

THERMOLUTION
KÜHLDECKENSYSTEME

KÜHLDECKENTECHNIK 2005
KÜHLDECKENTECHNIK 2005

**Bewahren Sie
Ihren kühlen Kopf.**

2005

Einführung in die Kühldeckentechnik

Einführung in die Kühldeckentechnik

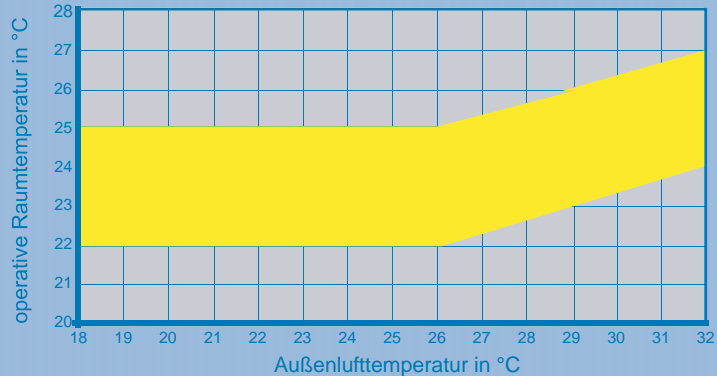
Temperaturen von deutlich über 30°C lähmten im Sommer 2003 ganz Europa; das Hoch *Michaela* sorgte für die heißeste Nacht des Jahrhunderts in Deutschland.

Ein schlappes Gefühl, Schweißperlen nicht nur auf der Stirn und deutlich nachgelassene Leistungsfähigkeit trübten vielen Menschen die Sommerfreude. Es ist bekannt und durch viele Studien erwiesen, dass die Leistungsfähigkeit und Motivation mit steigenden Temperaturen rapide abnimmt.

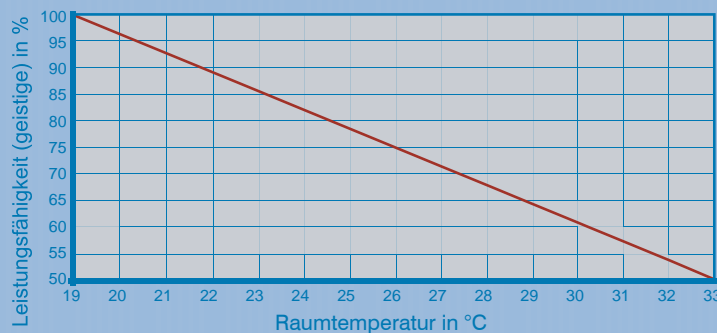
Man geht davon aus, dass die Leistungsfähigkeit bei Raumtemperaturen von 19-20°C bei 100%, bei 28°C nur noch 70% und bei 33 °C nur noch bei der Hälfte des Möglichen liegt. Des Weiteren vermehrt sich die Häufigkeit von Unfällen durch Konzentrationsmangel, die Beweglichkeit und die Fingerfertigkeit lassen erwiesenermaßen spürbar nach. Wissend um diese Effekte hat der Gesetzgeber eine Raumtemperatur von 26°C verordnet. Weiterhin sollen Menschen keiner Zugluft ausgesetzt sein.

Die Forderung an die Technik lautet also: Behaglichkeit schaffen ohne Zugluft und ohne rapide Änderung der Raumtemperatur.

Kühldecken nehmen nur sensible Wärmelasten auf und zwar überwiegend als Strahlungsenergie. Diese Wärmeaufnahme geschieht geräuschlos, zugfrei — behaglich.



Zulässige Raumlufttemperaturen nach DIN 1946 Teil 2



Geistige Leistungsfähigkeit in Abhängigkeit zur Raumtemperatur

Vorteile von Kühldeckensystemen

Vorteile von Kühldeckensystemen

- Die Nutzerakzeptanz ist hoch, da keine Zugluferscheinungen oder Geräuschbelästigungen auftreten
- Die Temperaturverteilung im Raum ist gleichmäßig
- Der Energieverbrauch ist niedriger, da ein Wasserkreislauf Energie effizienter transportiert als Luft
- Wartungsfrei
- Kühldecken können auch akustisch wirksam sein
- Bedingt durch die geringe Einbauhöhe sind niedrigere Geschosshöhen möglich
- Die Raumaufteilung oder spätere Nutzungs-Änderung ist flexibel
- Kann auch zu Heizzwecken benutzt werden
- Der Platzbedarf in der Haustechnikzentrale und in den Installationsschächten ist geringer
- Belüftung nur noch nach hygienischen Maßstäben notwendig
- Individuelle Deckendesigns, sowie Integrationen technischer Einrichtungen wie Lautsprecher, Sprinkleranlagen sowie Downlights sind möglich

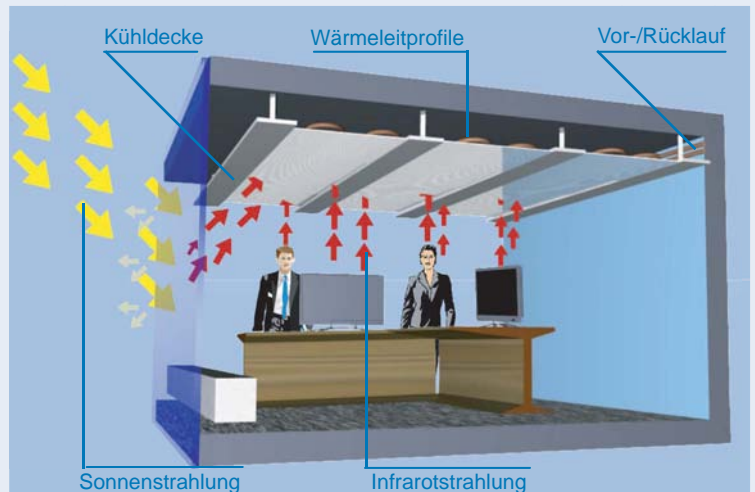
Funktionsprinzip von Kühldeckensystemen

Funktionsprinzip von Kühldeckensystemen

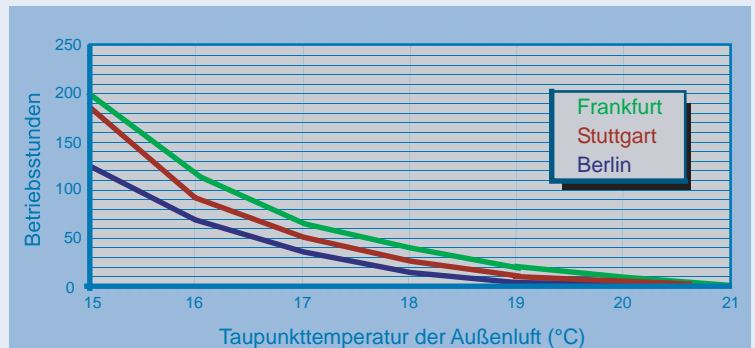
Kaltwasser fließt durch mäanderförmige Kupferrohre, die in Wärmeleitprofilen aus Aluminium eingepresst sind.

Diese Register werden mit Wärmetauscherelementen (z.B. Deckenplatten aus Stahl, Aluminium, Gips oder Holz; Paneele aus Stahl oder Aluminium; Lamellen aus Aluminium; Kühlsegel aus Stahl oder Aluminium) verbunden. Infolge Wärmeleitung werden die Wärmetauscherelemente von den Registern gekühlt (physikalisch: die Energie strömt von den Wärmetauscherelementen zum Kaltwasser). Sie können nun sensible Wärme aus dem Raum aufnehmen, da sie ein niedrigeres Energiepotential aufweisen als die Wärme abgebenden Körper im Raum. Je größer der Temperaturunterschied ist, desto größer ist die Leistung.

Um Kondenswasser an den Kühldecken zu vermeiden (Aufnahme von latenter Energie aus dem Raum), wird die Kaltwasservorlauftemperatur nach der Außenluftfeuchte geregelt. Üblich sind dabei 16°C als Vorlauftemperatur. Sollte es draußen sehr schwül (warm und feucht) sein, wird über einen Regler die Vorlauftemperatur angehoben. Wenn die Raumtemperatur steigt, wird die Kühldecke weiterhin Wärme aus dem Raum aufnehmen können. Sollte jedoch die Luftfeuchtigkeit im Raum derart steigen, dass sich am Kupferrohr Kondensat bildet (schlecht belüfteter Raum, zu hohe Raumtemperatur bei niedriger Vorlauftemperatur, viele Pflanzen u. ä.), wird die Kühldecke im entsprechenden Raum von einem Kondensatwächter abgeschaltet. In diesem Falle schafft eine intensive Raumdurchlüftung meistens Abhilfe; der Kondensatwächter gibt die Kühldecke wieder frei, nachdem die Kondensation aufgehört hat.



Das Prinzip der Strahlungsaufnahme einer Kühldecke



Häufigkeit des Taupunktes
12 Betriebsstunden/Tag, 240 Betriebstage

Die beschriebene Funktionsweise gilt prinzipiell für alle Kühldeckensysteme.

Die Leistung der Systeme ist abhängig von den Temperaturen (Raum, Kaltwasser), dem Flächenmaterial (Metall, Gips, Holz), dem Deckenbild (kleine Fugen, große Fugen, offene Decke) und auch von der Möglichkeit Konvektion zu zulassen (freie Strömung, mechanische Strömung). Mit Vertikallamellen können durchaus Leistungen von ca. 300 W/m² bei freier Strömung realisiert werden. Dieses System arbeitet dann nicht mehr "zugfrei".

Kühlsegel von Thermolution haben bei freier Strömung eine große Kühlleistung.

Diese Kühlleistung kann mit einer mechanischen Luftströmung (Düsenteknik) nochmals drastisch erhöht werden und das ohne dadurch auftretende Zuglufterscheinungen. Kühldeckensysteme werden auch "Stille Kühlung" genannt. Herkömmliche Klimaanlage (Luftkühlanlagen) nehmen Wärme konvektiv, also über Luftbewegung im Raum auf. Dabei ist die Zulufttemperatur deutlich niedriger als die Hautoberfläche des Menschen. Den dadurch entstehenden Energieentzug empfinden Menschen als unangenehm und sprechen von Zugluft.

Wirkungsweise von Kühldeckensystemen

Wirkungsweise von Kühldeckensystemen

Menschen geben Ihre überschüssige Wärme (Energie) überwiegend über die gesamte Hautoberfläche ab.

Thermo-Rezeptoren steuern dabei den Wärmehaushalt des Menschen. Die Wärmeabgabe geschieht durch Strahlung, Konvektion und Transpiration.

Schafft man dem Menschen genügend Möglichkeiten zum Strahlungsaustausch, benötigt er keine zusätzliche Konvektion und Transpiration — der Wärmehaushalt ist ausgeglichen.

Strahlungsaustausch entsteht dann, wenn Flächen unterschiedlicher Temperaturen gegenüber angeordnet sind. Der Mensch strahlt Energie in Richtung Wand/Decke, wenn diese kühler sind als die Hautoberfläche des Menschen — Strahlung (Wärmeentzug) funktioniert immer vom wärmeren zum kälteren Körper (vom höheren zum niedrigeren Niveau).

Schaffen wir dem Menschen ein "kühleres Gegenüber" wie eine Kühldecke, wird der Mensch seine Wärme dorthin abgeben.

Schaffen wir dem Menschen ein "wärmeres Gegenüber" (Heizdecke) wird er diese Wärme aufnehmen.

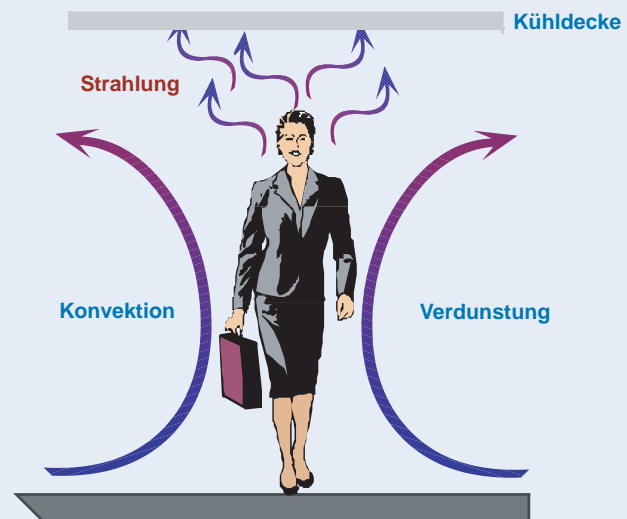
Die Strahlungsenergie (Infrarotstrahlen) wird, wie auch die sensible Energie von warmer aufsteigender Raumluft, von der Kühldecke aufgenommen, weil diese von Kaltwasser durchflossenen Kupferrohren gekühlt wird. Warme Raumluft kühlt ebenfalls an der Kühldecke ab und wird fast immer an den Wänden zurückgeführt. Die Luftgeschwindigkeit ist dabei so gering dass sie nicht als störend empfunden wird.

Betritt man einen Raum in dem Kühldecken in Betrieb sind, ist man im ersten Moment meistens enttäuscht, weil der Raum als zu warm empfunden wird oder weil man spontan keinen Wärmeentzug spürt. Der Wärmeentzug muss sich erst aufbauen!

Sehr bald aber spürt man, dass es vermeintlich kühler wird und die Raumluft sich als kühler anfühlt als sie real ist. Dieses Phänomen (Strahlungsentzug) wird genutzt, indem die Raumtemperatur bewusst höher gehalten wird. Ohne diese Maßnahme würde der Raum bald als zu kalt empfunden. Zudem spart diese Betriebsweise Energiekosten.

Zuviel Kühlleistung (hoher Energieentzug) kann störend unbehaglich sein — landläufig spricht man von Kältestrahlung. Körperteile wie Füße, Rücken und Nacken sind beim Menschen bezüglich Energieabzug sehr empfindlich. Aus diesem Grund setzt Thermolution, ausgenommen von wenigen sinnvollen Ausnahmen (wie z.B. Labors, Maschinenräume, Klimakammern), keine Fußboden-/Wandkühlung ein.

Bei einer Kühldecke behält der Mensch einen kühlen Kopf — die Behaglichkeit kann konkret gesteuert werden.



Wirtschaftlichkeit

Wirtschaftlichkeit der Kühldeckentechnologie

Kühldeckensysteme brauchen einen Wirtschaftlichkeitsvergleich mit Luftkühlanlagen nicht zu scheuen.

Seit 1990 sind Millionen von Kühldeckenquadratmetern installiert und deren Betriebskosten notiert — die Ergebnisse sprechen für den Erfolg der Kühldecken-Technik.

Die größte Einsparung wird in der geringen Kälteerzeugung und im Medientransport erzielt.

Auch bei Anlagen mit der Notwendigkeit zur Lufterneuerung ist es wirtschaftlich, zusätzlich Kühldeckensysteme einzusetzen — die Luftmenge wird dabei bis auf die Frischluft rate reduziert.

Auch betreffend Investition sind Kühldeckensysteme ganzheitlich gesehen günstiger als Luftkühlanlagen (kleinere Technikzentralen, kleine Leitungsquerschnitte, geringe Geschosshöhen, kleinere Steigschächte, geringerer elektrotechnischer Aufwand).

Kühlsegel sind gegenüber geschlossenen Kühldecken nicht nur in der Investition ca. 30% günstiger, sondern können auch auf Grund der größeren Kühlleistung mit höheren Wassertemperaturen und damit wirtschaftlicher betrieben werden.

Einsatzbereiche der Kühldeckentechnik

Einsatzbereiche der Kühldeckentechnik

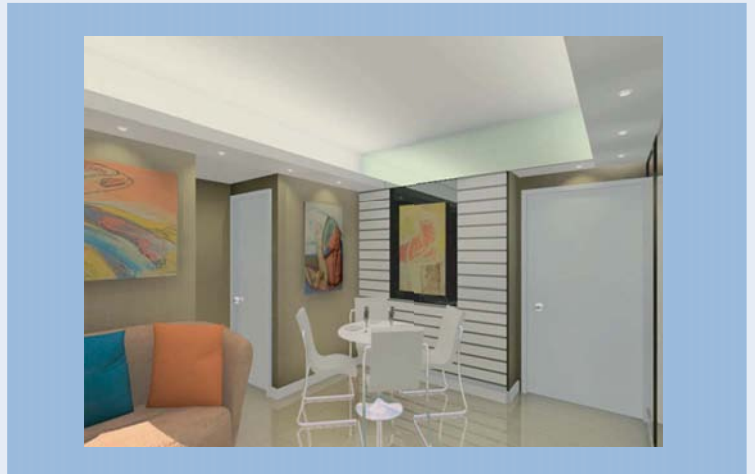
- Unzulässige Wärmelasten bedingen eine Raumkühlung.
- "Zugluftprobleme" oft unerwünscht.
- Bauteilkühlung funktioniert träge und ist in der Kühlleistung begrenzt.

Thermolution Kühldeckensysteme kennen diese Probleme nicht.

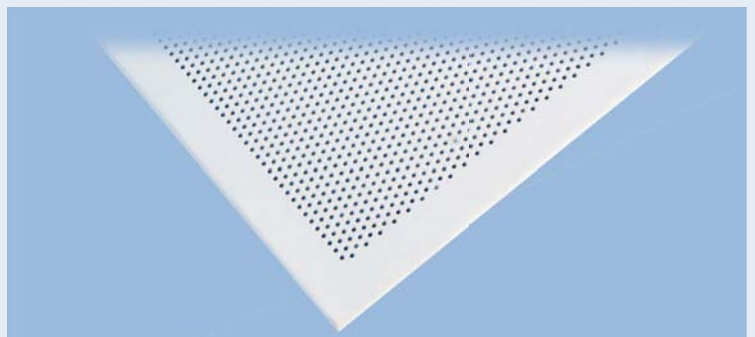
Kühldecken in geschlossener Bauart werden überall dort eingesetzt, wo abgehängte Zwischendecken aus optischen ggf. auch aus hygienischen Gründen gefordert sind — die abgehängte Decke wird kühltechnisch aktiviert.

Thermolution hat Systeme entwickelt, die ohne "Zugluftprobleme" sehr große Kühllasten aufnehmen können.

Kühldecken in offener Bauart (Lamellen, Kühlsegel) werden überall dort eingesetzt, wo die Hauptdecke mindestens teilweise sichtbar bleibt. Die Hauptdecke kann kapazitiv wirken (Wärmepuffer). Die Leistung dieser Kühldeckensysteme ist größer, als die von geschlossenen Systemen. Oft ist, trotz größtmöglicher Flächenausnutzung, die Kühlleistung nicht ausreichend (EDV-Räume, Maschinenräume) und eine Kombination aus Kühldecke mit Luftkühlung aus den bekannten Gründen nicht gewünscht. Hier hilft ein Kühlsegel der AVELUM-Serie von Thermolution.



Thermolution Gipskühldecke GCC



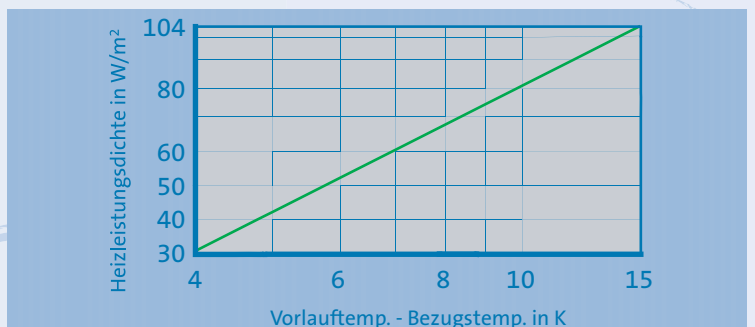
AVELUM Kühl- und Heiz-Deckensegel

Strahlungsheizung

Strahlungsheizung

Kühldecken können noch mehr!

Da wie beschrieben eine Kühldecke aus Rohrschlangen und Wärmeleitprofilen besteht, ähnlich wie bei einer Heizung, kann man Sie auch zu Heizzwecken einsetzen. Wenn man die zulässigen Deckentemperaturen berücksichtigt, ist diese Anwendung zur Temperierung von Gebäuden durchaus empfehlenswert.



Heizleistung einer Aluminiumblech-Decke

KÜHLDECKEN ANBINDUNG & REGELUNG
KÜHLDECKEN ANBINUNG & REGELUNG

**Behaglichkeit
konkret steuern.**

2005

Hydraulische Anbindung von Kühldecken

Hydraulische Anbindung von Kühldecken

Kühl-/Heizmäander werden standardgemäß untereinander und mit der Verteilung flexibel angeschlossen.

Die heute verwendeten Rohr- (Schlauch-) Materialien sind zwischenzeitlich für alle Kühldeckensysteme geeignet, sodass ein fester Anschluss (Löt-/Schraubtechnik) keine allgemeine Berechtigung mehr hat.



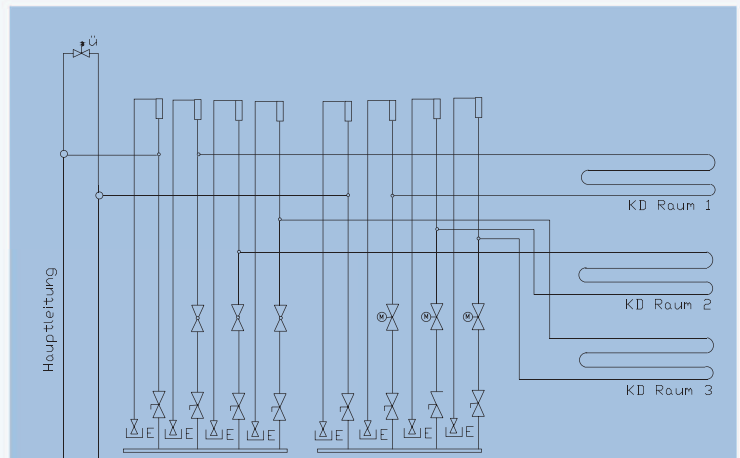
Standard Steckverbinder

Thermolution nutzt die Erfahrung mit sauerstoffdiffusionsdichten Rohren und Steckverbindern (Einsatz seit 1992), sowie mit Edelstahl-Wellrohren bei der Anbindung von Mäandern.

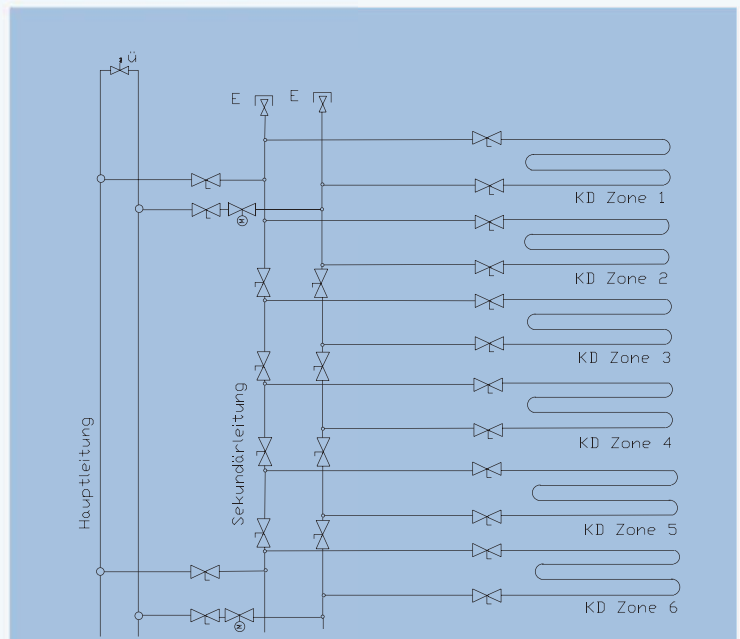
Ein Absperren von Mäandern kann in Ausnahmefällen gefordert sein; ein Entlüften einzelner Mäander ist nur bei Einbau in Schräglage notwendig. Um Luftschlüsse zu vermeiden, sind die Kühldeckensysteme (ähnlich wie bei Fußbodenheizungen) in eine Richtung zu befüllen. Mit dem Kugelhahn lassen sich durch schnelle Bedienung Luftblasen bewegen. Trotz jeder handwerklichen Sorgfalt kann es zu Materialfehlern kommen. Deswegen muss das System einer Druck- und Dichtigkeitsprüfung unterzogen werden.



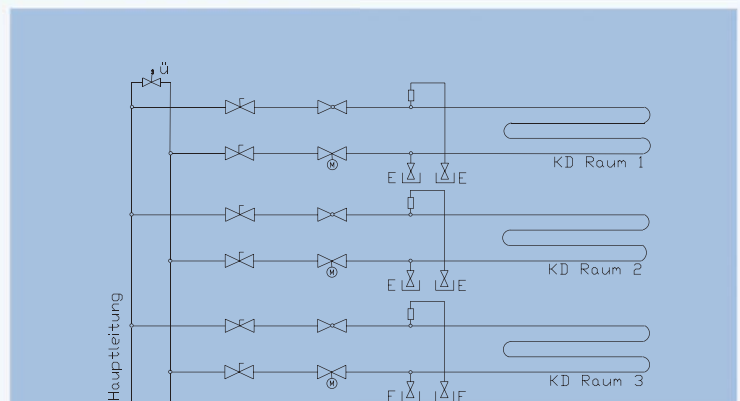
flexible Mäander-Anbindung



Raumweise Kühldeckenanbindung mit Verteiler/Sammler



Zonenweise Kühldeckenanbindung mit Sekundärleitungen



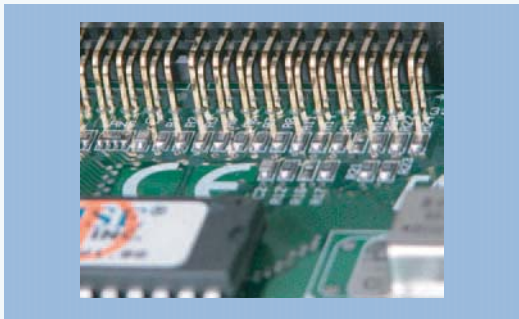
Raumweise Kühldeckenanbindung direkt an die Hauptleitungen

Raumtemperatur-Regelung

Raumtemperatur-Regelung

Anforderung an die Raumtemperatur-Regelungsanlage:

- Erreichen und Einhalten einer Soll-Raumtemperatur
- Raumtemperaturen auf Wunsch individuell regeln (Sollwertverstellung in Einzelräumen)
- Keine Taupunktunterschreitung an der Kühldecke
- Keine unbehaglich hohen Deckentemperaturen im Heizbetrieb
- Keine Fließgeräusche verursachen
- Auf Wunsch zentrale Vorgaben verarbeiten (Sommerkompensation, Nachtschaltung)
- Auf Wunsch Weiterleitung von Istwerten



Vorleistungen für eine Raumtemperatur-Regelungsanlage

- Kaltwasser bzw. Heizungswasser ist mit errechneter Vorlauftemperatur und Menge zur Verfügung zu stellen.
- Der Systemvordruck muss dem Fließwiderstand des Regelorgans (Hahn, Ventil), der Register mit deren Anbindung, sowie des Rücklauf-Systems beinhalten.
- Der Fließwiderstand ist beim 4-Leiter-System für das Kaltwasser-Sekundärnetz, wie auch für das Heizungswasser-Sekundärnetz (z.B. 18°C und 40°C) zu errechnen, da der Rohrreibungswiderstand temperaturabhängig ist (Verhältnis ca. 1,25 : 1,0).
- Wegen Infiltration von feuchter Luft in die Räume ist die Kaltwasser-Vorlauftemperatur dem Taupunkt der Kühldecken anzupassen (Vorlauftemperatur-Regelung).
- Der Kondensatwächter an der Kühldecke ist ein Sicherheitsorgan und kein Regler (Funktion: ein-aus).
- Die Raumtemperatur-Regelung geschieht über eine Wassermengen-Veränderung. Demzufolge muss die Anlage vor Inbetriebnahme geprüft und entlüftet werden - Luftblasen verursachen zudem Geräusche und oftmals hydraulische Schläge.

Anmerkung zur Raumtemperatur

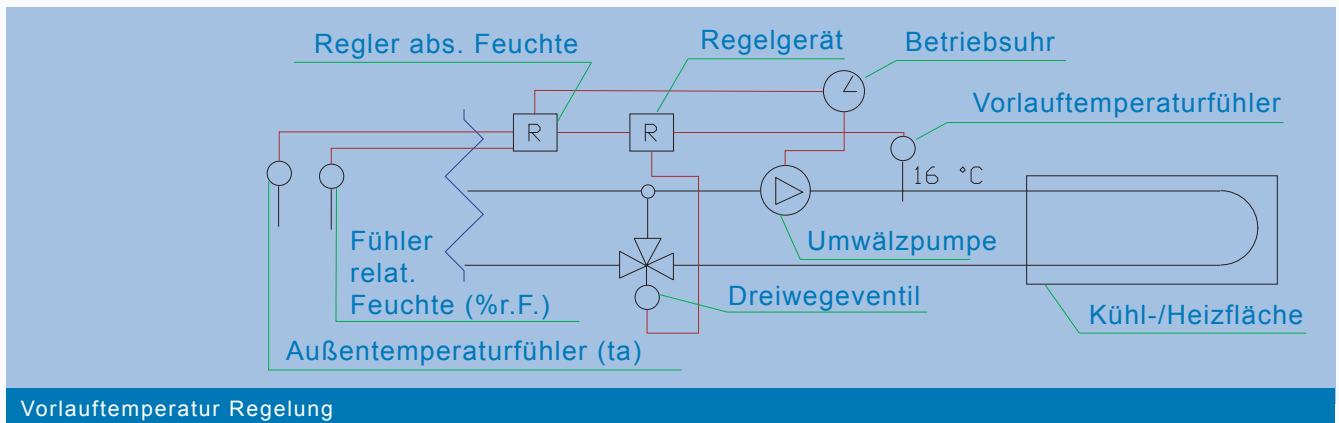
Der Leitsatz: kühler Kopf und warme Füße hat Bestand.

Eine Kühldecke funktioniert nur, wenn sie Wärme aufnehmen kann, also muss die Decke kühler sein, als irgend ein anderer Körper im Raum. Ein Mensch fühlt diese kühle Fläche mit seiner Hautoberfläche. Ist diese Fläche zu kühl, empfindet der Mensch diesen Umstand als unharmonisch gegenüber der Raumtemperatur. Hebt man nun die Raumtemperatur an, erzeugt man im Beharrungszustand durchaus eine Harmonie. Diese Harmonie wird aber durch die

Umgebungsflächen stark beeinflusst. Die operative (empfundene) Raumtemperatur lässt sich berechnen und hilft, die richtige Raumtemperatur für die Dimensionierung der Systeme zu wählen. Es ist gewiss falsch, ohne rechnerischen Nachweis die Raumtemperatur auf 1-2 K höher, als die Raumtemperatur nach DIN 1946, anzunehmen. Im Heizfall haben Studien ergeben, dass die Oberflächentemperatur der Decke im Beharrungszustand nicht höher als ca. 32°C sein sollte (entspricht einer Vorlauftemperatur von ca. 35°C). Zum Aufheizen eines Raumes ist eine wesentlich höhere Vorlauftemperatur zulässig. Grundsätzlich wird eine Raumtemperatur wenig von der Vor-/Rücklauf-Anordnung einer Decke beeinflusst. Sinnvoll wird es aber immer sein, den Vorlauf einer Decke dorthin zu legen, wo der größte Bedarf (Kühlen/Heizen) ist.

Raumtemperatur-Regelung – Techniken

Raumtemperatur-Regelung – Techniken



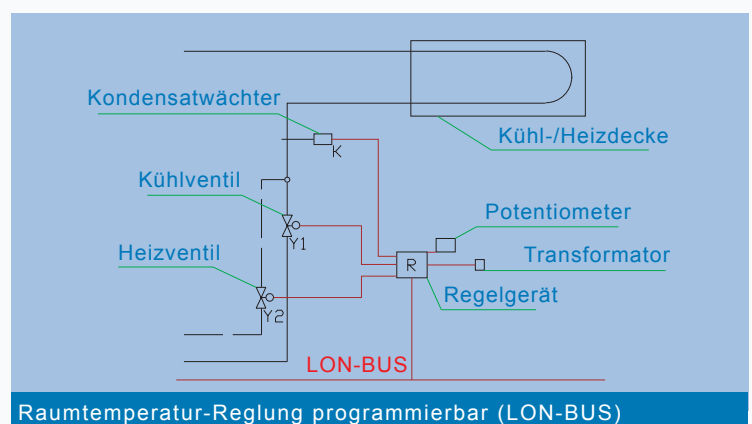
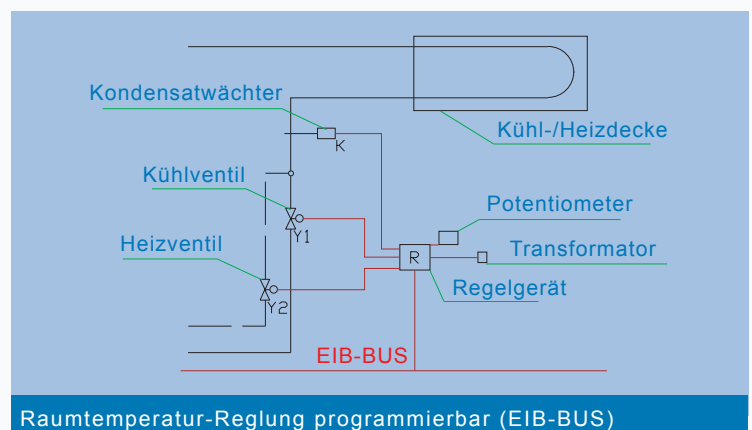
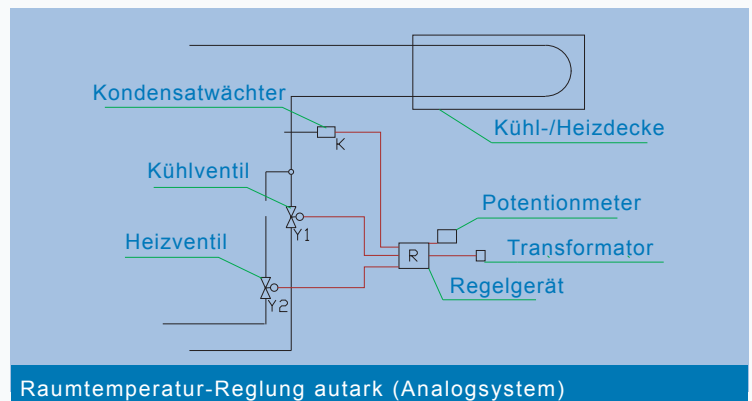
Anmerkung zur Vorlauftemperatur-Regelung:

Eine solche Temperatur-Regelanlage wird über einen Wassermischkreis nach externen Vorgaben vorgenommen und benötigt deswegen eine Umwälzpumpe. Sind mehr als eine Raumtemperatur individuell zu regeln, sollte die Vorlauftemperatur-Regelung zentral vorgenommen werden.

Die Vorlauftemperatur-Regelung soll eine Kondensatbildung an der Kühldecke verhindern und trotzdem den Kühlbetrieb aufrecht erhalten (regeln und nicht schalten). In der Praxis hat es sich bewährt, die absolute Feuchte als Parameter zu verwenden, da bei trockneren Raumluftzuständen eine relative Luftfeuchte eine niedrigere Vorlauftemperatur verlangen würde.

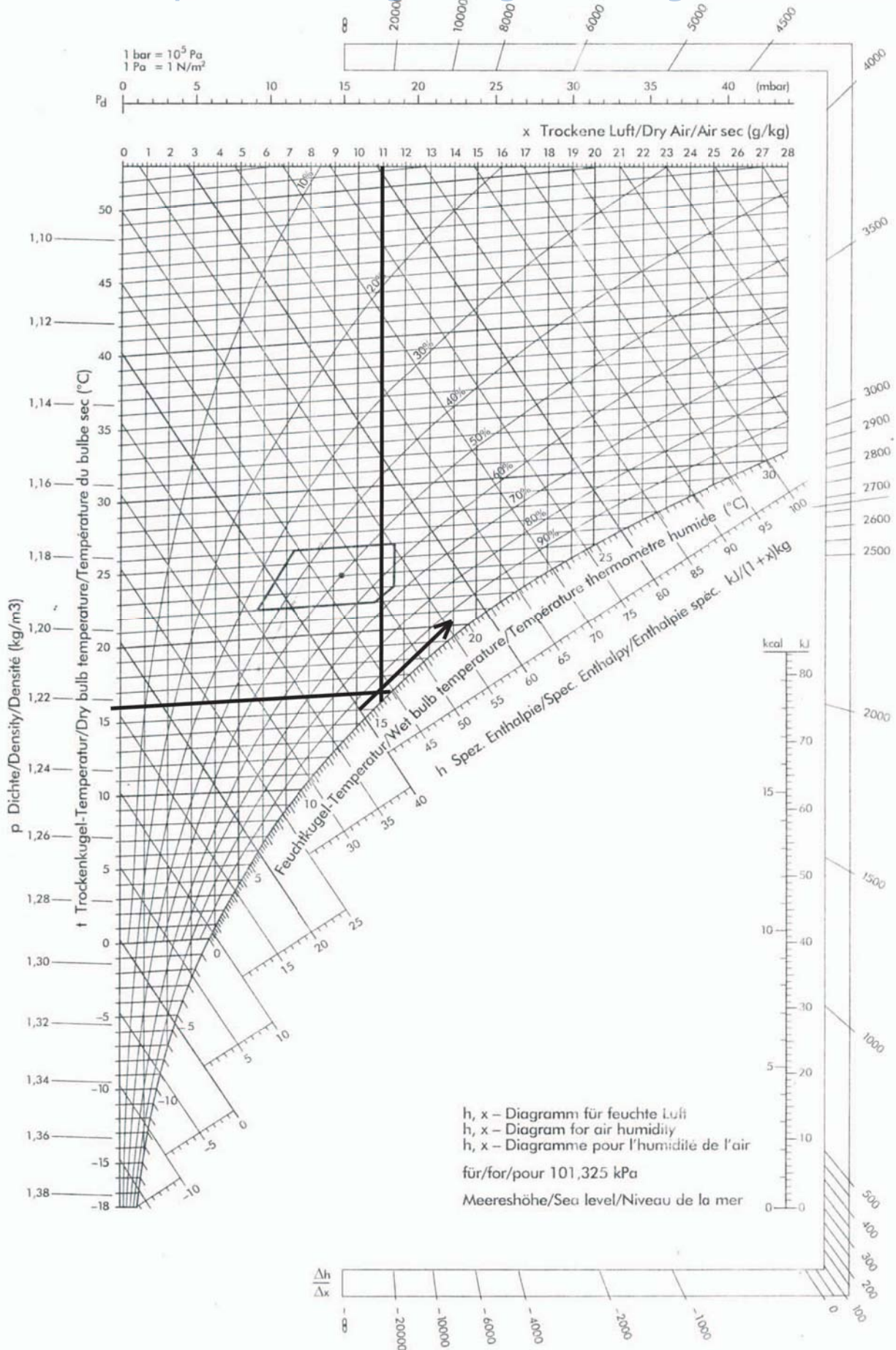
Bei einer Vorlauftemperatur-Regelung nach der absoluten Feuchte und ohne Zusatz-Lüftung muss ein Umstand besonders beachtet werden.

Annahme: der Vorlauftemperatur-Regler hat die Vorlauftemperatur wegen einer Außen-Schwüle angehoben. In diesem Fall steigt auch die Raumtemperatur und somit fast immer die absolute Feuchte im Raum. Wird die Anlage abgeschaltet (Betriebsruhe) und schaltet bei Normal-Wetteranlage ($x \sim 11,2 \text{ g/kgL}$) wieder ein, wird sich an der Kühldecke sehr schnell Kondensat bilden — hier hilft nur noch lüften.



Raumtemperatur-Regelung hx Diagramm

Raumtemperatur-Regelung hx Diagramm



Raumregelgeräte Übersicht

Raumregelgeräte Übersicht

Anbieter	ALRE	EBERLE	Kieback & Peter	JCI	Oventrop	Sauter - Cumulus	Siemens	TEKMAR	Theben	Thermokon
Type	PETR75	KLR-E	DDC110-L3	TC-9109	115 2052	NRT107 / NRT300	RXB10.1 / CC-01	2505 - 2616	RAM 713	WRF06
Kühlen/Heizen	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja
Taupunktfühler	TPS1	TS	ja	ja	114 1951	EGH102F001	QXA 2000	3422	—	WK01
Ventil	—	—	R15 DAA	—	KT	VXN, BXN, VUL, BUL	VDN 1...	—	—	—
Antrieb	—	—	R15 DAA	—	101 27	AVR, AXM, AXT	STA 71	—	—	—
Regler-Eingang	~24V	—	24V	k.A.	24V	0 -10V	~ 24V	~ 24V	EIB	24V
Regler-Ausgang	~24V	24V	24V	24V	0 -10V	230V, 24V, 0-10V	~ 24V	~ 24V	EIB	0 - 10V
Schalthyserese	1 K	0,5 K	k.A.	k.A.	k.A.	2-20 K	0,5 K	1 K	Stetig-regler	2 K
Totzone	0,25-3 K	0,5-8,5 K	0,5-8,0 K	k.A.	0,5-7,5 K	0,4-10 K	-25 K	1 K	1-6 K	0,5-10 K
Stromversorgung	~24V	24V	24V	24V	24V	230V, 24V	~ 24V	~ 24V	EIB	24V
LON	nein	nein	ja	k.A.	ja	nein	nein	nein	nein	ja
EIB	nein	nein	nein	k.A.	nein	nein	RXC10.1	nein	ja	nein
Fühler/Regler	ja	ja	ja	nein	nein	ja	ja	nein	ja	ja
drahtlos	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	ja
Solar	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	ja
Batterie	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein

Diese Zusammenstellung stellt nur eine kleine Übersicht dar und hat keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Alle auf dieser Website genannten Marken und Logos sind gesetzlich geschützte Warenzeichen. Alle Angaben ohne Gewähr.

Seitenübersicht:

S. 2	Einführung
S.3	Funktionsprinzip
S.4	Wirkungsweise
S.4	Wirtschaftlichkeit
S.5	Einsatzbereiche
S.5	Strahlungsheizung
S.6	Kühldecken Anbindung und Regelung
S.7	Hydraulische Anbindung
S.8	Raumtemperatur Regelung
S.9	Raumtemperatur Regelung
S.10	hx Diagramm
S.11	Raumregelgeräte Übersicht

Haben wir Ihr Interesse geweckt?

Wir freuen uns, wenn Sie Kontakt mit uns aufnehmen.

Sollten Sie objektspezifische Fragen haben, beraten wir Sie gerne auch vor Ort.

Thermolution
Kühldeckensysteme
Rathausstraße 30
72160 Horb a.N.

Tel. 07451 90 79-71
Fax 07451 90 79-72

kontakt@thermolution.de

THERMOLUTION
KÜHLDECKENSYSTEME

Diese Produktinformation
wurde Ihnen überreicht von:

Thermolution im Internet: <http://www.thermolution.de>