



White Paper  
Faktoren zur Leistungssteigerung bei Kühldecken  
– Differenz zwischen EN 14240 und Realität

Raumbehaglichkeit individuell gelöst

**BARCOL-AIR**   
by Swegon

White Paper

# Faktoren zur Leistungssteigerung bei Kühldecken – Differenz zwischen EN 14240 und Realität

Die Europäische Norm EN 14240 legt Prüfbedingungen und Verfahren zur Bestimmung der Kühlleistung von Kühldecken oder anderen grösseren Kühlflächen fest. Ziel dieser Norm ist, vergleichbare und reproduzierbare Produktkennwerte zur Verfügung zu stellen. In einem realen Bürogebäude herrschen jedoch andere Bedingungen als in einem Prüfraum nach EN 14240. Einige davon wirken sich äusserst positiv auf die Kühlleistung von Kühldecken aus.

Im speziell aufgebauten Klimalabor von Barcol-Air ist es möglich, auch die in einem realen Bürogebäude vorkommenden leistungssteigernden Faktoren zu simulieren. Dieses White Paper soll die Differenz zwischen EN 14240 und Realität aufzeigen und einen Überblick der Faktoren zur Leistungssteigerung bei Kühldecken und ihren Einfluss auf die Kühlleistung bieten.

Das White Paper nimmt Stellung zu folgenden Fragen:

- Welche Unterschiede bestehen zwischen der Leistungsmessung nach EN 14240 und realen Bedingungen?
- Wie gross ist der Einfluss dieser Unterschiede?
- Welches sind die Faktoren zur Leistungssteigerung bei Kühldecken im realen Gebäude und wie wirken sie sich auf die Kühlleistungswerte einer Kühldecke aus?

Verfasser:



Thomas Burger, Leiter Technik, Barcol-Air Group AG

## Einleitung

Der Einsatz von Klimadeckensystemen ist in modernen Bürogebäuden zum Standard geworden. Ihre grosse Wärmetauscherfläche ermöglicht die Raumklimatisierung mit Wassertemperaturen, die verhältnismässig nahe an der Raumtemperatur liegen. Somit sind sie äusserst energieeffizient. Um die verschiedenen Systeme am Markt miteinander vergleichen zu können, wurde bereits früh mit der Normierung von Messungen in akkreditierten Prüfinstituten begonnen. Eine Messung der Kühlleistung nach EN 14240 führt zu klaren Aussagen darüber, welche Unterschiede zwischen den Systemen am Markt bestehen. Um die Messungen möglichst einfach und reproduzierbar zu halten, wird in einem Prüfraum nach EN 14240 bewusst auf das Simulieren der Einflüsse, die in einem realen Raum vorherrschen, verzichtet. Ein nachvollziehbares Vorgehen. Die meisten der real existierenden Einflüsse wirken sich jedoch positiv auf die Kühlleistung aus und führen zu einer Leistungssteigerung. Als Resultat fällt die Dimensionierung der Kühldecke kleiner aus. In der Folge sinken auch die Investitionskosten.

## Inhalt

Messungen nach EN 14240 – für klare Vergleichbarkeit.....	4
Einflüsse auf die Kühlleistung im realen Büro – Mischlüftung .....	6
Einflüsse auf die Kühlleistung im realen Büro – warme Fassade .....	7
Einflüsse auf die Kühlleistung im realen Büro – asymmetrische Lastverteilung .....	8
Einflüsse auf die Kühlleistung im realen Büro – Massenspeicher .....	9
Zusammenfassung.....	10
Fazit.....	11

## Messungen nach EN 14240 – für klare Vergleichbarkeit

Zur Vergleichbarkeit verschiedener Kühldeckensysteme wurden bereits früh Normen zur standardisierten Messung verfasst. Die aktuell gültige EN 14240 ist aus dem Jahr 2004 und führt – wenn sie auch in Details einer Anpassung bedürfte – nach wie vor zu eindeutigen Resultaten. Ein Prüfraum nach EN 14240 hat (unter anderem) folgende Voraussetzungen zu erfüllen:

- 10 bis 21 m<sup>2</sup> Bodenfläche und 2,7 bis 3 m Raumhöhe (Abweichungen sind zulässig)
- Der Luft im Prüfraum darf keine erzwungene Strömung auferlegt werden (also z.B. ist keine Mischlüftung zulässig). Ausserdem muss der Raum ausreichend luftdicht sein.
- Innenwände und Fussboden müssen temperaturgeregelt werden und so isoliert sein, dass der mittlere Wärmestrom 0,4 W/m<sup>2</sup> nicht überschreitet. Der Strahlungsemissionsfaktor der raumseitigen Oberflächen soll >0,9 sein.
- Die Wärmebilanz von Prüfling und Kühllast-Simulator (siehe nächste Seite) sowie der Wärmedurchgang bei der Prüfraum-Umfassung soll nicht mehr als 5 % der gemessenen Kühlleistung betragen – die Wände sind somit möglichst isotherm zum Raum zu halten.

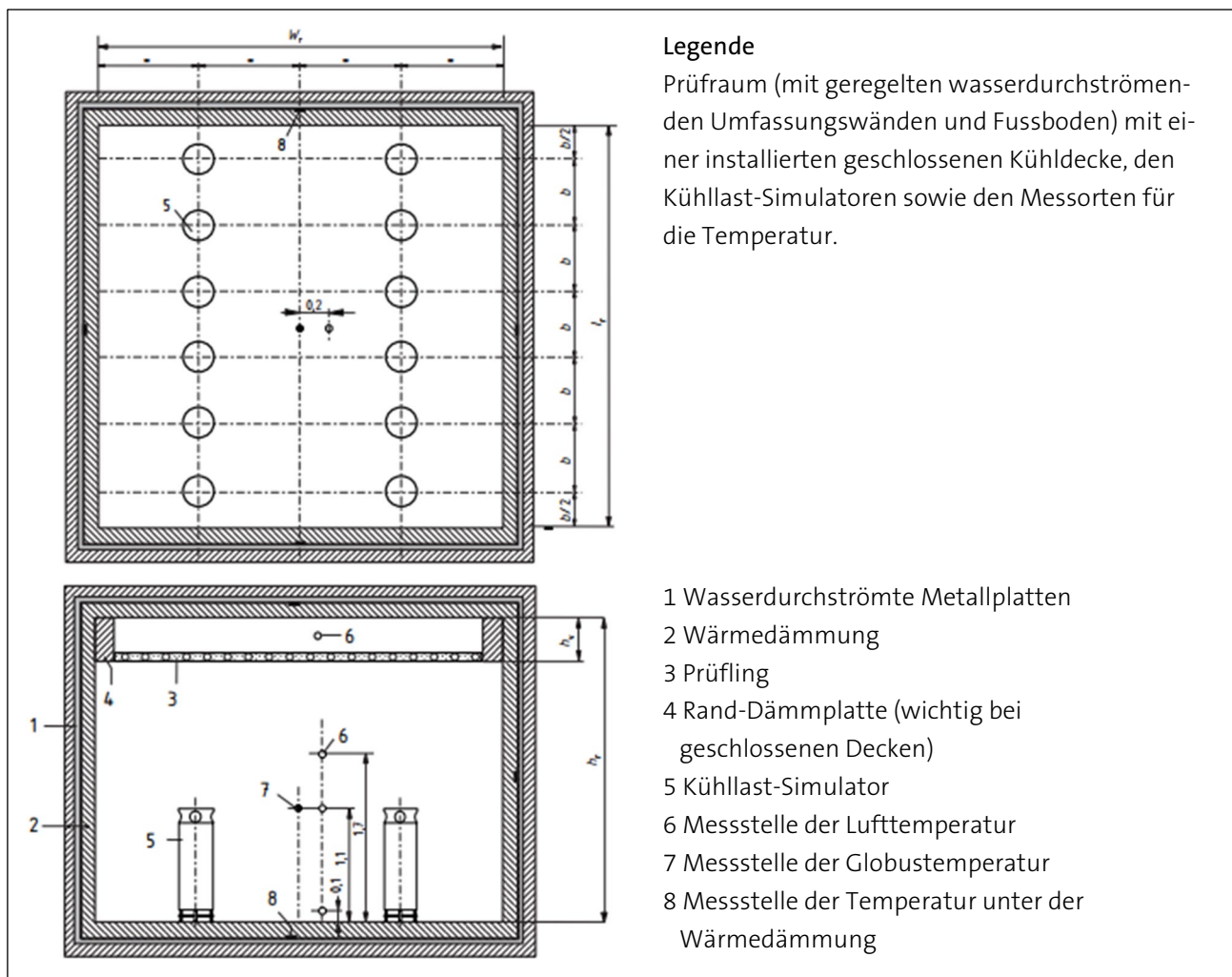


Abb. 1: Beispiel Prüfraum aus EN 14240:2004 (D)

Neben den Vorgaben zum Prüfraum, bestehen auch Vorgaben für dessen gerätetechnische Ausstattung:

- Die abzuführende Energie wird dem Raum über eine gerade Anzahl normierter Kühllast-Simulatoren zugeführt. Diese werden symmetrisch im Raum verteilt (also meist in zwei Reihen parallel zur Längsseite des Raumes).
- Die Kühllast-Simulatoren bestehen aus lackiertem Stahlblech mit einem Emissionsgrad (innen und aussen) >0,9.
- Die Kühllast-Simulatoren sollen stufenlos bis zu 180 W pro Simulator regelbar sein.

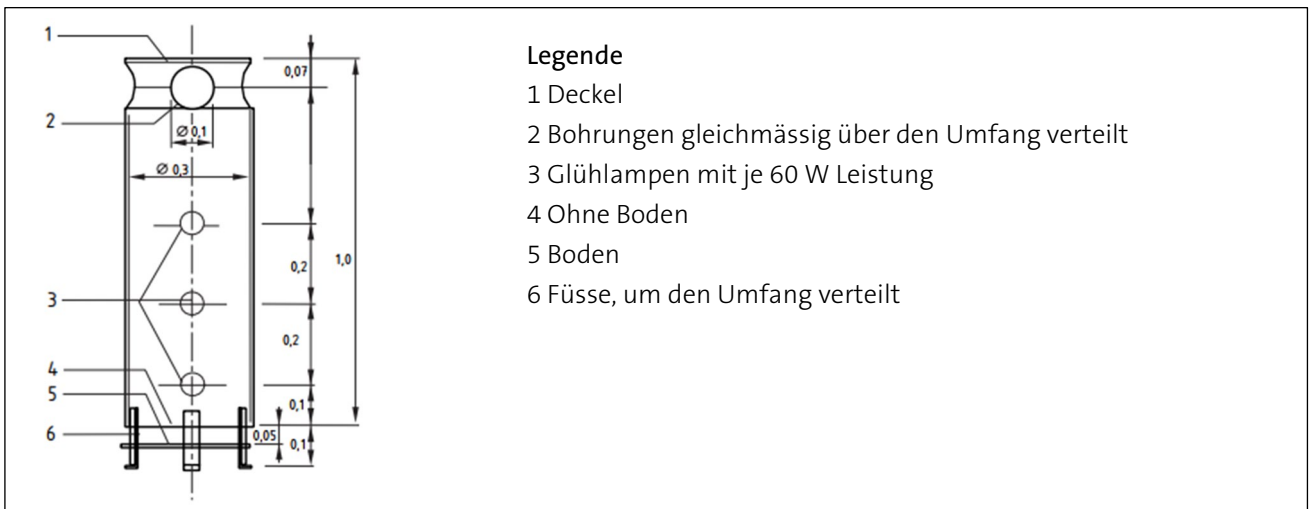


Abb. 2: Kühllast-Simulator (Dummy), Quelle: EN 14240:2004 (D)

- Auf die Messgeräte wird hier nicht weiter eingegangen, da sie auch in einem realen Büroraum so eingesetzt werden könnten. Wichtig ist, dass für die Referenz-Raumtemperatur ein Globustemperaturfühler zum Einsatz kommt – also ein Temperaturfühler, der den Mittelwert aus Luft- und Wärmestrahlungstemperatur misst (wie auch ein Mensch beide Temperaturen zusammen empfindet).



## Einflüsse auf die Kühlleistung im realen Büro – Mischlüftung

Prüfraum nach EN 14240	Realität
Gemäss EN 14240 ist dem Raum keine erzwungene Strömung aufzuerlegen. Dies bedeutet, dass die Messung von Kühldecken in Kombination mit Zuluftsystemen nicht erlaubt ist.	In der Realität wird fast jedes moderne Bürogebäude mit kontrollierter Frischluft versorgt. Eine Steigerung der wasserseitigen Kühlleistung ist dabei mit praktisch jeder Art von Zuluftdurchlass zu beobachten. Allerdings fallen diese unterschiedlich stark aus.

### Vergleich Leistungssteigerung durch Zuluftdurchlässe

System	Wirkprinzip	Abhängigkeit von Zulufttemperatur	Wasserseitige Leistungssteigerung
Herkömmliche Prallplattendurchlässe, Dralldurchlässe, Schlitzdurchlässe	Luft wird an der Unterseite der Decke mit hoher Geschwindigkeit ausgeblasen. Durch den Coanda-Effekt bleibt sie an der Decke. Durch die hohe Geschwindigkeit erhöht sich der Wärmeübergangswert ( $\alpha$ ) der Unterseite der Kühldecke.	Gering, Leistungssteigerung durch besseren Wärmeübergang.	Ca. 5 %
Zuluftdurchlass Aquilo Barcol-Air	Der Aquilo befindet sich in der Deckenplatte. 80 % der Zuluft wird impulsarm zwischen den Wärmeleitschienen in den Raum eingeblasen. 20 % der Zuluft strömen mit hoher Geschwindigkeit oberhalb der Deckenplatte aus. Der dadurch erzeugte Induktionseffekt zieht warme Raumluft auf die Oberseite der Platte, was zu einer deutlichen Erhöhung der Kühlleistung führt.	Messbarer Zusammenhang, da sich die Düsen oberhalb der Platte befinden. Eine Leistungssteigerung ist allerdings erst dann zu erwarten, wenn die Zulufttemperatur ca. 2 K über der Wassertemperatur liegt.	5-20 % Je nach Übertemperatur der Luft zur mittleren Wassertemperatur.
Düsenkanal Barcol-Air	Der Düsenkanal befindet sich über der Deckenplatte und bläst 100 % der Zuluft mit hoher Geschwindigkeit zwischen Raumdecke und Deckensegel aus. Der dadurch erzwungene Induktionseffekt steigert die Kühlleistung der Deckenplatte sehr stark – die spezielle Form der Induktionsdüsen verhindert gleichzeitig das Auftreten von Zuglufterscheinungen im Aufenthaltsbereich.	Gering, die Zuluft bleibt immer oberhalb der Deckenplatte.	20 %

Abb. 3: Vergleich herkömmliche und spezialisierte Zuluftdurchlässe

## Einflüsse auf die Kühlleistung im realen Büro – warme Fassade

Prüfraum nach EN 14240	Realität
<p>Die Raumumschliessungsflächen im Prüfraum nach EN 14240 sind isotherm und geben wenig Energie an den Prüfraum ab oder nehmen solche von diesem auf. Dadurch entsteht auch keine verstärkte Raumluftströmung durch die Erwärmung von Luft entlang der Fassade.</p>	<p>Im realen Raum ist die Fassade im Sommer meist der wärmste Ort. Hier steigen sehr grosse Luftmassen auf, welche im weiteren Verlauf der Raumluftströmung die Luftumwälzung dominieren – auch direkt auf die Fassade ausgerichtete Zuluftdurchlässe kommen dagegen kaum an.</p> <p>Aufgrund der grossen Luftmengen, die durch die warme Fassade bewegt werden, hat diese einen sehr grossen Einfluss auf die Kühlleistung unter realen Betriebsbedingungen. Allerdings bestehen Abhängigkeiten vom Anteil der Verglasung und der Innenoberflächentemperatur.</p> <p>Bei einer Innenoberflächentemperatur von 32 °C und einem Glasanteil der Fassade von 75 % kann von einer Leistungssteigerung von 8 % ausgegangen werden.</p>



## Einflüsse auf die Kühlleistung im realen Büro – asymmetrische Lastverteilung

Prüfraum nach EN 14240	Realität
<p>Die symmetrische Aufstellung der Kühllast-Simulatoren führt zu einer symmetrischen Raumluftrömung. Die Luft steigt in zwei grossen Walzen von der Mitte des Raumes auf, kühlt sich an der Decke ab und fällt danach jeweils zu einem grösseren Teil entlang der Raumwand und zu einem kleineren Teil zwischen den Simulatoren zum Boden zurück. Diese Bewegung ist relativ sanft (&lt;10 cm/s).</p>	<p>In einem realen Raum – vor allen in Grossraumbüros – sind die Lasten eher an einzelnen Punkten des Raumes konzentriert: den Arbeitsplätzen. Zu jedem Arbeitsplatz gehören Beleuchtung, Computer, Bildschirm und insbesondere auch der Mensch. Die Personen wie auch die Technik geben Wärme ab.</p> <p>Die Arbeitsplatzsituation führt zu einer eher lokalen Auftriebszone, welche im Vergleich zu den gleichmässig verteilten Kühllast-Simulatoren in einer etwas höheren Geschwindigkeit der aufsteigenden Luft resultiert. Solange von der eingesetzten Technik keine aussergewöhnliche Wärmeleistung ausgeht, ist der Einfluss mit 3-5 % Leistungssteigerung jedoch eher gering.</p>





## Einflüsse auf die Kühlleistung im realen Büro – Massenspeicher<sup>1</sup>

Prüfraum nach EN 14240	Realität
Die Raumumschließungsflächen im Prüfraum nach EN 14240 sind sehr gut isoliert und sollen zur Vergleichbarkeit verschiedener Produkte in verschiedenen Prüfinstituten keine Energie aufnehmen oder abgeben.	In realen Gebäuden – und von immer mehr Normen gefordert – sind die Raumumschließungsflächen aber massiv auszuführen. Da massive Bauteile eine höhere Wärmespeicherfähigkeit aufweisen, kommt es zu einer Energieeinsparung im Kühlfall.
Kühlleistungsmessungen werden nach EN 14240 im Beharrungszustand der Messwerte durchgeführt (bezüglich Raum-, Raumbooberflächen- und Wassertemperatur sowie Volumenstrom des Kühlwassers). Der Beharrungszustand tritt ein, sobald sich die Werte für mindestens 60 Minuten «eingependelt» haben. Dieses Vorgehen ist für die Vergleichbarkeit der Leistungswerte notwendig.	In einem realen Bürogebäude fallen die Lasten (und damit die Raumtemperatur) über den Tag nicht immer gleich hoch aus und führen über den Tag zu einem «Schwingen» der Raumtemperatur. Spitzenlasten können in den massiven Raumumschließungsflächen zwischengespeichert und müssen nicht direkt abgeführt werden. Dies spart sowohl Energie wie auch Installationskosten.

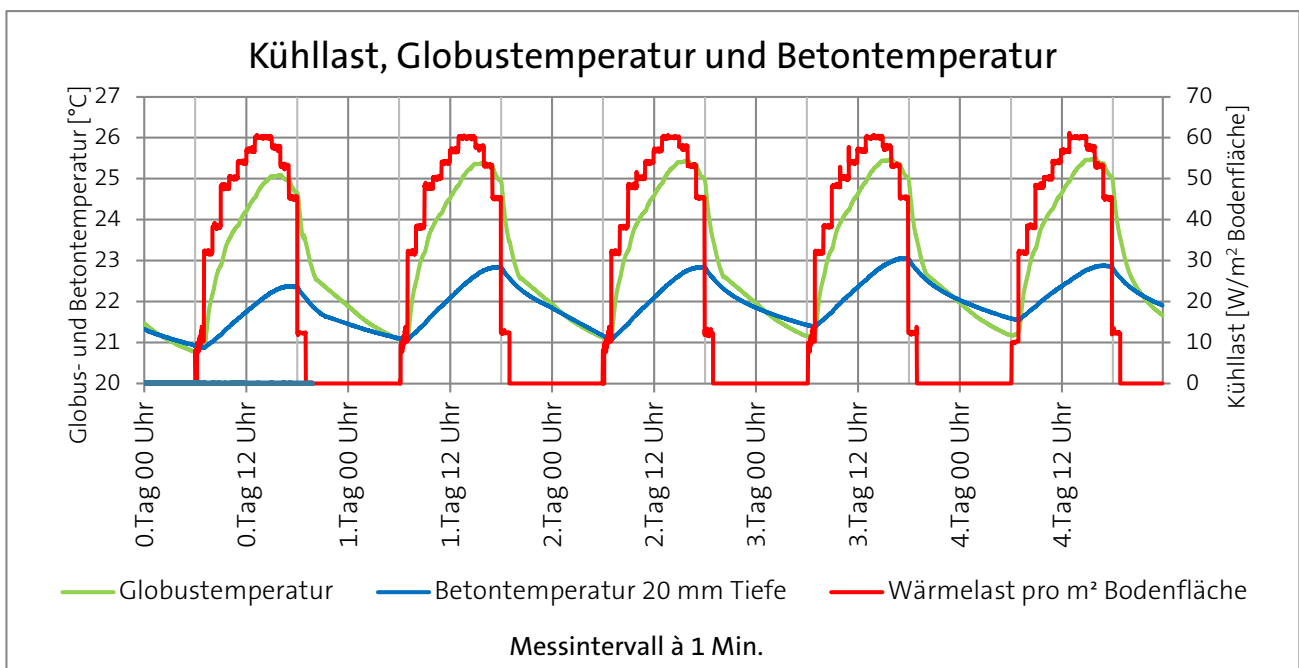


Abb. 4: Barcol-Air verfügt über verschiedene Klimadeckensysteme, die den Massenspeichereffekt optimal nutzen. Die Grafik zeigt eine dynamische Kühlleistungsmessung mit dem Hybrid-Kühldeckenmodul U4x. Dargestellt werden fünf Simulationstage mit den Tagesgängen der Wärmelasten und der daraus resultierenden schwingenden Raumtemperatur. Durch diese nimmt der Beton über den Tag Energie auf und gibt diese nachts wieder ab.

<sup>1</sup> [White Paper Klimadecken mit Massenbindung](#)

## Zusammenfassung

### Die Faktoren und ihr Leistungssteigerungspotential im realen Bürogebäude

Im realen Bürogebäude führt jeder einzelne Faktor zu einer Steigerung der nach EN 14240 ausgewiesenen Kühlleistungswerte. Bereits aufgrund der beiden Faktoren «Lüftung» und «warme Fassade» kann von einer Leistungssteigerung von 12 % gegenüber den Messungen nach EN 14240 ausgegangen werden (vorausgesetzt, dass praktisch jedes Bürogebäude belüftet werden muss und die Kühlleistung vor allem bei einer hohen Aussentemperatur – und damit einer warmen Fassade – gebraucht wird).

Faktor	Wirkprinzip	Leistungssteigerung Kühlleistung <sup>2</sup>
Mischlüftung – Herkömmliche Zuluftdurchlässe	Verbesserter Wärmeübergangswert auf der Unterseite der Kühldecke.	+ 5 %
Mischlüftung – Zuluftelemente Barcol-Air	Induktion warmer Raumluft auf die Oberseite der Kühldecke (erhöht ausserdem die Massenspeicherleistung, siehe unten).	+ 5-20 %
Warme Fassade	Sehr starke Raumluftwalze, die warme Luft von der Fassade mit relativ hoher Geschwindigkeit an die Kühldecke führt.	+ 6-8 %
Asymmetrische Lasten	Konzentration der Arbeitsplätze und deren Kühllast auf einige wenige Bereiche des Raumes.	+ 3 %
Massenspeicherleistung	Kann durch nächtliche Kühlung der Betondecke und dem «Aufladen» während des Tages stark erhöht werden.	+ 5-20 %

Abb. 5: Faktoren und Leistungssteigerungswerte in einem realen Bürogebäude

<sup>2</sup> Exklusiv der durch die Zu- und Abluft abgeführte Kühllast.

## Fazit

Auch wenn die EN 14240 im Rahmen der Vergleichbarkeit verschiedener Produkte korrekte Resultate erzielt, unterscheiden sich die Bedingungen in einem realen Bürogebäude doch erheblich von denjenigen eines Prüfraums. Und die Mehrzahl dieser realen Bedingungen hat einen positiven Einfluss auf die Kühlleistung von Kühldecken. Bereits die zwei in praktisch jedem Bürogebäude vorhandenen Faktoren «Lüftung» und «warme Fassade» können die Leistungswerte einer Kühldecke um 12 % steigern, was direkte Auswirkungen auf die Dimensionierung von Kühldecken und damit schlussendlich auch auf die Investitionskosten und den Betrieb der Anlage (Vorlauftemperatur, Wassermenge usw.) hat.

Der Miteinbezug von realen Bedingungen ist durchaus von Bedeutung. Die Spezialistinnen und Spezialisten von Barcol-Air kennen die leistungssteigernden Faktoren sehr genau und können Sie bei der Dimensionierung Ihrer Kühldeckenprojekte unterstützen. Im speziell aufgebauten Klimalabor am Firmensitz von Barcol-Air können Projekte mit real vorkommenden leistungssteigernden Faktoren simuliert und bereits in der Planungsphase bestätigt werden.

Schweiz



**Barcol-Air Group AG**  
Wiesenstrasse 5  
8603 Schwerzenbach  
T +41 58 219 40 00  
F +41 58 218 40 01  
info@barcolair.com

**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

**Barcol-Air GmbH**  
Bahnhofstrasse 39  
21614 Buxtehude  
T +49 4161 800 28 0  
F +49 4161 800 28 20  
verkauf-deutschland@barcolair.com

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

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

kompetent, umfassend, flexibel, effizient