

ZENT-FRENGER
Gesellschaft für
Gebäudetechnik mbH

www.zent-frenger.de

Kühl-/Heizdecken
Betonkerntemperierung
Geothermisches
Heizen und Kühlen

**Die
Kühldecke:**
wie sie
funktioniert
und was
sie bringt.

Geistige Leistungsfähigkeit des Menschen nach D. Wyon

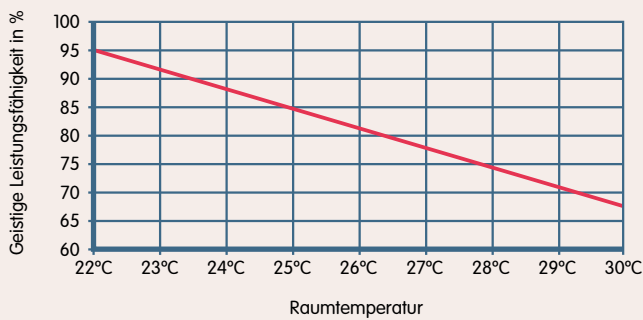


Diagramm 1

Unzufriedene Personen nach P.O. Fanger / D. Wyon

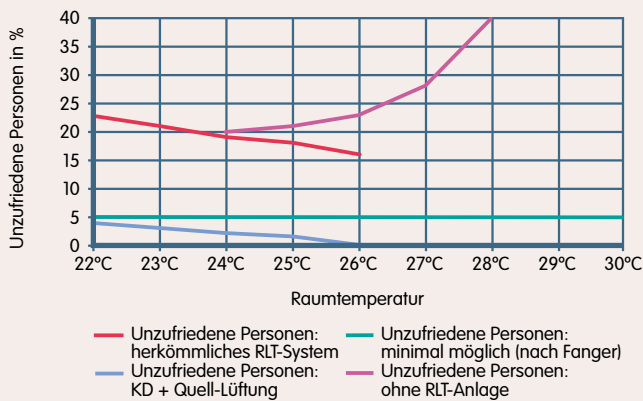


Diagramm 2

Vergleich: jährliche Personalkosten – Gebäudekosten (Afa 15 Jahre)

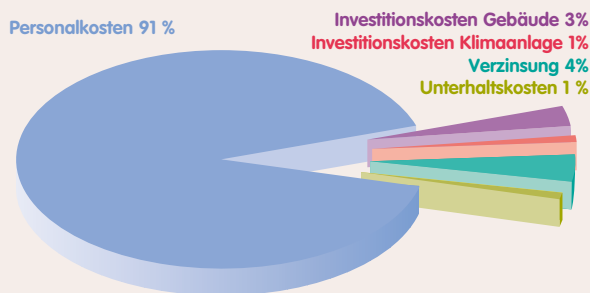


Diagramm 3

Wärmeabgabe des geistig arbeitenden Menschen bei 26 °C Raumtemperatur

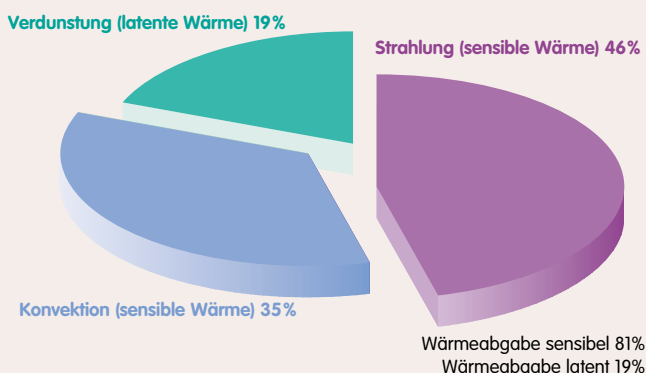


Diagramm 4

Warum Kühldecken:

Die geistige Leistungsfähigkeit und das Wohlbefinden des Menschen am Arbeitsplatz werden zu einem wesentlichen Teil von seiner Umgebung beeinflusst. In modern eingerichteten Büroräumen entstehen trotz optimaler Bautechnik durch innere und äußere Wärmequellen Raumtemperaturen von über 26 °C an oftmals mehr als 400 Arbeitsstunden im Jahr. Nach wissenschaftlichen Erkenntnissen aus den USA und Skandinavien reduziert sich die geistige Leistungsfähigkeit auf etwa 75%, wenn die Raumtemperatur auf 28 °C ansteigt.

(Diagramm 1)

Die Gebäudetechnik bietet heute Lösungen zur Klimatisierung von Gebäuden, die gegenüber den früher verwendeten Systemen hohe Akzeptanz bei den Nutzern finden.

(Diagramm 2)

Kühldecken und geeignete Raumlüftung schaffen ein angenehmes Raumklima, indem Wärme völlig zugfrei und geräuschlos nach dem Strahlungsprinzip abgeführt und die erforderliche Frischluftmenge je nach den Bedürfnissen mechanisch oder natürlich dem Raum zugeführt wird. Die Arbeitsproduktivität steigt, weil das menschliche Befinden nicht mehr gestört ist.

Die Wirtschaftlichkeit der erforderlichen Investition kann in einer Kosten-Nutzen-Analyse nachgewiesen werden. Im Vergleich betragen die Unterhaltungs- und die anteiligen Investitionskosten (Afa 15 Jahre) für ein modernes Klimasystem mit Kühldecken nur etwa 1% des jährlichen Personalkostenaufwandes.

(Diagramm 3)

Schon bei einer geringen Steigerung der geistigen Leistungsfähigkeit amortisieren sich die Investitionskosten in einem Jahr. Bei mehr Zufriedenheit mit den arbeitsklimatischen Bedingungen verringerte sich unter Kühldecken auch die Absenzquote der Mitarbeiter.

Was ist eine Kühldecke:

In gewerblichen Räumen wie Büros, Veranstaltungs- und Versammlungsräumen, Verkaufs- und Präsentationshäusern, Funktionsräumen in Krankenhäusern usw. sind meistens abgehängte Zwischendecken zur Raumverkleidung eingebaut.

ZENT-FRENGER hat seit Jahren das Know-how, verschiedene Deckensysteme mit wasserdurchströmten Rohrregistern wärmeleitend zu kombinieren. Je nach gewählter Wassertemperatur kann mit dieser Technik gekühlt oder geheizt werden. Außerdem erfüllen unsere Deckensysteme ästhetische, raumakustische und lichttechnische Funktionen.

Wie funktioniert eine Kühldecke:

Die Oberflächentemperatur der Kühldecke wird mittels Wasser einige °C unter die Raumtemperatur abgesenkt. Durch Strahlungswärmeaustausch mit der Decke kühlen sich auch die Raumumschließungsflächen ab. Alle im Raum befindlichen Wärmequellen geben ihre überschüssige Wärme direkt per Strahlung und indirekt auch über freie Konvektion an die Umschließungsflächen des Raumes ab.

Herkömmliche luftgestützte Klimaanlage arbeiten mit erzwungener Konvektion, die beim Menschen leicht Zugerscheinungen auslösen kann. Bei Kühldecken, in weitgehend geschlossener Bauweise, beträgt der Anteil an Strahlungswärmeaustausch mehr als 60% der Gesamtleistung. Weil die meisten Wärmequellen zum überwiegenden Teil Wärme per Strahlung abgeben, ist das physikalische Wirkungsprinzip der Kühldecke die beste, weil natürlichste, Lösung.

(Diagramm 4)

Was kann die Kühldecke:

Das Aufgabenspektrum erstreckt sich von der Raumkühlung oder Strahlungsheizung über architektonische Deckengestaltung bis hin zur Beleuchtung und Schallabsorption. Die Kühldecke ordnet sich den Wünschen nach flexibler Raumaufteilung wie der Anpassung an schwierige Raumgeometrien unter. Sie ist leicht zu öffnen und völlig wartungsfrei. Mit ihr wird die Raumtemperatur nach den Wünschen des Personals auf einfache Weise geregelt.

Welche Vorteile hat der Nutzer durch Kühldecken:

- Keine Zugerscheinungen und keine Geräuschbelästigung, dadurch hohe Nutzerakzeptanz.
- Die empfundene Raumtemperatur liegt niedriger als die Lufttemperatur. Deshalb kann bei Kühldecken eine höhere Lufttemperatur akzeptiert werden.
- Geringer Energieverbrauch, weil ein geschlossener Wasserkreislauf zum Transport von Energie besser geeignet ist als Luft.
- Die natürliche Speicherkapazität des Gebäudes bleibt nutzbar.
- Die hohe spezifische Kühlleistung erfüllt nahezu alle Ansprüche.
- Einfache Regelungstechnik.
- Die Raumbelüftung erfolgt separat nur nach den hygienischen Bedürfnissen.
- Beansprucht geringe Einbauhöhe, dadurch sind niedrigere Geschosshöhen möglich.
- Weniger Platz in der Technikzentrale erforderlich.
- Hohe Flexibilität bei Änderungen in der Raumaufteilung.
- Nachträgliche Leistungserhöhung möglich.

- Geeignet auch für nachträglichen Einbau bei Gebäudesanierung.
- Nutzerabhängige Energieverbrauchsmessung möglich.
- Integriert optische Gestaltungsfähigkeit mit Raumkühlung, Beleuchtung und Schallabsorption.

VARICOOL Spectra 3
mit perforierten Deckenplatten



Wirtschaftlichkeit

Energieverbrauch

Die Kühldeckentechnik weist den günstigsten Energiekostenverbrauch aller bekannten Klimasysteme auf. Dies haben verschiedene veröffentlichte Vergleichsberechnungen ergeben. Gegenüber dem häufig verbreiteten Variablvolumenstromsystem spart man bei Kühldecken mit mechanischer Grundlüftung ca. 20–30% an Energiekosten ein. (Diagramm 5)

Energiekostenvergleich: VVS-System gegenüber Kühldecken-System mit konstanter Grundlüftung

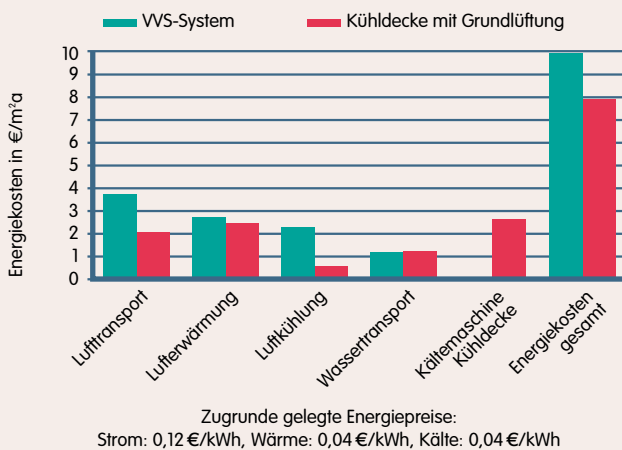


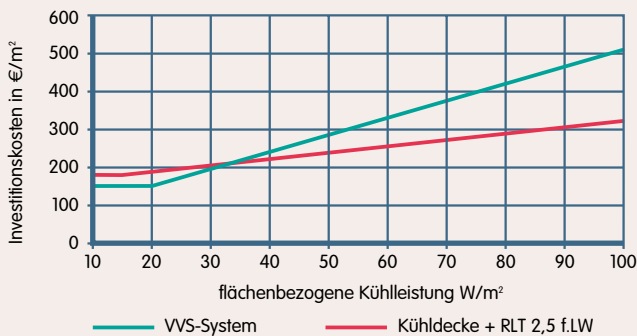
Diagramm 5

Reduzierung von Technikflächen

Steigschächte:	ca. 28%
Technikzentrale	ca. 36%
Durchschnittliche Einsparung in der Deckenhöhe pro Etage	15–20 cm
oder ca. 2% der gesamten Geschossfläche	

Tabelle 1

Vergleich Investitionskosten VVS-System gegenüber Kühldecken mit Grundlüftung



Kühldecke + RLT		VVS-System	
Kühlung inkl. MSR	150 €/m²	VVS-System inkl. MSR	13 €/m²/h
Δt_L	6K	Δt_L	8 K
Spezif. Kühlleistung	80 W/m²	LW min.	2,5 1/h
Kaltwasserverteilung	40 €/m²	Raumhöhe	2,8 m
KVS-System inkl. MSR	12 €/m²/h	Metalldecke	60 €/m²

Diagramm 6

Platzersparnis

Durch geringe Leitungsquerschnitte ergeben sich Platzersparnisse gegenüber herkömmlicher Technik in den Steigschächten, der Technikzentrale und in der Zwischendeckenhöhe. (Tabelle 1)

Investitionskosten

Grundsätzlich ist bei einem Vergleich der Investitionskosten verschiedener Systeme zu beachten, dass in den Kosten für die Kühldeckentechnik die abgehängte Akustikdeckenverkleidung enthalten ist, aber die Grundlüftung falls erforderlich hinzuzurechnet werden muss. Tendenziell ergeben sich ab einer spezifischen Kühlleistung von 35 Watt/m² Vorteile zugunsten der Kühldeckentechnik. Diese Betrachtung gilt logischerweise nur in Verbindung mit einer mechanischen Grundlüftung. Die Variante mit Fensterlüftung ist kostengünstiger, aber wegen der fehlenden Lüftungsfunktion nicht mit einer herkömmlichen Klimaanlage vergleichbar. (Diagramm 6)

Wartungs- und Instandsetzungskosten

Wartungskosten entstehen bei der Kühldecke nicht. Lediglich die Regel- und Absperrventile müssen in längeren Zeitabständen auf Funktion und Dichtheit überprüft werden.

Die sichtbare Oberfläche der Deckenverkleidung unterliegt einer natürlichen Verschmutzung durch die Raumluft, die aber nicht stärker in Erscheinung tritt als bei ungekühlten Decken.

Bei der Grundlüftungsanlage sind die Wartungskosten infolge geringerer Anlagengröße auf etwa 50% der Kosten einer herkömmlichen VVS-Klimaanlage reduziert.

Kühldeckentechnik

Auslegung

Die abzuführende Kühllast eines Raumes oder einer Raumachse ist vorgegeben. Nach dem Ermitteln der inaktiv bleibenden Deckenfläche wie Leuchten, Bandrasterprofile, Randplatten etc. wird der Belegungsgrad α definiert.

α = spezif. Kühllast*/spezif. Kühlleistung**) 100 [%]

*) Die spezifische Kühllast ist die abzuführende Wärmemenge bezogen auf die Raumfläche.

**) Die spezifische Kühlleistung der Kühldecke wird dem Diagramm KL (siehe Druckschrift VARICOOL SPECTRA) entnommen.

Der Belegungsgrad α beschreibt das Verhältnis der aktiven Deckenfläche zur Gesamtfläche und dient als Kalkulationsgröße. Inaktive Deckenplatten können bedarfsweise zu einem späteren Zeitpunkt mit Kühlregistern nachgerüstet werden. Dies ist jedoch in der Planungsphase bei der Dimensionierung des Kaltwassernetzes zu berücksichtigen.

Die erforderliche Wassermenge \dot{m} errechnet sich aus:

$$\dot{m} = Q_K \times 0,86 / \Delta t \text{ [kg/h]}$$

Q_K = Kühllast der Betrachtungsfläche (meistens ein Regelkreis) in Watt

Δt = Temperaturdifferenz zwischen Kaltwasser-Vorlauf- und Rücklauf-temperatur

Übliche Werte für eine zu wählende Kaltwassertemperaturdifferenz sind 2, 3 oder 4 K.

Die Größe eines Wasserkreises, bestehend aus in Reihe geschalteten Rohrmäandern, wird allein vom zugelassenen Druckverlust begrenzt, der sich aus dem Wasserdurchsatz \dot{m} ergibt. In der Praxis haben sich Werte von 15–25 kPa bewährt. In jedem Fall sollte im Rohr turbulente Strömung, d.h. $Re \geq 2400$, herrschen. Mehrere Wasserkreise werden dann zu Raumregelkreisen parallel geschaltet.

In der Planungsphase genügt zunächst die Bestimmung folgender Parameter:

- spezifische Kühlleistung bezogen auf die aktive Fläche in Watt/m² (Systemauswahl)
- Belegungsgrad (Verhältnis aktiver Fläche zur Gesamtfläche)
- Kaltwasser-Vorlauftemperatur und gewünschte Spreizung

Hydraulischer Anschluss an das Kaltwassernetz

In Bild HA ist der prinzipielle Anschluss der Kühldecke an das Kaltwassernetz dargestellt. Die Kugel-Absperrventile bilden die Trennstelle der beiden Leistungsabschnitte und eine Absperrmöglichkeit von der Versorgungsleitung. Zur Einstellung des gewünschten Nennwasserstromes empfehlen wir je Regelkreis ein Strangregulierventil, bei größeren Anlagen ein druckunabhängig arbeitendes Regulierventil einzubauen. Jeder Regelkreis erhält außerdem eine Entlüftungseinrichtung, absperrbar durch ein KFE-Ventil.

Regelung

In den meisten Fällen wird die Leistung der Kühldecke durch Variieren des Wasserstromes geregelt. Dazu eignet sich ein Durchgangventil mit stetigem Antrieb, das in Abhängigkeit von der Raumtemperatur die Durchflussmenge verändert. Je nach regeltechnischem Konzept können Ventile ohne Hilfsenergie (Thermostatventile) oder Ventile mit elektrischem Antrieb eingesetzt werden. Hochwertige Lösungen sind z. B. elektrische Raumregelkreise, die Heizen und Kühlen in Sequenz, möglicherweise auch in Kombination mit einem Feuchtigkeitssensor oder einem Fensterkontakt bis hin zur Aufschaltung auf ein GLT-System beinhalten. Welche Ausführung gewählt wird, muss im Einzelfall geklärt werden. Die Art der Regelungstechnik hat auf die Funktion der Kühldecke keinen Einfluss.

Besondere Situationen bei Fensterlüftung

Während bei der mechanischen Be- und Entlüftung Stofflasten (Schadstoffe, Atmungsprodukte und Feuchtigkeit etc.) kontinuierlich abgeführt werden, besteht bei fensterbelüfteten Räumen die Gefahr, dass der erforderliche Luftaustausch nicht ausreichend gegeben ist. Da andererseits auch die Gefahr besteht, dass an schwülen Tagen feuchte Außenluft unkontrolliert in die Räume gelangt, müssen technische Vorkehrungen zur Vermeidung von Kondenswasser getroffen werden.

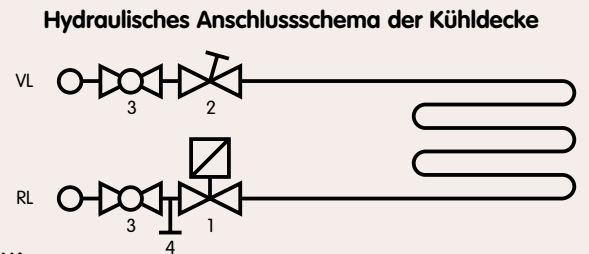


Bild HA

Häufigkeit feuchter Außenluftzustände

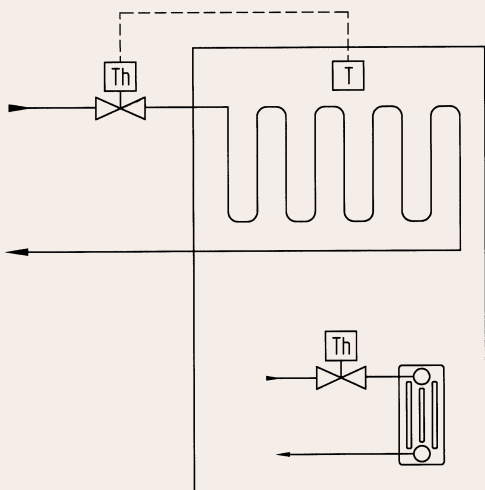
Nach DIN 4710 beträgt die mittlere jährliche Zahl der Stunden, an denen Außenluftzustände mit einer Taupunkttemperatur über 16 °C auftreten, etwa 60–90, das sind je nach Standort nur etwa 2,5–4% der jährlichen Arbeitszeit. (Diagr. 8)

- 1) Regelventil mit thermostatischem oder elektrischem Antrieb
- 2) Strangregulierventil
- 3) Kugelabsperrenteil
- 4) Schnellentlüftungseinrichtung

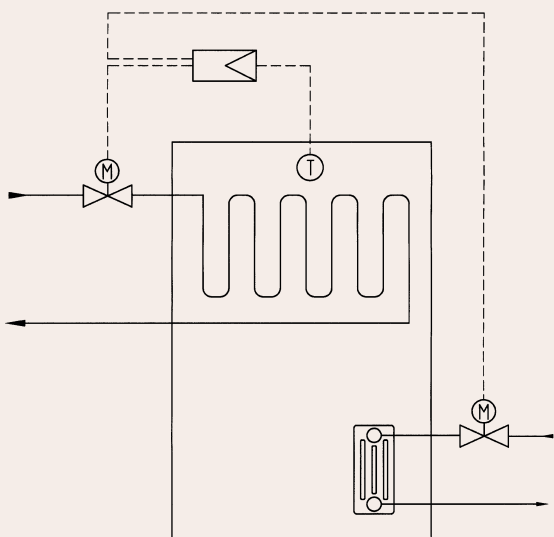
VARICOOL ALU P



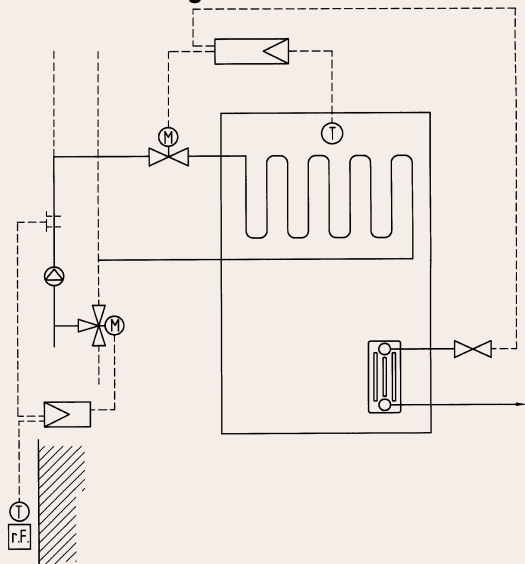
**Kühlen über Thermostatventile, wirkend auf Kühldecke
Heizen über Thermostatventile, wirkend auf Heizkörper**



Kühlen und Heizen in Sequenz mit elektrischer Regelung



**Kühlen und Heizen in Sequenz
mit zentraler außentaupunktgeführter Vorlauftemperaturen-
hebung im Kaltwasserkreislauf**



In diesem Zeitraum würde es zu Kondensation an den Kühlregistern kommen, wenn die Innenfeuchte der Außenfeuchte entspricht. Nach den bisherigen Erfahrungen verzögert die gute Feuchtigkeitsspeicherefähigkeit vieler Baumaterialien wie Gipsputz, Gipskartonständerwände, Teppichbeläge, Betonwände, Papier etc. den Anstieg der Luftfeuchtigkeit im Raum, so dass Kondensation an der Kühldecke kaum entstehen kann.

Technische Möglichkeiten zur Vermeidung von Kondensation

Für einen einfachen Überblick genügt es, folgende Unterscheidung zu treffen:

a) Kühldecken mit unterstützender Lüftung und Luftfeuchtung

In diesem Fall sind normalerweise keine zusätzlichen Sicherungsmaßnahmen erforderlich; in besonderen Fällen kann zusätzlich eine gleitende Kaltwassertemperaturregelung erwogen werden.

b) Kühldecken ohne mechanische Be- und Entlüftung (Fensterlüftung)

Hier **müssen** Maßnahmen zur Vermeidung von Kondensation getroffen werden. Die beste Lösung ist die Führung der Kaltwassertemperatur in Abhängigkeit von der

Außenluft-Taupunkttemperatur (Diagramm 7) und ein Tauwassersensor im Raum, der das Regelventil schließt.

Kondensationsabhängige Abschaltung der Kühldecke?

Nach unseren Erfahrungen wird der Leistungsrückgang der Kühldecke bei angehobener Kaltwasservorlauftemperatur kaum wahrgenommen. Mit steigender Raumtemperatur stellt sich auf einem etwas erhöhten Raumtemperaturniveau wieder dasselbe $\Delta\delta$ wie zuvor ein. Damit bleibt die Kühlleistung auf einem etwas erhöhten Temperaturniveau konstant. Die angenehme Strahlungstemperatur der Umgebungsflächen wird vom Menschen gut wahrgenommen. Eine leicht ansteigende Lufttemperatur kann eher in Kauf genommen werden als eine sensorgesteuerte Abschaltung der Kühldecke.

Einsatzgrenzen von Kühldecken

Kühldecken können überall dort eingesetzt werden, wo sensible Wärme abgeführt werden muss und der Taupunkt der Raumluft niedriger als die Kaltwassertemperatur ist. Ein genügender Luftaustausch muss entweder über eine kontrollierte Lüftung oder manuelle Fensterlüftung sichergestellt werden.

Zentrale außentaupunktgeführte Kaltwasserregelung

Bei der zentralen Taupunktüberwachung muss die Regelung eine Sicherheitszone zwischen der Taupunkttemperatur der Außenluft, der Abluft oder eines Referenzraumes und der Kaltwasser-Vorlauftemperatur gewährleisten.

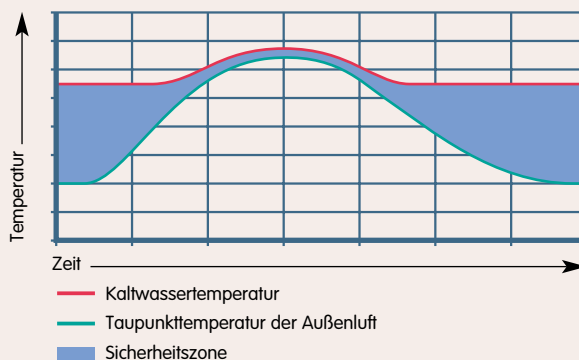


Diagramm 7

Summenhäufigkeit des Taupunktes oberhalb eines Wertes bei 12-h-Betrieb

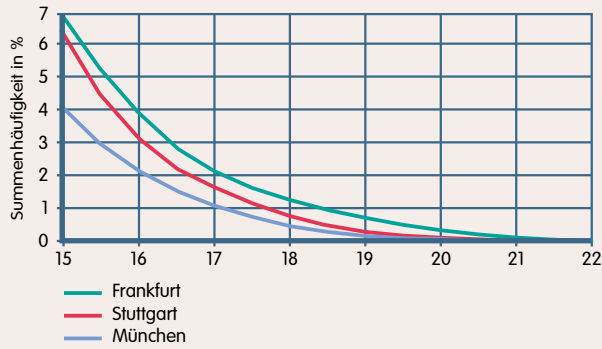


Diagramm 8

Die Grenzwerte nach DIN für Strahlungsasymmetrie und die übrigen relevanten Behaglichkeitskriterien werden in allen Betriebspunkten erfüllt bzw. unterschritten (Tabelle 2). Räume mit hohem inneren Feuchtegehalt wie Küchen, Waschräume, Schwimmbäder etc. sind für Kühldecken nicht geeignet.

Kühldecken auch zum Heizen?

Die Strahlungsheizung funktioniert nach demselben physikalischen Prinzip wie die Deckenkühlung. Durch stark verbesserte Gebäudeisolierung sind heute nur noch geringe flächenbezogene Heizleistungen

erforderlich. Damit können niedrige Vorlauftemperaturen gewählt werden, die als angenehm empfunden werden. Die Auslegung ist unter Einbezug der bauphysikalischen Gegebenheiten und nach den in der DIN 1946 festgelegten Grenzwerten für vertikale Strahlungsasymmetrie vorzunehmen. Zur Versorgung dienen 3- oder 4-Leiter-Netze mit ausgewählten regeltechnischen Lösungen.

Als wichtigster Vorteil ist die kombinierte Nutzung der Decke für Strahlungskühlung und -heizung zu erwähnen, die Kosten einspart, weil die statischen Heizkörper an der Fassade überflüssig werden. Über den Einsatz von Kühl-

Asymmetrie der Strahlungstemperaturen Quelle: P. O. Fanger

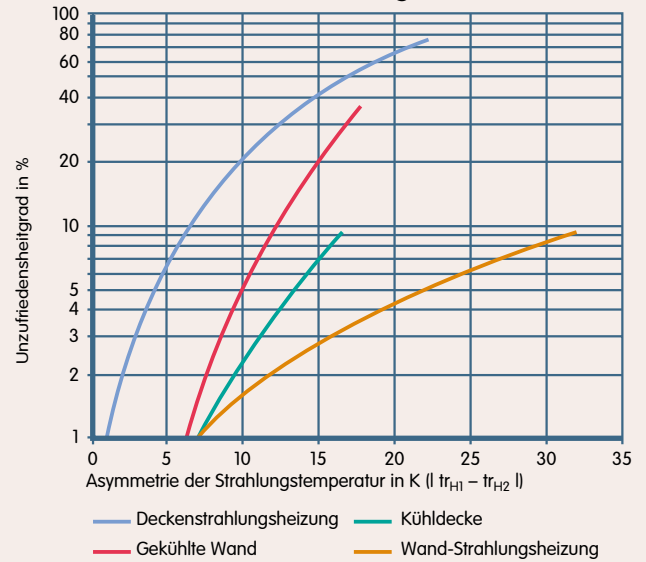


Diagramm 9

Zulässige Strahlungstemperatur-Differenzwerte nach DIN 1946 Teil 2

Für warme Deckenflächen	$ tr_{H1} - tr_{H2} \leq 3,5 \text{ K}$
Für kalte Wandflächen	$ tr_{H1} - tr_{H2} \leq 8,0 \text{ K}$
Für gekühlte Deckenflächen	$ tr_{H1} - tr_{H2} \leq 17,0 \text{ K}$
Für warme Wandflächen	$ tr_{H1} - tr_{H2} \leq 19,0 \text{ K}$

Tabelle 2

decken auch zum Heizen sollte unbedingt schon in der Planungsphase mit uns gesprochen werden.

Kühl-/Heizdecke
VARICOOL UNI GFP
(schallabsorbierend)



Übersicht der ZENT-FRENGER-Kühl-/Heiz- deckensysteme VARICOOL

Baureihe:

SPECTRA

Geschlossene Kühl-/Heizstrahldecke **mit Fugen**, Kupferrohr-Kühlregister, Alu-Wärmeleitprofilen und Magnetstreifen für eine gute Wärmeübertragung. Metallakustik-Deckenfeldplatten mit wählbaren Abmessungen, Oberfläche Mikropor M oder gelochte und pulverbeschichtete Ausführung Makropor L.

SPECTRA 3

Wie vor beschrieben: Auflage-Montage auf C-Profil-Bandraster; nachrüstbar.

SPECTRA 4

Wie vor beschrieben: in Klemm-Montage mit Doppelklemmschiene oder Klemmprofil-Bandraster; nachrüstbar.

SPECTRA 6

Wie vor beschrieben: Auflage-Montage auf C-Profil-Bandraster, das Kupferrohr-Kühlregister ist in der Deckenplatte integriert, besonders niedrige Ausführung von 45 mm Bauhöhe; nachrüstbar.

UNI 2 TP

Kühlstrahldecke in **fugenloser** Ausführung, Kupferrohr-Kühlregister mit Alu-Wärmeleitprofilen, sichtbare Deckenverkleidung aus spezieller Gipskarton-Thermoplatte. Die Kühlregister werden unabhängig von der Deckenbekleidung montiert und in Betrieb genommen. Die Stoßfugen der verlegten Deckenplatten werden verspachtelt. Auch gelochte Ausführung möglich.

LINEA 1 und 3

Kühlstrahldecke mit strangprofilierten (LINEA 1) bzw. rollgeformten und beschichteten (LINEA 3) Aluminiumpaneelen, Paneelbreiten bis 194 mm, Fugenbreiten von 5–20 mm, Kupferrohrregister mit Alu-Wärmeleitprofilen, Deckenpaneel einzeln abnehmbar und mit Kühlregister nachrüstbar. Zur Schallabsorption können die Paneel gelocht und

bevliefert werden. Oberfläche pulverbeschichtet oder eloxiert.

LINEA 2

Kühlstrahldecke mit rollgeformten und beschichteten Stahlpaneelen, Paneelbreite 185 mm, Fugenbreite 15 mm, Kupferrohrregister mit Alu-Wärmeleitprofilen, Deckenpaneel einzeln abnehmbar und mit Kühlregister nachrüstbar. Zur Schallabsorption können die Paneel gelocht und bevliefert werden.

LINEA 4

Kühlstrahldecke mit rollgeformten und beschichteten Stahlpaneelen, Paneelbreite 185 mm, Fugenbreite 15 mm, eingeklebte Kapillarrohrregister aus Polypropylen, Deckenpaneel einzeln abnehmbar und mit Kühlregister nachrüstbar. Zur Schallabsorption können die Paneel gelocht und bevliefert werden.

SOFTLINE 4

Hochleistungs-Kühlelement mit erhöhtem konvektivem Anteil bestehend aus: Kupferrohrregister mit Alu-Sichtpaneelen komplett im Werk vorgefertigt. Einbau im Zwischendeckenhohlraum oder über Rasterdecken (light) oder als Sichtdecke.

ALU P

Kühlstrahldecke in hochwertiger Ausführung, Kupferrohrregister mit Wärmeleitprofilen werkseits mit 4–5 mm dicken Aluminiumplatten verschraubt. Plattenkanten sind scharf ausgebildet. Perforation möglich, Oberfläche eloxiert oder lackiert.



ZENT-FRENGER Gesellschaft für Gebäudetechnik mbH

Kühl-/Heizdecken
Betonkerntemperierung
Geothermisches
Heizen und Kühlen

www.zent-frenger.de

Zentrale und Büro Heppenheim

Schwarzwaldstraße 2
D-64646 Heppenheim
Telefon 0 62 52 - 79 07 - 0
Telefax 0 62 52 - 79 07 - 31
zentrale@zent-frenger.de
heppenheim@zent-frenger.de

Büro Berlin

Ritterstraße 3
D-10969 Berlin
Telefon 0 30 - 9 16 99 44-0
Telefax 0 30 - 91 61 19 59
berlin@zent-frenger.de

Büro Hamburg

Kantstraße 6 A
D-21629 Neu Wulmstorf
Telefon 0 40 - 7 00 40 17 - 0
Telefax 0 40 - 7 00 40 17 - 9
hamburg@zent-frenger.de

Büro München

Freischützstraße 77
D-81927 München
Telefon 0 89 - 99 24 98 - 0
Telefax 0 89 - 99 24 98 - 20
muenchen@zent-frenger.de

Büro Stuttgart

Maybachstraße 7
D-71229 Leonberg
Telefon 0 71 52 - 9 39 93 - 0
Telefax 0 71 52 - 9 39 93 - 1
stuttgart@zent-frenger.de

ZENT-FRENGER (Schweiz) AG

Bahnhofstrasse 9
CH-6340 Baar
Telefon 0041 - 41 - 763 27 20
Telefax 0041 - 41 - 763 27 21
info@zent-frenger.ch