



ENERGIEEFFIZIENT KÜHLEN

Erhöhung der Kaltwasser-Vorlauftemperatur

Einleitung

Ein grosser Vorteil von leistungsfähigen Flächenkühlssystemen liegt in der Möglichkeit, Räume selbst mit einer relativ hohen Kaltwasser-Vorlauftemperatur zu kühlen. Höhere Vorlauftemperaturen ermöglichen es, einen grossen Teil der Kälteenergie direkt von der Aussenluft zu beziehen und nur wenig – oder gar keine – elektrische Energie zur Kälteerzeugung aufzuwenden.

Verschiedene Innovationen im Klimadeckenbereich machen es nun möglich, die Wasser-Vorlauftemperatur im Kühlfall noch weiter anzuheben und dadurch den Wirkungsgrad von Kältemaschinen zu verbessern, oder sogar ganz auf Freecooling zu setzen.

Energieeffizienz und die nachhaltige Bewirtschaftung von Gebäuden ist ein zentraler Bestandteil bei der Auslegung von Gebäuden. Neben den Kostenvorteilen, die der energieeffiziente Betrieb von Klimadecken bietet, verlangt der Gesetzgeber in gewissen Ländern, wie etwa in der Schweiz¹), immer energieeffizientere Systeme, damit eine Gebäudekühlung überhaupt zulässig ist.

Umso grösser die Leistungsfähigkeit eines Klimadeckensystems ist, desto höher sind die im Betrieb möglichen Kaltwasser-Vorlauftemperaturen. Dadurch kann über die Jahre hinweg ein Vielfaches an Energie- und Betriebskosten gespart und der ökologische Fussabdruck des Gebäudes deutlich verbessert werden.

Bei Bürogebäuden wird Freecooling ab einer Kaltwasser-Vorlauftemperatur von 18 °C wirtschaftlich interessant und sollte in Betracht gezogen werden. Wärmeaufnahme-systeme wie Kühldecken, die mit hohen Kaltwasser-Vorlauftemperaturen arbeiten, eignen sich deshalb besonders gut für Freecooling.

In diesem Informationsdokument behandeln wir die folgenden Fragen:

- Wo liegen die Zusammenhänge zwischen Kältemaschine, Kaltwasser-Vorlauftemperatur und Freecooling?
- Welchen Einfluss haben die gewählten Klimadeckensegel-Systeme auf die Kaltwasser-Vorlauftemperatur.
- Welches Freecooling-Potential entsteht durch leistungsfähige Klimadeckensegel-Systeme?

¹ EnG 730.0/Kanton Zürich: Richtlinie Sommerlicher Wärmeschutz bei Neubauten und Umbauten.

Energieeffizient kühlen

Erhöhung der Kaltwasser-Vorlauftemperatur

August 2024_V2

INHALT

Erhöhung der Kaltwasser-Vorlauftemperatur

Kältemaschine – Wärmequelle und Wärmesenke	4/5
Kältemaschine – Wirkungsgrad	6
Kaltwasser-Vorlauftemperatur – Klimadeckensegel... 7/8	
Kaltwasser-Vorlauftemperatur – Klimadeckensegel und Freecooling	9
Fazit.....	10

Verfasser



Thomas Burger

Leiter Technik, Klimadeckensysteme

Kältemaschine – Wärmequelle und Wärmesenke

Kältemaschinen oder Wärmepumpen benötigen zum Betrieb immer eine Wärmesenke, in welche die Kältemaschine Energie abgeben kann, bzw. eine Wärmequelle, aus welcher die Wärmepumpe Energie aufnehmen kann. Bei der Kältemaschine besteht diese «Umwelt-Energie» in den allermeisten Fällen aus der Aussenluft.

Kältemaschine und Wärmepumpe können dabei prinzipiell immer in beide Richtungen laufen, sofern dies regelungstechnisch vorgesehen ist.

Vorgang:

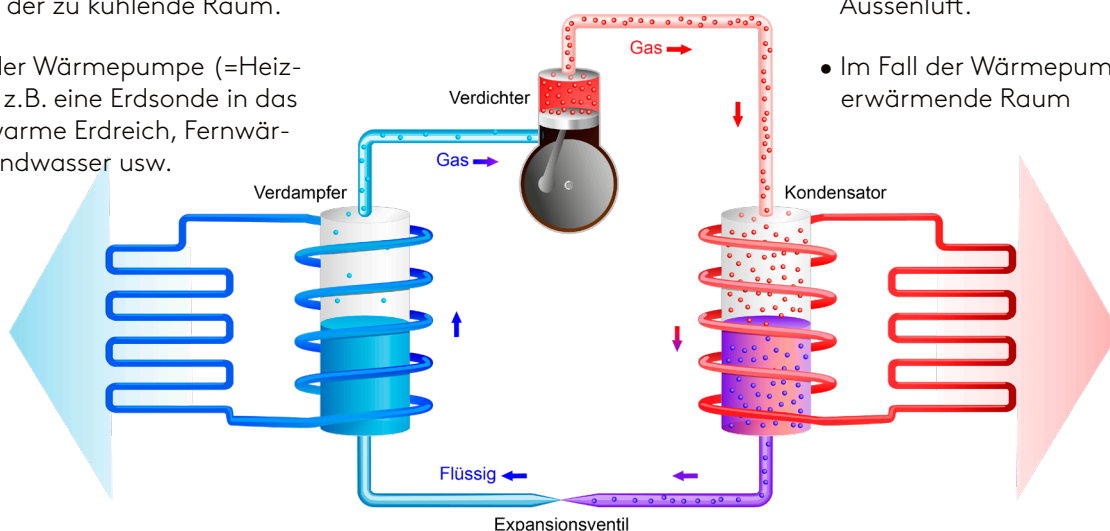
- Der Verdichter verdichtet ein gasförmiges Kältemittel. Dabei erhöht sich auch dessen Temperatur.
- Das warme, verdichtete Gas gibt die Wärmeenergie an die Wärmesenke ab (meist Aussenluft), wobei dies oft indirekt über einen zweiten Kreislauf zum Rückkühler passiert.
- Die daraus resultierende Temperaturabnahme führt zur Kondensation des Kältemittels. Damit dieser Vorgang funktioniert, muss das Kältemittel wärmer sein als die Wärmesenke.
- Das flüssige Kältemittel gelangt sodann in ein Expansionsventil, in welchem sein Druck reduziert wird. Dadurch sinkt die innere Energie ab.
- Nun wird das flüssige Kältemittel durch Energieaufnahme aus dem Kühlkreis des Gebäudes wieder verdampft. Damit dies funktioniert, muss das Kältemittel kälter sein als die Wärmequelle.

Wärmequelle

- Im Fall der Kältemaschine (=Kühlbetrieb) der zu kühlende Raum.
- Im Fall der Wärmepumpe (=Heizbetrieb) z.B. eine Erdsonde in das relativ warme Erdreich, Fernwärme, Grundwasser usw.

Wärmesenke

- Im Fall der Kältemaschine die Aussenluft.
- Im Fall der Wärmepumpe der zu erwärmende Raum



Es wird also ersichtlich:

- Umso tiefer die Temperatur in der Wärmesenke, umso weniger (elektrische) Energie muss der Verdichter aufwenden, um das Gas auf eine Temperatur ÜBER der Wärmesenke-Temperatur zu erwärmen.
- Umso höher die Vorlauftemperatur im Kühlkreis des Gebäudes sein kann, umso weniger tief muss die Temperatur des Gases im Wärmekreis sein. Dies führt ebenfalls zu einer geringeren elektrischen Leistungsaufnahme durch den Verdichter.
- Wenn die Wärmesenke kälter ist als die notwendige Vorlauftemperatur im Gebäude, braucht der Verdichter überhaupt nicht mehr zu arbeiten. In diesem Fall spricht man von Freecooling. In der Praxis muss die Aussenlufttemperatur 2 K unter der Wasser-Vorlauftemperatur liegen, damit dies funktioniert.



Für den Freecooling-Betrieb muss die Aussenlufttemperatur 2 K unter der Wasser-Vorlauftemperatur liegen.

Kältemaschine – Wirkungsgrad

Der Wirkungsgrad einer Wärmepumpe bzw. Kältemaschine wird durch die sogenannte Leistungszahl (LZ) angegeben. Obwohl man bei Kältemaschinen von Energie Efficiency Ratio (EER) und bei Wärmepumpen von Coefficient of Performance (COP) spricht, ist der mathematische Zusammenhang immer derselbe. Das Verhältnis von Heiz- oder Kühlleistung (Q) zur eingesetzten elektrischen Leistung (P_{el}) ergibt die Leistungszahl (LZ), die möglichst hoch sein soll.

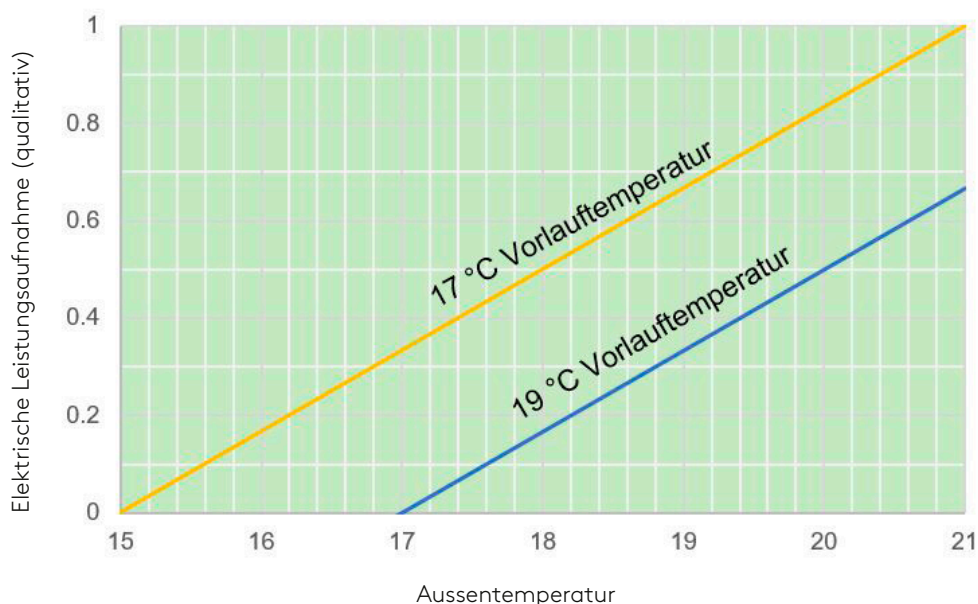
$$LZ = \frac{Q}{P_{el}}$$

Wie auf den Seiten 4 und 5 dargestellt, wird die elektrische Leistungsaufnahme (P_{el}) der Kältemaschine umso geringer, desto tiefer die Aussenlufttemperatur ist und umso höher die Vorlauftemperatur des Kühlwassers im Gebäude sein kann.

Da sich die Aussenlufttemperatur nicht beeinflussen lässt, bleibt als wesentliche Möglichkeit zur Verbesserung des Wirkungsgrades einer Kältemaschine die Erhöhung der Kaltwasser-Vorlauftemperatur.

Sobald die Vorlauftemperatur mehr als 2 K über der Aussenlufttemperatur liegt, sinkt die Leistungsaufnahme des Verdichters gegen Null und der Betrieb erfolgt mit Freecooling.

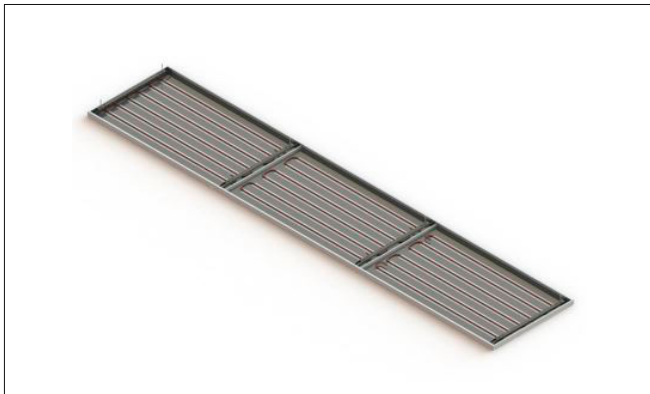
Qualitativer Zusammenhang zwischen Aussentemperatur und elektrischer Leistungsaufnahme bei verschiedenen Vorlauftemperaturen



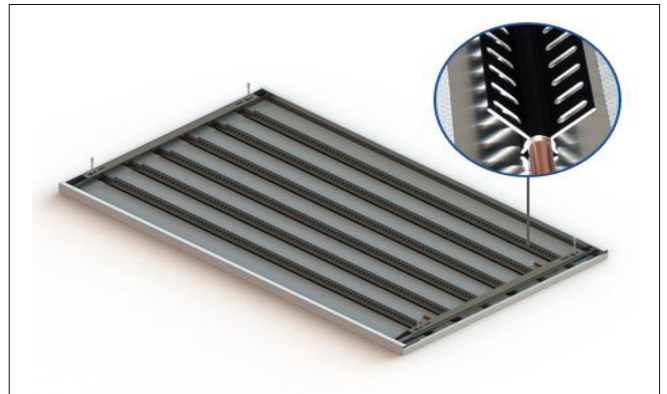
Kaltwasser-Vorlauftemperatur-Klimadeckensegel

Im weiteren Verlauf dieses Dokumentes sollen die Möglichkeiten zur Leistungssteigerung, bzw. Erhöhung der Vorlauftemperatur anhand des Klimadeckensegels aufgezeigt werden. Dieses modulare System erlaubt es, das herkömmliche Heiz-/Kühldeckensegel durch zusätzliche Komponenten zu einem Hochleistungssegel zu erweitern.

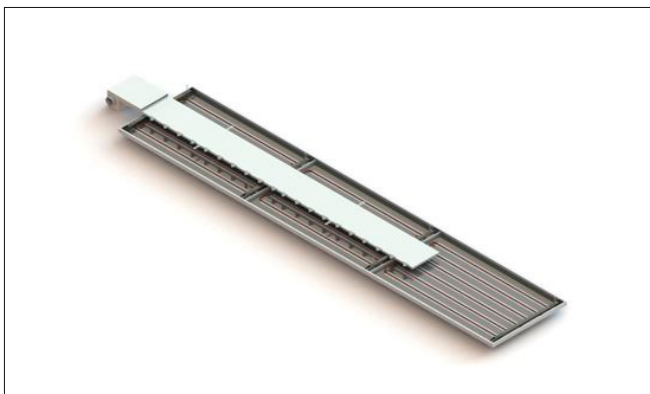
Ein solches Hochleistungssystem kann bis 40 % mehr Energie aus der Umgebung aufnehmen und mit einer bis 2,6 K höheren Kaltwasser-Vorlauftemperatur betrieben werden als ein herkömmliches Heiz-/Kühldeckensegel mit gleicher Fläche.



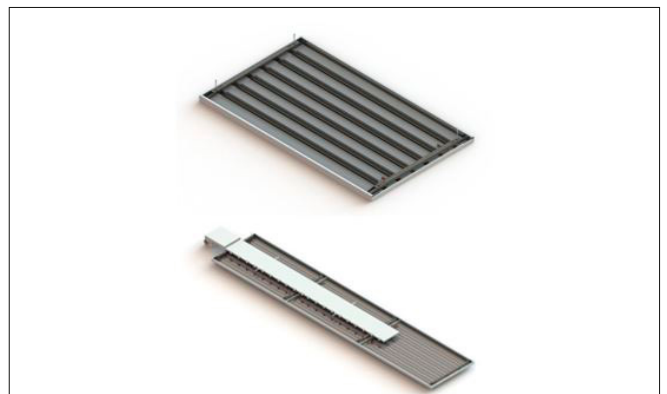
Heiz-/Kühldeckensegel als Basis



Heiz-/Kühldeckensegel + Convactor Wings®



Heiz-/Kühldeckensegel + CAURUS



Heiz-/Kühldeckensegel + CAURUS + Convactor Wings®

Kaltwasser-Vorlauftemperatur – Klimadeckensegel

Anhand des folgenden Diagramms soll aufgezeigt werden, wie sowohl der Belegungsgrad der Decke als auch die Systemwahl die Kaltwasser-Vorlauftemperatur beeinflussen.

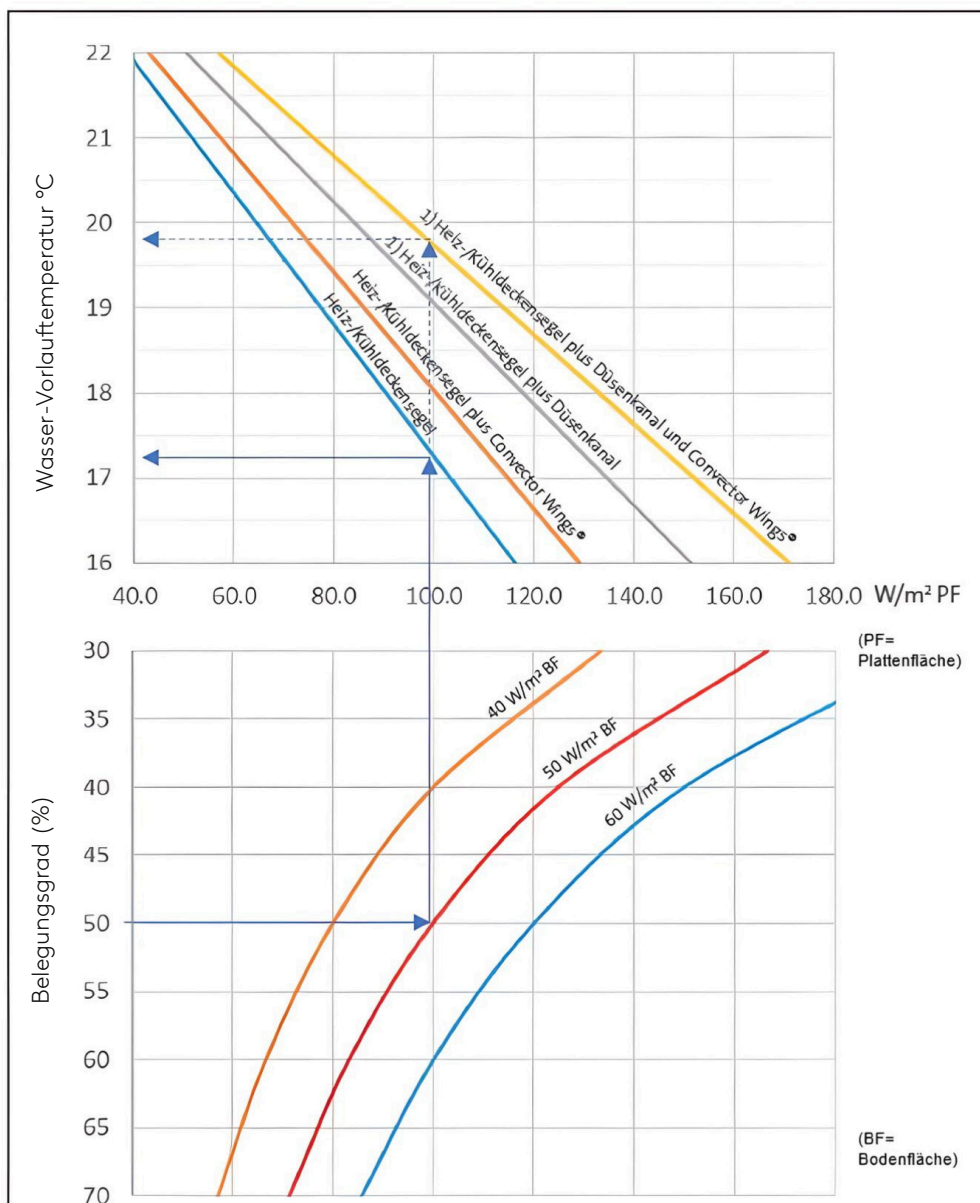
In einem Gebäude gegeben ist in der Regel die errechnete Kühllast, im Beispiel mit 40, 50 und 60 W/m² BF (Bodenfläche) aufgeführt. Niedrigere Belegungsgrade der Decke führen zu einer höheren notwendigen installierten Leistung pro m² PF (Plattenfläche) und dadurch zwangsweise zu tieferen Vorlauftemperaturen.

Ergebnis:

Mit einem Deckenbelegungsgrad von 50 % und einer Kühllast von 50 W/m² BF wäre mit einem herkömmlichen Heiz-/Kühldeckensegel eine Vorlauftemperatur von 17,2 °C notwendig, um die geforderte Kühlleistung zu erbringen.

Unter Einsatz der zusätzlichen Komponenten CAURUS und Convector Wings® kann mit einer Vorlauftemperatur von 19,8 °C, also einer um 2,6 K höheren Vorlauftemperatur gearbeitet werden.

(Angaben basierend auf Messungen im Klimalabor von Barcol-Air.)



¹ Die durch die Betonbewirtschaftung zwischengespeicherte Last beim Einsatz vom CAURUS sowie CAURUS und Convector Wings® wurde berücksichtigt.

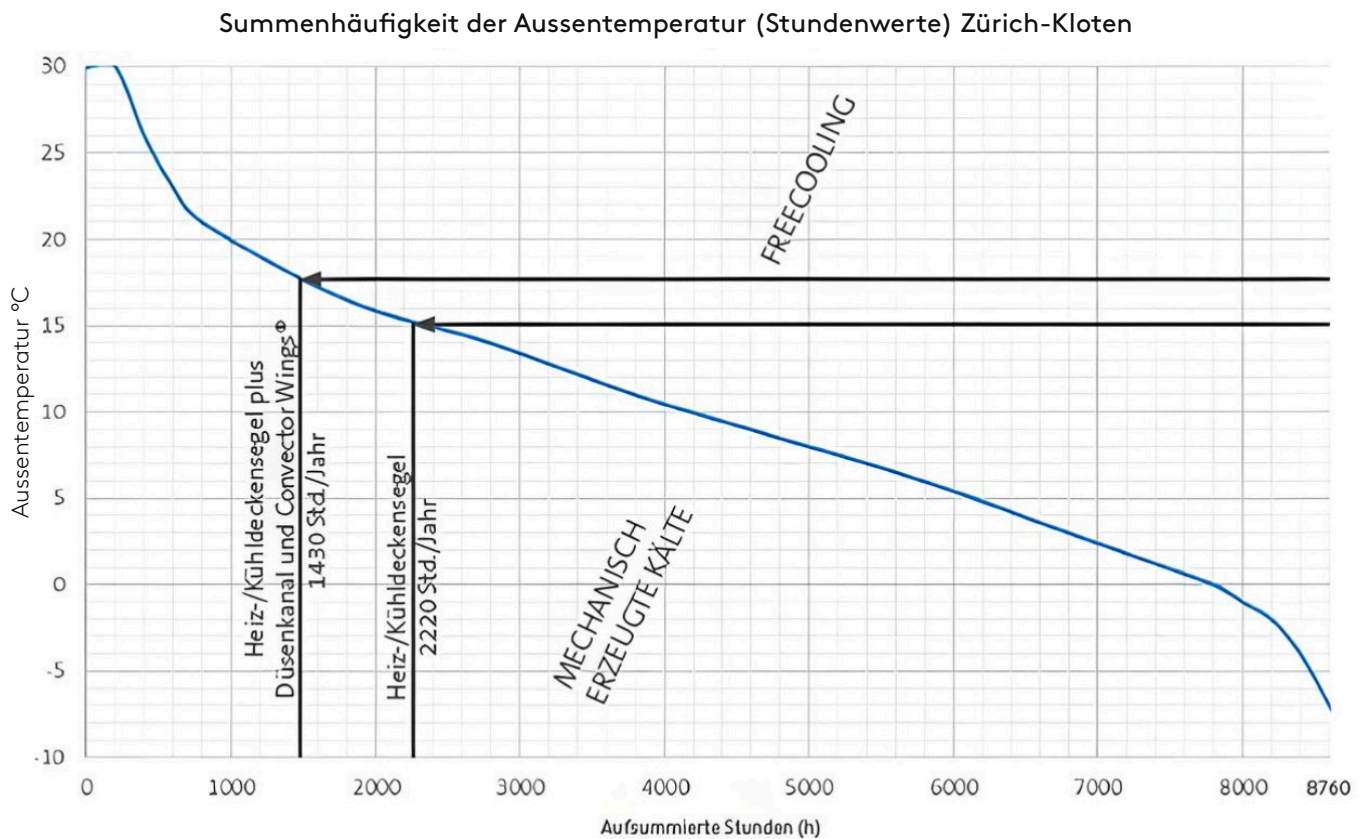
Kaltwasser-Vorlauftemperatur – Klimadeckensegel und Freecooling

Wie zuvor beschrieben, ermöglicht ein Klimadeckensystem mit höherer Leistungsfähigkeit eine höhere Kaltwasser-Vorlauftemperatur. Diese führt bei Klimadecken immer zu einer besseren Leistungszahl der Kältemaschine, da die Vorlauftemperatur näher an der Aussentemperatur liegt. Um Freecooling betreiben zu können, muss die Wasser-Vorlauftemperatur der Kältemaschine 2 K über der Aussentemperatur liegen.

Das nachfolgende Diagramm zeigt exemplarisch die Aussentemperatur in Zürich-Kloten als Summenhäufigkeitskurve.

Ergebnis:

Das mit CAURUS und Convector Wings® zum Hochleistungssystem erweiterte Heiz-/Kühldeckensegel muss also 40 % weniger häufig mithilfe elektrischer Energie gekühlt werden. Zudem ist der COP-Wert der Kältemaschine in den restlichen 1'430 Stunden deutlich besser als mit herkömmlichen Heiz-/Kühldeckensegeln.



Anteil Freecooling in Abhängigkeit zur Kaltwasser-Vorlauftemperatur

Quelle: Diagramm der Schweizerischen Meteorologischen Anstalt SMA

Fazit

Die Möglichkeit einer Erhöhung der Kaltwasser-Vorlauftemperatur sollte bei der Erstellung der projektspezifischen technischen Gebäudekonzeption, in jedem Klimadeckenprojekt und letztlich bei der Auswahl des Klimadeckensystems eingehend geprüft werden. Dadurch kann das Sparpotenzial bezüglich Elektrizitätsbedarf und damit auch der ökologische Fussabdruck eines Gebäudes deutlich verbessert werden.

Im Idealfall – bei der richtigen Systemwahl – wird nur noch während einem kleinen Teil des Jahres mittels Kältemaschine gekühlt. Den Rest des Jahres funktioniert die Kühlung über Freecooling.

Insbesondere im Hinblick auf die höheren Anforderungen hinsichtlich Energieeffizienz und Kosten lohnen sich leistungsfähige Klimadeckensysteme.

Weitere wissenswerte Dokumente

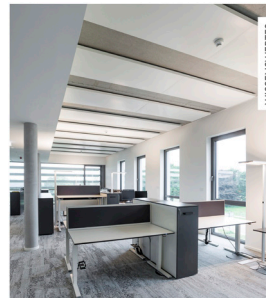
Klimadecken Grundlagen Technik/Einsatzgebiete/Vorteile



KLIMADECKEN GRUNDLAGEN
Technik / Einsatzgebiete / Vorteile

BARCOL-AIR
by Design

Raumakustische Büroplanung Ein Behaglichkeitsfaktor im Fokus



**EXKURS IN DIE RAUMAKUSTISCHE
BÜROPLANUNG**
Ein Behaglichkeitsfaktor im Fokus

BARCOL-AIR
by Design

Leistungssteigernde Faktoren Differenz zwischen EN 14240 und Realität



**LEISTUNGSSTIEGERNDE FAKTOREN
BEI KLIMADECKENSYSTEMEN**
Differenz zwischen EN 14240 und Realität

BARCOL-AIR
by Design

Klimadecken und Taupunkt Kühle Köpfe auch bei hoher Luftfeuchtigkeit



KLIMADECKEN UND TAUPUNKT
Kühle Köpfe auch bei hoher Luftfeuchtigkeit

BARCOL-AIR
by Design

Klimadeckensystem mit Gebäude Massenbindung Funktionsprinzipien und Vorteile



**KLIMADECKENSYSTEME MIT
GEBÄUDE MASSENANBINDUNG**
Funktionsprinzipien und Vorteile

BARCOL-AIR
by Design

Flexibilität moderner Klimadeckensysteme Maximale Anpassungsfähigkeit



**FLEXIBILITÄT MODERNER
KLIMADECKENSYSTEME**
Maximale Anpassungsfähigkeit

BARCOL-AIR
by Design

Kontakte

International

Barcol-Air Group AG

Wiesenstrasse 5
8603 Schwerzenbach
T +41 58 219 40 00
F +41 58 218 40 01
info@barcolair.com
barcolair.com

Schweiz



Barcol-Air AG

Wiesenstrasse 5
8603 Schwerzenbach
T +41 58 219 40 00
F +41 58 218 40 01
info@barcolair.com

Barcol-Air AG

Via Bagutti 14
6900 Lugano
T +41 58 219 45 00
F +41 58 219 45 01
ticino@barcolair.com

Deutschland

Swegon Klimadecken GmbH

Schwarzwaldstrasse 2
64646 Heppenheim
T: +49 6252 7907-0
F: +49 6252 7907-31
klimadecken@swegon.de
swegon.de/klimadecken

Frankreich

Barcol-Air France SAS

Parc Saint Christophe
10, avenue de l'Entreprise
95861 Cergy-Pontoise Cedex
T +33 134 24 35 26
F +33 134 24 35 21
france@barcolair.com
barcolair.com

Italien

Barcol-Air Italia S.r.l.

Via Leone XIII n. 14
20145 Milano
T +41 58 219 45 40
F +41 58 219 45 01
italia@barcolair.com
barcolair.com

Feel good **inside**

