

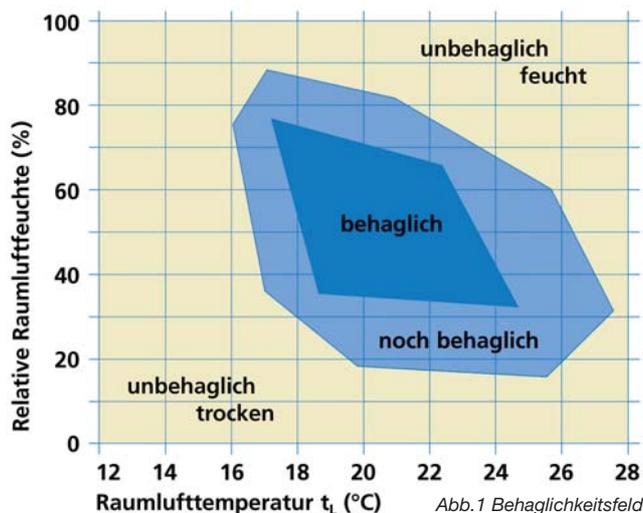
Präzisions- oder Komfortklimageräte ?

Eine vergleichende Gegenüberstellung

Dipl.-Ing. Rainer Schmidt, Produktmanager

Torben Nicolaysen, Produktmanager

Bei der Gebäudeplanung nimmt die Klimatechnik heute einen wichtigen Stellenwert ein, da sie neben dem Raumklima die Energieeffizienz und die Betriebskosten eines Gebäudes beeinflusst. Moderne Klimatisierungstechnik bietet auf die jeweiligen Anforderungen genau abgestimmte Lösungen. Komfortklimageräte (Teilklimageräte) halten in Büros und anderen von Menschen genutzten Räumen Temperatur und Luftfeuchtigkeit innerhalb eines als angenehm empfundenen Rahmens. Für Technikräume hingegen sind in der Regel Präzisionsklimageräte die geeignete Variante, denn hier sind vorrangig hohe Wärmelasten bei exakt einzuhaltenden Raumlufttemperaturen und Raumluftfeuchten abzuführen.



VERSCHIEDENE GERÄTEEIGENSCHAFTEN FÜR UNTERSCHIEDLICHE ZIELE

Technische Einrichtungen und von Menschen genutzte Räume stellen unterschiedliche Ansprüche an das Raumklima. Für diese differierenden Anforderungen wurden jeweils spezielle Geräte entwickelt: Präzisionsklimageräte für Technikapplikationen und Komfortklimageräte für die Humanklimatisierung.

Einfluss von Lufttemperatur und Luftfeuchtigkeit

Ein behagliches Raumklima für den Menschen mit angenehmer Temperatur und Luftfeuchtigkeit ist das Ziel der Komfortklimatechnik. Abhängig von Temperatur und Luftfeuchte lässt sich ein bestimmter Bereich definieren, innerhalb dessen der Luftzustand von der Mehrheit der Menschen als behaglich empfunden wird. Je höher die Lufttemperatur, desto eher werden hohe relative Luftfeuchtigkeiten als unbehaglich empfunden, Abb.1. Dies verdeutlicht,

dass sich Behaglichkeit nicht in erster Linie über die Raumtemperatur definiert, sondern immer in Korrelation zur Luftfeuchtigkeit zu sehen ist. Wie sehr die empfundene Lufttemperatur bei zunehmender Luftfeuchtigkeit von der tatsächlichen abweicht, lässt sich vereinfacht durch den Humidex-Index darstellen:

$$T_H = T + \frac{5}{9} \times \left(6,112 \times 10^{\frac{7,5 T}{237,7+T}} \times \frac{H}{100} - 10 \right)$$

T_H ... Humidex-Temperatur (gefühlte Temperatur) in °C

T ... tatsächliche Temperatur in °C

H ... relative Luftfeuchtigkeit in Prozent

Die Humidex-Temperatur beträgt z.B. 28 °C bei einer Raumkondition von 26 °C/40 % relativer Feuchte. Steigt die Luftfeuchtigkeit bei einer gleich bleibenden Temperatur von 26 °C auf 70 % an, beträgt die gefühlte Temperatur bereits 33 °C, Abb.2. Für ein behagliches Raumklima stellt Komfortklimatechnik daher im Kühlbetrieb einen großen Anteil der Gesamtgeräteleistung für die

Luftentfeuchtung bereit, sie führt Wärme- und Feuchtelasten ab. Komfortklimageräte sind in der Lage, zu heizen oder zu kühlen und ungeregelt zu entfeuchten.

Technische Applikationen erfordern die Einhaltung genauer Raumtemperaturen und, zur Vermeidung elektrostatischer Aufladungen, in der Regel Luftfeuchtigkeiten mit engen Grenzwerten. Zulässige Raumluftbedingungen sind unter anderem in der VDI 2054 beschrieben. Präzisionsklimageräte können kühlen und gleichzeitig heizen sowie durch geregeltes Entfeuchten und Befeuchten eine exakte Raumluftfeuchte einstellen.

Die regelungstechnischen Schwankungsbreiten (Hysteresen) eines Präzisionsklimagerätes sind mit +/- 0,5 Kelvin sehr klein, die relative Luftfeuchtigkeit wird mit einer Varianz von nur +/- 3 % eingehalten. Ein Präzisionsklimagerät leitet selbständig die entsprechenden Funktionen ein, um exakt die gewünschte Zielkondition zu erreichen, Abb.3.

a topstar is born.

NEU Wolf KG Top: Klimatechnik neu definiert.



Viele Detaillösungen und Patente machen das neue KG-Top zur Idealbesetzung bei Planung, Ausführung und Betrieb.

- Höchste Konstruktionsqualität für maßgeschneiderte Lösungen.
- Beste Montage- und Wartungsqualität sparen Zeit & Geld.
- Maximale Energieeffizienz sorgt für geringe Betriebskosten. Mehr erfahren Sie bei Ihrem Wolf Berater, unter 0 87 51/74-0 oder unter www.wolf-klimatechnik.de



Die Kompetenzmarke für Energiesparsysteme

Einfluss von Luftmenge und Luftgeschwindigkeit

In Technikräumen sind gefährliche Wärmenester, so genannte Hot-Spots, zu vermeiden. Um eine optimale Luftdurchmischung zu erreichen und große Wärmelasten abführen zu können, müssen Präzisionsklimageräte immense Luftmengen umwälzen (bis zu 30000

der Ausgangsgröße als Halbierung der Lautstärke wahrgenommen wird. Somit erzielen schon geringe Änderungen des Geräuschpegels große Effekte. Moderne Komfortklimageräte arbeiten mit einem Geräuschpegel von 22 bis 35 dB(A). Konstruktions- technisch bedingt erzeugen Präzisionsklimageräte dagegen wesentlich höhere Lautstärken.

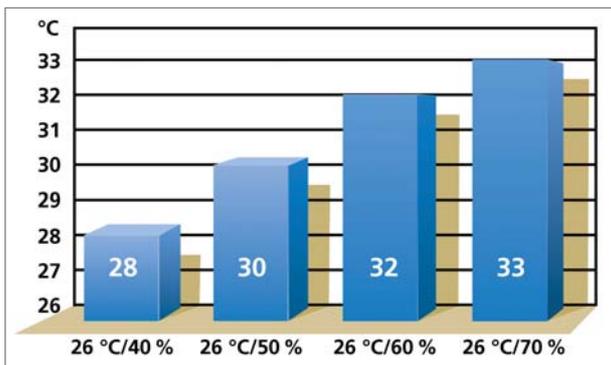


Abb.2 Gefühlte Temperatur abhängig von der Luftfeuchte

m³/h). Die zur Verfügung stehenden Flächen zur Aufstellung von Klimageräten in Technikräumen sind klein und teuer. In Zeiten sehr hoher Quadratmeterpreise sollen Präzisionsklimageräte auf kleinster Stellfläche höchste Leistungen mit großen Luftmengen erbringen. Daher sind die Ausblasgeschwindigkeiten mit bis zu 3m/s um ein Vielfaches höher als bei Komfortklimageräten. In der Komfortklimatisierung soll zur Vermeidung von Zugerscheinungen die Luftbewegung im Raum möglichst nicht wahrgenommen werden.

Komfortklimageräte sind deshalb dahingehend optimiert, mit kleinen Luftmengen (300 bis 2.000 m³/h) und sehr geringen Luftgeschwindigkeiten (0,2 bis 0,5m/s) angenehme Raumbedingungen zu schaffen. Bedingt durch die niedrigen Luftmengen arbeiten Komfortklimageräte in der Regel mit einer Regelhysterese von +/- 1,5 Kelvin. Luftmenge und Luftgeschwindigkeit beeinflussen den Geräuschpegel der Geräte – ein weiterer wichtiger Faktor für den Komfort in der Humanklimatisierung. Vereinfacht gilt, dass eine Verringerung des Geräuschpegels um 6dB(A) unabhängig von

Betriebsweise und Bedienung

Präzisionsklimageräte müssen rund um die Uhr an 365 Tagen im Jahr konstant hohe Wärmelasten abführen. Um für die sensible Technik jeweils optimal angepasste klimatische Bedingungen zu schaffen, kann eine Vielzahl von Parameter-

einstellungen vorgenommen werden. Die Parametrierung eines Präzisionsklimagerätes erfordert ein tieferes technisches Verständnis und Fachkenntnisse. Die Anforderungen an die Komfortklimatisierung können dagegen in Abhängigkeit von der Raumnutzung, der Tageszeit und der Witterung stark schwanken. Zeitabhängige Temperatursollwertänderungen sowie auch Ein- und Ausschaltzyklen lassen sich bei Komfortklimageräten intuitiv einfach einstellen. Die Energieeffizienz von Klimaanlage beeinflusst einen großen

Anteil der Gesamtbetriebskosten eines Gebäudes. Moderne Komfort- und auch Präzisionsklimageräte entsprechen diesen gestiegenen Ansprüchen heute mit hohen COP-Werten¹ von über 5,3. Präzisions- und Komfortklimatisierung im vergleichenden Überblick siehe Abb.4.

Unterschiede in Leistung und Kältetechnischer Auslegung

Bei der Auswahl und Auslegung von Präzisions- und Komfortklimageräten sind zwingend Leistungsunterschiede zu berücksichtigen, die aus unterschiedlichen kälte- und regelungstechnischen Konstruktionen resultieren. Im Folgenden wird aufgezeigt, warum es bei der Entscheidung für ein bestimmtes Gerät nicht genügt, allein die Katalog-Nennleistungen als Kriterium heranzuziehen.

Leistungsaufteilung latent/sensibel

Die Gesamtkälteleistung eines Klimagerätes setzt sich aus einem latenten und einem sensiblen Leistungsanteil zusammen. Ein Kühlprozess entzieht in der Regel der Raumluft Wasser, sie wird entfeuchtet. Die für die Entfeuchtung benötigte Leistung wird als latenter Leistungsanteil bezeichnet, wobei die Raumtemperatur annähernd konstant bleibt. Der Leistungsanteil, der eine Temperaturabsenkung bewirkt (es erfolgt keine Taupunktunterschreitung), wird als sensible Leistung bezeichnet, Abb.6.

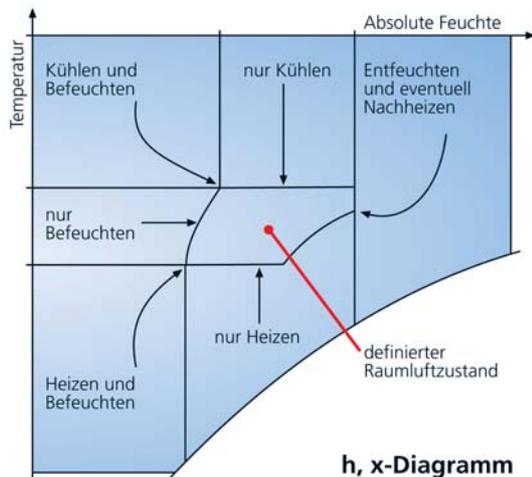


Abb.3 Notwendige Konditionierungsmaßnahmen zur Erreichung eines exakten Raumluftzustandes

Wie eingangs erläutert, nimmt die Entfeuchtung in der Humanklimatisierung einen größeren Stellenwert ein. Bei hohen Temperaturen genügt es in der Regel, die Raumluft zu entfeuchten, um eine Luftkondition innerhalb des Behaglichkeitsfeldes zu erlangen. Die Temperatur muss dabei nur in geringem Maße abgesenkt werden. Um gesundheitliche Beeinträchtigungen zu vermeiden, sollte eine Unterschreitung der Raumtemperatur von mehr als 5 bis 7 °C unter der Außenlufttemperatur vermieden werden. Für die Bereitstellung der benötigten Entfeuchtungsleistung teilt sich die Gesamtgeräteleistung von Komfortklimageräten bei Nennbedingungen in 30 bis

¹Der Coefficient of Performance (COP) beschreibt das Verhältnis der (Kühl-)Leistung zur effektiven Leistungsaufnahme des Gerätes

	Präzisionsklima	Komfortklima
Anwendung	Technikklimatisierung	Humanklimatisierung
Nenn-Kälte-/Heizleistung pro einzeltem Raumgerät	5-150 kW (teilweise modular)	2-30 kW
Leistungsbilanz sensibel/latent	85~100% / 0~15%	50~70% / 30~50%
Regelgenauigkeit	± 0,5 K / ±3 % rel. F.	±1~2 K
Feuchteregelung	Geregelte Feuchte (z.B. zur Vermeidung elektrostatischer Aufladung)	Ungeregelte Entfeuchtung (für komfortable Raumkühlung)
Luftmenge	5.000-30.000 m ³ /h	300-2.000 m ³ /h
Luftaustrittsgeschwindigkeit	2-3 m/s	0,2-0,5 m/s
Geräuschpegel im Raum	45-70 dB(A)	20-40 dB(A)
Optionsvielfalt	sehr groß, da individuelle Fertigung	geringer, da Massenfertigung
Bedienbarkeit	Aufwendig technisch	Intuitiv einfach
Betriebsweise	Dauerbetrieb	Wechselnder Betrieb mit zeitabhängiger Sollwertänderung

Abb.4 Präzisions- und Komfortklimetechnik im Vergleich

50 % latente und 50 bis 70 % sensible Kälteleistung auf. Geräte für die Klimatisierung von Technikräumen müssen bei relativ konstanten Luftfeuchten große Wärmelasten abführen und sind daher für den sensiblen Leistungsbereich optimiert. Entsprechend liegt der Anteil der latenten Kälteleistung nur zwischen 0 und 15 %, der sensible Anteil zwischen 85 und 100 %, Abb.5.

Diese Differenz in der Aufteilung zwischen latenter und sensibler Leistung ist einer der zentralen Unterschiede zwischen den Präzisions- und Komfortklimageräten.

Einfluss konstruktiver Geräteeigenschaften auf die Leistung

Kälteaggregate sind konstruktiv auf einen bestimmten Temperatur- und Luftfeuchtebereich für den Luftertrittszustand sowie für den Luftaustrittszustand ausgelegt. Bei der kältetechnischen Konstruktion der Geräte wird dementsprechend ein weiter oder enger Bereich für die anzustrebende Verdamp-

fungstemperatur gewählt. Abhängig vom jeweils eingesetzten Verdampfer sowie von der über den Verdampfer geführten Luftmenge ergibt sich der so genannte Apparataupunkt ATP (Oberflächentemperatur am Verdampfer). Verbindet man den Luftertrittszustand sowie den ATP im h-x-Diagramm, so erhält man idealisiert die entsprechende Kühlerkennlinie, auf der sich etwas über dem ATP der Luftaustrittszustand befindet. Wird eine der folgenden Einflussgrößen geändert, wie etwa die Raumtemperatur und/oder die Luftfeuchte des Luftertrittszustandes oder die Luftmenge über dem Verdampfer, verschiebt sich eventuell der ATP. Als Folge ändert sich die Kühlerkennlinie. Hinsichtlich der Gesamtkälteleistung des Gerätes und des Verhältnisses latenter zu sensibler Leistung können sich gravierende Leistungsunterschiede ergeben. Bei der Auslegung und Regelung des Kältekreislaufs kann Einfluss darauf genommen werden, ob die Verdampfungstemperatur (≈ ATP) nahezu

konstant, d. h. nach unten begrenzt, gehalten werden soll oder variabel sein kann.

► Fall A1: Begrenzte Oberflächentemperatur und Änderung der Luftfeuchte bei konstanter Raumtemperatur

Sinkt die relative Luftfeuchte am Luftertritt des Gerätes bei konstanter Luftertrittstemperatur und konstantem ATP, sinkt auch der Anteil der latenten Leistung. Die sensible Leistung bleibt dabei annähernd gleich. Der Anteil der sensiblen Leistung an der Gesamtleistung wird größer, wobei die Gesamtleistung jedoch infolge der abnehmenden latenten Leistung ebenfalls sinkt, Abb.7.

► Fall A2: Begrenzte Oberflächentemperatur und Änderung von Raumtemperatur und Luftfeuchte

Je niedriger die Luftertrittstemperatur am Gerät (Raumtemperatur) bei gleich bleibendem ATP ist, desto kleiner wird die wirksame Temperaturdifferenz am Kühler. Bleibt der Luftvolumenstrom über dem Kühler konstant, sinkt die Gesamtleistung des Gerätes. Sowohl die latente, als auch die sensible Kälteleistung des Gerätes nehmen ab, Abb.8.

► Fall B: Reduzierte Oberflächentemperatur und Änderung von Raumtemperatur und Luftfeuchte

Sind die Verdampfungstemperatur und damit der ATP nach unten nicht begrenzt, sinkt erstere bei fallender Luftertrittstemperatur am Gerät. Dabei sinkt gleichzeitig die Luftaustrittstemperatur. In Relation zu Fall A2 bleibt die wirksame Temperaturdifferenz am Küh-

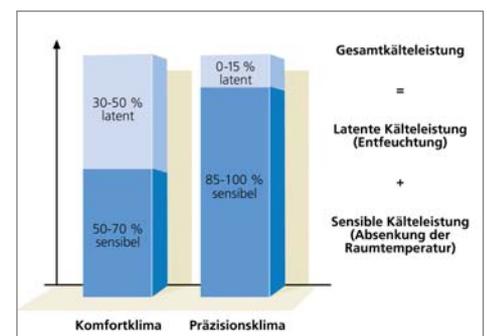


Abb.5 Leistungsaufteilung Präzisions- und Komfortklimageräte

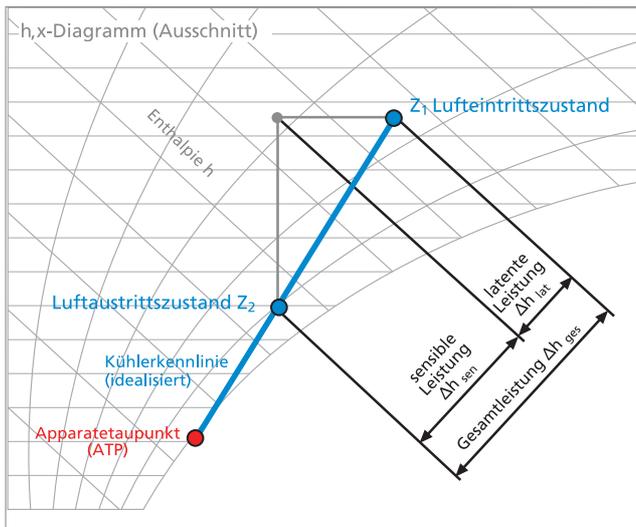


Abb.6 Gesamtleistung = latente + sensible Leistung

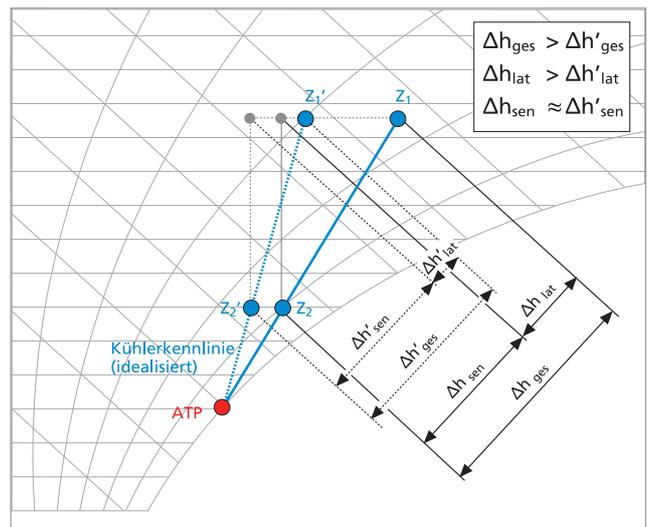


Abb.7 Begrenzte Oberflächentemperatur + Änderung der Luftfeuchte bei konstanter Raumtemperatur

ler größer, die Gesamtleistung nimmt jedoch ab, da die Verdichterkälteleistung bei sinkender Verdampfungstemperatur abfällt, Abb.9.

Leistungsunterschiede Präzisions- und Komfortklimageräte

Vergleicht man Klimageräte unter Berücksichtigung der oben erläuterten kältetechnischen Abhängigkeiten, ergeben sich große Differenzen in Bezug auf ihre Leistungsfähigkeit.

Präzisionsklimageräte sollen in Technikräumen bei konstanter Raumtemperatur permanent sensible Wärmelasten abführen. Zur Dimensionierung des Klimagerätes darf hier also nur der sensible

Leistungsanteil herangezogen werden. Außerdem ist eine ausreichend hohe Luftumwälzung zu berücksichtigen, um Hot Spots im Raum zu vermeiden.

Leistungsgeregelte (invertergesteuerte) Komfortklimageräte begrenzen in der Regel aus Komfortgründen die Kühlmedien- bzw. Verdampfungstemperatur nach unten, um unangenehm tiefe Ausblastemperaturen zu vermeiden. Durch diese Temperaturbegrenzung reduziert sich jedoch deutlich die wirksame Temperaturdifferenz am Verdampfer bei sinkender Raumtemperatur. In Folge dieser Reduzierung sinkt die nutzbare sensible und latente Kälteleistung. Unter Um-

ständen beträgt die Gesamtleistung im gewünschten Betriebspunkt nur noch rund 50% der Nennleistung. Werden leistungsgeregelte Komfortklimageräte in Technikapplikationen eingesetzt, sind diese in Abhängigkeit der geforderten Raumkonditionen entsprechend größer zu dimensionieren.

Nicht leistungsgeregelte Komfortklimageräte (on/off) oder leistungsgeregelte Geräte mit absenkbarem ATP begrenzen die Kühlmedien- bzw. Verdampfungstemperatur über einen weiten Bereich nicht nach unten. Sie können bei sinkender Raumtemperatur deutlich tiefere Verdampfungstemperaturen erreichen. Da bei sinkender

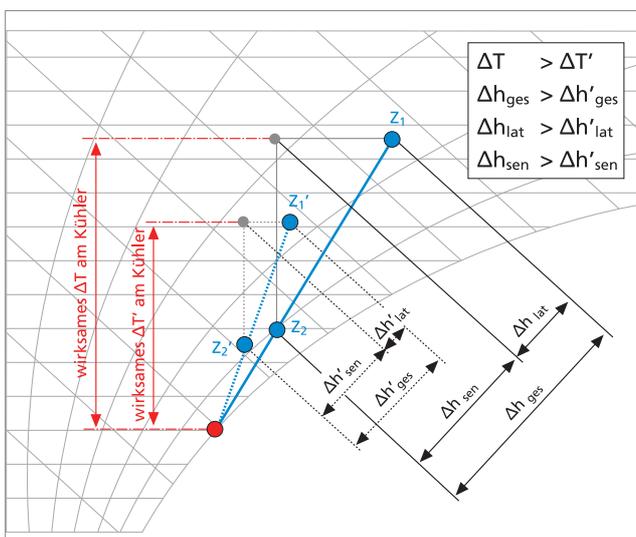


Abb.8 Begrenzte Oberflächentemperatur + Änderung von Raumtemperatur und Luftfeuchte

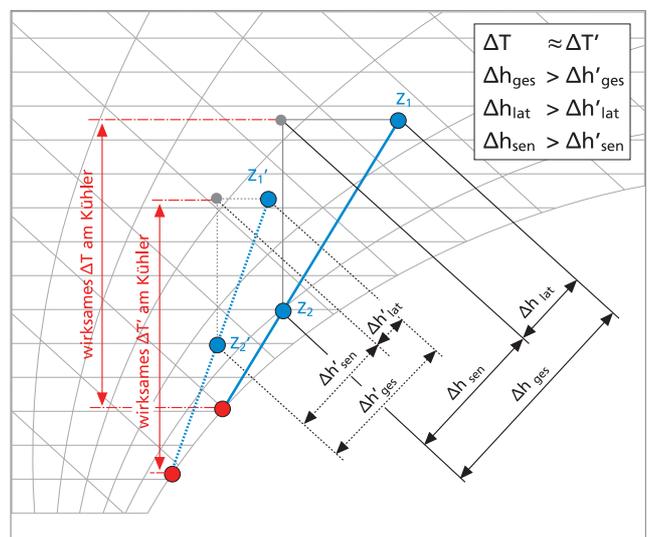


Abb.9 Reduzierte Oberflächentemperatur + Änderung von Raumtemperatur und Luftfeuchte

	Präzisionsklima	Komfortklima	
		ATP unbegrenzt (z.B. On/Off-Geräte)	ATP begrenzt (z.B. Inverter-Geräte)
Katalogleistung	10 kW (24°C/50%)	10 kW (27°C/50%)	10 kW (27°C/50%)
Gesamtleistung	10 kW	9,5 kW	7,0 kW
Latente Leistung	0,5 kW	3,0 kW	2,5 kW
Sensible Leistung	9,5 kW	6,5 kW	4,5 kW

Abb.10 Leistungsvergleich Präzisions- und Komfortklimastechnik bei einer Raumluftkondition von 24°/50% rel. Feuchte

Raumtemperatur auch die Verdampfungstemperatur fällt, bleibt die Temperaturdifferenz am Kühler in Relation zu nach unten begrenzten Kühlmedientemperaturen größer. Das heißt, die Leistung dieser Geräte sinkt nicht in dem Maße wie bei Geräten mit nach unten begrenztem ATP, da die Temperaturdifferenz am Kühler entsprechend höher bleibt. Eine Leistungsreduzierung wird durch das Absinken der Verdichterkälteleistung bei sinkender Verdampfungstemperatur geprägt. Diese Geräte eignen sich eher für den Einsatz in niedrig temperierten Räumen.

Unterschiedliche Nennbedingungen für die Katalogangaben

Die Nennbedingungen für die Leistungsangaben von Präzisions- und Komfortklimageräten weichen voneinander ab. In der Regel beziehen sich die Katalogleistungen von Präzisionsklimageräten auf Raumluftbedingungen von 24°C/50% rel. F. Die Nennleistungen der Komfortklimageräte werden dagegen bei 27°C/48% rel. F. angegeben. Abb.10. zeigt, welche Leistungsunterschiede schon bei der Gesamtleistung bestehen können, wenn man die Leistungsdaten von Komfortklimageräten auf die Raumluftkondition von 24°C/50% rel. F. anpasst.

**ZUSAMMENFASSUNG:
NUR EXAKTE PLANUNG
FÜHRT ZUM ZIEL**

Raumtemperatur und relative Luftfeuchtigkeit beeinflussen die Leistungsdaten von Teilklimageräten mit nach unten begrenzter Oberflächentempe-

ratur erheblich. Für Geräte, bei denen die Oberflächentemperatur tiefer absinken kann, ist bedingt auch ein Einsatz für niedrigere Raumtemperaturen möglich. Allerdings ist auch hier auf die Leistungsreduzierung zu achten. Bestehen hohe Anforderungen an eine auf Komfort ausgerichtete Klimatisierung für den Menschen, z.B. Einhaltung geringer Schallemissionen, geringer Luftgeschwindigkeiten und Erreichen von in Relation zur Außenlufttemperatur angenehmen Raumkonditionen, sind Komfortklimageräte einzusetzen. Bei hohen Anforderungen an die Klimatisierungslösung, wie etwa der Regelung der relativen Luftfeuchtigkeit, einer erhöhten Regelgenauigkeit für die Raumtemperatur bei hohen sensiblen Leistungen und einer intensiven Luftverteilung im Raum, sind Präzisionsklimageräte die Technik der Wahl. Oft werden aus Kostengründen in Präzisionsklimabereichen Komfortklimageräte eingesetzt. Weichen die Einsatzbedingungen von den Nennbedingungen ab, ist es unbedingt erforderlich, die Leistungsfähigkeit der Geräte zu überprüfen. Menschen und Maschinen erfordern unterschiedliche raumklimatische Bedingungen. Diesem Sachverhalt sollte jeder Entscheider durch die Beauftragung der jeweils am besten geeigneten Lösung – aus der Präzisions- oder Komfortklimasperte – Rechnung tragen.

*Autoren
Dipl.-Ing. Rainer Schmidt, Produktmanager
Torben Nicolaysen, Produktmanager
Stulz, Hamburg
Grafiken: Stulz
www.stulz.com*



365 Tage
im Jahr
24 Stunden
am Tag
die perfekte
Temperatur
Freecall
0800 50 50 646

**Vermietung mobiler
Industriekühlung:**
Keine Investitionskosten,
keine technische
Verantwortung,
schnelle Reaktionszeiten.



Climate Rental Services GmbH
Dümmerweg 202
45772 Marl
Fon: +49(0)23 65-6 06 96-0
Fax: +49(0)23 65-6 06 96-666
www.crs-international.com