben. In Kombination mit der Gebäudehülle wird schon im Vorfeld auch die Anlagentechnik erfasst und energetisch bewertet. Niedrige Systemtemperaturen im Heizfall und hohe Systemtemperaturen im Kühlfall sind dabei aus energetischen und ökologischen Gründen anzustreben.

Der Leistungsermittlung von Kühl- und Heizdeckensystemen ist besondere Beachtung zu schenken. Dabei sollten nur normgerechte Leistungswerte für die Auslegung verwendet werden. Sogenannte Leistungsreserven sollten nur berücksichtigt werden, wenn diese grundsätzlich oder objektspezifisch nachweisbar sind. Geprüfte und zertifizierte Systeme sind ein wesentlicher Bestandteil für eine zuverlässig und wirtschaftlich funktionierende Anlagentechnik im Gebäude.

Aus Basis der vorliegenden Heiz- und Kühllastberechnung sowie der Leistungskennwerte der in Frage kommenden Systeme kann dann die Systemauswahl erfolgen. Architektonische Vorgaben und technische Vorgaben (siehe objektspezifische Grundlagenermittlung) spielen dabei eine wichtige Rolle. In der Ausschreibung sind alle Anforderungen und technischen Vorgaben aufzuführen.

Nach der Auftragsvergabe sind die finalen Verlegeplanungen abzustimmen und im Bauvorhaben umzusetzen. Im Anschluss erfolgen dann die fachgemäße Inbetriebnahme und Abnahme der Kühl- und Heizdeckensysteme.

3. Relevante Normen und Inhalte

DIN EN 14240: Lüftung von Gebäuden – Kühldecken – Prüfung und Bewertung

In der DIN EN 14240 ist die Ermittlung und das Prüfverfahren der Kühlleistung von Kühldecken in Prüfräumen sowie die Angabe der Leistungskennwerte und Normleistungsdaten beschrieben. Weiterhin ist dargestellt, was als aktive Fläche zur Angabe der spezifischen Kühlleistung anzusetzen ist. Die Ergebnisse aus der Leistungsmessungen nach DIN EN 14240 werden zur Berechnung der Kühlleistung bei der Planung einer Kühldecke benötigt.

DIN EN 14037: An der Decke frei abgehängte Heiz- und Kühlflächen für Wasser mit einer Temperatur unter 120 °C.

Die DIN EN 14037 gliedert sich in 5 Teile und beschreibt die Ermittlung der Heiz- und Kühlleistung von Deckenstrahlplatten sowie Kühl- und Heizdeckensystemen in verschiedenen Anwendungsbereichen. Für die in dieser Unterlage beschriebenen Systeme ist die wichtigste Anwendung die Ermittlung und Prüfung der Heizleistung in Prüfräumen sowie die Angaben der Leistungskennwerte und Normleistungen.

Zu beachten ist, dass die in der DIN EN 14037 beschriebenen aktiven Flächen als Bezugsflächen zur Angabe der spezifischen Leistung von den aktiven Flächen der zuvor beschriebenen DIN EN 14240 abweichen. Daher erfolgt für Kühl- und Heizdeckensysteme die Messung nur in Anlehnung an die DIN EN 14037 mit Angabe der spezifischen Heizleistungen bezogen auf die aktiven Flächen nach DIN EN 14240.

Die Ergebnisse aus der Leistungsmessung in Anlehnung an die DIN EN 14037 werden zur Berechnung der Heizleistung bei der Planung einer Heizdecke benötigt.

DIN EN 1264: Raumflächenintegrierte Heiz- und Kühlsysteme mit Wasserdurchströmung

Die DIN EN 1264 besteht aus 5 Teilen und beschäftigt sich mit der Bestimmung der Heiz- und Kühlleistungen, der Planung und Auslegung sowie der Installation von raumflächenintegrierten Heiz- und Kühlsystemen mit Wasserdurchströmung. Der Hauptanwendungsfall dieser Richtlinie liegt zurzeit im Bereich der Fußbodenheizung, jedoch hat diese Richtlinie auch für den Anwendungsfall Decke Gültigkeit und bietet hier wichtige Hinweise.

DIN EN 12831: Heizsysteme in Gebäuden – Verfahren zur Berechnung der Norm-Heizlast

In der DIN EN 12831 wird das Verfahren beschrieben, nach dem die Heizlast für einen Raum bzw. Gebäude ermittelt wird. Die Heizlast wiederum gibt an, welche Heizleistungen durch Raumheizeinrichtungen wie Kühl- und Heizdecken zu erbringen sind und stellt somit eine wichtige Basisinformation für die Planung von Kühl- und Heizdeckensystemen dar.

VDI 2078: Berechnung von thermischen Lasten und Raumtemperaturen (Auslegung Kühllast und Jahressimulation)

In der VDI 2078 wird das Verfahren beschrieben, nach dem die Kühllast für einen Raum bzw. Gebäude ermittelt wird. Die Kühllast wiederum gibt an, welche Kühlleistungen durch Raumkühleinrichtungen wie Kühl- und Heizdecken zu erbringen sind und stellt somit eine wichtige Basisinformation für die Planung von Kühl- und Heizdeckensystemen dar.

VDI 6031: Abnahmeprüfung von Raumkühlflächen

Die VDI 6031 beschreibt die Abnahmeprüfung von Raumkühlflächen, bestehend aus einer Konformitätsprüfung der installierten Konstruktion zur Ausführungsplanung sowie einer Funktionsprüfung, welche im Wesentlichen aus einer thermografischen Untersuchung besteht. Außerdem sind in dieser Richtlinie Beispiel-Abnahmeprotokolle enthalten.

VDI 6034: Raumkühlflächen: Planung, Bau und Betrieb

In der VDI 6034 ist das Vorgehen bei der Planung und Auslegung von Raumkühlflächen beschrieben. Hierbei wird auf die Systemauswahl, die Ermittlung der Kühlleistungen sowie Schnittstellen zu anderen Systemkomponenten bzw. Gewerken wie MSR-Technik oder Kälteerzeugung eingegangen.

4. Objektspezifische 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
- 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
- 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.

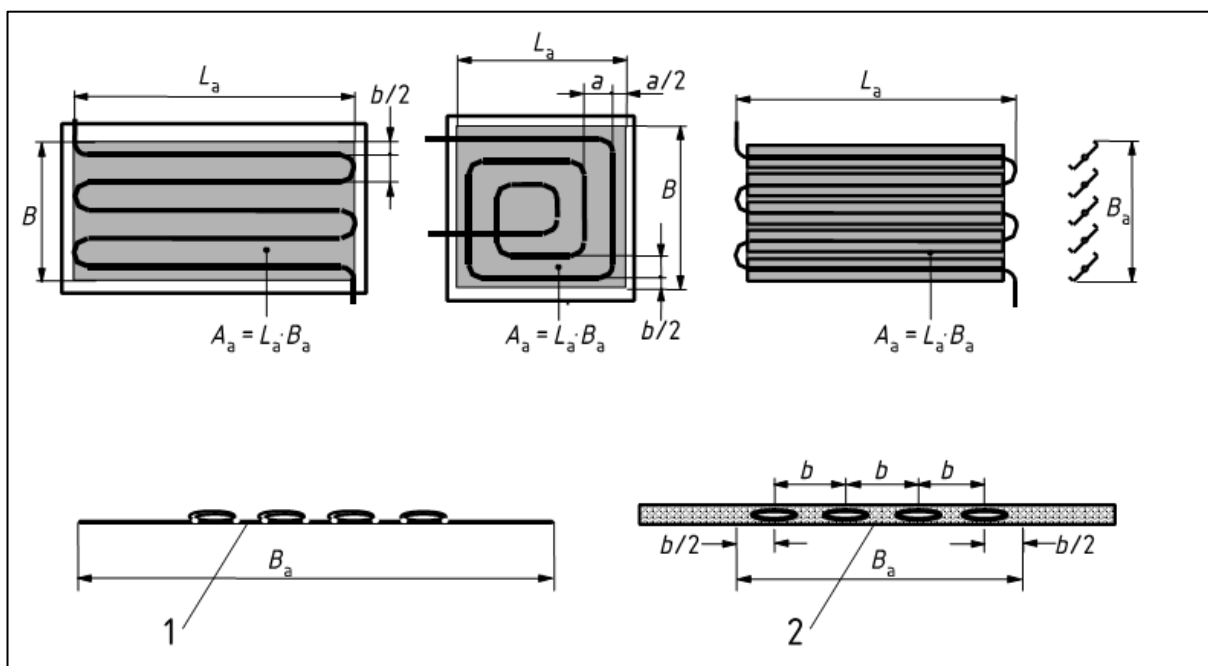
5. Leistungsermittlung von Kühl- und Heizdeckensystemen

Welche Kühl- und Heizleistungen mit Deckensystemen erreicht werden können hängt hauptsächlich von folgenden Faktoren ab.

- Konstruktiver Aufbau des Deckensystem
- Materialeigenschaften der Deckenbekleidung
- Material der Kühlregister
- Temperaturdifferenz $\Delta\theta = |\vartheta_R - (\vartheta_{VL} + \vartheta_{RL})/2|$ mit
 - Operativer Raumtemperatur ϑ_R
 - Vorlauftemperatur ϑ_{VL}
 - Rücklauftemperatur ϑ_{RL}
- Aktiver Anteil der Deckenfläche
- Geschlossene oder freie Anordnung an der Decke

Die Ermittlung der Kühlleistung von Deckensystemen erfolgt in genormten Prüfräumen und wird nach DIN EN 14240 ausgeführt. Hierbei wird eine Deckenfläche in diesen Prüfraum eingebaut und die Gesamt-Kühlleistung P bei definierten Bedingungen ermittelt. Diese Gesamtleistung der Prüffläche wird nun auf eine in der Norm definierte aktive Fläche A_a und auf eine mittlere Temperaturdifferenz $\Delta\theta$ von 8 K bezogen, wodurch sich eine spezifische Nenn-Kühlleistung P_N des geprüften Systems ergibt.

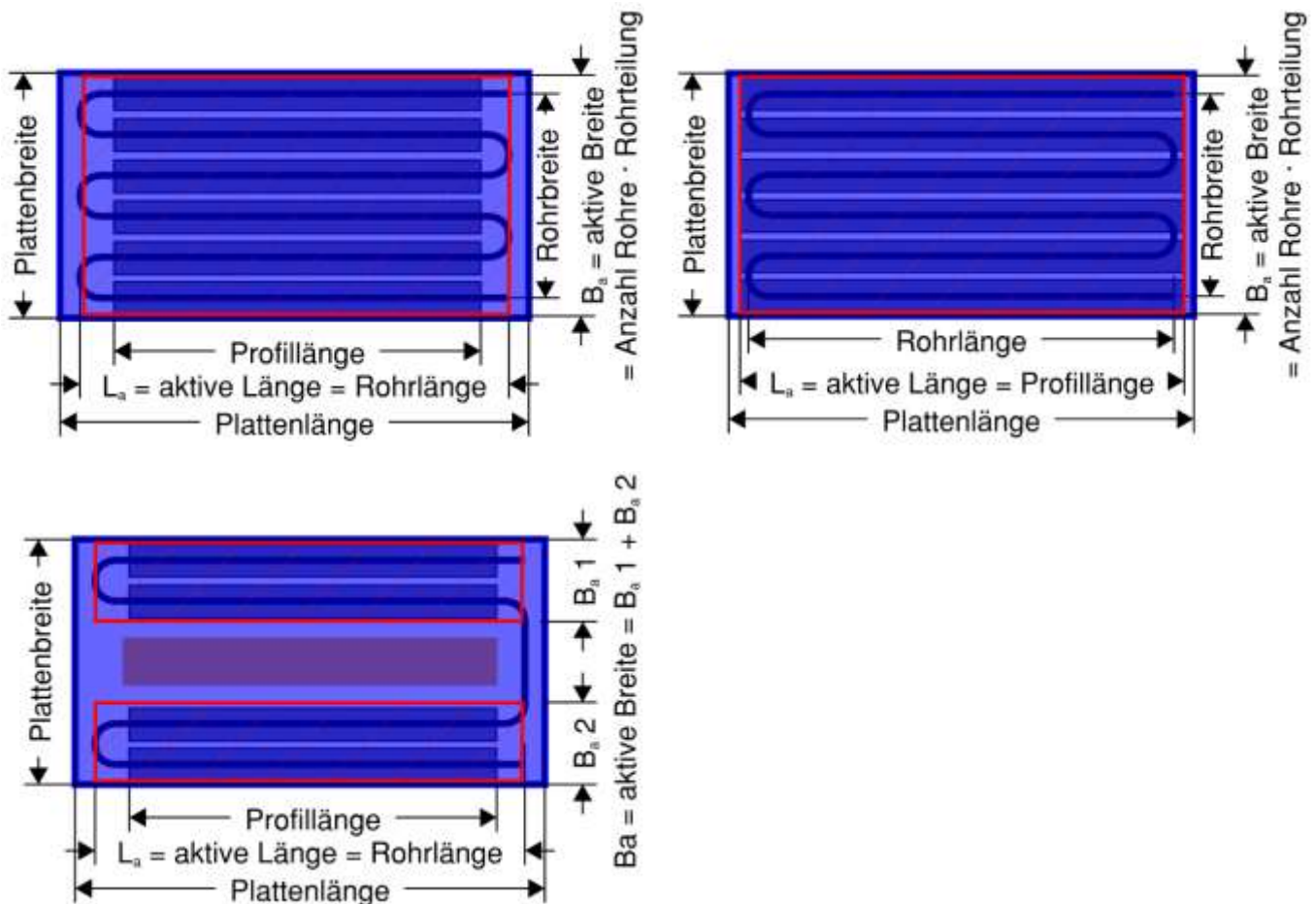
Die aktive Fläche A_a ist in der DIN EN 14240 wie folgt definiert:



Quelle: DIN EN 14240:2004 (D), Bild 2

Im Zertifizierungsprogramm Kühldecken nach DIN EN 14240 (Stand Juni 2010) der DIN CERTCO ist hierzu ergänzend folgende Definition beschrieben:

Die aktive Fläche A_a wird aus der aktiven Länge L_a und der aktiven Breite B_a berechnet. L_a ergibt sich aus dem jeweils längeren Maß der Rohre inklusive Rohrbögen oder der Profile. B_a ergibt sich aus dem Produkt der Anzahl der Rohre und der Rohrteilung. Sind die so bestimmten Maße L_a und B_a größer als die entsprechenden Plattenmaße, so sind die Plattenmaße maßgeblich zur Bestimmung der aktiven Fläche.



Als Ergebnis der Leistungsprüfung wird eine von der Temperaturdifferenz abhängige auf die aktive Fläche bezogene Leistung P_a mit den variablen Werten k und n angegeben:

$$P_a = k \cdot \Delta\theta^n$$

k charakteristischer Koeffizient

n Exponent

Die so bei Auslegungstemperaturen ermittelten Leistungsdaten fließen in die Systemauswahl und Auslegung ein. Kühldecken werden grundsätzlich oberhalb der Taupunkttemperatur betrieben. Damit wird vermieden, dass die Feuchte der warmen Raumluft sich an Rohren oder Kühlflächen absetzt, wenn die Oberflächentemperatur die Taupunkttemperatur der Raumluft unterschreitet.

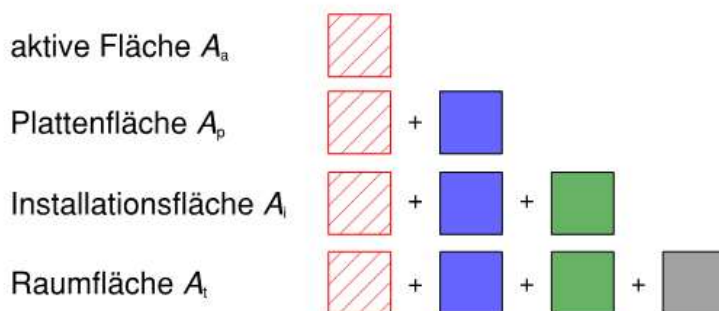
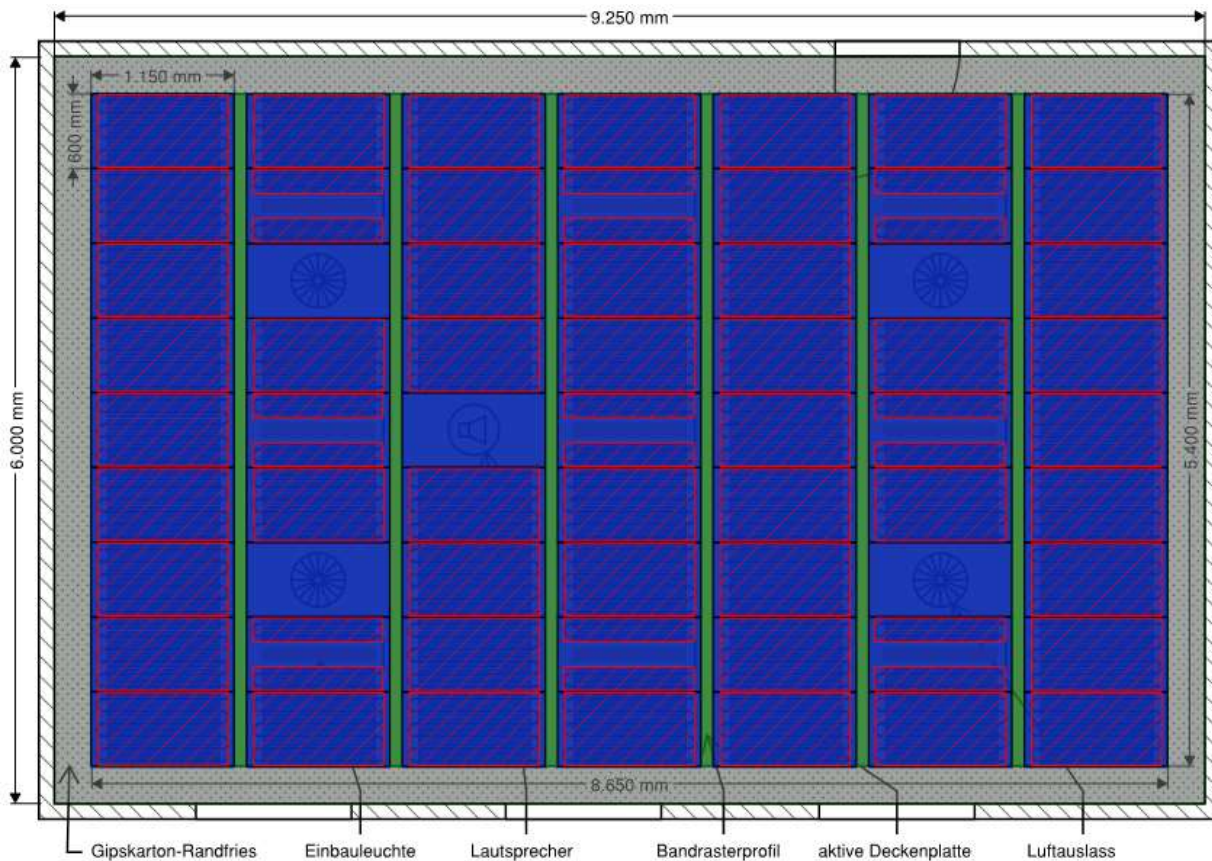
Bei den heute üblichen Systemen wird entweder die Vorlauftemperatur oberhalb des Taupunkts gehalten oder der Kühlwasserzufluss wird bei Erreichen der kritischen Temperatur zeitweise unterbrochen.

Die bei der Leistungsprüfung ermittelten Werte fließen wiederum in die Auslegung und Planung von Kühl- und Heizdeckensystemen ein. Dabei ist besonders darauf zu achten, dass die auf die aktive Fläche bezogenen Werte aus der Prüfung auch nur mit dieser aktiven Fläche in die Leistungsberechnung einfließen.

Zum Beispiel werden durch Randfriese, Einbauten oder auch durch inaktive Bereiche der Deckenkonstruktion selbst die aktiven Flächen reduziert. Im nachfolgenden Bild eines Deckenspiegels sind exemplarisch in einem Raum mit einer Bandrastermetall-Kühldecke die Flächenbezüge dargestellt.

Die Raumfläche ergibt sich aus der kompletten Fläche des Raumes. Aufgrund des vorgesehenen Randfrieses aus Gipskarton reduziert sich die Installationsfläche des Deckensystems. Die Plattenfläche der Kühldeckenplatten ist wiederum kleiner als die Installationsfläche, da hiervon noch die konstruktiven Bandraster abzuziehen sind.

Letztendlich ist die aktive Fläche nochmals kleiner als die Plattenfläche, da zum einen Randbereiche innerhalb der Platten, zum anderen Bereich mit Einbauten wie Leuchten oder Luftauslässe nicht aktiviert werden können.



6. Druckverluste und hydraulische Verschaltung

Kühl- und Heizdeckensysteme werden abhängig vom gewählten System hydraulisch so verschaltet, dass zum einen ein vorgegebener Maximalwert des Druckverlustes nicht überschritten wird, zum anderen aber auch die durch die Reynoldszahl definierte turbulente Rohrströmung gegeben ist.

Die einzelnen Kühlregister, -module oder -kreisläufe werden daher so seriell oder parallel miteinander verbunden, dass beide Bedingungen gegeben sind. Auf Grund der Vielzahl unterschiedlicher Systeme wird zur Bestimmung des Druckverlustes auf die jeweiligen Herstellerangaben sowie auf die BVF Richtlinie "15.9 Kühlen und Heizen mit Deckensystemen: Hydraulik und Regelung" verwiesen.

Als Maximalwert des Druckverlustes werden für das reine Kühldeckensystem (ohne Regelventile, Versorgungsleitungen etc.) meistens 25 bis 30 kPa angesetzt.

Im Rahmen der Entwurfs- und Ausführungsplanung können diese Maximalwerte zur Rohrnetzrechnung und Pumpenauslegung angesetzt werden.

7. Systemauswahl

Bei der Auswahl eines geeigneten Kühl- und Heizdeckensystems sind die projektspezifischen Anforderungen (siehe Kapitel 4 Objektspezifische Grundlagenermittlung) zu prüfen, um auf dieser Basis ein geeignetes System auszuwählen. Vorrangig werden hierbei die gewünschte Deckenoberfläche (Material, Farbe, Optik) sowie die geforderten Kühl- und Heizleistungen der Systeme betrachtet.

Die aktive Fläche der Kühl- und Heizdecke ergibt sich nach DIN EN 14240 aus dem Deckenspiegel unter Berücksichtigung der Deckenkonstruktion und vorgesehener Deckeneinbauten. Es ist zu beachten, dass die aktivierbare Fläche praktisch immer kleiner als die Grundfläche ist. Daher sind nach DIN EN 14240 angegebene Leistungswerte entsprechend des aktiven Flächenverhältnisses zu reduzieren. Da bei der Systemauswahl in der Regel noch keine Deckenspiegel zur Bestimmung des aktiven Flächenverhältnisses vorliegen, wird häufig im ersten Schritt eine Abschätzung auf Basis von Erfahrungswerten der Systemhersteller durchgeführt. Je nach System werden hierbei maximal aktive Flächenverhältnisse zwischen 60 und 95 % erreicht.

Ist beispielsweise für einen Raum mit einer Grundfläche von 50 m² eine Gesamt-Kühlleistung von 2750 W gefordert, ergibt sich eine auf die Grundfläche bezogene Kühlleistung von 55 W/m². Unter der Annahme eines aktiven Flächenverhältnisses von 65 % ergibt sich somit eine geforderte Kühlleistung von $55 \text{ W/m}^2 / 65 \% = 84,6 \text{ W/m}^2$ aktiv bezogen auf die aktive Fläche nach DIN EN 14240. Auf dieser Basis kann unter Berücksichtigung der gewählten Auslegungstemperaturen ein Kühldeckensystem ausgewählt werden.

Eine Übersicht der erreichbaren Leistungen verschiedener Systeme ist ausfolgender Auflistung zu entnehmen:

Spezifische Kühlleistungen bezogen auf die aktive Fläche nach DIN EN 14240

Systemart	Kühlleistung bei $\Delta\theta = 8 \text{ K}$	Kühlleistung bei $\Delta\theta = 10 \text{ K}$
Geschlossene Metalldecken	ca. 55 – 90 W/m ² aktiv	ca. 70 – 110 W/m ² aktiv
Frei abgehängte Metalldeckensegel	ca. 65 – 110 W/m ² aktiv	ca. 80 – 140 W/m ² aktiv
Geschlossene Gipskartondecken	ca. 40 – 75 W/m ² aktiv	ca. 50 – 95 W/m ² aktiv
Frei abgehängte Gipskartonsegel	ca. 55 – 95 W/m ² aktiv	ca. 70 – 120 W/m ² aktiv
Geschlossene Lehmbaudecken	ca. 45 – 80 W/m ² aktiv	ca. 55 – 100 W/m ² aktiv
Frei abgehängte Lehmbausegel	ca. 55 – 95 W/m ² aktiv	ca. 70 – 120 W/m ² aktiv
Konvektive Hochleistungsdecken	ca. 95 – 120 W/m ² aktiv	ca. 120 – 150 W/m ² aktiv
Eingeputzte Systeme	ca. 40 – 65 W/m ² aktiv	ca. 50 – 85 W/m ² aktiv
Betonkernaktivierung / Betonkerntemperierung	ca. 25 – 35 W/m ² aktiv	ca. 30 – 45 W/m ² aktiv
Oberflächennahe Bauteilaktivierung	ca. 50 – 70 W/m ² aktiv	ca. 60 – 75 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 $\Delta\theta = 15 \text{ K}$
Geschlossene Metalldecken	ca. 50 – 80 W/m ² aktiv	ca. 75 – 120 W/m ² aktiv
Frei abgehängte Metalldeckensegel	ca. 55 – 100 W/m ² aktiv	ca. 80 – 150 W/m ² aktiv
Geschlossene Gipskartondecken	ca. 35 – 70 W/m ² aktiv	ca. 50 – 105 W/m ² aktiv
Frei abgehängte Gipskartonsegel	ca. 45 – 80 W/m ² aktiv	ca. 65 – 120 W/m ² aktiv
Geschlossene Lehmbaudecken	ca. 40 – 75 W/m ² aktiv	ca. 55 – 110 W/m ² aktiv
Frei abgehängte Lehmbausegel	ca. 45 – 80 W/m ² aktiv	ca. 65 – 120 W/m ² aktiv
Konvektive Hochleistungsdecken	ca. 60 – 100 W/m ² aktiv	ca. 90 – 150 W/m ² aktiv
Eingeputzte Systeme	ca. 35 – 60 W/m ² aktiv	ca. 50 – 90 W/m ² aktiv
Betonkernaktivierung / Betonkerntemperierung	ca. 20 – 30 W/m ² aktiv	ca. 30 – 45 W/m ² aktiv
Oberflächennahe Bauteilaktivierung	ca. 60 – 70 W/m ² aktiv	ca. 65 – 95 W/m ² aktiv

8. 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 / Einlagen 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

- Zu erbringende Leistungen im Rahmen der Inbetriebnahme
 - Druckprobe
 - Füllen (Anforderungen an die Wasserbeschaffenheit beachten)
 - Spülen
 - Einregulieren
 - Thermografie
- **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 oder Metall die ATV DIN 18340, für Putzdecken die ATV DIN 18350 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.

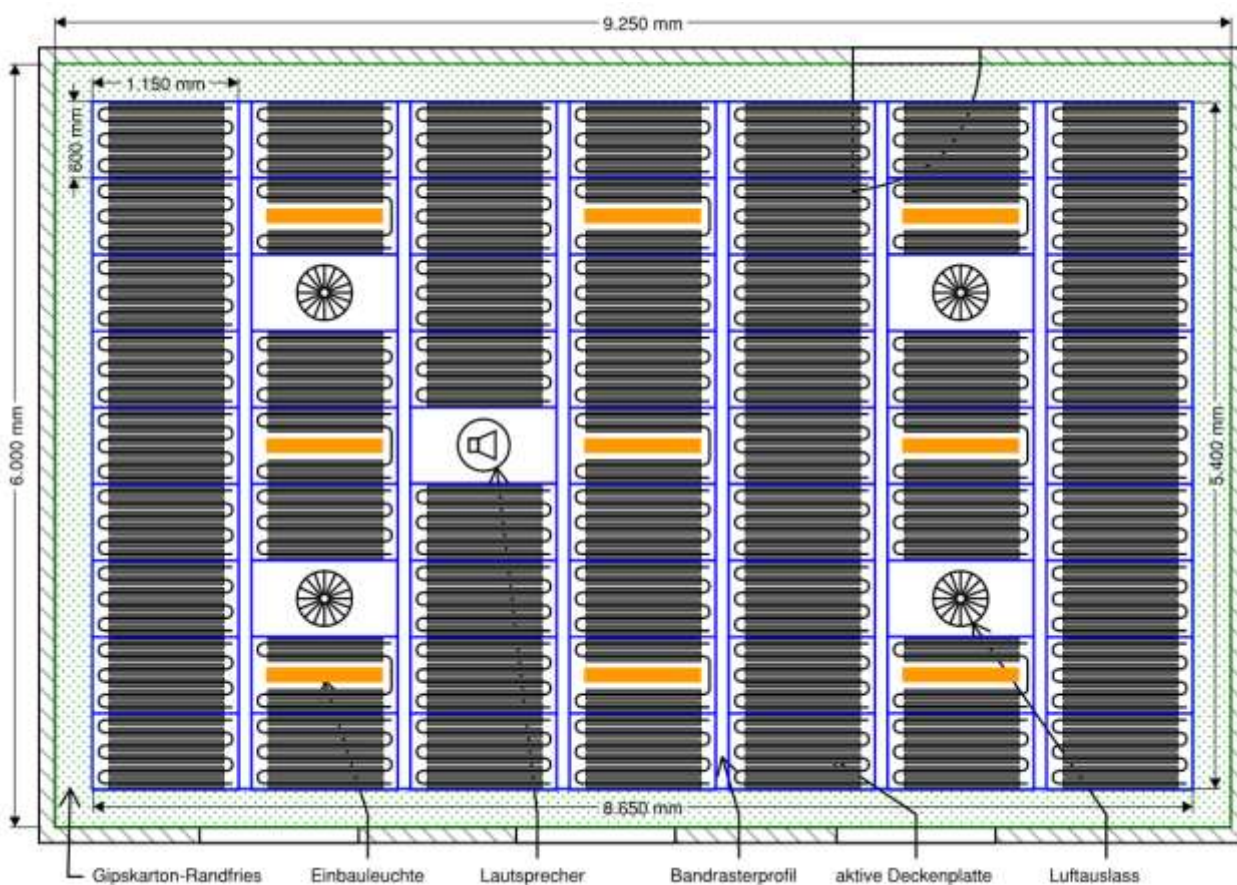
9. Beispielberechnung verschiedener Systeme

Um die Leistung einer Kühldecke zu ermitteln ist es erforderlich, die mögliche Belegung mit aktiven Kühlelementen zu kennen. Dies ergibt sich in der Regel aus einem Deckenspiegel, aus dem die komplette Geometrie der Decke sowie alle Einbauten wie etwa Leuchten, Lautsprecher, Luftauslässe oder Melder hervorgehen.

Zur Veranschaulichung führen wir in Folge 4 Beispiele gängiger Systeme für den Kühl- bzw. Heizfall an. In den detaillierteren Richtlinien für die einzelnen Konstruktionsarten BVF Richtlinie 15.4. bis 15.8 werden für die dort aufgeführten Systeme ebenfalls Beispielrechnungen aufgeführt.

9.1 Beispielberechnung Metalldecke Kühlfall

Als Basis der Beispielberechnung soll ein vorgegebener Deckenspiegel dienen.



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

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

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:

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

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 Heiz- und Kühldecke in jedem Fall die aktive Belegung berücksichtigt werden muss.

9.2. Beispielrechnung Gipskartondecke Heizfall

Basis der Berechnung ist ein vorliegender Deckenspiegel mit folgenden Angaben

- Raumgeometrie (Fläche, Raumhöhe)
- Fugen
- Licht-, Ton- und Löschtechnik, Lüftungsvorrichtung
- Brandschutz- und Akustikanforderung

Diese Angaben haben Auswirkungen auf den verfügbaren Platz zur Anordnung der Heiz-/Kühlflächen sowie auf die spezifische thermische Leistung. Daraus ergibt sich die verfügbare Gesamtleistung. Diese wird abgeglichen mit dem Leistungsbedarf und sodann das erforderliche Systemtemperaturniveau für diesen Heizleistungsbedarf festgelegt.

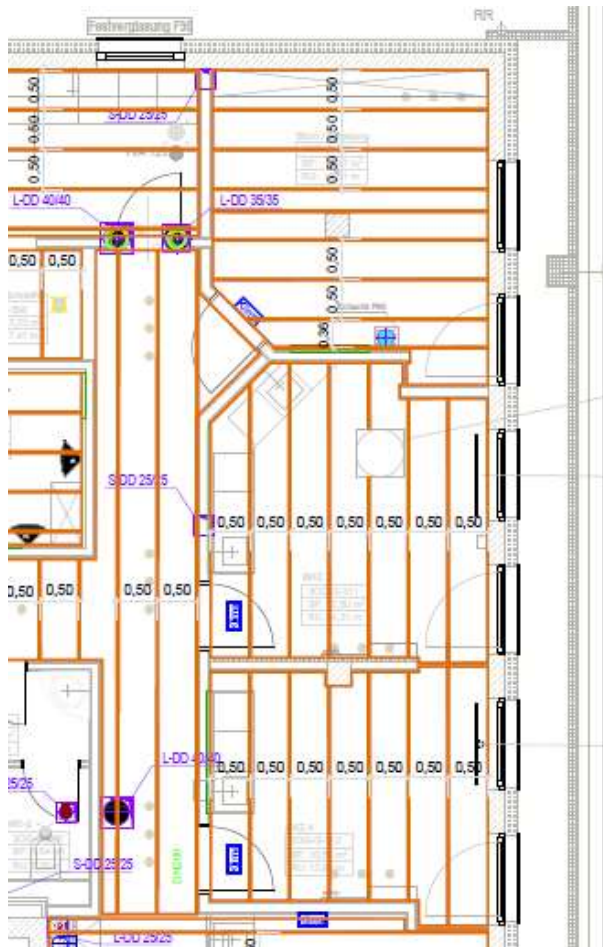
Zur Geometrie:

<u>Deckentyp</u>	<u>Achsmaß Unterkonstruktion</u>	<u>Abmessung Kühl-/Heizmodul</u>
Akustikdecke	333 mm	217 mm
Einfach GK Decke	500 mm	429 mm

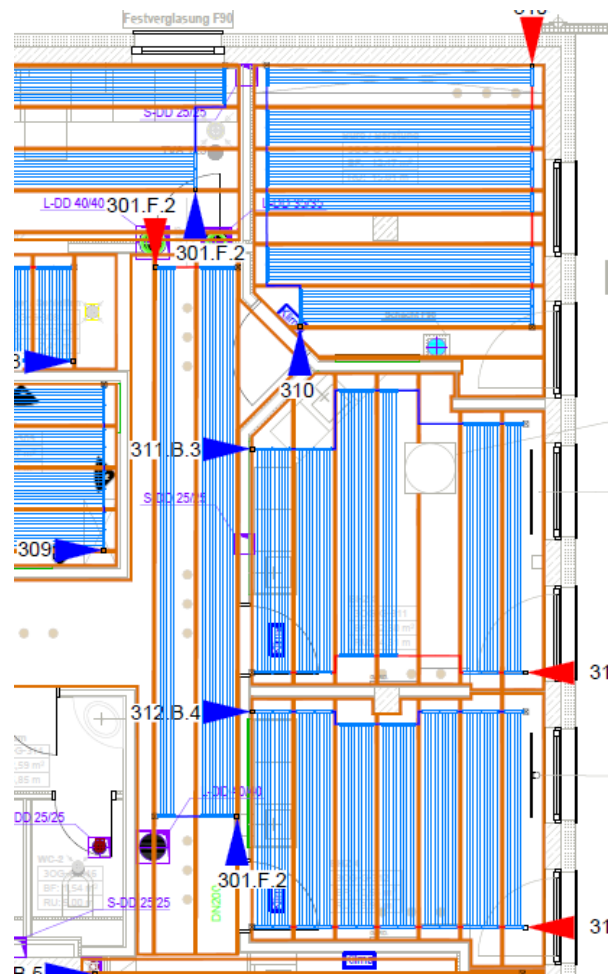
Beispiel:

Die Trockenbauplanung erfolgt im Zusammenspiel mit der Heizflächenplanung.

Für die vorgesehenen Auslässe für Licht, Lösch- und Lüftungsvorrichtungen werden Freiflächen ohne Registerfelder vorgesehen. LED basierte Lichttechnik kann ggf. innerhalb der aktiven Flächen angeordnet werden und behindert daher die Kühl- und Heizmodule nicht (thermisch). Für die Anordnung der Lüftungsvorrichtungen sind Freiflächen vorgesehen.



Darstellung mit Unterkonstruktion



Darstellung mit Unterkonstruktion und Belegung

Mit dieser abgestimmten Anordnung ist die aktive Fläche bekannt und es erfolgt die Definition der thermischen Gesamtleistung, der Hydraulik sowie der Größe der Heizkreise.

Die beispielhafte Variante ist eine Orientierung für den Neubau. Sie kann im konkreten Anwendungsfall angepasst werden, also auch auf geringere Vorlauftemperaturen. Die Temperaturspreizung zwischen Vor- und Rücklauf liegt im Beispiel bei 4K, diese ist systemabhängig bzw. kann individuell angepasst werden.

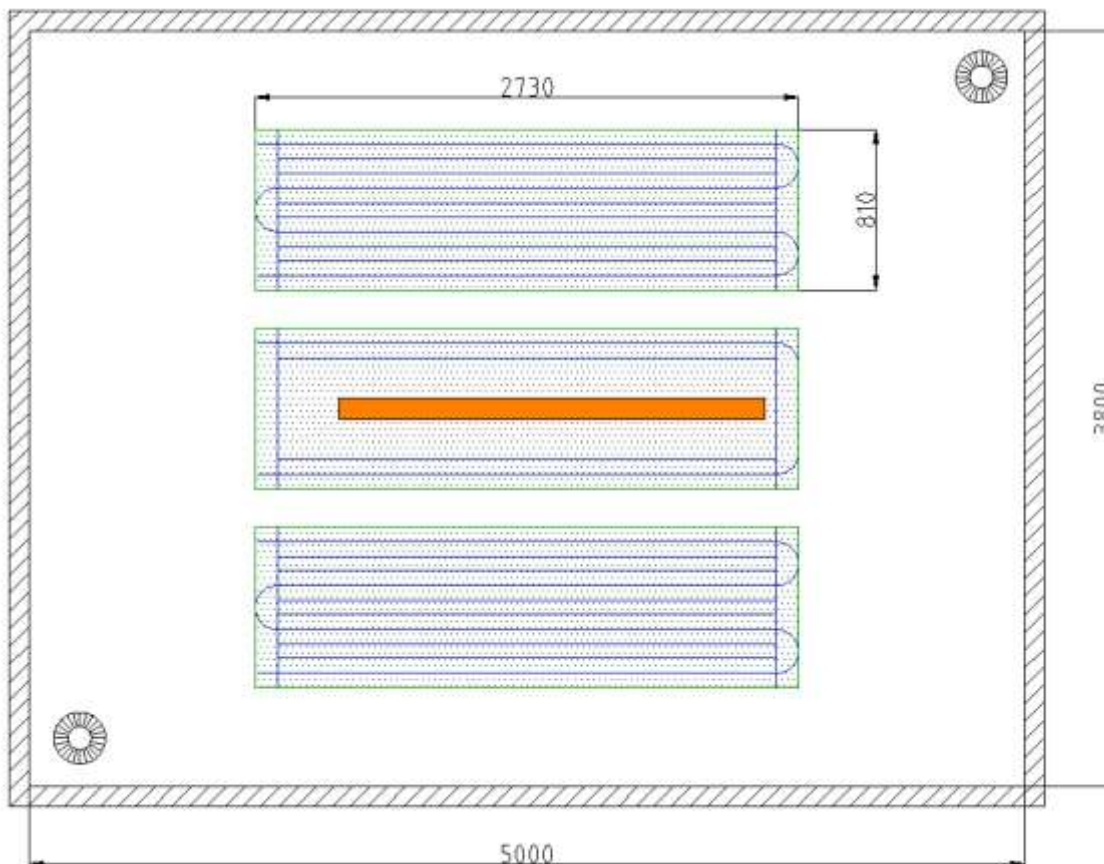
Die Leistungsangaben sind beispielhafte Durchschnittswerte und von individuellen Gebäude- und Nutzungsbedingungen abhängig. Die jeweilige durchschnittliche Oberflächentemperatur errechnet sich aus der durchschnittlichen Systemtemperatur, dem Wärmedurchgang der GK Platte / Akustikplatte und der Belegungsrate.

Im genannten Beispiel für Neubau und Altbau liegt die durchschnittliche Oberflächentemperatur innerhalb des empfohlenen Temperaturbereiches (gemäß DIN EN 1264 maximal 29 Grad). Bei besonders hohen Decken und eingeschränkter Belegungsfläche oder höherem Wärmebedarf ist eine höhere als die hier angegebene Vorlauftemperatur zu wählen.

	VL/RL/RT	spez. Leistung der aktiven Heizregister	Belegungs- rate	Spezifische Leistung der Deckenfläche inkl. Leerflächen
für Neubau				
gelochte Akustikdecke	35/31/20°C	62 W/m ² aktiv	65%	40,3 W/m ²
einfache GK Decke	35/31/20°C	65 W/m ² aktiv	70%	45,5 W/m ²
für Altbau				
gelochte Akustikdecke	38/34/20°C	79 W/m ² aktiv	65%	51,4 W/m ²
einfache GK Decke	38/34/20°C	81 W/m ² aktiv	70%	56,7 W/m ²

9.3. Beispielberechnung konvektive Hochleistungsdecke Kühlfall

Analog zu den Metaldeckensystemen ist die Leistung der konvektiven Hochleistungsdecke von der Anzahl und der Bauart der aktiven Elemente abhängig, trotzdem unterscheiden sich die beiden Deckentypen untereinander maßgeblich. Der größte Unterschied zu der Metaldecke liegt im Belegungsgrad der Deckenfläche, da in den meisten Fällen ein kleinerer Flächenanteil aktiviert wird. Der zweite Unterschied zur Metaldecke, wie im Bild 2 zu sehen, ist die Ermittlung der aktiven Fläche – entsprechend der Methodik nach DIN EN 14240 gleicht die aktive Fläche dieser Elemente der Plattenfläche A_p (projizierte Fläche) (siehe Kapitel 5.). Das heißt also, dass unterschiedliche Aufbauten der Elemente bei gleicher aktiver Fläche auch unterschiedliche spezifische Leistungen P_a aufweisen.



Beispiel Raumauslegung

Aus der Raumauslegung kann nun ermittelt werden, welche aktive Fläche installiert ist. Hierzu müssen die einzelnen Kühlmodule angeschaut werden, da die aktive Fläche in der Regel kleiner als die Deckenfläche ist. Mit nachfolgendem Beispiel einer Hochleistungsdecke soll die Ermittlung der aktiven Fläche und der absoluten Leistung verdeutlicht werden.

Die aktive Deckenfläche der einzelnen Kühlelemente ergibt sich wie folgt:

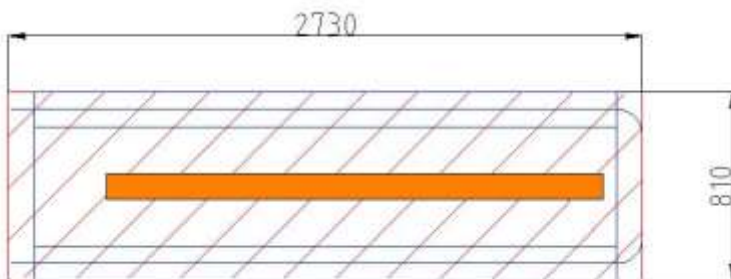
Kühldeckentyp 1, ohne Ein- und Zwischenbauteile (2 Stück):



Kühlelementfläche:
 $2,73\text{m} \times 0,81\text{m} = 2,18\text{m}^2$

Aktive Fläche je Kühlelement:
 $2,73\text{m} \times 0,81\text{m} = 2,18\text{m}^2$

Kühldeckentyp 2, mit Einbauleuchte, (1 Stück):



Kühlelementfläche:
 $2,73\text{m} \times 0,81\text{m} = 2,18\text{m}^2$

Aktive Fläche je Segel:
 $2,73\text{m} \times 0,81\text{m} = 2,18\text{m}^2$

Hinweis: Typ 1 und Typ 2 haben zwar die gleichgroße aktive Fläche, aber unterschiedliche spezifische Leistungen!

In oben beschriebenen Beispielraum ergeben sich somit nachfolgende Flächen:

Raumfläche: $5,0\text{ m} \times 3,8\text{ m} = 19,00\text{ m}^2$

Installationsfläche: $3 \times 2,73\text{ m} \times 0,81\text{ m} = 6,63\text{ m}^2$

Aktive Fläche: $3 \times 2,73\text{ m} \times 0,81\text{ m} = 6,63\text{ m}^2$

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

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

An der Stelle ist wichtig zu erwähnen, dass die zu erwartende spezifische Leistung der beiden Kühldeckentypen unterschiedlich groß ist. Das heißt, die beiden Kühldeckentypen haben zwar die gleiche aktive Fläche, aber unterschiedliche spezifische Leistungen bzw. unterschiedliche Koeffizienten und Exponenten in der Gleichung für die Leistungsberechnung. Zum Beispiel:

Koeffizient:	$k_1 = 11,49$	$k_2 = 7,06$
Exponent:	$n_1 = 1,161$	$n_2 = 1,134$

Somit ergibt sich folgende spezifische Kühlleistung:

$$P_{a1} = k \cdot \Delta\theta^n = 11,49 \cdot (8,5 \text{ K})^{1,161} = 137,8 \text{ W/m}^2_{\text{aktiv}}$$

$$P_{a2} = k \cdot \Delta\theta^n = 7,06 \cdot (8,5 \text{ K})^{1,134} = 79,9 \text{ W/m}^2_{\text{aktiv}}$$

Die Gesamt-Kühlleistung des Beispielraums beträgt somit:

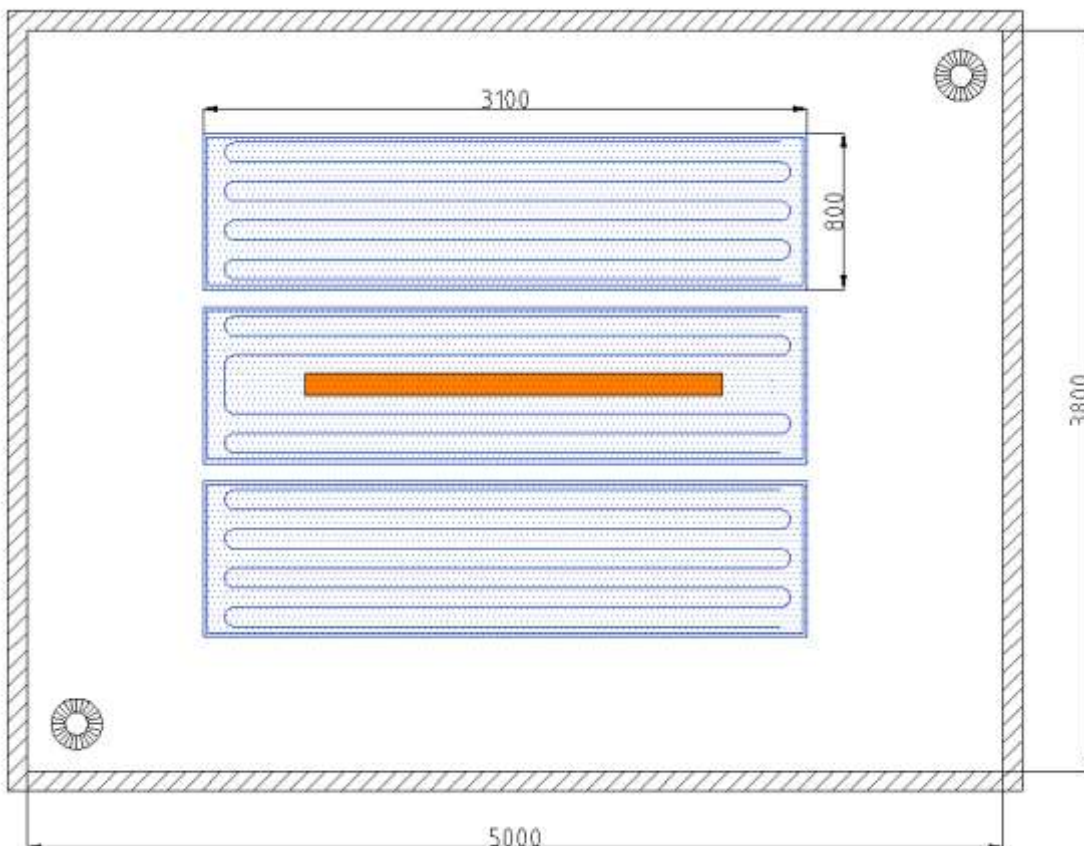
$$P = 2x A_a \times P_{a1} + 1x A_a \times P_{a2} = 2x 2,18 \text{ m}^2 \times 137,8 \text{ W/m}^2_{\text{aktiv}} + 1x 2,18 \text{ m}^2 \times 79,9 \text{ W/m}^2_{\text{aktiv}} = 775 \text{ W}$$

Das Beispiel zeigt, dass bei der Ermittlung der Gesamtleistung nicht nur die Belegung, sondern insbesondere auch die korrekte spezifische Leistung eine wichtige Rolle spielt.

9.4 Beispielrechnung Deckensegel Kühlfall

Die Berechnung der Kühlleistung der Deckensegel erfolgt ähnlich zu der Berechnung der geschlossenen Metalldecke. 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.



Aus der Raumauslegung 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.

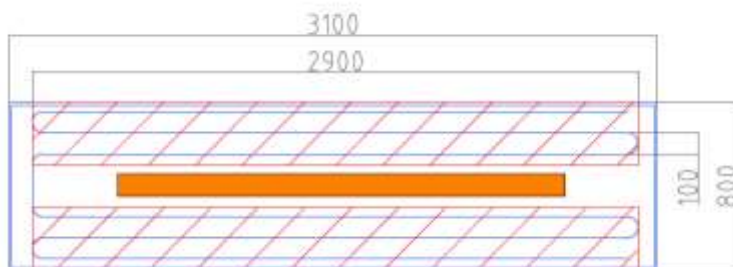
Die aktive Deckenfläche der einzelnen Kühlsegel ergibt sich wie folgt:

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:
 $8\text{Röhre} \times 0,1\text{m} \times 2,9 = 2,32\text{m}^2$

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:
 $6\text{Röhre} \times 0,1\text{m} \times 2,9 = 1,74\text{m}^2$

In oben beschriebenen Beispielfraum ergeben sich somit nachfolgende Flächen:

Raumfläche:	5 m x 3,80 m	= 19 m ²
Installationsfläche:	3 x 3,10 m x 0,8 m	= 7,44 m ²
Aktive Fläche:	2 St x 2,32 m ² + 1 St · 1,74 m ²	= 6,38 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	=	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.

10. Leistungssteigernde Maßnahmen und deren Bewertung

Um die Leistungen unterschiedlicher Kühldeckensysteme vergleichen zu können, müssen labortechnische Leistungsprüfungen gemäß DIN EN 14240:2004, "Lüftung von Gebäuden-Kühldecken Prüfung und Bewertung" in einem Prüflaboratorium durchgeführt werden.

Diese europäische Norm legt Prüfverfahren zur Bestimmung der Kühlleistung von Kühldecken oder anderen größeren Kühlflächen fest. Ziel dieser Norm ist es, vergleichbare und reproduzierbare Produktkennwerte zur Verfügung zu stellen. Die hier beschriebene Prüfanordnung in einem geschlossenen Prüfraum mit gleichmäßig angeordneten Kühllasten sowie adiabaten Umgebungsflächen stellt den ungünstigsten Betrachtungsfall da.

Durch diese Prüfanordnung erfolgt die Leistungsabgabe zu einem großen Teil auf Strahlungsbasis.

Die Nennkühlleistungen werden in DIN EN 14240 bei einer mittleren Untertemperatur des Kühlmediums von -8 K angegeben. In der Praxis gewählte, nach unten abweichende Temperaturbedingungen (bis max. -10 K) wirken sich leistungssteigernd aus und lassen sich durch die in der Prüfung ermittelte Leistungskurve ermitteln.

Die von den Herstellern genannten Leistungen sollten sich aus Gründen objektiver Vergleichbarkeit grundsätzlich auf die gemessenen Normleistungen bei -8K gemäß DIN EN 14240 beziehen. In jedem Fall ist eindeutig kenntlich zu machen, bei welchen Auslegungstemperaturen die genannten Leistungswerte erreicht werden.

Dies ist jedoch nicht die Praxis. Baulich bedingte Einflüsse haben direkte, in der Regel leistungssteigernde Auswirkungen auf die Leistungsabgabe der Kühldecke. Je nach Ausprägung der örtlichen Randbedingungen können sich deutlich höhere Leistungen einstellen.

Dazu zählen zum Beispiel:

- Umlaufende Randfugen in der Abhangdecke
- Lüftungsanlage mit Lüftungsauslässen
- Temperatur der Fassade und der Umgebungsflächen
- Art der Belegung (z.B. Entfernung von Fassade und Fensterflächen)
- Art des Lasteintrags (symmetrisch/asymmetrisch)

Die Steigerung der Leistung durch die zuvor genannten Maßnahmen ist dabei stark von den Gegebenheiten der jeweiligen Einbausituation abhängig. Hier liegt es in der Verantwortung des Herstellers, die jeweils mit Praxis und Erfahrungsbezug abschätzenden Leistungssteigerungen bei der Auslegung des gewählten Kühldeckensystems zu benennen.

Grundsätzlich sind leistungssteigernde Angaben zur Normleistung nach DIN EN 14240 kritisch zu betrachten, sofern Sie nicht durch projektspezifische wissenschaftliche Untersuchungen nachgewiesen sind.

Für ähnliche Systeme auch verschiedener Hersteller sind hierbei die gleichen leistungssteigernden Auswirkungen zu erwarten, so dass diese für die Vergleichbarkeit nicht relevant sind. Der BVF empfiehlt für die Vergleichbarkeit von Leistungen unterschiedlicher Systeme die Normkühlleistung nach DIN EN 14240 zu Grunde zu legen.

11. Inbetriebnahme und Abnahme

Druckprobe gemäß EN 1264-4

Die Dichtheit der Heiz-/Kühlkreise der Kühl- und Heizdecke wird unmittelbar nach der Montage durch eine Druckprobe sichergestellt. Der Prüfdruck mit Wasser beträgt hier abweichend von der VOB C (DIN 18380) mindestens 1,3-mal maximaler Betriebsdruck (p_{Anlage}) und nicht mehr als 6 bar. Bei Luft beträgt der Prüfdruck maximal 3 bar.

Die Dichtheitsprüfung erfolgt abschnittsweise. Es ist sicherzustellen, dass weitere Anlagenteile vor zu hohem Druck geschützt werden (z.B. durch Hauptabsperren vor den Verteilern oder sonstigen Komponenten). Zur Dokumentation der Druckprobe sollte das Protokoll P1.1 aus der [Schnittstellenkoordination](#) verwendet werden.

Füllen, Spülen, Entlüften gemäß EN 1264-4

Bei dem fachgerechten Befüllen und Spülen der Anlage ist durch Spüleinrichtungen sicher zu stellen, dass jegliche Luft oder Luftbläschen aus dem System der Deckenkühlung und -heizung beseitigt sind.

Kühldeckensysteme 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 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.

Für das Befüllen der Anlage sind u. a. die nachstehenden Normen, Regelwerke und Richtlinien zu beachten:

VDI 2035 „Vermeidung von Schäden in Warmwasser-Heizungsanlagen“ Blatt 1 + 2

BTGA Fachregel 3.003 „Geschlossene Wassergeführte Kalt-bzw. Kühlwasserkreisläufe-zuverlässiger Betrieb unter wassertechnischen Aspekten“

DIN EN 12828 „Heizungsanlagen in Gebäuden- Planung von Warmwasser-Heizungsanlagen“

VDZ Leitfaden „Druckhaltung und Wasserbeschaffenheit von Heizungsanlagen

VDI 4708 „Druckhaltung, Entlüftung und Entgasung“

Zur Dokumentation des Spülens sollte das Protokoll P10 aus der [Schnittstellenkoordination](#) verwendet werden.

Einregulierung und hydraulischer Abgleich

Nach der fachgerechten Befüllung, Entlüftung und Probetrieb der Kühl- und Heizanlage hat der hydraulische Abgleich gemäß der Volumenstromberechnung nach EN 1264 zu erfolgen.

Der hydraulische Abgleich je Raum bzw. Zone erfolgt in der Regel über kombinierte Einregulier- und Regelventile, vorzugsweise in Verbindung mit vorgeschalteten Differenzdruckreglern je Strang/Gruppe.

Für ideale Bedingungen nicht nur im Auslegungsfall sondern auch unter Teillast sorgen Druckunabhängige Einregulier- und Regelventile je Raum bzw. Zone. Dieser sogenannte dynamische Abgleich gewährleistet eine richtige Verteilung und Einhaltung der erforderlichen Heiz- bzw. Kühlwasserströme unter allen Betriebszuständen. Alternativ sind elektronische Abgleichorgane verwendbar.

Funktionsprüfung

Die Funktionsprüfung dient zur Überprüfung der beheizten bzw. gekühlten Deckenkonstruktion. Herstellerangaben sind zu berücksichtigen.

Für die Funktionsprüfung sollte das Protokoll P5 aus der Schnittstellenkoordination verwendet werden.

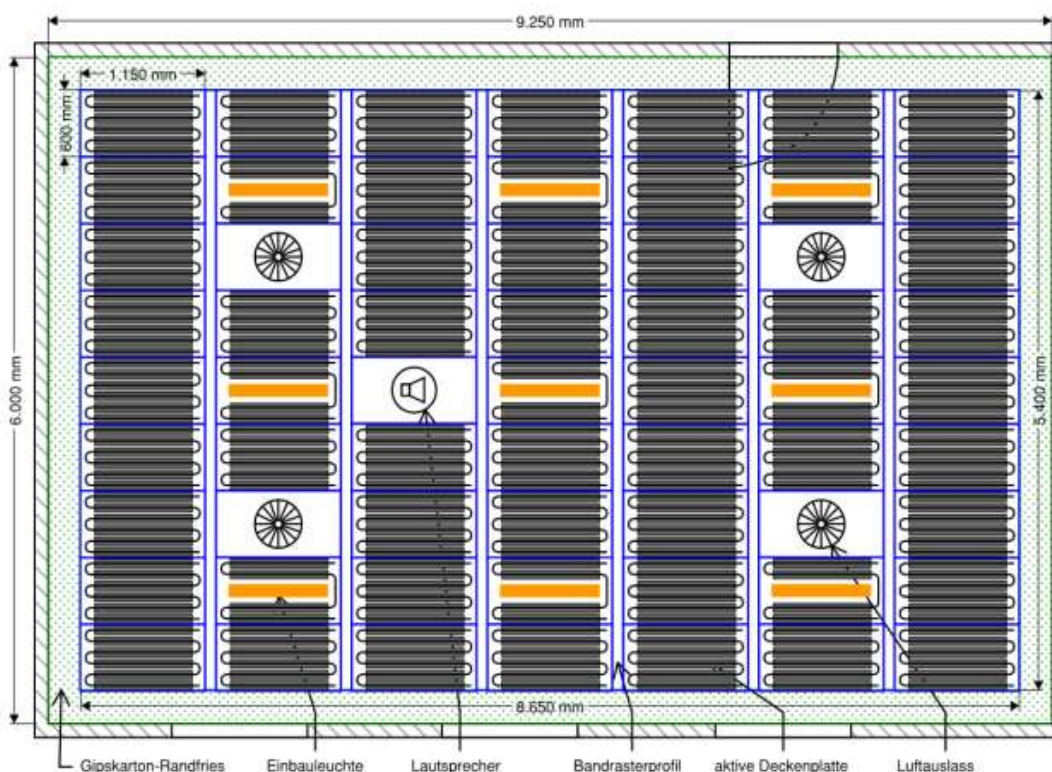
Es ist ggf. als Funktionsprüfung eine Thermografie für den Kühl- und den Heizfall anzufertigen. Für die Dokumentation der Thermografie sollte das Mess-Protokoll P9 aus der [Schnittstellenkoordination](#) verwendet werden.

Ferner ist die Raumtemperaturregelung sowie die Taupunktüberwachung bzw. die Taupunktregelung auf Funktion zu überprüfen.

12. Abrechnung von Kühl- und Heizdeckensystemen

Die Abrechnung von Heiz- und Kühldecken als Trockenbausystem erfolgt gemäß ATV DIN 18340, bei eingeputzten Systemen nach ATV DIN 18350. Als abzurechnende Fläche ist hierbei die komplette Unterdeckenfläche anzusetzen, unabhängig von der Verteilung aktiver und inaktiver Bereiche oder Elemente gemäß 5.2.1 bis 5.2.7. Im Vorfeld ist die auf die Abrechnungsfläche bezogene, geschuldete Heiz- bzw. Kühlleistung bei Auslegungstemperaturen zu definieren, z.B. durch Angabe der Leistung und des aktiven Flächenverhältnisses nach DIN EN 14240 oder DIN EN 14037. Weiterhin haben auch die in der ATV DIN 18340 bzw. ATV DIN 18350 definierten Abrechnungs- und Übermessungsregeln Gültigkeit.

Beispiel: Die Abrechnungsfläche $A = 9,25\text{ m} \times 6,0\text{ m}$ abzüglich der Einbauten



13. 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



14. Normen und Richtlinien

DIN EN 14240	Lüftung von Gebäuden - Kühldecken - Prüfung und Bewertung;
DIN EN 14037	An der Decke frei abgehängte Heiz- und Kühlflächen für Wasser
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 Klimaanlagen und Raumkühlsysteme
DIN 1946-6	Erstellen eines Lüftungskonzepts
ATV DIN 18380	Heizungsanlagen und zentrale Wassererwärmungsanlagen
ATV DIN 18340	Trockenbauarbeiten
ATV DIN 18350	Putz- und Stuckarbeiten
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
Weitere wertvolle Hinweise und Informationen können im Internet unter: http://www.flaechenheizung.de	

15. 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 2019

Fachverband Gebäude Klima e.V

Raumkühlung durch flächenorientierte Systeme

(Download unter https://downloads.fgk.de/89_Raumkuehlsysteme.pdf)

TAIM e.V.

Technisches Merkblatt Metalldecken als Heiz-und Kühldecken

Technisches Handbuch Metalldecken

Disclaimer:

Die in dieser Broschüre genannten relevanten Normen und Arbeitsblätter sind auf dem Stand Januar 2020.

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 aus- zugswisei- ser Verwertung, erhalten

Falls nicht anders angegeben alle Bilder Quelle: BVF

