Sorptionsgestützte Klimatisierung. Die ökologische Alternative.

Die sorptionsgestützte DEC-Technik von robatherm ist eine umweltfreundliche und wirtschaftliche Alternative zur konventionellen Kältetechnik.

robatherm
the air handling company

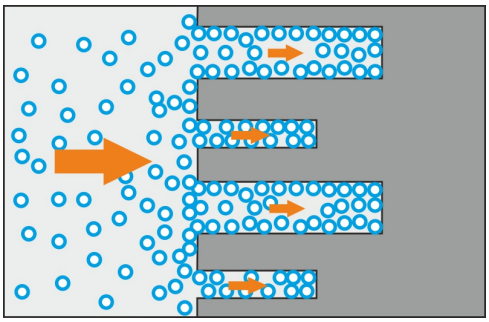
Sorptionsgestützte Klimatisierung

Sorption ist eine Sammelbezeichnung für Vorgänge, die zu einer Anreicherung eines Stoffes innerhalb einer Phase (Absorption) oder auf einer Grenzfläche zwischen zwei Phasen führen (Adsorption).
In der Klimatechnik eignet sich diese Technologie hervorragend für die Entfeuchtung und Trocknung von Luft und bietet hier unter dem Begriff der „Sorptionsgestützten Klimatisierung“ vielfältige Anwendungsmöglichkeiten.

Gegenüberstellung von Adsorption und Absorption

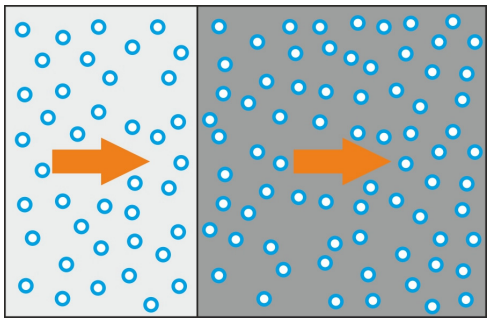
In der Sorptionstechnik wird zwischen zwei Entfeuchtungsarten unterschieden, der Adsorption und der Absorption.

Adsorption (Physisorption)



Adsorption (lateinisch „adsorbere“ = ansaugen) bezeichnet die Anreicherung von Stoffen aus Gasen oder Flüssigkeiten an der Oberfläche eines Festkörpers (Grenzfläche zwischen zwei Phasen) aufgrund der Kapillarwirkung eines weitverzweigten Porensystems.

Absorption (Chemisorption)



Absorption (lateinisch „absorbere“ = aufsaugen) bezeichnet den Prozess der Aufnahme oder des Lösens eines Atoms, Moleküls oder Ions in einer anderen Phase. Hierbei handelt es sich nicht um eine Anlagerung an der Oberfläche, sondern um eine Aufnahme in das freie Volumen der absorbierenden Phase.

© robatherm 05/2014

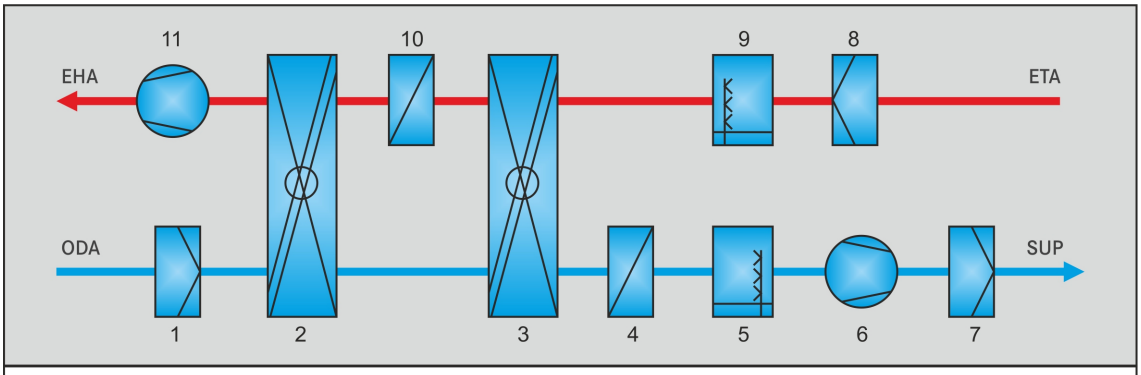
Desiccative and Evaporative Cooling (DEC)

Ein spezielles Verfahren zur Luftkühlung stellt im Rahmen der sorptionsgestützten Klimatisierung die sogenannte DEC-Technik dar. Dabei wird die Sorption (Lufttrocknung) mit einer nachfolgenden Verdunstungskühlung kombiniert, woraus sich auch der Name ableitet: Desiccative and Evaporative Cooling.

Da bei der DEC-Technik Wasser die bisherigen FCKW- bzw. FKW-haltigen Kältemittel ersetzt, ist dieses Verfahren eine umweltfreundliche Alternative zur konventionellen Kälteerzeugung. Mit am Markt weiter steigenden Energiepreisen wird die DEC-Technik auch wirtschaftlich immer attraktiver.

Funktionsprinzip (Sommer-Modus)

Im ersten Schritt wird bei der DEC-Technik die angesaugte Außenluft getrocknet.
Diese Maßnahme ist notwendig, da bei heißem und schwülem Wetter im Sommer die Außenluft mit Feuchtigkeit gesättigt ist. Luft mit einer hohen relativen Luftfeuchte würde bei einer alleinigen Wasserverdunstung einen zu geringen Kühleffekt erzielen.



Komponenten

1 Außenluftfilter
2 Entfeuchtungsrotor
3 Rotationswärmeübertrager
4 Nacherwärmer
5 Befeuchter
6 Zuluftventilator
7 Zuluftfilter
8 Regenerationsluftfilter
9 Regenerationsluftbefeuchter
10 Regenerationsluftnacherwärmer
11 Regenerationsluftventilator

Bezeichnungen für Luftarten

ODA=Außenluft
SUP=Zuluft
ETA=Abluft
EHA=Fortluft

Zuluft

Bei der DEC-Technik durchströmt die angesaugte und gefilterte Außenluft zunächst einen Entfeuchtungsrotor (Sorptionsregenerator). Bei der im Rotor stattfindenden kontinuierlichen Entfeuchtung (Sorption) werden jedem Kilogramm Luft bis ca. 8 g Wasser entzogen.

Die bei der Entfeuchtung freigesetzte Regenerationswärme (Verdampfungsenthalpie) bewirkt eine Temperaturerhöhung. Das anschließende Wärmerückgewinnungssystem überträgt diese Wärme von der Außenluft an die Regenerationsluft.

Die weitere Kühlung der Außenluft auf Zuluftniveau erfolgt anschließend im adiabaten Verdunstungsbefeuchter. Die Verdunstungskühlung erzielt eine Temperaturabsenkung von ca. 12 K. Dieser Wert ist abhängig vom jeweiligen Außenluftzustand und gilt für in Mitteleuropa übliche Klimabedingungen.

© robatherm 05/2014

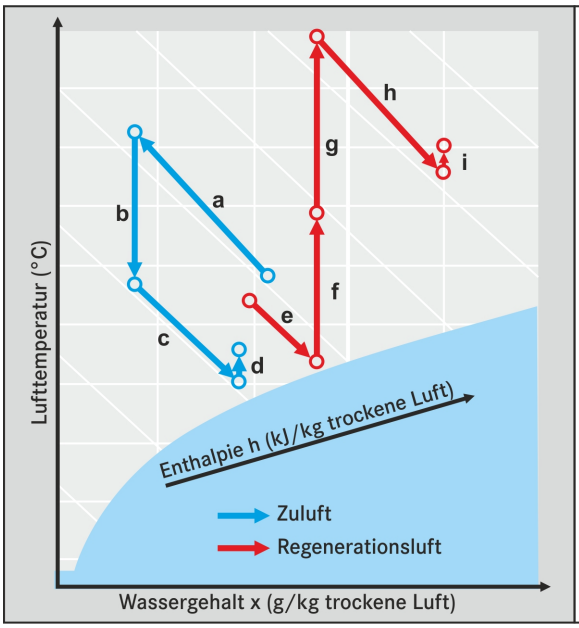
Regenerationsluft

Für den im Gegenstrom zur Zuluft geführten Regenerationsluftstrom wird in der Regel die Abluft verwendet. In Sonderfällen mit hoher thermischer Raumbelastung, zum Beispiel in Druckereien oder Wäschereien, wird Außenluft verwendet.

In einem zweiten Verdunstungsbefeuchter wird diese Ab- bzw. Außenluft zunächst bis zur Sättigung befeuchtet. Das bewirkt eine maximale Abkühlung. Im Wärmerückgewinnungssystem wird die Wärme der Zuluft aufgenommen und somit die Zuluft gekühlt.

Die Ab- bzw. Außenluft wird anschließend auf ca. 60 bis 100°C erwärmt und regeneriert (desorbiert) den Entfeuchtungsrotor.

DEC-Technik im h,x-Diagramm



Zuluft

a Trocknung der Außenluft mittels Entfeuchtungsrotor ②
b Vorkühlung der Außenluft mittels Wärmerückgewinnung (WRG) ③
c Kühlung der Luft auf die gewünschte Zulufttemperatur mittels regelbarem Verdunstungsbefeuchter ⑤
d Erwärmung durch Motorabwärme des Zuluftventilators ⑥

Regenerationsluft

e Kühlung der Regenerationsluft mittels regelbarem Verdunstungsbefeuchter ⑨
f Vorerwärmung der Regenerationsluft mittels WRG durch die Vorkühlung der Außenluft (Schritt b) ③
g Nacherwärmung der Regenerationsluft ⑩
h Desorption der im Entfeuchtungsrotor enthaltenen Feuchtigkeit (Schritt a) durch Regenerationsluftstrom ②
i Erwärmung durch Motorabwärme des Regenerationsluftventilators ⑪

Die kleinen Ziffern stehen für die entsprechende Komponente im Funktionsschema auf Seite 4.

© robatherm 05/2014

Systemkomponenten

Entfeuchtungsrotor

SilicaGel-Rotor
• Sorbent: SiO_2 Kieselgel (SilicaGel) • Trägermatrix: Glasfaser (anorganisch) • Entfeuchtungsart: Adsorption • Entfeuchtungsleistung: < 8 g/kg • Regenerationstemperatur: 70 bis 100°C • Volumenstrom: 3.000 bis 75.000 m³/h • Reinigung: mit Druckluft • Stillstandmodus: Intervallschaltung und Regeneration (mit mind. 50°C täglich 1x wöchentlich für 1-2 Stunden) • Physiologisch völlig unbedenklich

Regenerationslufterwärmer

Als Wärmequellen zur Erwärmung der Regenerationsluft kommen primär in Frage:

- Warmwasser (Pumpen-Warmwasser, Fernwärme, Abwärme, Kraft-Wärme-Kopplung, Kraft-Wärme-Kälte-Kopplung, Solarenergie)
- Dampf
- Elektrische Energie

Möglich sind auch direktbefeuerte Systeme, die allerdings nicht Bestandteil der von robatherm entwickelten DDC-Software „Smart Control“ sind:

- Gas-Direktfeuerung ohne Wärmeübertrager (Gas-Flächenbrenner)
- Öl- oder Gas-Feuerung mit Wärmeübertrager (Brennkammer)

Wärmerückgewinnung

Um optimale Prozessparameter zu erzielen, kommen WRG-Systeme ohne Feuchteübertragung mit Rückwärmzahlen bis ca. 80 % zum Einsatz: Regeneratoren sowie in Reihe geschaltete Rekuperatoren. Je höher die Rückwärmzahl der WRG ist, desto weiter kann die Zuluft abgekühlt werden.

Rotationswärmeübertrager	Plattenwärmeübertrager
• Regenerative Wärmerückgewinnung • Regelbar über Rotordrehzahl • Integrierte Spülzone zur Selbstreinigung • Kurze Baulänge	• Rekuperative Wärmerückgewinnung • Regelbar über integrierten Bypass • Große Baulänge und höhere Luftwiderstände • Für Luftmengen bis ca. 40.000 m³/h

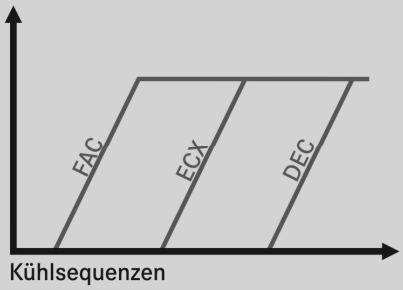
© robatherm 05/2014

Befeuchter

Düsenbefeuchter (Luftwascher)	Hochdruckbefeuchter
• Düsendruck ca. 2,5 bar • Befeuchtungsgrad bis 90 % • Glatte Innenflächen aus Edelstahl V2A oder V4A • Umlaufwasserbetrieb • Für einwandfreie hygienische Verhältnisse sorgt HYGIENECONTROL: SPS-gesteuerte Entleerung, Reinigung und Trocknung der Wascherwanne • Wirtschaftlich durch stufenlos frequenzgeregelte Pumpe	• Düsendruck ca. 120 bar • Befeuchtungsgrad bis 95 % • Glatte Innenflächen aus Edelstahl V2A oder V4A • Frischwasserbetrieb • Frischwasseraufbereitung (Umkehrosmose zwingend erforderlich) • Wirtschaftlich durch stufenlos frequenzgeregelte Pumpe

Mess-, Steuer- und Regel-Technik

Durch entsprechende Regelstrategien können die Regelsequenzen in ihrer Abfolge system- bzw. anlagenabhängig angepasst werden. So lassen sich z. B. die Energieträger Strom und Wärme entsprechend ihrer Verfügbarkeit bedarfsgerecht einsetzen.



FAC	**Free Air Cooling** Freie Kühlung
ECX	**Evaporative Cooling Exchange** Adiabate Abluftbefeuchtung mit Wärmerückgewinnung
DEC	**Desiccative and Evaporative Cooling** Lufttrocknung mit anschließender Verdunstungskühlung

In einem robatherm DEC-Gerät sind auf Wunsch alle erforderlichen Mess-, Steuer- und Regelkomponenten, sowie gegebenenfalls notwendige hydraulische Regelgruppen inklusive Verrohrung platzsparend und komplett integriert. Die Geräte werden "steckerfertig" im Werk vorbereitet. Die Inbetriebnahme und Einweisung erfolgt durch einen robatherm Service-Techniker vor Ort.

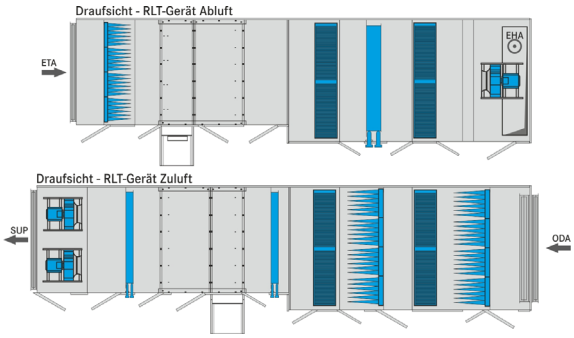
Kühlsequenzen (Sommer)	Heizsequenzen (Winter)
• Wärmerückgewinnung • Regenerationsluftbefeuchter • Zuluftbefeuchter • Entfeuchtungsrotor inkl. Regenerationslufterwärmer • Kühler	• Entfeuchtungsrotor • Zulufterwärmer

© robatherm 05/2014

Anwendungsbeispiele

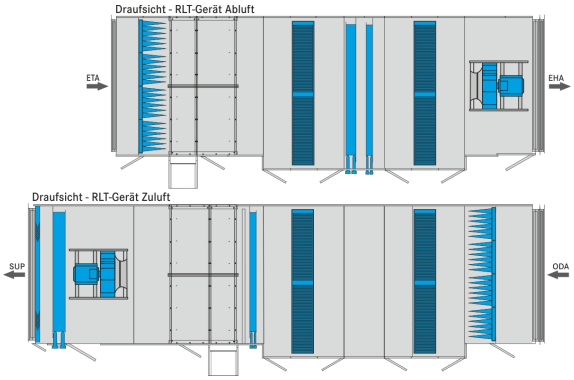
Landtag Brandenburg, Potsdam

Auf einer Fläche von rund 19.000 m² beherbergt der neue Landtag Brandenburg unter anderem 400 Büro- und Sitzungsräume, einen Plenarsaal, eine Bibliothek, ein Restaurant sowie eine Tiefgarage.
Zum Einsatz kommen 10 RLT-Geräte mit integrierter MSR-Technik, größtenteils mit Energieeffizienzklasse A+ und antimikrobieller Pulverbeschichtung.



Cour des Comptes, Luxemburg

Beim Neubau des Rechnungshofes in Luxemburg setzte der Bauherr auf die DEC-Technik. 10 RLT-Geräte, teilweise mit integrierter MSR-Technik, sorgen nun für eine effiziente Klimatisierung des Bürogebäudes.



© robatherm 05/2014

Konzeptbeispiele

Die Flexibilität der RM- und RL-Line gilt natürlich auch für DEC-Geräte. Die damit unvergleichlich vielen Gerätemöglichkeiten garantieren die Anpassung an individuelle Kundenbedürfnisse.

Beispielhaft ausgelegte DEC-Geräte

Volumen-strom [m³/h]	Gerätetyp	Abmessungen H/T/L [mm]	Gewicht [kg]	Kühlleistung [kW]	Elektr. Leistung [kW]	Regenera-tionsluft Heizleistung [kW]
3.000	RM-Line 09/12	2.116 / 1.304 / 8.925	3.558	16	7,2	31,4
4.500	RM-Line 09/12	2.116 / 1.304 / 8.925	3.554	24	8,8	47,1
7.900	RM-Line 09/15	2.728 / 1.610 / 9.078	4.860	42	14	81,9
11.900	RM-Line 09/18	2.728 / 1.916 / 9.078	5.675	63	17,4	123,3
16.600	RL-Line 12/21	2.708 / 2.282 / 9.384	6.963	89	26,8	172
27.500	RL-Line 15/27	3.320 / 2.894 / 10.608	9.940	147	40	285
34.500	RL-Line 15/30	3.320 / 3.200 / 10.914	11.233	184	51	357
57.600	RL-Line 21/39	4.544 / 4.118 / 13.362	18.527	307	86,5	597

Auslegungsgrundlagen:

Ventilator
Externer Druck: 500 Pa

Zulufterwärmer
$t_{Eintritt}$: 10 °C
$t_{Austritt}$: 35 °C

Regenerationslufterwärmer
$t_{Eintritt}$: 39 °C
$t_{Austritt}$: 70 °C

Sommerbetrieb
Außenluft: 32°C / 40 % r.F.
Zuluft: 19 °C / 80 % r.F.
Abluft: 28 °C / 40 % r.F.

Winterbetrieb
Zuluft: 22 °C / 80 % r.F.
Abluft: 25 °C / 40 % r.F.

© robatherm 05/2014

DEC-Technik mit Solarenergie (DEC+S)

Grundlagen

Die DEC-Technik stellt eine der aussichtsreichsten thermisch angetriebenen Klimatisierungstechnologien zur Einbindung von thermischer Solarenergie dar.
Die höchste solare Einstrahlung tritt nahezu gleichzeitig mit den höchsten Lastanforderungen auf.
Die Regeneration bei max. Lastanforderung ist ohne zusätzlichen Primärenergieeinsatz möglich.

Systeme bei der solaren sorptionsgestützten Klimatisierung	
Solarautarke Systeme	**Solarunterstützte Systeme**
Die Regenerationsenergie wird vollständig von der Sonne geliefert.	Ein Teil der Regenerationsenergie wird von der Sonne geliefert.
Gewünschte Raumkonditionen werden übers Jahr teilweise überschritten.	Ein Backup-System zur thermischen Nachspeisung ist erforderlich.

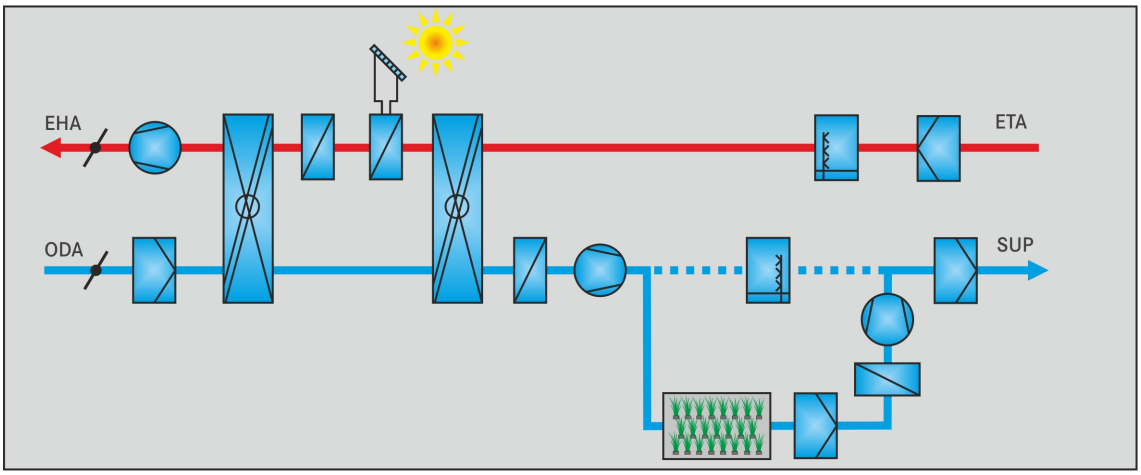
Kollektortypen und Schaltungsvarianten

Eine weitere Unterscheidungsmöglichkeit ergibt sich aus dem Typ des thermischen Solarkollektors sowie der Schaltungsvariante.

Thermischer Solarkollektor					
Solarluftkollektoren		Solarflüssigkollektoren			
Außenluftansaugung	Systemintegriert	Flachkollektoren		Vakuumröhrenkollektoren	
		direkt eingebunden	hydraulisch entkoppelt	direkt eingebunden	hydraulisch entkoppelt

Anwendungsbeispiel – Bürogebäude ENERGYbase in Wien, Österreich

Mit dem Projekt ENERGYbase setzte die Wirtschaftsagentur Wien neue Maßstäbe bei der Entwicklung energieoptimierter Büroimmobilien. Neben der DEC-Technik kommen bei diesem Pilotprojekt rund 500 Pflanzen für eine kontrollierte Befeuchtung der Zuluft zum Einsatz.



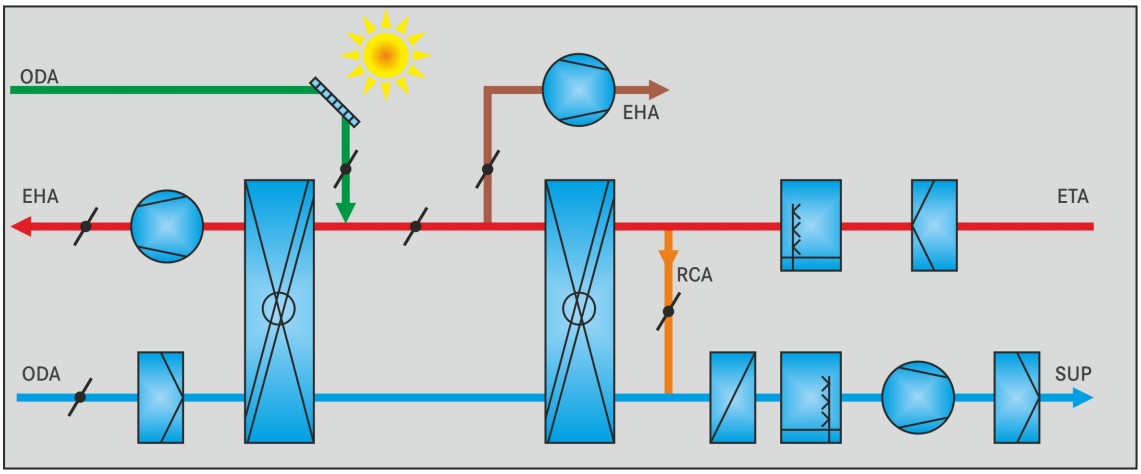
Bezeichnungen für Luftarten: ODA=Außenluft, SUP=Zuluft, ETA=Abluft, EHA=Fortluft

Auf einen Blick:

- Luftmenge 40.800 m³/h
- 6 RLT-Geräte

© robatherm 05/2014

Anwendungsbeispiel – Bürogebäude in Freiburg, Deutschland

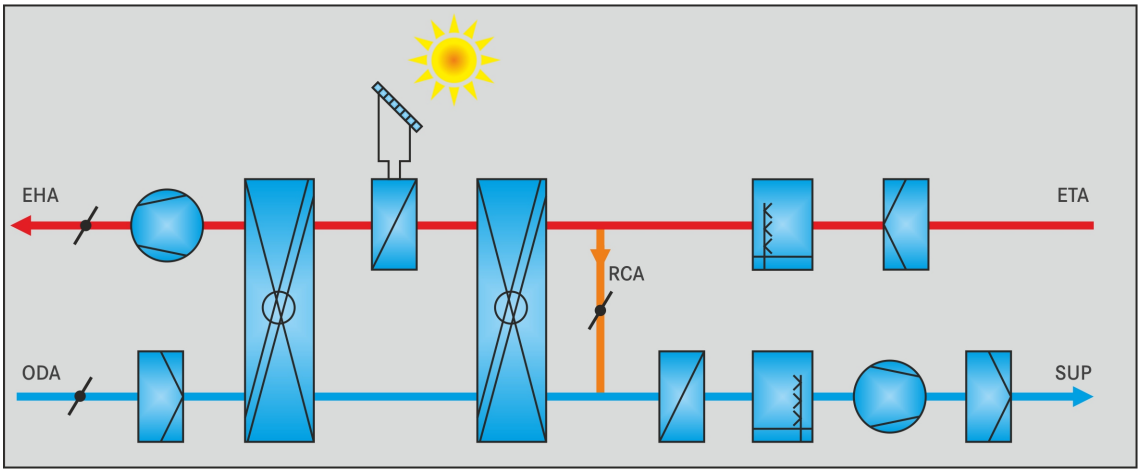


Bezeichnungen für Luftarten: ODA=Außenluft, SUP=Zuluft, ETA=Abluft, EHA=Fortluft, RCA=Umluft

Auf einen Blick:

- Luftmenge 10.200 m³/h
- Solarluftkollektoren mit 100 m² Kollektorfläche und Außenluftansaugung

Anwendungsbeispiel – Bürogebäude in Sintra, Portugal



Bezeichnungen für Luftarten: ODA=Außenluft, SUP=Zuluft, ETA=Abluft, EHA=Fortluft, RCA=Umluft

Auf einen Blick:

- CPC-Solarflachkollektoren mit 72 m² Kollektorfläche
- Luftleistung 9.600 m³/h
- Kälteleistung 75 kW

robatherm übernimmt keine Gewährleistung und Haftung für die Richtigkeit und Vollständigkeit der Inhalte dieser Unterlage. Abbildungen und Beschreibungen enthalten teilweise über die Standardausführung hinausgehendes Zubehör. Technische Änderungen vorbehalten. Ausgabe 05/2014. Copyright by robatherm.

robatherm
Industriestrasse 26
89331 Burgau, Germany

Tel. +49 8222 999-0
Fax +49 8222 999-222
info@robatherm.com
www.robatherm.com

robatherm
the air handling company