



White Paper

# Erhöhung der Kaltwasser-Vorlauftemperatur – Energieeffizient kühlen

Raumbehaglichkeit individuell gelöst

**BARCOL-AIR**   
by Swegon

## White Paper Erhöhung der Kaltwasser-Vorlauftemperatur – Energieeffizient kühlen

Ein grosser Vorteil von leistungsfähigen Flächenkühlsystemen 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.

Das White Paper nimmt Stellung zu 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?

Verfasser:



Thomas Burger, Leiter Technik, Barcol-Air Group AG

# Einleitung

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 Schweiz<sup>1)</sup>, 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.

## Inhalt

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

<sup>1)</sup>EnG 730.0 / Kanton Zürich: Richtlinie Sommerlicher Wärmeschutz bei Neubauten und Umbauten

# 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:

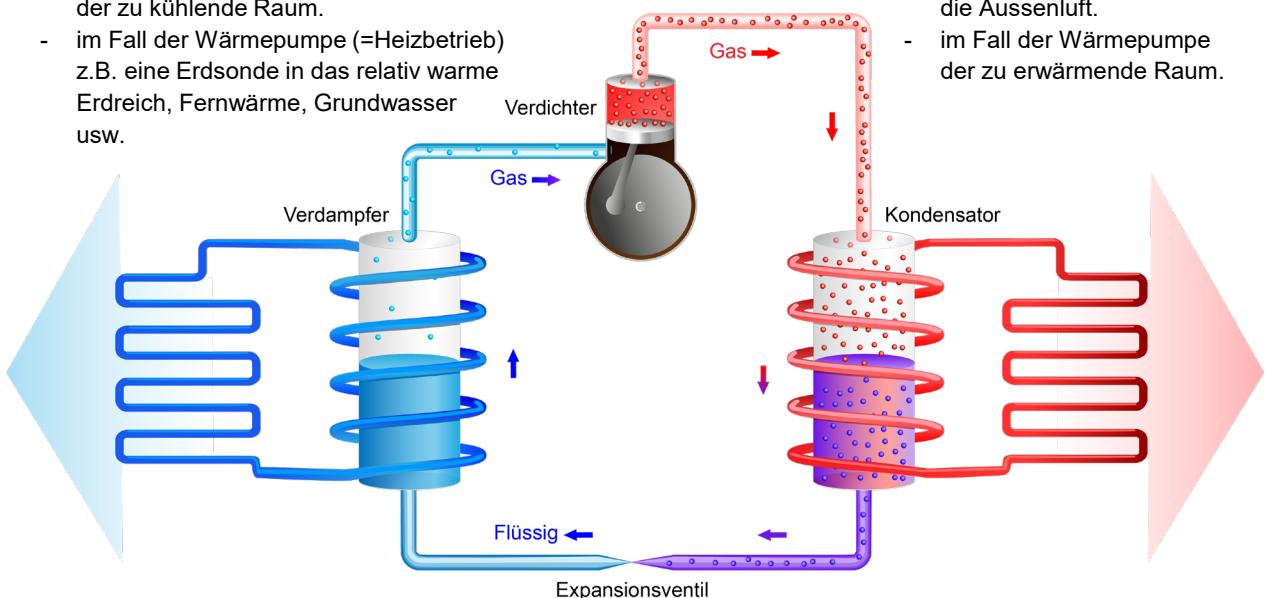
- Der Verdichter verdichtet ein gasförmiges Kältemittel. Dabei erhöht sich auch dessen Temperatur.
- Das warme, verdichtete Gas gibt die Wärmeenergie an die Wärmesenke ab (meist Aussenluft), wobei dies oft indirekt über einen zweiten Kreislauf zum Rückkühler passiert.
- Die daraus resultierende Temperaturabnahme 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.





# Kältemaschine – Wärmequelle und Wärmesenke

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

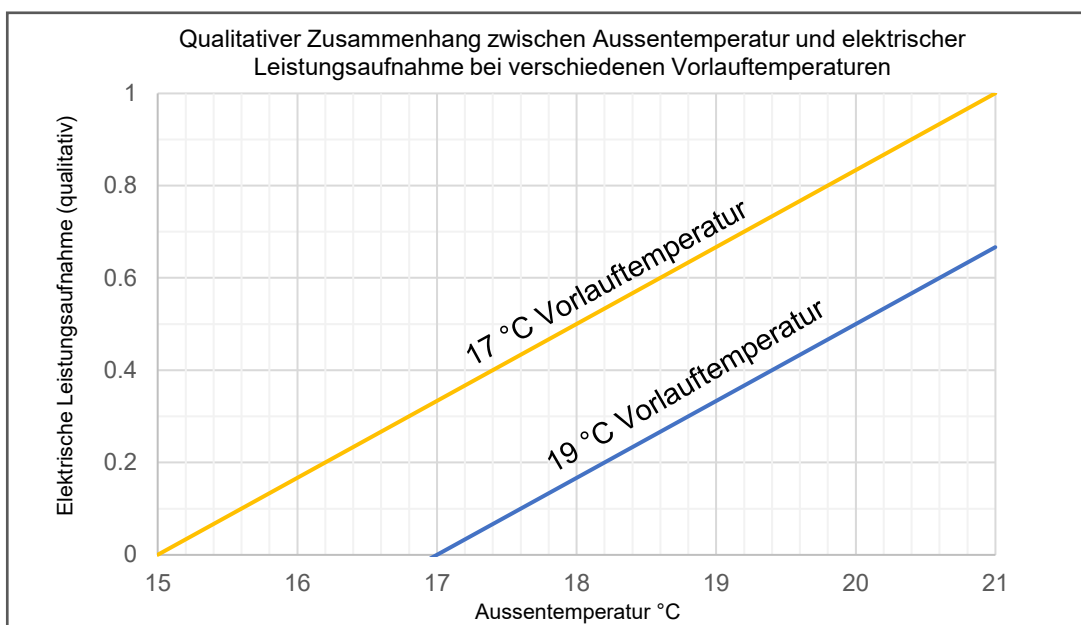
Der Wirkungsgrad einer Wärmepumpe bzw. Kältemaschine wird durch die sogenannte Leistungszahl (LZ) angegeben. Obwohl man bei Kältemaschinen von Energie Efficiency Ratio (EER) und bei Wärmepumpen von Coefficient of Performance (COP) spricht, ist der mathematische Zusammenhang immer derselbe. Das Verhältnis 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.

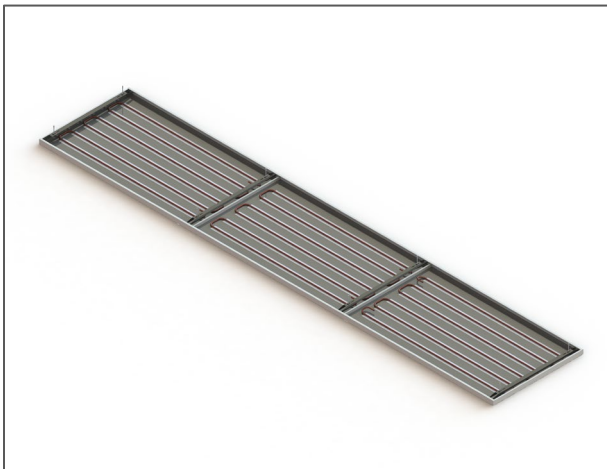
Sobald die Vorlauftemperatur mehr als 2 K über der Aussenlufttemperatur liegt, sinkt die Leistungsaufnahme des Verdichters gegen Null und der Betrieb erfolgt mit Freecooling.



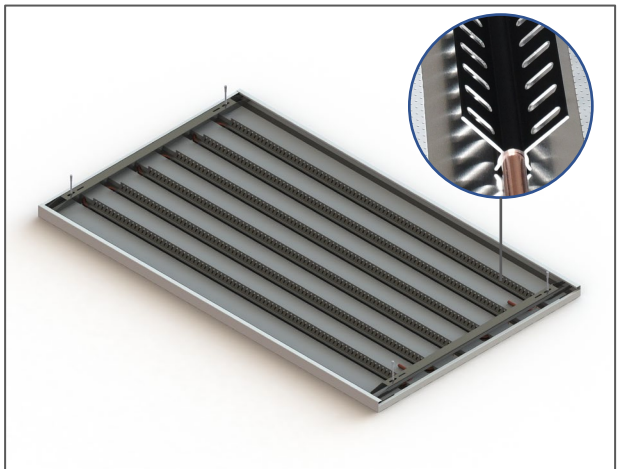
## Kaltwasser-Vorlauftemperatur – Klimadeckensegel

Im weiteren Verlauf dieses Whitepapers sollen die Möglichkeiten zur Leistungssteigerung, bzw. Erhöhung der Vorlauftemperatur anhand des Klimadeckensegels von Barcol-Air 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



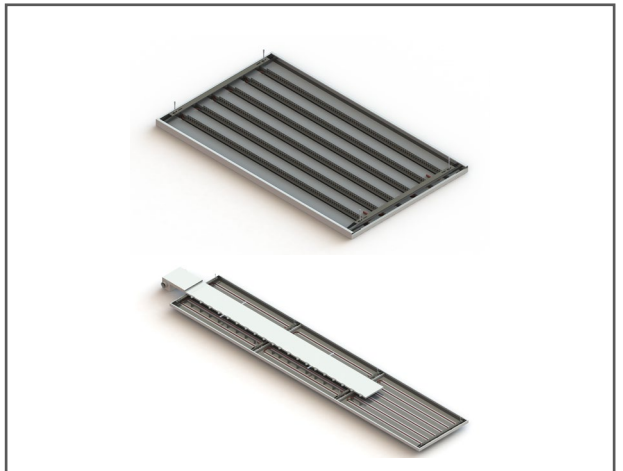
Heiz-/Kühldeckensegel + Convactor Wings®



Heiz-/Kühldeckensegel + Düsenkanal



Heiz-/Kühldeckensegel + Düsenkanal + 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.

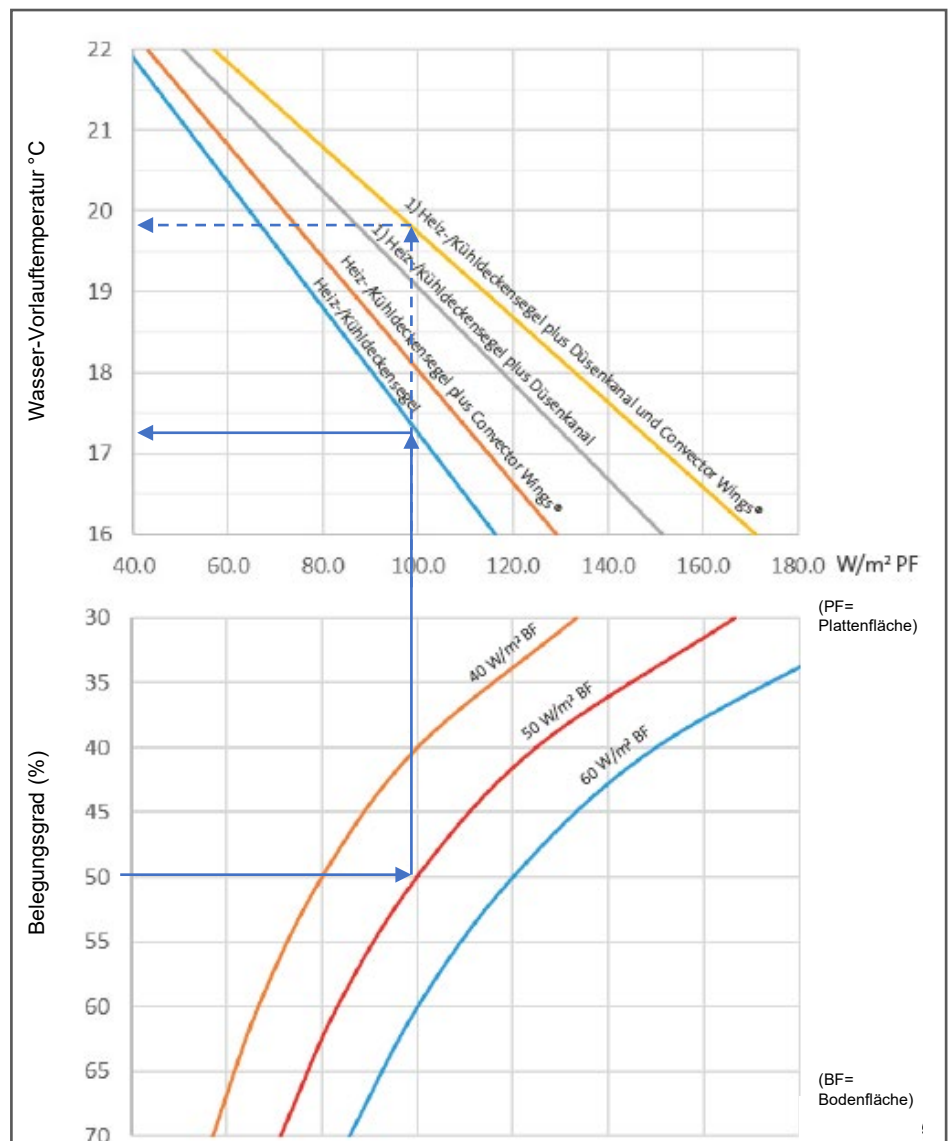
In einem Gebäude gegeben ist in der Regel die errechnete Kühllast, im Beispiel mit 40, 50 und 60 W/m<sup>2</sup> BF (Bodenfläche) aufgeführt. Niedrigere Belegungsgrade der Decke führen zu einer höheren notwendigen installierten Leistung pro m<sup>2</sup> PF (Plattenfläche) und dadurch zwangsweise zu tieferen Vorlauftemperaturen.

Ergebnis:

Mit einem Deckenbelegungsgrad von 50 % und einer Kühllast von 50 W/m<sup>2</sup> 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 *Düsenkanal* und *Convactor Wings*<sup>®</sup> 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.)



<sup>1)</sup> Die durch die Betonbewirtschaftung zwischengespeicherte Last beim Einsatz von Düsenkanal sowie Düsenkanal und Convactor Wings<sup>®</sup> wurde berücksichtigt.



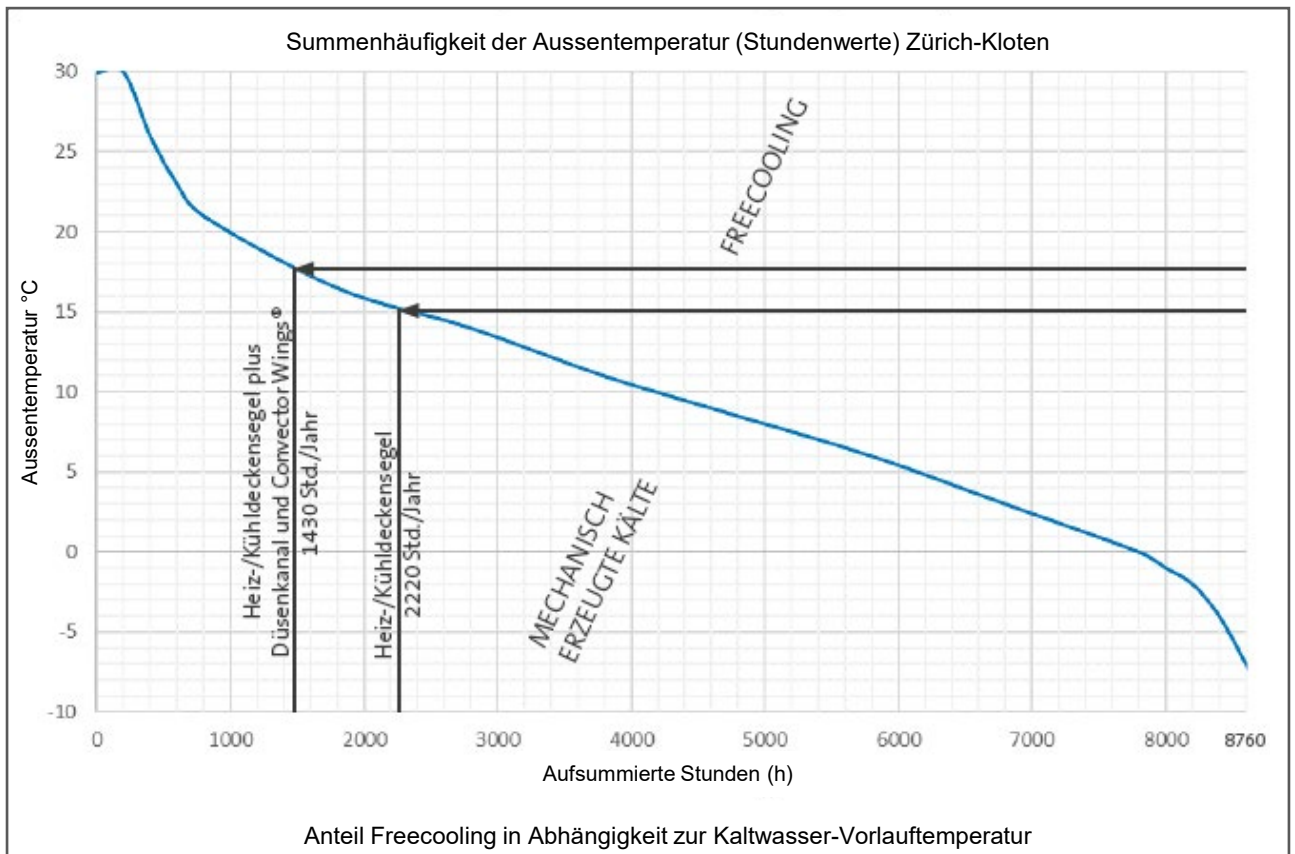
# Kaltwasser-Vorlauftemperatur – Klimadeckensegel und Freecooling

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 Düsenkanal 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.



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.

### **Haben Sie Fragen? Kontaktieren Sie uns:**

T +41 58 219 40 00

[info@barcolair.com](mailto:info@barcolair.com)

# barcolair.com

kompetent, umfassend, flexibel, effizient

**Barcol-Air Group AG**

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

