

Grundlagen und Definitionen



Kühldecken

- Strahlungskühldecke
- Konvektionskühldecke
- Kühldeckensegel
- Lüftung
- Kühlleistungsberechnung
- Akustik
- Regelungsbeispiele

Grundlagen und Definitionen	2	Technische Daten	5
Funktion	3	Erläuterungen	7

Grundlagen und Definitionen

Kühldeckenarten

Kühldecken und Kühldeckensegel nehmen an ihren Oberflächen Wärme aus dem Raum auf und übertragen diese an das Transportmedium Wasser. Kühldecken sind in der Regel vollflächige abgehängte Decken, die nach dem Strahlungsprinzip wirken. Kühldeckensegel bestehen aus Kühldeckenpaneelen in einer offenen Verlegung mit Zwischenräumen. Die Kühlelemente haben üblicherweise auch an der Oberseite Kontakt zur Raumluft, wodurch ein erhöhter Konvektionsanteil gegeben ist.

Strahlungskühldecken Geschlossene Strahlungskühldecken nehmen den größten Teil (> 50 %) der Kühlleistung durch Strahlung auf. Die Oberflächen der Wärmequellen, wie Menschen, Büromaschinen und Leuchten, strahlen Wärme zur Oberfläche der Kühldecke. Die Wärme wird zum größten Teil vom Material der Kühldecke aufgenommen, weitergeleitet und an das kältere Wasser abgegeben. Zusätzlich zur Strahlung kühlt sich die Raumluft an der Unterseite der Kühldecke ab. Da die Abkühlung relativ gleichmäßig an der gesamten Deckenfläche erfolgt, bildet sich eine Konvektionsströmung mit sehr niedriger Geschwindigkeit aus. Hierdurch wird für die Nutzer eine hohe thermische Behaglichkeit erreicht. Kühldeckenelement und Deckenplatte bilden eine Funktionseinheit. Optimale Wärmeleitung wird durch guten Kontakt des Kühldeckenelements mit der Deckenplatte erzielt. Üblicherweise werden bei geschlossenen Decken als Deckenmaterialien Stahl, Aluminium oder Gipskarton eingesetzt.

Konvektionskühldecken Konvektionskühldecken wirken ebenfalls nach dem Strahlungs- und Konvektionsprinzip. An der Unterseite nehmen sie Wärmestrahlung wie jede Strahlungskühldecke auf. Da die Kühlelemente bei Kühldeckensegeln gegenüber Strahlungskühldecken in einer offenen Montage (freie Spaltanteile) unterhalb der Decken angeordnet werden, ist der Kontakt der Raumluft zusätzlich zur Oberseite der Elemente gegeben. Durch diese Bau-/und Montageform stellt sich eine erhöhte Konvektionsströmung gegenüber Strahlungskühldecken ein. Dadurch ist eine höhere Kühlleistung gegenüber Strahlungskühldecken gegeben. Die erreichbare Kühlleistung wird durch den Aufbau und die besondere Formgebung der Paneele beeinflusst. Der Konvektionsanteil beträgt ca. 60 – 70 %.

Kühldeckensegel Kühldeckensegel reagieren in ihrer Funktionsweise ähnlich wie geschlossen verlegte Strahlungskühldecken. Bei dem Einsatz von Kühldeckensegel werden meistens großflächige Deckenplatten mit Kühlelementen ausgestattet. Hierbei werden nur Teilbereiche der Deckenfläche genutzt, wodurch eine offene Konstruktion mit Zwischenräumen gegeben ist. Durch diese Art der Anwendung können die Elemente zur Ergänzung der optischen Gestaltung beitragen. Durch die Art der Verlegung mit offenen Deckenanteilen wird, im Vergleich zu einer geschlossenen Decke, eine höhere Kühlleistung erzielt. Das liegt an dem größeren Konvektionsanteil. Die Kühlleistungen sind von den gewählten Spaltanteilen zwischen den Elementen und den realisierten Abständen zur Rohdecke abhängig. Eine Nutzung der Kühldeckensegel zur Schallabsorption ist ebenfalls möglich. Je nach Form der akustischen Maßnahmen kann es zu Leistungsreduzierungen kommen. In den Kühldeckensegel können unterschiedliche Komponenten integriert werden, wie z. B. Luftdurchlässe. Dies kann in sichtbarer oder verdeckter Ausführung erfolgen. Die Kühldeckensegel haben den Vorteil, dass sie durch offene Verlegungsart in Kombination mit einer Bauteilaktivierung kombiniert werden können.

Funktion

Strahlungsprinzip einer geschlossenen Kühldecke (z. B. WK-D-PP)



Konvektionsprinzip von auf Spalt verlegten Konvektionskühldecken (z. B. WK-D-WF)



Konvektionsprinzip bei Kühldeckensegel im Raum angeordnet (z. B. WK-D-KS)



Technische Daten

Zusätzliche Lüftung

Kühldecken können nur die internen Wärmelasten im Raum beeinflussen. In Komfortbereichen sollte eine zusätzliche raumluftechnische Anlage zur Aufrechterhaltung der Luftqualität entsprechend geltender Normen eingesetzt werden. Hierbei können in Kombination mit Kühldecken sowohl Mischluftsysteme als auch Quellluftsysteme zum Einsatz kommen. Der Vorteil Kühldecken in Kombination mit einer kontrollierten Lüftung ist eine geregelte und steuerbare Zu- und Abluftführung, eine hohe Nutzerzufriedenheit und die Möglichkeit zur Nutzung der Wärmerückgewinnung. Die Kombination beider Systeme zur Klimatisierung eines Gebäudes bietet eine energieeffiziente Lösung mit hoher Behaglichkeit für den Nutzer.

Bei dem Einsatz von ergänzenden Mischluftsystemen im Deckenbereich können aufgrund der Luftführung im Bereich der Kühldeckenelemente erhöhte Kühlleistungen erreicht werden. Die erreichbaren Leistungssteigerungen sind abhängig vom Material der verwendeten Deckenelemente wie auch von der Deckengestaltung. Die Luftdurchlässe können sichtbar oder verdeckt in der Decke/Kühldecke integriert werden.

Sollte eine Fensterlüftung geplant sein, sind zusätzliche Maßnahmen wie Fensterkontakte, Taupunktfühler usw. vorzusehen. Je nach Gebäudestruktur müssen Winddrücke auf der Fassade beachtet werden. Eine Wasservorlauftemperatur sollte 16 °C nicht unterschreiten (Taupunkttemperaturunterschreitung). Weitere Nachteile der reinen Fensterlüftung sind unter anderem, dass im Sommer bzw. in den Übergangszeiten durch die warme Außenluft zusätzliche Wärmelasten eingetragen werden bzw. dass es bei höheren Außenluftfeuchten zum Abschalten der Kühldecke kommen kann. Im Zusammenhang mit der nicht kontrollierten Außenluftfeuchte besteht zusätzlich die Gefahr von Schimmelbildung.

Im Winter kann es ebenfalls zu höheren Kühllastanforderungen durch die kühle Außenluft kommen. Hierbei ist bei der Planung zu beachten, dass es durch die kältere Außenluft, je nach Arbeitsplatzanordnung, zu Einschränkungen in der Behaglichkeit kommen kann.

Aus energetischen Gründen sollte auf eine Fensterlüftung verzichtet werden.



Kühlleistungsberechnung

Die Normkühlleistungen werden in einem Prüfraum nach Vorgaben der DIN EN 14240 ermittelt. Diese Norm gibt die Randbedingungen wie z. B. die Temperaturdifferenz von Δt 8 K vor, und auch die zur Ermittlung der aktiven Kühlleistung zugrunde gelegte Elementfläche (Registerlänge \times Teilungsmass \times Profilanzahl). Hierbei werden aktive Kühlelementfläche, Installationsfläche und Bodenfläche sowie Deckenbelegungsgrade betrachtet. Somit sind die im DIN-Messraum ermittelten Leistungsangaben den jeweiligen gegebenen projektspezifischen Randbedingungen anzupassen. Hierbei können die gegebenen Normkühlleistungen, je nach gewählten Randparametern, erhebliche Unterschiede ergeben – bezogen auf die spezifische Kühlleistung/m² Bodenfläche. Diese Leistung in W/m² ist jedoch oft die Basis der planerischen Leistungsbetrachtung. Um hier praxisbezogene realistische Werte zu den unterschiedlichen Systemen betreffend der Kühlleistungen zu erhalten, sollten zur weiteren Berechnung die VDI 6034 „Raumkühlflächen – Planung, Bau und Betrieb“ und deren Hinweise beachtet werden. Des Weiteren ist zu beachten, dass seitens der Kühldecken nur thermische Lasten abgeführt werden können. Hier ist bei der Planung ein ergänzendes Lüftungssystem vorzusehen, das die erforderlichen Mindestfrischluftstraten realisieren kann. Je nach gewähltem Lüftungssystem kommt es zur Beeinflussung der Raumluftrömung, und somit ist ein direkter Einfluss auf die Kühlleistungen gegeben.

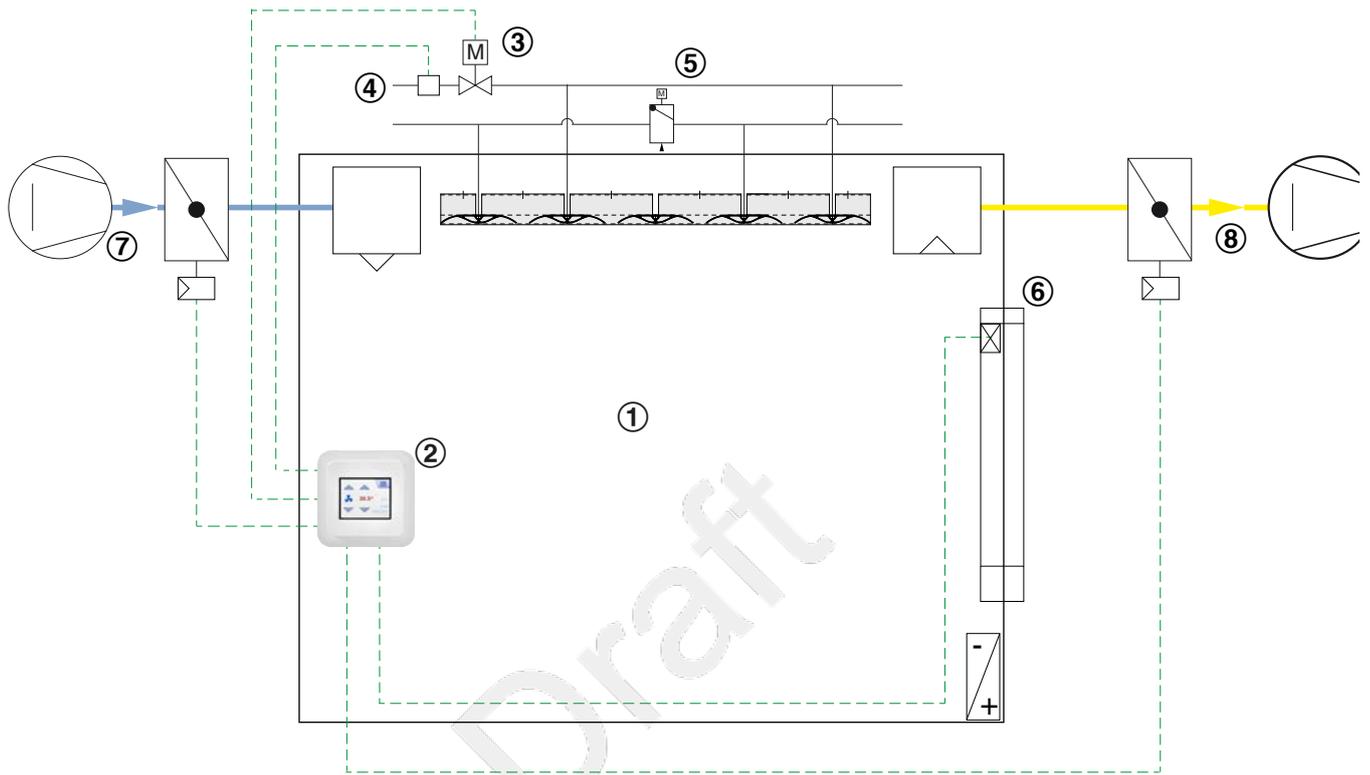
Akustik

Bei Strahlungskühldecken wird die Akustik meistens über die abgehängten Decken realisiert. Hier können auf der Rückseite der gelochten Metalldecken oder Gipskartondecken unterschiedliche Maßnahmen wie Akustikvliese oder in PE-Folie eingeschweißte Steinwollmatten zur Anwendung kommen. Bei Kühldeckensegel gibt es je nach ausgeführter Bauform identische Ausführungsmöglichkeiten. Bei großflächigen Kühldeckensegeln aus Metall-/oder Gipskartonelementen können die zuvor beschriebenen Maßnahmen vorgenommen werden. Bei Konvektionskühldecken-/Segel, die hinsichtlich der Bauform mit Spaltanteilen ausgeführt werden, lassen sich wegen des Einflusses der akustischen Maßnahmen alternative Möglichkeiten nutzen. Hier können akustische Maßnahmen z. B. direkt an der Rohdecke oder erhöht oberhalb der Kühldeckenelemente angebracht werden.

Draft

Erläuterungen

Regelung schematisch



- ① Raum
- ② Raumbedieneinheit
- ③ Ventiltrieb + Ventil
- ④ Kondensatwächter (Kaltwasservorlauf)
- ⑤ Absperrung
- ⑥ Fensterkontakt (nur bei öffnenbaren Fenstern erforderlich)
- ⑦ Zuluft
- ⑧ Abluft

WK-D-WF – Anschluss wasserseitig schematisch



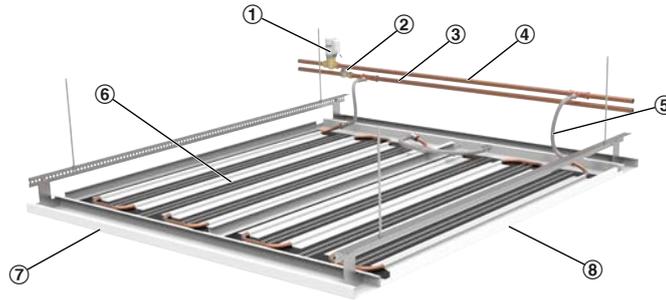
- ① Rohdecke
- ② Abhänger, Gewindestangen
- ③ Abhängung Vor-/und Rücklaufleitungen
- ④ Anschluss Wasserrücklauf
- ⑤ Flexibler Schlauch
- ⑥ Anschluss Wasservorlauf
- ⑦ Kühldeckensegel

WK-D-WF freihängende Kühldeckensegelausführung mit akustischen Maßnahmen



- ① Rohdecke oder abgehangene Decke
- ② Akustische Absorptionsmatte
- ③ Abdeck-/Montageprofil
- ④ Kühldeckensegel

WK-D-PP – wasserseitige Regelung schematisch



- ① Ventil und Ventilantrieb (Rücklauf)
- ② Absperrung (Vorlauf)
- ③ Vorlaufleitung
- ④ Rücklaufleitung
- ⑤ Flexibler Schlauch
- ⑥ Kühlelement
- ⑦ Z. B. Bandraster
- ⑧ Metalldeckenplatte

Regelung

Für die Regelung von passiven Kühlsystemen ist insbesondere die Regelung der Kaltwassertemperatur zu beachten. Die Betriebsweise und die Regelung richtet sich nach dem technischen Gesamtkonzept. Üblicherweise sind in den Hauptversorgungsleitungen Armaturen zur Entlüftung, Absperrung, Befüllung und Entleerung vorzusehen. Die Verrohrung der Kühlelemente untereinander bzw. zu den Hauptverteilungen können besonders einfach mit flexiblen Schläuchen durchgeführt werden. Hier können z. B. flexible Schläuche der Serie FS mit unterschiedlichen Anbindungsmöglichkeiten verwendet werden. Zur Sicherheit gegen Taupunktunterschreitung sollten Taupunktsensoren zur Vermeidung von Kondensation eingesetzt werden. Durch Fensterkontakte kann eine Abschaltung der Kühldecke erfolgen, sobald Fenster geöffnet werden. Dadurch lässt sich die Kondensationsgefahr reduzieren. Die Kaltwassertemperatur sollte so reguliert werden, dass immer ein Sicherheitsabstand zum theoretischen Taupunkt der Raumluft gegeben ist. Die Raumtemperaturregelung erfolgt z. B. über einen Regler, der die Ventile bzw. Stellantriebe je nach Anforderung ansteuert, um den Wasservolumenstrom oder die Wassertemperatur der Anforderung anzupassen. Dieses kann als Einzelraumregelung bzw. eingebunden in einem Gebäudeleitsystem erfolgen. Da die Kühldecken nur für thermische Lasten genutzt werden können, werden zusätzliche Luftdurchlässe für die komfortable Einbringung der Außenluftströme benötigt. Dies ist im Wesentlichen für die Außenluftzufuhr, der Schadstoffabfuhr und zur Begrenzung der relativen Feuchte verantwortlich. Für die wasser- und luftseitige Regelung können z. B. Regelkomponenten der Serie LWS-Regelung oder X-AIRCONTROL verwendet werden. Hier stehen je nach gewählter Regelung unterschiedliche Bussysteme zur Verfügung.

VDI 6034

Die VDI-Richtlinie 6034 beschreibt den Umgang mit Raumkühlflächen bei Planung, Bau und Betrieb.

Die Prüfung der Kühldecken selbst unterliegt der Messung nach DIN EN 14240, die DIN 4715 im Jahr 2004 abgelöst hat. Die Angaben zu den Heizleistungen können in Anlehnung an DIN EN 14037 Teil 5 erfolgen.

Um eine Vergleichbarkeit bzw. das Verständnis bei benannten Kühlleistungsangaben zu erhalten, führt die VDI 6034 mit Bezug auf die DIN EN 14240 unter dem Kapitel 7.1.6 eine Beispielsberechnung an.

Diese veranschaulicht sehr übersichtlich, welche Auswirkungen betreffend der Kühlleistung durch Betrachtung von unterschiedlichen Bezugsgrößen gegeben sind.

Beispiel angelehnt an VDI 6034

DIN 4715	DIN EN 14240 ab 2004
	
Deckenplattenlänge x Deckenplattenbreite bei Δt 10 K	Registerlänge x Achsabstand x Profillanzahl bei Δt 8 K

Berechnungsansatz: $\Delta t = t_{r,c} - t_{w,m,c}$ (Normkühlleistung bei $\Delta t = 8$ K)

	Bezeichnung	Berechnung	Berechnungswert	Einheit
Z. B. mögliche spez. Kühlleistungsberechnung nach DIN EN 14240 ab 2004				
Kühlleistung ($\Delta t = t_{r,c} - t_{w,m,c} = 8$ K)	$\Phi_{w,c}$	Kühlleistung laut Prüfzeugnis	518	W
Prüfraumfläche	A_i	3,8 m × 3,8 m	14.44	m ²
Installationsfläche	A_i	Plattenzahl + Unterkonstruktion	11.31	m ²
Deckenplattenfläche	A_p	Plattenzahl × L × B, z. B. 24 × 1,42 m × 0,3 m	10.22	m ²
aktive Kühlelementfläche	A_a	z. B. 1,3 m × 0,2 m	6.24	m ²
Nennkühlleistung bezogen auf die aktive Fläche	$\varphi_{w,c,a}$	518 W/6,24 m ²	83	W/m ²
Möglichkeiten in Bezug auf Kühlleistungsangaben				
basierend auf der aktiven Kühlelementfläche (A_a)	$\varphi_{w,c,a}$	518 W/6,24 m ²	83	W/m ²
basierend auf der aktiven Deckenplattenoberfläche (A_p)	$\varphi_{w,c,p}$	518 W/10,22 m ²	51	W/m ²
basierend auf der Installationsfläche (A_i)	$\varphi_{w,c,i}$	518 W/11,31 m ²	46	W/m ²
basierend auf der Raumfläche (A_r)	$\varphi_{w,c,t}$	518 W/14,44 m ²	36	W/m ²

Aus den oberen unterschiedlichen Ansätzen ist ersichtlich, dass bei gleicher gemessener Normkühlleistung sich je nach Bezugsflächendefinition unterschiedliche spezifische Kühlleistungen pro m² ergeben.

Unter der Voraussetzung, dass der mögliche Belegungsgrad z. B. einer Metaldecke bekannt ist (Deckenplattenanzahl), könnte die sich ergebende Gesamtkühlleistung über die Deckenplattenfläche berechnet werden.

Dieser Weg der Berechnung ist für die Kühlleistungsberechnung basierend auf der alten DIN 4715 und bei der Berechnung der neuen DIN EN 14240 beim Ansatz mit der Deckenplattenfläche A_p und einer Δt von 10 K identisch.

Hier sei angemerkt, dass in der Leistungsmessung nach DIN EN 14240 auch die Kühlleistungsanteile der inaktiven Deckenflächen (keine Kühlelementaktivierung) enthalten sind. So können sich bei niedrigen Belegungsgraden der Gesamtmetaldecke höhere Gesamtkühlleistungen ergeben.

Der alternative und sichere Weg kann die Angabe basierend auf der Raumgrundfläche (A_r) sein. Diese beschreibt seitens der Planung üblicherweise die benötigte Kühlleistung für den zu betrachtenden Raum.

Die Deckenfläche kann wegen der unterschiedlichen Deckenaufbauten/Deckenkonstruktionen und der benötigten Einbauten wie Leuchten, Sprinkler, Luftdurchlässen usw. nie im vollen Umfang zur Aktivierung genutzt werden.

Bei dem Einsatz von Kühldecken muss beachtet werden, dass auch ein Lüftungssystem für die benötigten Außenluftvolumenströme vorzusehen ist. Je nach gewähltem System werden die Kühlleistungen unterschiedlich beeinflusst.