

# Sorptionsgestützte Klimatisierung. Die ökologische Alternative.

DEC – Desiccative and Evaporative Cooling ist die sorptionsgestützte Klimatisierung von robatherm und eine umweltfreundliche und wirtschaftliche Alternative zur konventionellen Kälteerzeugung.

**robatherm**  
the air handling company

# Inhaltsverzeichnis

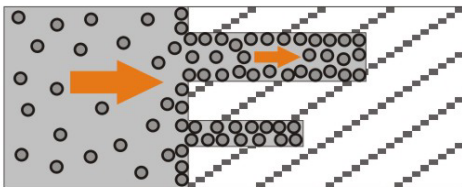
<b>Sorptionsgestützte Klimatisierung</b>	<b>1</b>
Adsorption (Physisorption)	1
Absorption (Chemisorption)	1
<b>Desiccative and Evaporative Cooling</b>	<b>2</b>
Funktionsprinzip	2
DEC im h,x-Diagramm (Sommer)	3
<b>Kostenaspekte</b>	<b>4</b>
Investitionskosten	4
Betriebskosten	4
<b>Systemkomponenten</b>	<b>6</b>
Entfeuchtungsrotor	6
Regenerationsluftherhitzer	6
Wärmerückgewinnung	7
Befeuchter	7
Mess-, Steuer- und Regel-Technik	7
<b>Anwendungsbeispiele</b>	<b>9</b>
Bürogebäude	9
Laboratorien	10
Produktionsstätten	11
Versammlungsstätten	12
<b>DEC-Technik mit Solarenergie (DEC+S)</b>	<b>14</b>
<b>Anwendungsbeispiele mit Solarenergie</b>	<b>15</b>
Bürogebäude	15
Versammlungsstätten	16
<b>Konzeptbeispiele</b>	<b>17</b>

# 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.

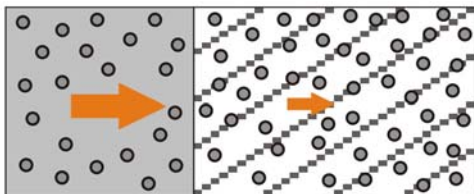
In der Sorptionstechnik wird allgemein zunächst zwischen zwei Entfeuchtungsarten unterschieden, der Adsorption und der Absorption.

## Adsorption (Physisorption)



Adsorption [lateinisch: adsorptio bzw. adsorbere für "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: absorptio für "Aufsaugung" oder "In-sich-Aufnehmen"] 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.

# Desiccative and Evaporative Cooling

Ein spezielles Verfahren zur Kälteerzeugung 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 ist die DEC-Technik auch wirtschaftlich immer attraktiver.

## Funktionsprinzip

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.

### Zuluftseitig

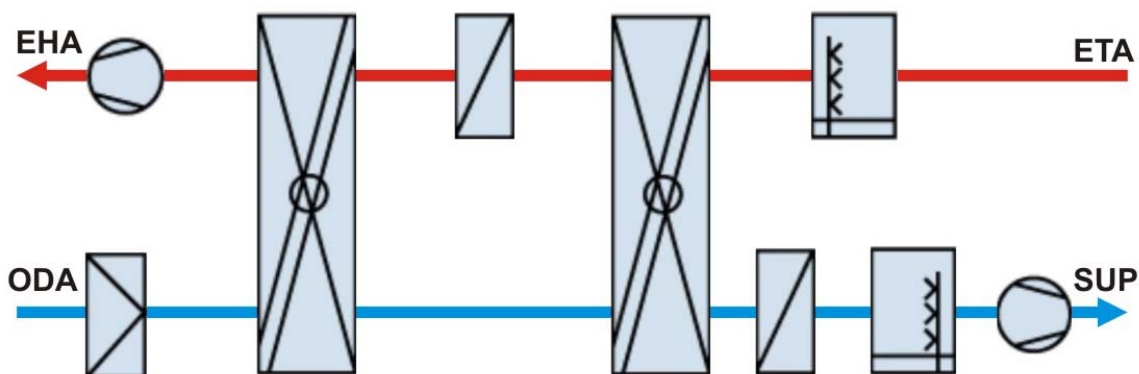
Bei der DEC-Technik durchströmt die angesaugte und gefilterte Außenluft zunächst einen Entfeuchtungsrotor (Sorption/regenerator). Bei der im Rotor stattfindenden kontinuierlichen Entfeuchtung (Sorption) werden jedem Kilogramm Luft bis ca. 8 g Wasser entzogen. Die bei der Entfeuchtung freigesetzte Regenerationswärme (Verdampfungsenthalpie) bewirkt eine Temperaturerhöhung. Ein Wärmerückgewinnungssystem überträgt diese Wärme von der Außenluft an die Zuluft. 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.

### Regenerationsluftseitig

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.

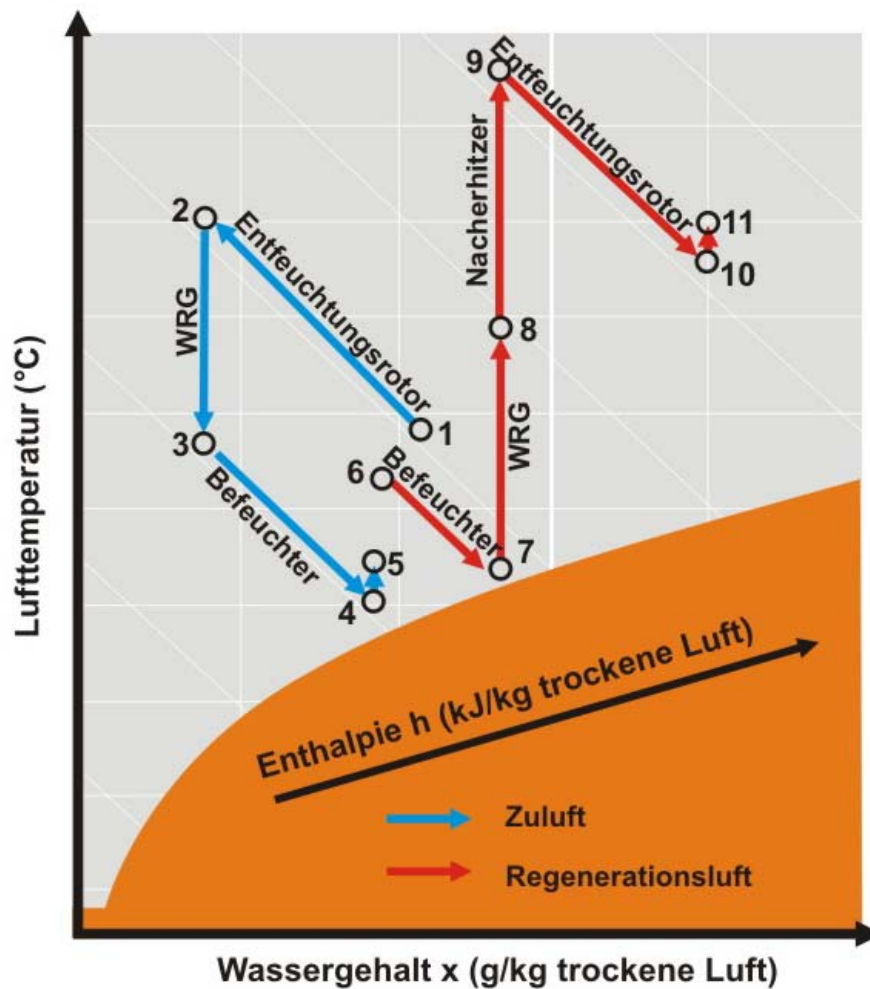
In einem zweiten Verdunstungsbefeuchter wird diese Ab- bzw. Außenluft zunächst bis zur Sättigung befeuchtet. Das bewirkt eine maximale Abkühlung. Im Wärmerückgewinnungssystem wird die Wärme der Zuluftseite aufgenommen.

Die Ab- bzw. Außenluft wird anschließend auf ca. 60 bis 140°C erwärmt und regeneriert (desorbiert) den Entfeuchtungsrotors (Sorption/regenerator).



Bezeichnungen für Luftarten (nach DIN EN 13779): ODA=Außenluft, SUP=Zuluft, ETA=Abluft, EHA=Fortluft, RCA=Umluft

## DEC im h,x-Diagramm (Sommer)



### Zuluftseitig

- 1 - 2: Trocknung der Außenluft mittels Entfeuchtungsrotor
- 2 - 3: Vorkühlung der Außenluft mittels Wärmerückgewinnung (WRG)
- 3 - 4: Kühlung der Luft auf die gewünschte Zulufttemperatur mittels regelbarem Verdunstungsbefeuchter
- 4 - 5: Erwärmung durch Motorabwärme des Zuluftventilators

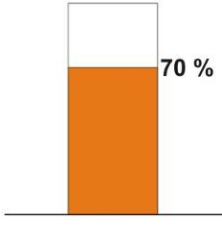
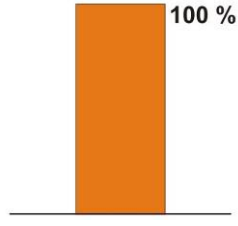
### Regenerationsluftseitig

- 6 - 7: Kühlung der Regenerationsluft mittels regelbarem Verdunstungsbefeuchter
- 7 - 8: Vorerwärmung der Regenerationsluft mittels WRG (von der Vorkühlung der Zuluft, 2 - 3)
- 8 - 9: Nacherwärmung der Regenerationsluft
- 9 - 10: Desorption der im Entfeuchtungsrotor enthaltenen Feuchtigkeit (1 - 2) durch Regenerationsluftstrom
- 10 - 11: Erwärmung durch Motorabwärme des Regenerationsluftventilators

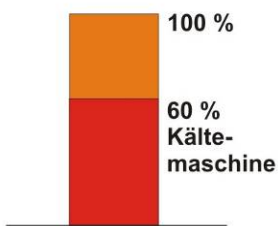
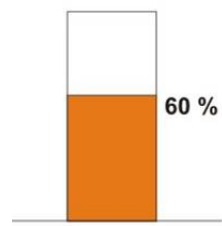
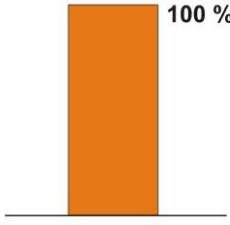
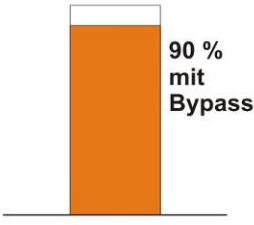
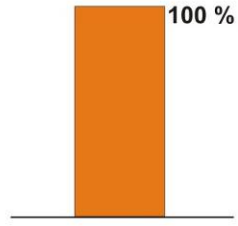
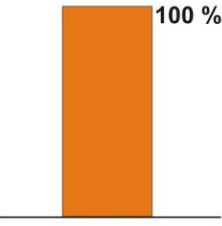
# Kostenaspekte

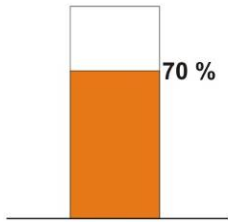
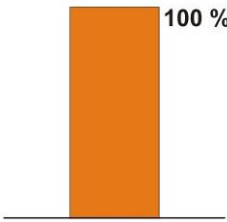
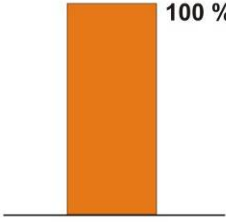
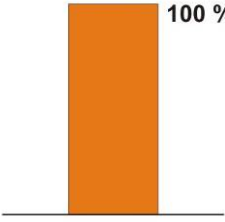
Investitionskosten und jährliche Betriebskosten einer konventionellen Anlage mit Kompressionskälte und Wärmerückgewinnung werden im Folgenden mit denen einer DEC-Anlage schematisch und tendenziell verglichen. Die genauen Kosten lassen sich projektbezogen exakt quantifizieren.

## Investitionskosten

	Investitionskosten	Konventionelle Anlage	DEC-Anlage
Die Investitionskosten der DEC-Anlage liegen durch den Entfeuchtungsrotor und den Abluftbefeuchter höher als die der konventionellen Anlage.	Wasser		

## Betriebskosten

	Betriebskosten	Konventionelle Anlage	DEC-Anlage
Niedrigere elektrische Anschlussleistung der DEC-Anlage durch Entfall der Kältemaschine, die ca. 60 % der elektrischen Anschlussleistung einer konventionellen Anlage ausmacht.	Strom, Leistung		
Insgesamt niedrigerer Stromverbrauch der DEC-Anlage durch Entfall der Kältemaschine trotz höherer Druckverluste durch zusätzliche Einbauteile.	Strom, Arbeit		
Der Wärmebedarf der DEC-Anlage im sommerlichen Kühlbetrieb wird durch die höheren Rückwärmzahlen der Wärmerückgewinnung im Winter kompensiert.	Wärme		

	Betriebskosten	Konventionelle Anlage	DEC-Anlage
Die DEC-Anlage benötigt durch die zusätzliche Befeuchtung im Sommer mehr Wasser als die konventionelle Anlage.	Wasser	 <p>70 %</p>	 <p>100 %</p>
Der Wartungsaufwand von Entfeuchtungsrotor und Befeuchtungseinrichtungen der DEC-Anlage ist in etwa vergleichbar mit dem der Kompressionskältetechnik der konventionellen Anlage.	Wartung	 <p>100 %</p>	 <p>100 %</p>

# Systemkomponenten

## Entfeuchtungsrotor

Zur Auswahl stehen nachfolgende Systeme.

LiCl-Rotor:	SilicaGel-Rotor
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sorbent: LiCl (LithiumChlorid)</li> <li>• Trägermatrix: Zellulose (organisch)</li> <li>• Entfeuchtungsart: Absorption</li> <li>• Entfeuchtungsleistung: &lt; 4 g/kg</li> <li>• Regenerationstemperatur: 60 bis 70°C</li> <li>• Volumenstrom: 3.000 bis 12.000 m<sup>3</sup>/h</li> <li>• Lebensdauer Speichermasse: ca. 8 a</li> <li>• Reinigung: nur mit Druckluft</li> <li>• Stillstandsmodus: Intervallschaltung</li> <li>• Physiologisch völlig unbedenklich</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sorbent: SiO<sub>2</sub> Kieselgel (SilicaGel)</li> <li>• Trägermatrix: Glasfaser (anorganisch)</li> <li>• Entfeuchtungsart: Adsorption</li> <li>• Entfeuchtungsleistung: &lt; 8 g/kg</li> <li>• Regenerationstemperatur: 70 bis 140°C</li> <li>• Volumenstrom: 3.000 bis 50.000 m<sup>3</sup>/h</li> <li>• Lebensdauer Speichermasse: ca. 10 a</li> <li>• Reinigung: mit Druckluft / Schwallwasser</li> <li>• Stillstandsmodus: Intervallschaltung und Regeneration (mit 80°C ca. alle 24h)</li> <li>• Physiologisch völlig unbedenklich</li> </ul>
<b>Vorteile</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kostengünstig</li> <li>• Keine Geruchsprobleme: <ul style="list-style-type: none"> <li>-Keine Ablagerung von Schmutzpartikeln</li> <li>-Keimtötende Wirkung von LiCl</li> </ul> </li> </ul>	<b>Vorteile</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Unbrennbar</li> <li>• Keine Überfeuchtung und Auswaschung des Sorbenten möglich</li> </ul>
<b>Nachteile</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Empfindliche Zellulosematrix mit natürlichem Schrumpfungs- und Dehnungsverhalten</li> <li>• Auswaschung des Sorbenten bei Überfeuchtung der Matrix oder bei Nassreinigung</li> </ul>	<b>Nachteile</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Geruchsprobleme in Stillstandszeiten möglich durch Einlagerung von VOCs (flüchtige organische Verbindungen) im Sorbenten bei nicht fachgerechtem Betrieb</li> </ul>

## Regenerationsluftherhitzer

Als Wärmequellen zur Erwärmung der Regenerationsluft kommen in Frage:

- Warmwasser  
(Pumpen-Warmwasser-Heizung, Fernwärme, Abwärme, Kraft-Wärme-Kopplung, Kraft-Wärme-Kälte-Kopplung, Solarenergie)
- Dampf
- 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
<ul style="list-style-type: none"><li>• Regenerative Wärmerückgewinnung</li><li>• Regelbar über Rotordrehzahl</li><li>• Integrierte Spülzone zur Selbstreinigung</li><li>• Kurze Baulänge</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Rekuperative Wärmerückgewinnung</li><li>• Seewasserbeständiges Aluminium</li><li>• Vollkommen getrennte Luftwege</li><li>• Große Baulänge</li><li>• Regelbar über integrierten Bypass</li><li>• Höhere Luftwiderstände</li><li>• Für Luftmengen bis 40.000 m<sup>3</sup>/h</li></ul>

## Befeuchter

Zum Einsatz kommen Düsenbefeuchter (Luftwascher) und Hochdruckbefeuchter.

Düsenbefeuchter (Luftwascher)	Hochdruckbefeuchter
<ul style="list-style-type: none"><li>• Düsendruck ca. 2,5 bar</li><li>• Befeuchtungsgrad bis 90 %</li><li>• Glatte Innenflächen aus Edelstahl V2A oder V4A</li><li>• Umlaufwasserbetrieb</li><li>• Für einwandfreie hygienische Verhältnisse sorgt HYGIENECONTROL: DDC-gesteuerte Entleerung, Reinigung, Befüllung und Trocknung der Wascherwanne</li><li>• Wirtschaftlich durch stufenlos frequenzgeregelte Pumpe</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Düsendruck ca. 120 bar</li><li>• Befeuchtungsgrad bis 95 %</li><li>• Glatte Innenflächen aus Edelstahl V2A oder V4A</li><li>• Frischwasseraufbereitung - Umkehrosmose zwingend erforderlich</li><li>• Wirtschaftlich durch stufenlos frequenzgeregelte Pumpe</li></ul>

## Mess-, Steuer- und Regel-Technik

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

Dazu entwickelte robatherm eine individuell auf den jeweiligen Bedarf angepasste DDC-Software.

### Komplette Einheit

In den DEC-Geräten sind 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-Techniker vor Ort.

## Regelparameter

Einfluss auf die Regelung haben zwei Parameter, die jeweils über einen separaten Regelkreis überwacht und gesteuert werden.

Zuluftfeuchte (Zuluftenthalpie)

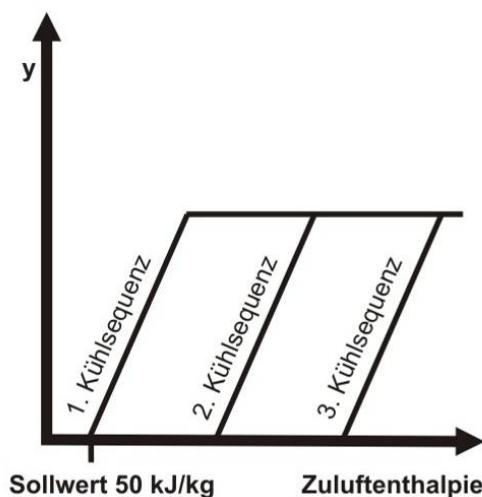
- Befeuchtungsgrad des Regenerationsluftbefeuchters
- Rückwärmzahl der Wärmerückgewinnung
- Wärmeleistung des Regenerationsluftherhitzers
- Volumenstrom des Regenerationsluftventilators

Zulufttemperatur

- Befeuchtungsgrad des Zuluftbefeuchters

## Regelstrategie

Im nachfolgenden Beispiel ist die Regelstrategie für eine Regelung mit 3 Kühlsequenzen dargestellt.



Reicht die Regenerationsluftbefeuchtung zum Erreichen der Soll-Zuluftenthalpie nicht aus, geht der Luftentfeuchtungsrotor inklusive regelbarem Regenerationsluftherhitzer in Betrieb.

zum  
so

### 1. Kühlsequenz (Evaporative Cooling Exchange)

Der regelbare Regenerationsluftbefeuchter wird zwischen 0 und 100 % betrieben, während der Wärmerückgewinner (WRG) zu 100 % in Betrieb ist. Alternativ hätte die WRG regelbar ausgeführt werden können und ein unregelter Regenerationsluftbefeuchter wäre zum Einsatz gekommen. Da jedoch die Pumpenantriebsleistung höher ist als die WRG-Antriebsleistung, ist aus energetischer Sicht eine frequenzgeregelter Befeuchterpumpe einem regelbaren WRG-Antrieb vorzuziehen.

### 2. Kühlsequenz (Desiccative, Evaporative Cooling)

### 3. Kühlsequenz (nur möglich, wenn Außenluft als Regenerationsluft genutzt wird)

Bei der Regelung mit 3 Kühlsequenzen läuft der regelbare Regenerationsluftventilator während der ersten beiden Kühlsequenzen nur bei 66 % seiner Nennluftmenge und damit bei ca. 30 % der Leistungsaufnahme. Erst in der dritten Kühlsequenz wird dieser zwischen 66 und 100 % geregelt, um die Entfeuchtungs- und WRG-Leistung zu erhöhen.

Mit Hilfe des regelbaren Zuluftbefeuchters wird im 2. Regelkreis die Solltemperatur und damit die Sollfeuchte adiabatisch erreicht.

Bei niedrigen Außenlufttemperaturen wird Freie Kühlung (Free Air Cooling) genutzt.

# Anwendungsbeispiele

Die DEC-Technik lässt sich grundsätzlich überall einsetzen, wo Klimatisierung notwendig ist, z.B. in:

- Bürogebäuden
- Laboratorien
- Produktionsstätten
- Versammlungsstätten

## Bürogebäude



### Anwendung

11 DEC-Geräte mit einer Luftmenge von insgesamt 370.000 m<sup>3</sup>/h sorgen für die Klimatisierung des Büro- und Geschäftshauses Frankfurter Welle.

### Anforderungen

- Hohe Wärme- und Feuchtelasten durch die Nutzer
- Gleichbleibender innerer Lasteintrag im Tagesverlauf
- Begrenzung der Zuluftfeuchte zur Erfüllung der Behaglichkeitskriterien
- Behaglichkeitsbedingungen dürfen nur an wenigen Stunden pro Jahr überschritten werden

Abbildung: Frankfurter Welle

## Die robatherm-Lösung

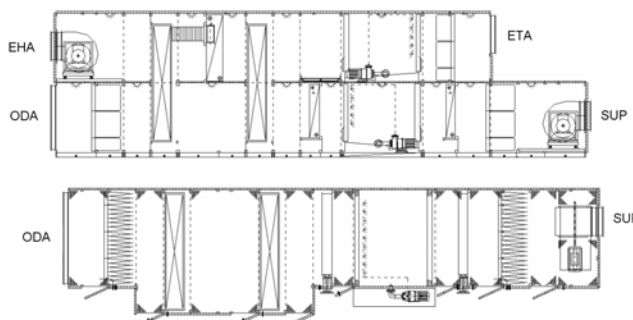


Abbildung: Gerätezeichnung

### Besonderheiten des RLT-Geräts:

- Innenraumgerät
- Luftströme übereinander
- Tiefensprung

## Laboratorien

### Anwendung

Im Bereich der Mikrobiologie stellt die Forschung hohe Ansprüche an die Klimatisierung, die durch zwei wetterfeste DEC-Geräte im Uni-Klinikum Eppendorf-Hamburg gewährleistet wird.

### Anforderungen

- Konstante Temperatur und Feuchtebedingungen
- Relativ hohe Temperatur- und Feuchte-Sollwerte
- Außenaufstellung aus Platzgründen
- Hohe Luftwechselraten
- Geringe innere Feuchtelasten
- Hohe hygienische Anforderungen

### Die robatherm-Lösung

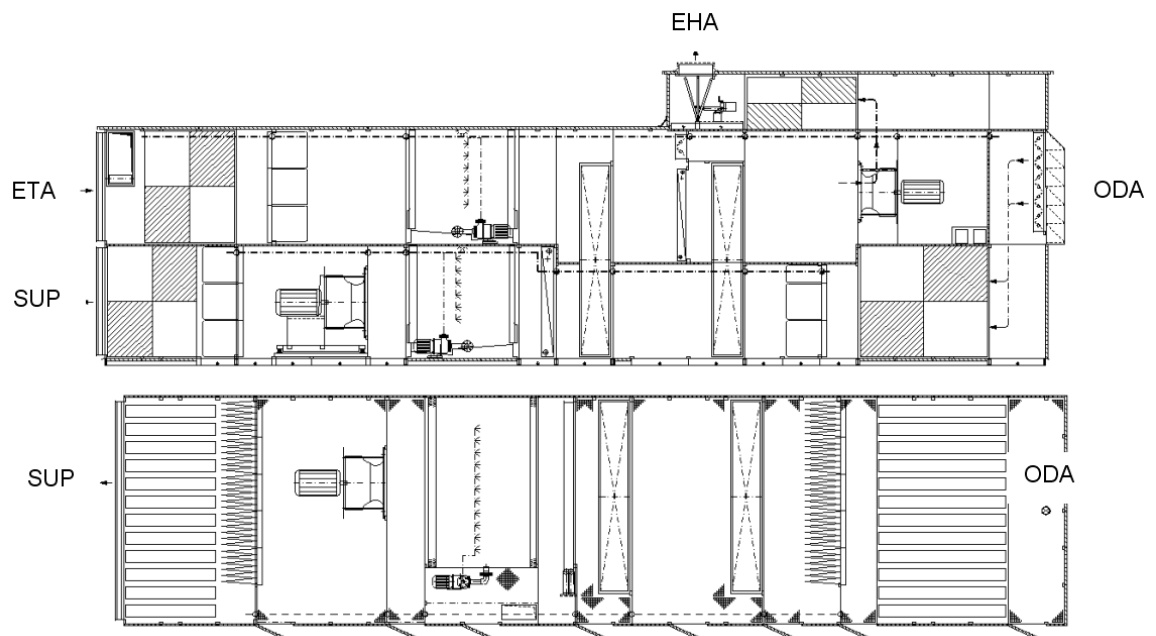


Abbildung: Gerätezeichnung

Besonderheiten des RLT-Geräts:

- Wetterfestes Gerät
- Luftströme übereinander
- Labor-Fortluft

## Produktionsstätten

### Anwendung

Gleichbleibende Temperatur und Feuchte sind Grundvoraussetzungen bei der Klimatisierung einer Druckerei. In Waiblingen gewährleisten dies zwei DEC-Geräte mit einer Luftleistung von jeweils 27.000 m<sup>3</sup>/h und einer Kälteleistung von zweimal 110 kW.

### Anforderungen

- Hohe Zuluftfeuchten  $\geq 60$  % r.F.
- Hohe innere thermische Lasten aufgrund Maschinenabwärme
- Geringe innere Feuchtelasten
- Große Volumenströme zur Lastabfuhr

### Die robatherm-Lösung

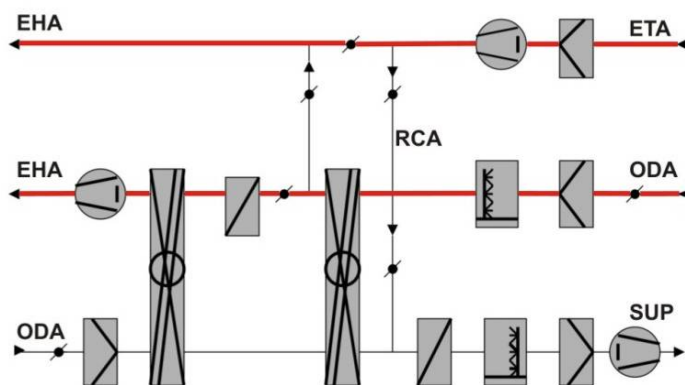


Abbildung: Anlagenschema Sommerbetrieb

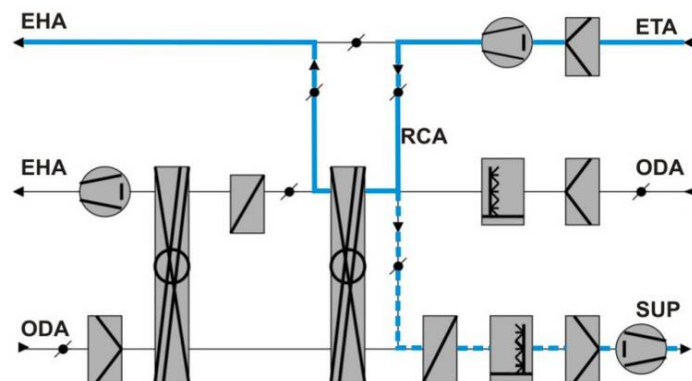


Abbildung: Anlagenschema Winterbetrieb

Bezeichnungen für Luftarten (nach DIN EN 13779): ODA=Außenluft, SUP=Zuluft, ETA=Abluft, EHA=Fortluft, RCA=Umluft

Besonderheiten des RLT-Geräts:

- Innenraumgerät
- Luftströme übereinander
- Mit Außenluft als Regenerationsluft (Ablufttemperatur > Außenlufttemperatur im Sommer)
- Mit Umluft-Betrieb zur Aufheizung

## Versammlungsstätten



Abbildung: Technische Universität Dresden

### Anwendung

- 4 Hörsäle für ca. 3.000 Personen
- 2 DEC-Geräte
- Luftmenge jeweils 43.000 m<sup>3</sup>/h
- Kälteleistung jeweils 200 kW

### Anforderungen

- Geringe Volllast-Nutzungszeiten
- Bei Volllast hoher Feuchte- und Wärmeeintrag
- Raumvorkonditionierung hält Temperatur und Feuchte in behaglichen Grenzen

### Die robatherm-Lösung

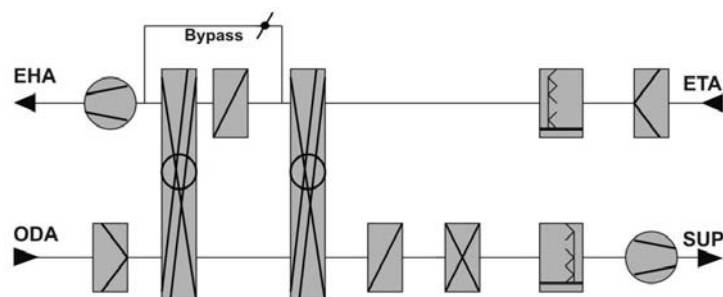


Abbildung: Anlagenschema

Besonderheiten des RLT-Geräts:

- Innenraumgerät
- Luftströme nebeneinander
- Höhensprung
- Bypass zur Druckverlustreduzierung im Winterbetrieb
- Kombination mit mechanischer Kälteerzeugung und Nutzung der Kondensationswärme für Regenerationsluft-Erhitzer

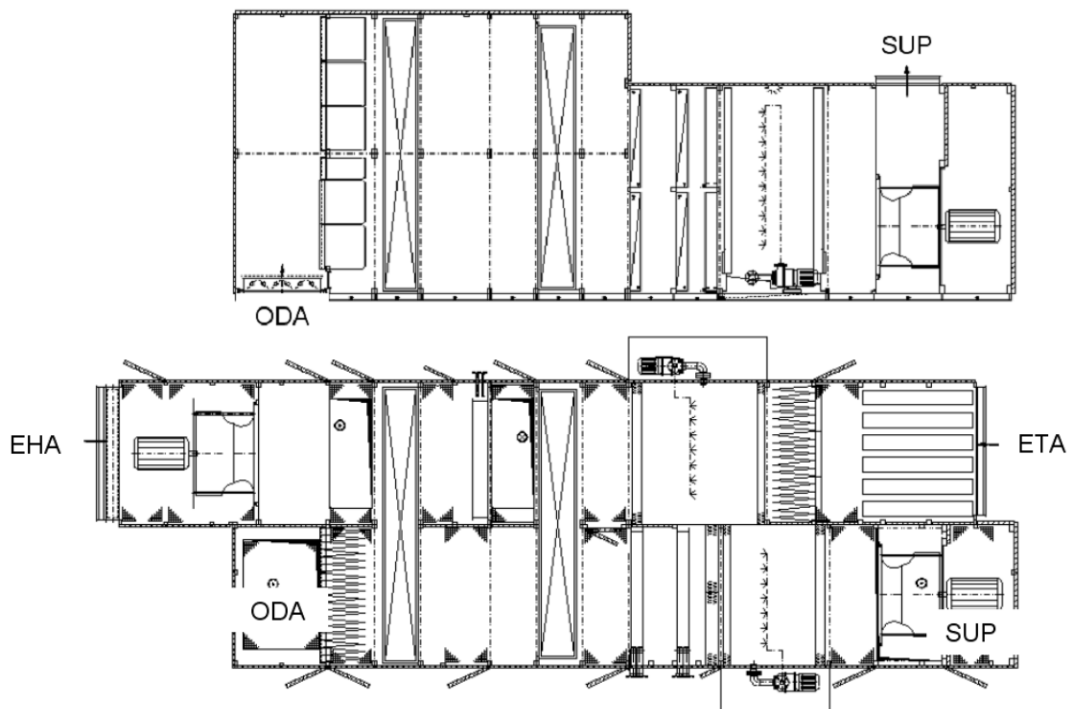


Abbildung: Gerätezeichnung

# 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.

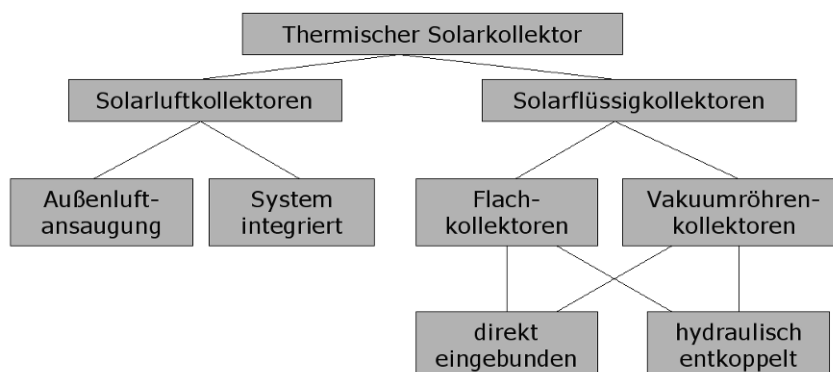
## Systeme

Bei der solaren sorptionsgestützten Klimatisierung unterscheidet man:

- Solarautarke Systeme  
Die Regenerationsenergie wird vollständig von der Sonne geliefert.  
Grenzwerte werden übers Jahr teilweise überschritten.
- Solarunterstützte Systeme  
Ein Teil der Regenerationsenergie wird von der Sonne geliefert.  
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 (Abbildung).





# Anwendungsbeispiele mit Solarenergie

Die DEC+S-Technik lässt sich grundsätzlich überall einsetzen, wo Klimatisierung notwendig ist, wie beispielsweise in Bürogebäuden oder Versammlungsstätten.

## Bürogebäude

### Anwendung

Klimatisierung eines Bürogebäudes von Atecnic in Sintra (Portugal) mit DEC-Technik.

- Einbindung des Solarkreislaufs mittels Wärmeübertrager
- CPC-Flachkollektoren mit 72 m<sup>2</sup> Kollektorfläche
- Luftleistung 9.600 m<sup>3</sup>/h
- Kälteleistung 75 kW

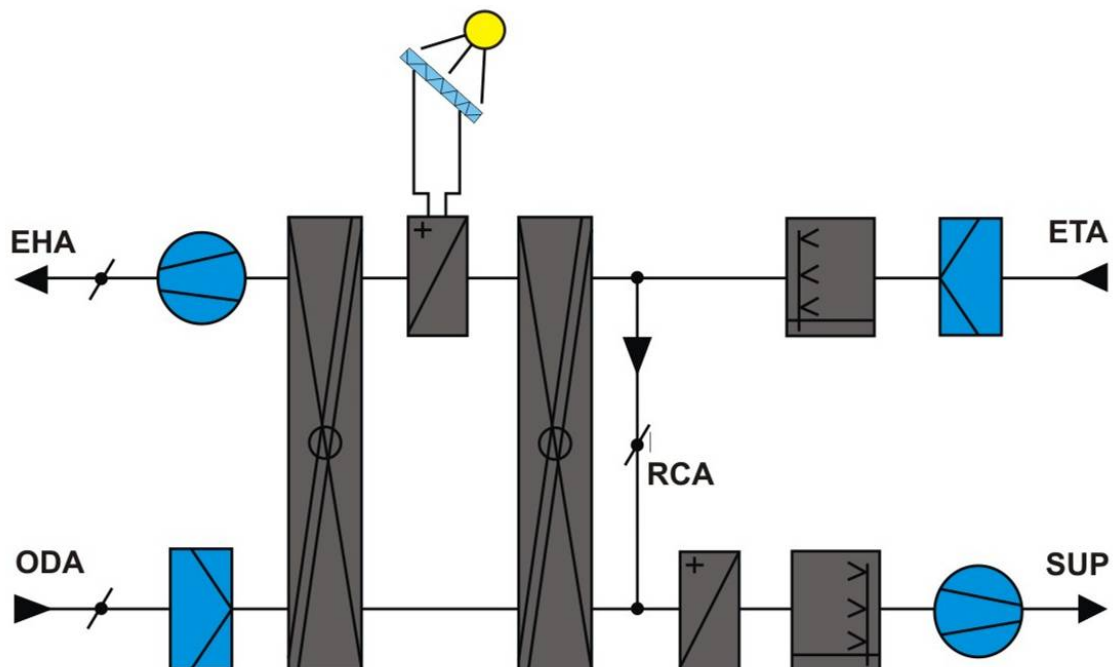


Abbildung: Anlagenschema

Bezeichnungen für Luftarten (nach DIN EN 13779): ODA=Außenluft, SUP=Zuluft, ETA=Abluft, EHA=Fortluft, RCA=Umluft



# Konzeptbeispiele

Der nachfolgenden Tabelle können wesentliche Daten für einige Beispiel-DEC-Geräte entnommen werden. Davon unbenommen kann Jedes individuelle Gerät im Werk ausgelegt werden.

Volumenstrom (m <sup>3</sup> /h)	Gerätetyp	Abmessung H/T/L [mm]	Gewicht [kg]	Kühlleistung [kW]	Elektr. Leistung [kW]	Reg.-Heizleistung [kW]
3.000	RMC 09/12	2116 / 1304 / 8925	3558	16	7,2	31,4
4.500	RMC 09/12	2116 / 1304 / 8925	3554	24	8,8	47,1
7.900	RMC 09/15	2728 / 1610 / 9078	4860	42	14	81,9
11.900	RMC 09/18	2728 / 1916 / 9078	5675	63	17,4	123,3
16.600	RZ 12/21	2708 / 2282 / 9384	6963	89	26,8	172
27.500	RZ 15/27	3320 / 2894 / 10608	9940	147	40	285
34.500	RZ 15/30	3320 / 3200 / 10914	11233	184	51	357,6
57.600	RZ 21/39	4544 / 4118 / 13362	18527	307	86,5	597

## Auslegungsgrundlagen

Ventilator  
Externer Druck 500 Pa

Zulufterhitzer  
T<sub>Eintritt</sub>: 10 °C  
T<sub>Austritt</sub>: 35 °C

Regenerationsluft-Erhitzer:  
T<sub>Eintritt</sub>: 39 °C  
T<sub>Austritt</sub>: 70 °C

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

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

robatherm GmbH + Co. KG  
Industriestrasse 26  
89331 Burgau, Germany

Phone +49 8222 999-0  
Fax +49 8222 999-222  
E-Mail [info@robatherm.com](mailto:info@robatherm.com)  
Web [www.robatherm.com](http://www.robatherm.com)