WOLF GEISENFELD

GEWINNZONE: ENERGIE-EINSPARUNG

Wärmerückgewinnung, Kälterückgewinnung
Feuchterückgewinnung, Nachtkühlung
Multifunktionale Nutzungskonzepte

Spirit of Air

MADE IN GERMANY

Inhalt

Energierückgewinnung 4

Kälterückgewinnung 4

Wärmerückgewinnung 4

Feuchterückgewinnung 4

Energieeffizienz 5

Orientierungshilfe bei WRG-Systemen 6

Wärmerückgewinnungs-Systeme 6

Einzuhaltende Normen, Verordnungen, Richtlinien und Regelwerke 6

Mindestkriterien 6

Rekuperative Systeme 7

Regenerative Systeme 7

Wärmepumpe 7

Luftströme- und Feuchteaustausch 8

Planungscheckliste 9

Energierückgewinnung 10

Kreuzstrom-Plattenwärmetauscher 10

Gegenstrom-Plattenwärmetauscher 11

Rotationswärmetauscher 12

Wärme-Akkumulator 13

Hochleistungskreislaufverbundsystem (HKVS) 14

HKVS mit integrierter WärMEpumpe 16

Wärmepumpe 17

AdiabatE Befeuchtung der Abluft
und gesteigerte Energierückgewinnung
über das WRG-System 18

Beispielrechnung 19

Multifunktionale Nutzung 20

Mini-Lexikon der Fachbegriffe 22

Mollier-h,x-Diagramm 27

Farbschlüssel

Für die Grafiken in diesem Prospekt sind die Farben nach der Lufttemperatur festgelegt:

- AUL = Außenluft
- ZUL = Zuluft
- ABL = Abluft
- FOL = Fortluft

Temperaturverlauf

- kalte Außenluft
- erwärmte Zuluft
- warme Abluft
- abgekühlte Fortluft

Energierückgewinnung

Durch steigende Kosten für Energie, ein zunehmendes Umweltbewusstsein und wachsende behördliche Auflagen kommt der energieeinsparenden Entwicklung der Lüftungstechnik immer größere Bedeutung zu.

Energierückgewinnung bedeutet geringeren Energieverbrauch für die gleiche Leistung, weniger Schadstoffemissionen, besseren Umweltschutz und nicht zuletzt niedrigere Betriebskosten.

KÄLTERÜCK-GEWINNUNG

Wenn im Sommer (Kühlfall) hohe Außentemperaturen herrschen, wird mit der kälteren Abluft die warme Außenluft vorgekühlt.

Die Rückgewinnung von Kälteleistung aus der Abluft spart viel Energie für die Kühlung der Zuluft ein. Dadurch kann eine Kältemaschine mit geringerer Leistung, geringerem Energiebedarf / Betriebskosten und geringeren Investitionskosten eingesetzt werden. Nahezu alle Wärmerückgewinner können in der Prozessumkehr auch zur Rückgewinnung der Kälte verwendet werden.

Kälte aus adiabater Befeuchtung
Zusätzlich kann über eine effiziente Wärmerückgewinnung (WRG) die Abluft in Kombination mit einem adiabaten Befeuchtungssystem weiter abgekühlt werden. Über die effiziente WRG wird die so gewonnene Kälteleistung in die Zuluft übertragen.
Der für die Zuluftkühlung erforderliche Kälteerzeuger kann kleiner dimensioniert werden oder komplett entfallen.

WÄRMERÜCK-GEWINNUNG

Im Winter (Heizfall) wird der warmen Abluft, die aus dem Gebäude abgeführt wird, ein großer Teil ihrer thermischen Energie entzogen, dem kalten Außenluftstrom zugeführt und vorerwärmt.

Wärme aus Kälteprozessen
Schon kleine Kälteanlagen erzeugen so viel Abwärme, dass sich die Nutzung dieser Abwärme schnell amortisiert. Dieser Effekt wird durch Energiepreissteigerungen noch beschleunigt.

Wärme aus Entfeuchtung
Bei der Verflüssigung von Wasserdampf wird Wärme frei, die im Wege der Rückgewinnung genutzt werden kann. Vor allem in Schwimmbädern lässt sich die Wärmerückgewinnung durch Entfeuchtung besonders effektiv nutzen.

FEUCHTERÜCK-GEWINNUNG

Die Zuluftbefeuchtung über Rückgewinnung der Feuchte aus der warmen Abluft verbessert das Raumklima und reduziert im Winter den Energieverbrauch von RLT-Anlagen mit Raumluftfeuchteregelung.

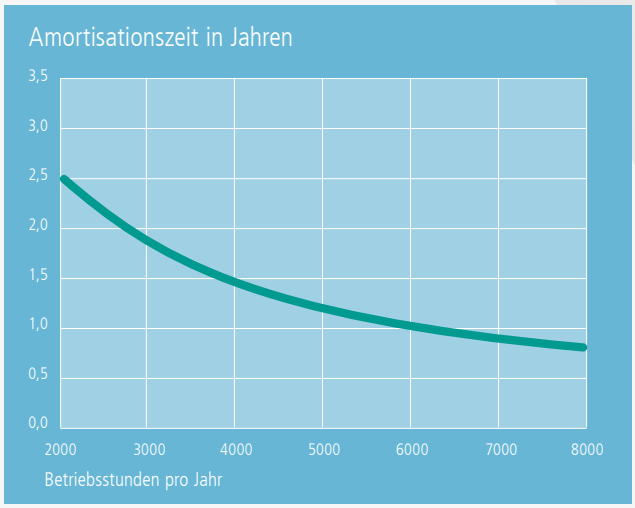
Anlagen mit Feuchterückgewinnung sind insgesamt wesentlich energieeffizienter als Anlagen ohne Feuchterückgewinnung. In RLT-Anlagen mit Kühlung reduziert die Feuchteübertragung die notwendige Kälteleistung.

Die Klimaanlage kann eventuell kleiner ausgelegt werden, weil sie bis zu 20 % weniger Leistung erbringen muss. Das spart Investitions- und Betriebskosten.

Bis zu 60% der Energiekosten lassen sich mit effizienten und gut geplanten WRG-Systemen im Jahresmittel einsparen!

ENERGIEEFFIZIENZ IST IMMER WIRTSCHAFTLICH

Höhere Investitionen für besonders energieeffiziente WRG-Systeme rechnen sich in Abhängigkeit von den Betriebsstunden der Anlage innerhalb sehr kurzer Zeit.



MEISTER DER EFFIZIENZ

Laut DIN EN 13053 und Ökodesign-Richtlinie1253/2014 wird der Energieverbrauch von RLT-Zentralen in der Hauptsache durch folgende Faktoren beeinflusst:

- Wirkungsgrad und Druckverlust der Wärmerückgewinnung
- Luftgeschwindigkeit im Gerätequerschnitt
- elektrische Leistungsaufnahme der Motor-/ Ventilatoreinheit
- Druckverlust der Einbauteile

Diese Kriterien werden als Basis für die Einteilung der Effizienzklassen verwendet und in der Auslegungssoftware bei WOLF Geisenfeld bei der Berechnung berücksichtigt. Ziel ist es, die Effizienzstufe des jeweiligen Geräts für den Kunden deutlich darzustellen und sie transparent und vergleichbar zu machen. Die durch den TÜV-Süd und EUROVENT geprüfte und zertifizierte Auslegungssoftware stellt die Richtigkeit und Verlässlichkeit der Daten sicher.

WÄRMERÜCKGEWINNUNGS-SYSTEME

Im Wesentlichen wird bei RLT-Anlagen zwischen zwei Systemen der Wärmerückgewinnung unterschieden:

- **Rekuperatoren**
- **Regeneratoren**.

Systeme mit Trennflächen, die aus regenerativen und rekuperativen Funktionseinheiten bestehen, wie z. B. die Kreislaufverbundsysteme, werden zu den regenerativen Systemen gezählt, da sie die Temperatur über ein Zwischenmedium übertragen.

EINZUHALTENDE NORMEN, VERORDNUNGEN, RICHTLINIEN UND REGELWERKE

- Richtlinie 2009/125/EG des Europäischen Parlaments und des Rates
- EU-Verordnung 1253/2014 der Kommission
- Gebäudeenergiegesetz (GEG) / DIN EN 13053
- VDI 3803 Blatt 5 Wärmerückgewinnungssysteme in RLT-Anlagen

Klassifizierung der Wärmerückgewinnung (DIN EN 13053)

Klasse	Energieeffizienz $\eta_{e\ 1:1}$
H1	≥ 74
H2	≥ 70
H3	≥ 65
H4	≥ 60
H5	< 60

$\eta_e = \eta_t \cdot (1 - \frac{1}{\varepsilon})$

η_e [%] Energieeffizienz (= η_{WRG} Wirkungsgrad der WRG)

η_t [%] Temperaturübertragungsgrad bei trockenen Bedinungen

ε_1 [-] Leistungsziffer

Die Werte gelten für ausgeglichene Massenströme (1:1)
Empirische Formel bei nicht abgeglichenen Massenströmen

$\eta_{t\ 1:1} = \eta_t \cdot \frac{(1 + \frac{m_1}{m_2})}{2}$

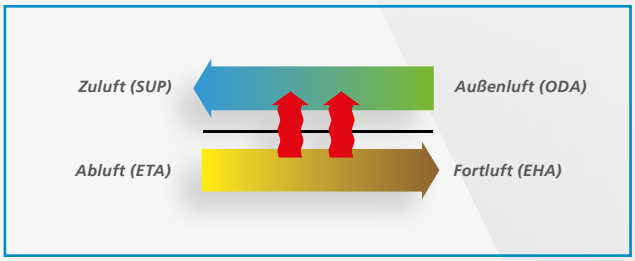
Kennzahlen von WRG-Systemen (VDI 3803-5)

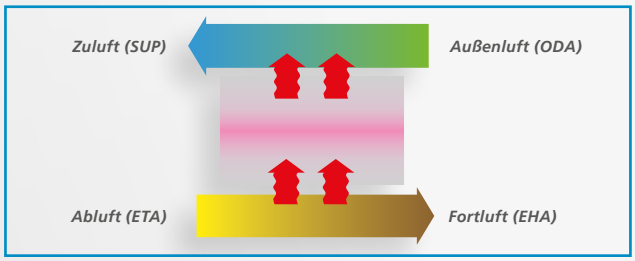
Leistungskennzahlen zur Vergleichbarkeit von WRG-Systemen bei definierten Betriebsbedingungen	
$\eta_t = \Phi$	Temperaturänderungsgrad (ehemals Rückwärmezahl)
Ψ	Feuchteänderungsgrad (ehemals Rückfeuchetzahl)
ε	Leistungszahl
η_e	Energieeffizienz (η_{WRG} Wirkungsgrad der WRG)

Energiekennzahlen über ein Jahr bilanziert, zur Aussage über Wirtschaftlichkeit und Nutzen der WRG	
ε_a	Jahresarbeitszahl
N_a	Jahresdeckungsgrad
Φ_a	Jahrestemperaturänderungsgrad
η_a	Jahreswirkungsgrad

MINDESTKRITERIEN

- Trockener Wirkungsgrad$_{\eta t}$ (%) ≥ 73 % Ausnahme: Kreislaufverbundsystem
- Trockener Wirkungsgrad$_{\eta t}$ (%) Kreislaufverbundsystem ≥ 68 %
- System muss mit einer Leistungsregelung ausgestattet sein
- Einhaltung der Hygienevorschriften entsprechend Einsatzzweck nach VDI 6022, DIN EN 1946-4
- Minimierung von Leckage, SFP int. und Druckverlusten durch konstruktive Maßnahmen, Systemwahl und optimierte Anordnung





REKUPERATIVE SYSTEME

Bei der rekuperativen Wärmerückgewinnung wird die Energie (Wärme / Kälte) **durch eine feste Trennwand direkt** vom Abluft- auf den Zuluftstrom übertragen. Die Luftströme sind konstruktiv luftdicht getrennt.

Eine Stoffübertragung ist nicht möglich.

Je nach deren Bauform spricht man von
- **Kreuzstrom-Plattenwärmetauschern**,
- **Gegenstrom-Plattenwärmetauscher** oder
- **Röhrenwärmetauschern**.

Ein weiteres Unterscheidungsmerkmal bei den rekuperativen Systemen ist die Schaltung der beiden Luftströme, die entweder im
- **Kreuzstrom** oder
- **Gegenstrom** betrieben werden.

Der Plattenabstand und die Profilierung ist für diese Art von Wärmetauschern ein wichtiges Kriterium. Mit kleinen Abständen lässt sich bei gleichem Querschnitt viel mehr Übertragungsfläche realisieren und auch mehr Leistung erzielen als bei größeren Abständen, jedoch steigt damit auch der Druckverlust und der elektrische Aufwand.

Optional
Ausführung als Enthalpie-Wärmetauscher mit Feuchteübertragung möglich (Diffusion über Spezialmembrane)

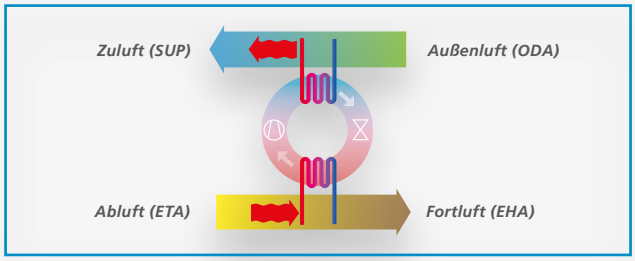
REGENERATIVE SYSTEME

Bei der regenerativen Wärmerückgewinnung wird die Energie (Wärme/Kälte) **indirekt über eine Speichermasse bzw. ein Zwischenmedium** von der Abluft an die Zuluft übertragen. Eine Stoffübertragung ist teilweise möglich. Regenerative Wärmerückgewinnungssysteme gibt es in sehr unterschiedlichen Bauarten. Die VDI 3803-5 unterscheidet hier zwischen rotierenden und statischen Speichermassen. Andere Einteilungen unterscheiden Systeme mit und ohne Trennflächen.

- **Rotationswärmetauscher**
  mit umlaufender Speichermasse in Wellfolienstruktur aus Aluminium zur Rückgewinnung von Wärme und Feuchte sind das bekannteste System. Die rotierende Speichermasse des Rotors überträgt die Wärme und je nach Oberflächenausführung auch Feuchtigkeit von einem Luftstrom zum anderen.

- **Umschalt-Wärmetauscher (Wärme-Akkumulatoren)**
  bestehen aus zwei oder mehreren statischen Speichermassen, die abwechselnd von der Abluft „geladen“ und der vorbeistreichenden Außenluft „entladen“werden. Die Einbaumaße sind flexibel, Rückwärmezahl und Feuchteübertragung sind besonders hoch.

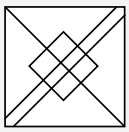
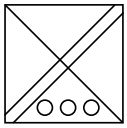
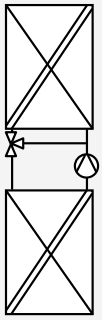
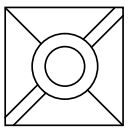
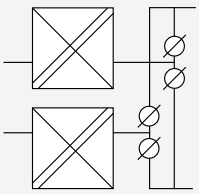
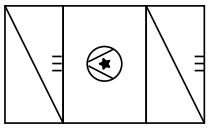
- **Hochleistungs-Kreislaufverbundsysteme (HKVS)**
  arbeiten mit einem Wasser-Glykol-Gemisch als Zwischenmedium in einem geschlossenen Rohrkreislauf zwischen Abluft und Außenluft. Die durch den Wärmetauscher der Abluft entzogene Wärme / Kälte wird über das Medium an den Wärmetauscher im Außenluftstrom übertragen. Die beiden Luftströme müssen dabei nicht zusammengeführt werden. Mit dem Leitungssystem können auch längere Distanzen überbrückt werden, deshalb ist eine räumlich getrennte Aufstellung von Zu- und Abluftgerät möglich.



WÄRMEPUMPE

Auch die Verwendung von Wärmepumpen ist zur Wärmerückgewinnung möglich. Die Wärme wird dabei der Abluft entzogen und die Temperatur der Zuluft über die Wärmepumpe erhöht. Für den Kühlfall kann der Prozess umgekehrt werden.

LUFTSTRÖME UND FEUCHTEAUSTAUSCH

VDI 3803-5	Bezeichnung	Symbol	Luftströme	Feuchteaustausch
I.1	Platten-Wärmetauscher		zusammengeführt	nein ja (mit Spezialmembrane)
I.2	Röhren-Wärmetauscher		zusammengeführt	nein
II.1.1	Kreislaufverbund-Wärmetauscher		getrennt	nein
III.1	Rotations-Wärmetauscher		zusammengeführt	ja
III.3	Umschalt-Wärmetauscher (Wärme-Akkumulator)		zusammengeführt	ja
IV	Wärmepumpe		getrennt	nein

PLANUNGS-CHECKLISTE

Sorgfältige Planung ist die Gewähr für den größtmöglichen Spareffekt. Die folgenden Punkte sollten bei der Planung von Wärmerückgewinnungssystemen zwingend abgeklärt werden.

- **Daten präzise und praxisgerecht erfassen**
  Die Luftleistungen, die Temperaturen und die Feuchtebelastung am Tauschereintritt ermitteln. Vorsicht! Wenn die Auslegungswerte zu optimistisch gewählt werden, sind im praktischen Betrieb die prognostizierten Werte oft nicht zu erreichen.
- **Standort und Luftführung bestimmen**
  Hier lassen sich schon an der Basis Installationskosten sparen. Oft wird damit auch das WRG-System festgelegt.
- **Erforderliche Luftqualität festlegen**
  Welche Ansprüche werden an die Luftqualität (Kontamination durch Systemundichtigkeit / Verschleppung) gestellt?
- **Feuchteübertragung**
  Soll Feuchte übertragen werden? Ist Feuchteübertragung nur im Winter oder auch im Sommer erforderlich?
- **Luftqualität der Abluft beachten**
  Sind giftige, korrosive, schädliche Stoffe in der Luft?
- **Regelung**
  Ist die Integration in bestehende Gebäudemanagement-Systeme erforderlich?
- **Kondensatanfall**
  Fällt Kondensat an? Wenn ja, welche Maßnahmen sind damit erforderlich?
- **Besteht Korrosionsgefahr?**
- **Besteht Verschmutzungsgefahr?**
- **Temperaturbereich**
  Sind Sonderausführungen bezüglich der Temperatur notwendig?
- **Wärmetauschersystem festlegen**
  Passendes System auswählen und bezüglich der Wirtschaftlichkeit optimieren.
- **Optimierung der Anlage**
  Kann mit der Wärme- / Kälte- / Feuchterückgewinnung die Wärme- / Kälte- / Feuchteerzeugung und -verteilung evtl. kleiner dimensioniert werden?
- **Spezifikation**
  Ausführung genau spezifizieren und sicherstellen, dass die Vorgaben auch installiert werden.
- **Abnahme**
  Inbetriebnahme mit Leistungsprüfung durchführen.

KREUZSTROM-PLATTENWÄRMETAUSCHER

Plattenwärmetauscher zur Energierückgewinnung mit sich kreuzenden Luftströmen

Funktion

Bei Kreuzstrom-Plattenwärmetauschern müssen die Luftströme von Zuluft und Abluft zusammengeführt sein, sind jedoch durch die Lamellen vollständig voneinander getrennt. Die Übertragung von Feuchte, aber auch von Schadstoffen ist deshalb in der Standardausführung nicht möglich.
Optional: Ausführung als Enthalpie-Wärmetauscher mit Feuchteübertragung (Spezialmembrane) möglich.
Durch reine Wärme- / Kälteleitung (rekuperativ) werden die Temperaturen der beiden Luftströme aneinander angeglichen.
Die trockene Rückwärmezahl beträgt bis zu 80 %. Der maximale Druckverlust richtet sich nach der DIN EN 13053 und Verordnung (EU) 1253/2014.
Die Leistungsregelungen erfolgt über einen stufenlos regelbaren Bypass. Plattenwärmetauscher sind ideal in Kombination mit einer adiabaten Kühlung einsetzbar.
Der Kreuzstromplattenwärmetauscher kann im Gleich- und Gegenstromprinzip ohne Leistungsminderung eingesetzt werden!

Anwendung

Kreuzstrom-Plattenwärmetauscher werden bevorzugt verwendet, wenn

- keine Feuchte übertragen werden soll.
- keine Kontamination der Zuluft stattfinden darf.
- hohe Betriebssicherheit gefordert ist.
- Luftleistungen bis ca. 40.000 m³/h
- die Platzverhältnisse ausreichend sind und niedrige Investitions- und Betriebskosten gefordert sind.
- die Rückgewinnungsleistung über den Bypass geregelt werden kann.
- in Kombination mit adiabater Abluftbefeuchtung zur Kälterückgewinnung
- Freie Kühlung über Umgehung des Plattenwärmetauschers (Bypass) möglich.
- Optional: Ausführung mit Spezialmembrane
- Zu beachten: Anfallendes Kondensat muss abgeleitet werden
- Zur Vermeidung von Vereisung ist eine Reifschutzschaltung zu berücksichtigen

Produktbeschreibung

Plattenwärmetauscher in Kreuz- bzw. Diagonalausführung für zwei sich kreuzende Luftströme.

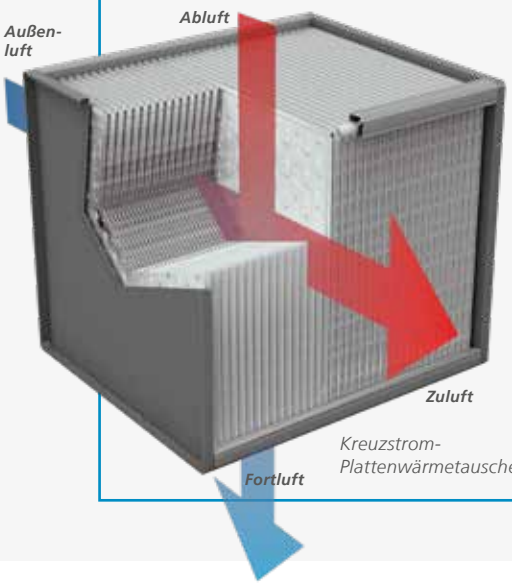
Abluft und Außenluft sind getrennt. DieÜbertragung von Feuchte und Gerüchen ist ausgeschlossen. Plattenmaterial aus korrosionsbeständiger Aluminiumlegierung.

Optional: Ausführung mit Spezialmembrane als Enthalpie-Wärmetauscher mit Feuchteübertragung.

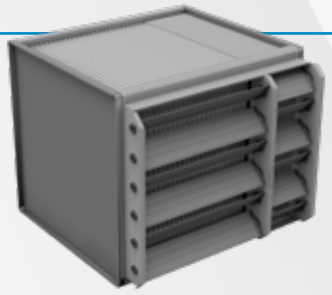
Über eine Bypassklappe im Außenluftstrom können Leistung und Vereisungsschutz stufenlos geregelt werden. Eine Sommerumgehung und freie Kühlung sind sichergestellt.

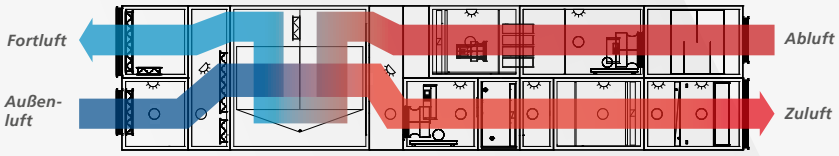
Auf Wunsch kann eine stufenlos regelbare Umluftklappe für Umluftbetrieb oder Umluftbeimischung berücksichtigt werden.

Komplettes Tauscherpaket mit Kondensatsammelwanne aus korrosionsbeständigem Material im Gerätegehäuse eingebaut. Kondensatablaufstutzen seitlich herausgeführt.



Kreuzstrom-Plattenwärmetauscher


Kreuzstrom-Plattenwärmetauscher mit Bypass



Hochleistungssystem mit zwei Kreuzstrom-Plattenwärmetauschern in Reihe geschaltet mit Umgehung und Leistungsregelung

GEGENSTROM-PLATTENWÄRMETAUSCHER

Plattenwärmetauscher zur Energierückgewinnung mit gegenläufigen Luftströmen

Funktion

Bei Gegenstrom-Plattenwärmetauschern müssen die Luftströme von Zuluft und Abluft zusammengeführt sein, sind jedoch durch die Lamellen vollständig voneinander getrennt. Die Übertragung von Feuchte, aber auch von Schadstoffen ist deshalb in der Standardausführung nicht möglich. Optional ist die Ausführung als Enthalpie-Wärmetauscher mit Feuchteübertragung (Spezialmembrane) möglich.
Durch reine Wärme- / Kälteleitung (rekuperativ) werden die Temperaturen der beiden Luftströme aneinander angeglichen. Gegenstrom-Plattenwärmetauscher erreichen eine trockene Rückwärmezahl bis ca. 85 %. Die Leistungsregelung erfolgt über einen stufenlos regelbaren Bypass.
Der maximale Druckverlust richtet sich nach der DIN EN 13053 und Verordnung (EU) 1253/2014.
Gegenstrom-Wärmetauscher sind ideal in Kombination einer adiabater Kühlung einsetzbar.
Der Gegenstrom-Plattenwärmetauscher darf nur im Gegenstromprinzip eingesetzt werden, da ansonsten die Übertragungsleistung auf 50 % sinkt!

Anwendung

Kreuzstrom-Plattenwärmetauscher werden bevorzugt verwendet, wenn

- keine Feuchte übertragen werden soll.
- keine Kontamination der Zuluft stattfinden darf.
- hohe Betriebssicherheit gefordert ist.
- Luftleistungen bis ca. 40.000 m³/h
- die Platzverhältnisse ausreichend sind und niedrige Investitions- und Betriebskosten gefordert sind.
- die Rückgewinnungsleistung über den Bypass geregelt werden kann.
- In Kombination mit adiabater Abluftbefeuchtung zur Kälterückgewinnung
- Freie Kühlung über Umgehung des Plattenwärmetauschers (Bypass) möglich.
- Optional: Ausführung mit Spezialmembrane
- Zu beachten: Anfallendes Kondensat muss abgeleitet werden
- Zur Vermeidung von Vereisung ist eine Reifschutzschaltung zu berücksichtigen

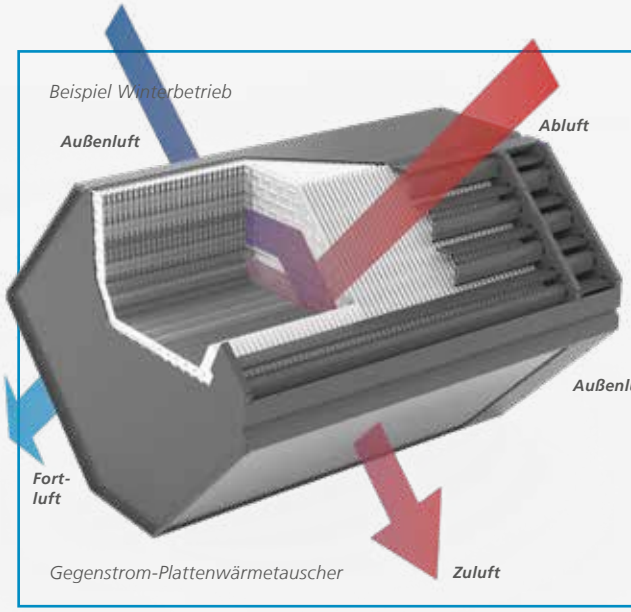
Produktbeschreibung

Plattenwärmetauscher im Gegenstromprinzip mit gegenläufigen Luftströmen zur Übertragung der in den Luftströmen enthaltenen sensiblen und latenten Kälte- und Wärmeenergie.

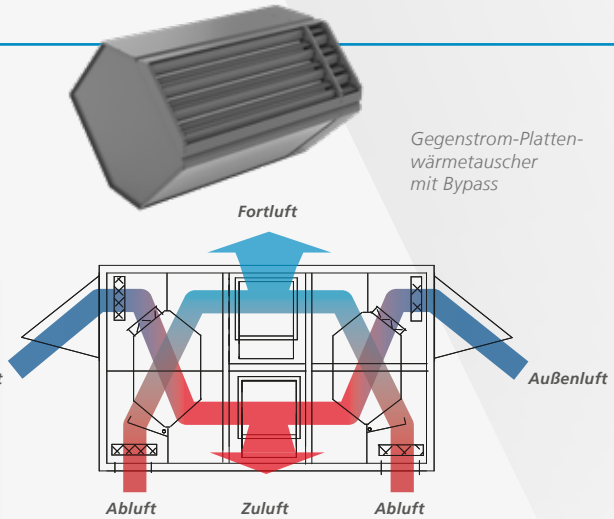
Abluft und Außenluft sind getrennt. DieÜbertragung von Feuchtigkeit und Gerüchenist ausgeschlossen. Plattenmaterial aus korrosionsbeständiger Aluminiumlegierung. Optional: Ausführung mit Spezialmembrane als Enthalpie-Wärmetauscher mit Feuchteübertragung.
Über eine Bypassklappe im Außenluftstrom kann die Leistungsregelung und der Vereisungsschutz stufenlos geregelt werden. Ebenfalls ist eine Sommerumgehung und freie Kühlung sichergestellt.

Auf Wunsch kann eine stufenlos regelbare Umluftklappe für Umluftbetrieb oder Umluftbeimischung berücksichtigt werden.

Komplettes Tauscherpaket mit Kondensatsammelwanne aus korrosionsbeständigem Material im Gerätegehäuse eingebaut. Kondensatablaufstutzen seitlich herausgeführt.



Gegenstrom-Plattenwärmetauscher



Hochleistungssystem mit zwei Gegenstrom-Plattenwärmetauschern in Kompaktbauweise, Seitenansicht

ROTATIONSWÄRMETAUSCHER

Wärmerückgewinnungssystem mit rotierender Speichermasse zur Wärmerückgewinnung / Feuchterückgewinnung / Entfeuchtung

Funktion

Durch die Rotation wird die Speichermasse abwechselnd von der Abluft und der Außenluft durchströmt. Die Speichermasse nimmt dabei annähernd die Luftstromtemperaturen an, d. h. sie wird abwechselnd erwärmt und abgekühlt und überträgt so Energie zwischen den beiden Luftströmen.Die trockene Rückwärmezahl beträgt bis zu 85 %. Es können auch Stoffgrößen wie z. B. Feuchte, übertragen werden. Zuluft und Abluft müssen zusammengeführt sein. Die Ventilatoranordnung (Zu- / Abluft) und die internen Druckverhältnisse sind zu berücksichtigen, damit die Leckluftrate des Systems auf ein Minimum reduziert wird. Durch die Einplanung von Spülzonen wird eine unerwünschte Kontamination der Zuluft mit Abluft minimiert. Der maximale Druckverlust richtet sich nach der DIN EN 13053 und Verordnung (EU) 1253/2014. Die Speichermasse (Sorptionsräder) von Entfeuchtungsrotoren ist mit einem hygroskopischen Material (Sorbens) beschichtet, an dem der Wasserdampf aus der Luft ein- bzw. angelagert wird. Der Regenerationsluftstrom nimmt diese Feuchte beim Durchströmen der Trägermasse wieder mit. Bei der Luftentfeuchtung (Schwimmbäder) sind frei werdende Wärmereserven der Feuchtluft (Kondensations- und Bindungswärme) zur Effizienzsteigerung nutzbar. Die Leistungsregelung erfolgt stufenlos über die Regelung der Rotationsgeschwindigkeit der Speichermasse. Der Rotationswärmetauscher darf nur im Gegenstromprinzip eingesetzt werden, da ansonsten die Übertragungsleistung auf 50 % sinkt!

Anwendung

Rotationswärmetauscher werden bevorzugt verwendet, wenn

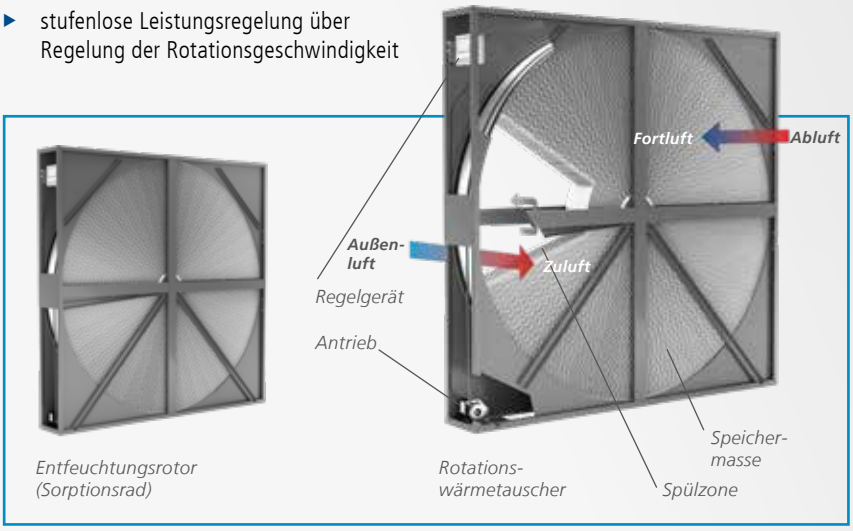
- eine hohe Rückwärmezahl gefordert ist
- Feuchteübertragung gefordert / zulässig ist
- eine Luftleistung bis 120.000 m³/h vorliegt
- beengte Aufstellmöglichkeit vorliegen
- eine hohe Rückwärmeleistung und geringe Investitions- und Betriebskosten gefordert sind
- zur Einsparung von Befeuchterleistung (hohe Rückwärmezahl – im Winter und Übergangszeit hohe Rückfeuchtezahl)
- Bypass für freie Kühlung oder Sommerumgehung möglich
- stufenlose Leistungsregelung über Regelung der Rotationsgeschwindigkeit

Produktbeschreibung

Wärmerückgewinnung mit rotierendem Wärmetauscher mit einer Speichermasse aus abwechselnd glatter und gewellter Aluminiumfolie für laminare Luftströmung. Rotorabdichtung durch Dichtleisten aus Filz, Gummi oder Bürsten und integrierter Spülzone.

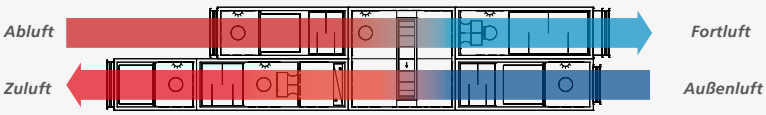
Leistungsregelung durch stufenlose Rotationsregelung der Speichermasse über Regelgerät (0 – 10 V)

Antrieb durch verschiedene Motorsysteme und um den Rotorumfang laufenden wartungsarmen Riemen. Motordrehzahl stufenlos regelbar.

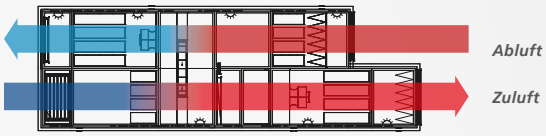


Beispiel Winterbetrieb

Kombinationsmöglichkeiten



Luftführung übereinander
Seitenansicht | Die Luftströme werden übereinander durch das Gerät geführt. Dabei kann der Fortluftstrom oben oder unten laufen.



Luftführung nebeneinander
Draufsicht | Die Luftströme können beliebig nebeneinander durch das Gerät geleitet werden.

WÄRME-AKKUMULATOR

Umschalt-Wärmetauscher zur Engergierückgewinnung mit statischem Wärmespeicher

Funktion

Der Wärme-Akkumulator ist ein Umschalt-Wärmetauscher mit zwei oder mehreren statischen, nicht bewegten Speichern zum Einbau in das Lüftungsgerät.

Durch ein vor- und nachgeschaltetes Klappensystem wird abwechselnd je ein Speicherblock geladen (Durchströmung mit Abluft), während gleichzeitig der andere entladen wird. (Durchströmung mit Außenluft).
Hierzu werden die Klappen lastabhängig umgeschaltet. Die Leistungsregelung erfolgt über das Regeln der Schaltzyklen. Die trockene Rückwärmezahl beträgt bis zu 90 %. Der maximale Druckverlust richtet sich nach der DIN EN 13053 und Verordnung (EU) 1253/2014.
Der Wärme-Akkumulator darf nur im Gegenstromprinzip eingesetzt werden, da ansonsten die Übertragungsleistung auf 50 % sinkt!

Anwendung

Der Wärme-Akkumulator wird verwendet, wenn

- besonders hohe Rückwärmezahlen erreicht werden sollen
- eine Feuchteübertragung gefordert oder zulässig ist
- beengte Aufstellmöglichkeit
- zur Einsparung von Befeuchterleistung (hohe Rückwärmezahl – im Winter und Übergangszeit hohe Rückfeuchtezahl).
- Verschleppung von Abluft in die Zuluft akzeptiert werden kann
- die Montage eines Nachheizregisters nicht möglich ist oder dieses eingespart werden soll

Produktbeschreibung

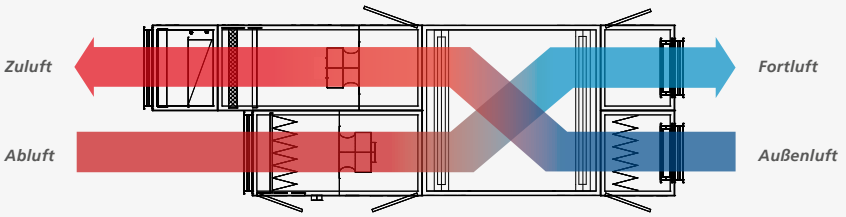
Regenerativer Wärmetauscher mit großer Energiespeicherkapazität. Die Speichermassen sind aus Aluminium und werden in Größe und Leistung den baulichen Gegebenheiten angepasst.

Die Leistungsregelung über Zykluszeit Laden / Entladen der Speicher. Wärme-Akkumulator an Gerätequerschnitt angepasst.

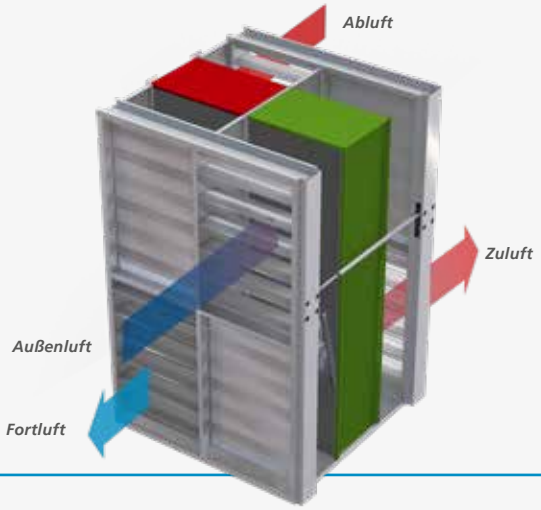
Die Akkumulator-Blöcke sind zur Reinigung leicht ausziehbar. Eine Kondensatwanne wird nicht benötigt. Das Kondensat verbleibt auf der Speichermasse und verdunstet in die Zuluft.

Inklusive integrierter Leistungsregelung über Ansteuerung 0 – 10 V Signal.

Beispiel Winterbetrieb



Der Wärme-Akkumulator muss im Gegenstromprinzip betrieben werden



Laden (grün) des rechten Akkus, Entladen (rot) des linken Akkus.

HOCHLEISTUNGSKREISLAUFVERBUNDSYSTEM (HKVS)

Über Rohrnetz verbundene Hochleistungs-Wärmerückgewinnung als Kreislaufverbundsystem

Funktion

Bei dem HKVS handelt es sich um ein regeneratives System mit Trennflächen, wobei keine Stoffgrößen übertragen werden können. Die Zuluft- und Abluftgeräte können lokal getrennt platziert werden.

Die Register in der Fortluft und der Außenluft sind durch das Rohrsystem aus Vor- und Rücklauf verbunden. Das System ist mit einem Gemisch aus Wasser / Frostschutz zum Schutz der Register und der Anlage gefüllt. Eine Hochleistungspumpe wälzt das Fluid im System um.

Das Register in der Abluft nimmt Wärme / Kälte auf und überträgt sie auf den Wasserkreislauf. Dieser transportiert die Wärme /Kälte zum Register in der Außenluft und überträgt hier die Wärme / Kälte auf den Luftstrom.

Die HKV-Systeme erreichen trockene Rückwärmezahlen bis zu 85 %.
Der luftseitige Druckverlust sollte bei maximal 250 Pa liegen.

Der maximale Druckverlust richtet sich nach der DIN EN 13053 und Verordnung (EU) 1253/2014.

Das HKV-System ist auch zur multifunktionalen Nutzung geeignet, z. B. kombiniert mit indirekt adiabater Kühlung, integrierter Nacherwärmung / Nachkühlung, integrierter freier Kühlung, integrierter Rückkühlung von Kältemaschinen, Brauchwasservorerwärmung mit Kältepotential-, Solar- und Abwärmenutzung.

Anwendung

Kreislaufverbundsysteme werden bevorzugt verwendet, wenn

- Abluft und Außenluft lokal voneinander getrennt sind
- Abluft und Außenluft absolut voneinander getrennt sein müssen (z. B. Hygiene / Krankenhaus)
- bei großen Luftleistungen kurze Geräteabmessungen gefordert sind
- Stufenlose Leistungsregelung über Hydraulikstation
- Sonderabluft / belastete Abluft vorliegt
- eine Stoff- oder Feuchteübertragung ausgeschlossen werden muss
- Zu beachten: Anfallendes Kondensat muss abgeleitet werden
- Zur Vermeidung von Vereisung ist eine Reifschutzschaltung zu berücksichtigen

Reihenschaltung von Registern (n-fach Schaltung)

Nur bei maximalem Gegenstromanteil der einzelnen Übertragungseinheiten sind sehrhohe Übertragungsgrade möglich.

Um die geforderten Werte zu erreichen, setzt man Wärmeübertrager mit einem thermodynamischen Gegenstromanteil von 98 bis 99 % ein.

Neben der speziellen Stromführung erfordern Hochleistungssysteme (Lamellenwärmeübertrager) eine größere Bautiefe, damit die hohen Leistungen übertragen werden können. Aus Gründen der Wartung, Reinigung und Hygiene ist teilweise eine Aufteilung der Bautiefe in mehrere miteinander verbundene Register erforderlich. Ebenfalls ist eine horizontale oder vertikale Teilung der Register (Wartung, Einbringung, Transport) möglich.

Produktbeschreibung

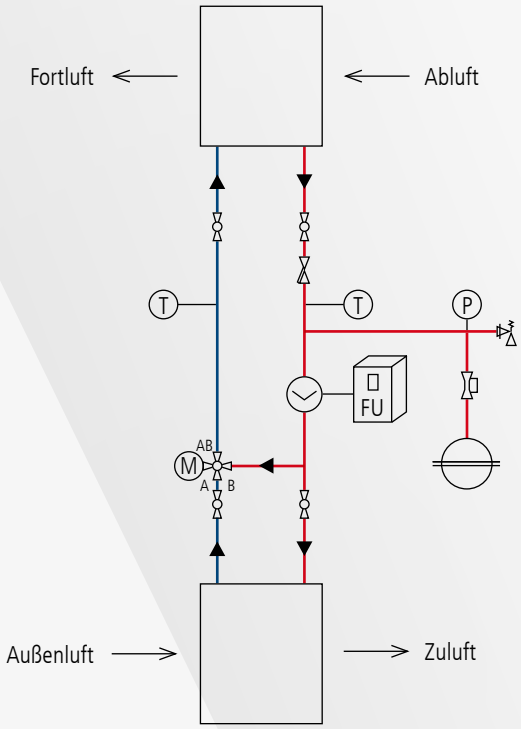
Hochleistungs-Kreislaufverbundsystem nach DIN EN 308 in der Konzentration der Übertragungsleistung nach VDI 3803-5, erfüllt die Hygieneanforderungen der VDI 6022 und DIN 1946-4 Bestehend aus Registern in n-fach-Schaltung mit ausschließlichen Kreuzgegenstromschaltwegen.

Rohrlamellensystem mit optimierter Rohrgeometrie in versetzter Anordnung (Rohrdurchmesser min. D 16,5 mit rahmenintegrierter Aluminiumtragrohrausführung) Rahmen aus Stahl (sendzimir-verzinkt oder Edelstahl 1.4301) mit min. 2,0 mm Blechstärke (Einbauversion), Sammler in Kupfer/Edelstahl.

Die Lamellenstärken sind mindestens 0,2 mm bei Al/Cu/AlMg, 0,15 mm bei Edelstahl und 0,34 mm bei Stahl und Vollbadverzinkung. Das Rohrlamellensystem ist zu 100 % entlüftbar und entleerbar; Abnahme nach DGRL 2014/68/EU.

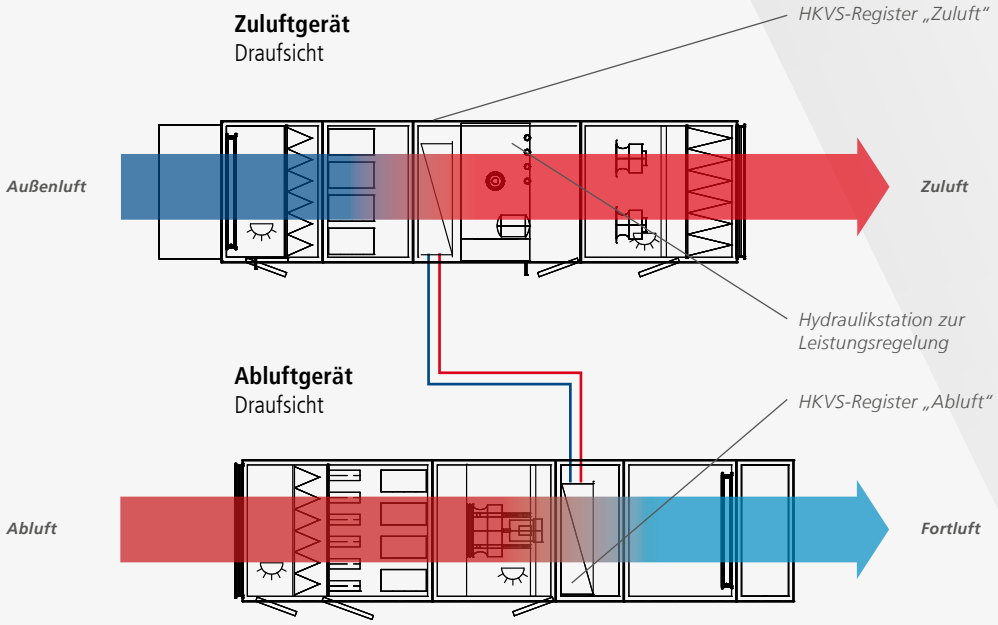
Im Abluftgerät als Kühler mit nachgeschaltetem Tropfenabscheider aus PPTV und Kondensatsammelwanne aus korrosionsbeständigem Material eingebaut. Die gewünschte Frostsicherheit wird durch das Mischungsverhältnis des Frostschutzmittels mit Wasser eingestellt.

Hochleistungs-Register in n-fach-Schaltung



Beispiel Winterbetrieb

Zuluftgerät
Draufsicht



Abluftgerät
Draufsicht

HKVS MIT INTEGRIERTER WÄRMEPUMPE

Wärmerückgewinnung mit integrierter Temperaturerhöhung

Funktion

Wie beim HKVS werden die Register in der Abluft und die Register in der Außenluft durch ein Rohrsystem verbunden. Eine Hochleistungspumpe wälzt das Wasser-Glykol-Gemisch um und überträgt so die Energie in die Zuluft / Abluft.

Zusätzlich sind im Rohrsystem zwei Plattenwärmeübertrager angeordnet, die durch einen umkehrbaren Kältekreislauf miteinander verbunden sind.

Die Wärmepumpe verschiebt im Betrieb den Temperaturbereich der Sole vor Abluft- und Zuluftregister. Dies ermöglicht eine Erhöhung des Wirkungsgrades auf > 90 %. Zusätzlich können durch das System die Leistung von nachgeschalteten Heiz- und Kühlregistern deutlich reduziert oder ganz ersetzt werden.

Anwendung

Das HKVS mit Wärmepumpe bietet die gleichen Vorteile wie ein reines HKVS. Zudem eröffnet es zusätzliche Möglichkeiten:

- Einsparung von zusätzlichen Heiz- und Kühlregistern, je nach geforderten Luftkonditionen
- Rückgewonnene Wärmemenge aus Abluft kann deutlich erhöht werden
- Steigerung des Systemwirkungsgrades durch optimierte Wärmerückgewinnung
- bauseits keine Bereitstellung von Heiz- oder Kühlleistung erforderlich
- Rohrsystem und Regelkreise für Nacherwärmung oder Nachkühlung nicht erforderlich

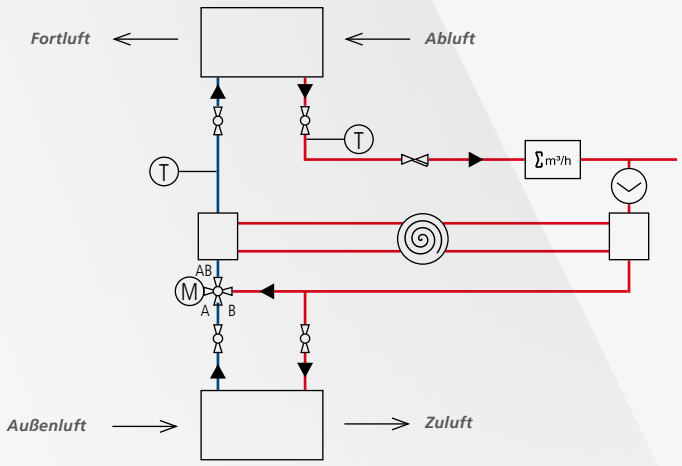
Der gesteigerte elektrische Leistungsbedarf durch den Kältemittelverdichter wird im Betrieb durch die gesteigerte Wärmeübertragung kompensiert und erhöhrt so die Energieeffizienz des Gesamtsystems.

Produktbeschreibung

Hochleistungskreislaufverbundsystem (HKVS) nach DIN EN 308 in der Konzentration der Übertragungsleistung nach VDI 3803-5, erfüllt die Hygieneanforderungen der VDI 6022 und DIN 1946-4. In das HKVS integrierte Wärmepumpeneinheit, bestehend aus einem oder mehreren leistungsregelbaren halbhermetischen Hubkolbenverdichtern, schwinungsgedämpft montiert, mit allen erforderlichen sicherheitstechnischen Einrichtungen gemäß UVV / VGB.

Hydraulische Verrohrung in C-Stahl oder Edelstahl. Komplette kältetechnische Verrohrung aus Kupfer mit Kältemittelfüllung aus R513A mit niedrigem GWP-Wert (Global Warming Potential).

Freiprogrammierte DDC-Regelung mit speziell entwickelter, energieoptimierter Regelung für HKVS und Kältekomponenten in einem vorverkabelten Systemschaltschrank.



WÄRMEPUMPE

Wärmepumpen zur Rückgewinnung von Niedrigtemperatur-Wärme

Funktion

Während beim Kühlen Wärme entzogen und auf der Geräterückseite an die Umgebung abgegeben wird, entziehen Wärmepumpen der Umwelt Wärme und „pumpen" sie auf ein höheres Energieniveau, um sie für Heizung und Warmwasserbereitung nutzbar zu machen.

Der Funktion liegt ein thermodynamischer Kreisprozess zugrunde. Ein im System zirkulierendes Kältemittel mit niedrigem Siedepunkt verdampft unter dem Einfluss der aufgenommenen Umweltwärme.

Dieses Kältemittelgas wird komprimiert, wodurch seine Temperatur ansteigt.
In einem Kondensator wird das Kältemittel wieder verflüssigt, wobei es die zugeführte Energie (Antriebs- und Wärmeenergie) an das Heizmedium abgibt. Der Kreislauf schließt sich, indem ein nachgeschaltetes Entspannungsventil den Druck wieder vermindert.

Anwendung

- zur Nutzung von Niedrigtemperatur-Wärme aus Luft, Wasser, Erdreich oder Solarthermie.
- zur Rückgewinnung von Wärme aus Abwasser und Abluft
- in Prozessumkehr als Kältemaschine nutzbar
- Autarkes System!
  Keine zusätzliche Kälte- oder Wärmebereitstellung erforderlich

R513A

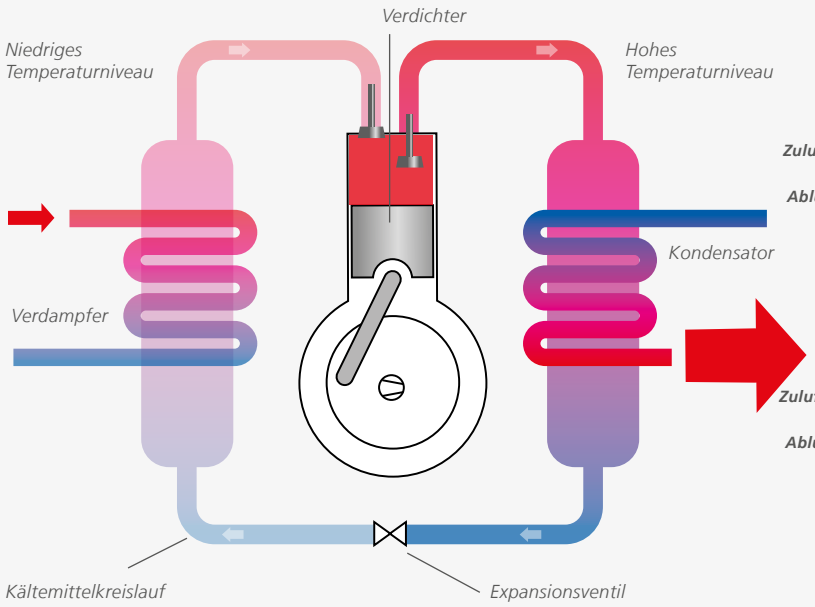
R32

Produktbeschreibung

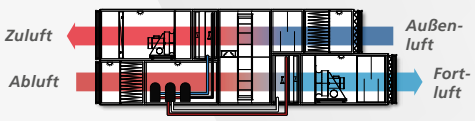
Wärmepumpeneinheit, bestehend aus einem oder mehreren leistungsregelbaren halbhermetischen Hubkolbenverdichtern, schwingungsgedämpft montiert, mit allen erforderlichen sicherheitstechnischen Einrichtungen gemäß UVV/VGB.

Verdampfer und Verflüssiger in CuAl Ausführung, mit mechanischem bzw. elektronischem Expansionsventil, Filtertrockner, Magnetventil, Schauglas, Absperrventilen, Sammler, Kälteschaltschrank, bestehend aus Leistungsteil und Mikroprozessorsteuerung.

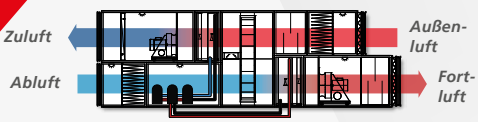
Komplette kältetechnische Verrohrung aus Kupfer. Sauggasleitung isoliert, Kältemittelfüllung aus R513A/R32 mit niedrigem GWP-Wert (Global Warming Potential)



Betriebsarten



Betrieb als Wärmepumpe
Außenluft kälter als Zuluft
(Winterbetrieb)



Betrieb als Kältemaschine
Außenluft wärmer als Zuluft
(Sommerbetrieb)

ADIABATE BEFEUCHTUNG DER ABLUFT UND GESTEIGERTE ENERGIERÜCKGEWINNUNG ÜBER DAS WRG-SYSTEM

Funktion

Die adiabate Kühlung ist eine zusätzliche Baugruppe, die im Zusammenhang mit einer Energierückgewinnung die Kühlleistung der WRG deutlich erhöhen kann.
Dabei wird der Luft über einen Verdunstungs- oder einen Sprühnebelbefeuchter ohne Zugabe von Wärme Wasser zugeführt. Die Luft wird dabei entlang der Enthalpie-Linie abgekühlt. Dieser Prozess kann maximal bis zur Sättigungslinie des hx-Diagramms fortgeführt werden. Dadurch erhöht sich die Temperaturdifferenz zwischen Abluft und Außenluft an der WRG, wodurch mehr Energie übertragen werden kann.
Bei Verdunstungsbefeuchtern werden Verdunstermatten mit Wasser berieselt durch die gleichzeitig zu kühlende Luft geführt. Durch die Aufnahme des Wassers aus den Matten in die Luft erfolgt die adiabate Kühlung. Diese Methode ist besonders energieeffizient und kostengünstig. Die Verdunstermatten müssen jedoch beim Abschalten der Lüftungsanlage getrocknet werden, um Keimwachstum zu verhindern.
Bei den Sprühbefeuchtern wird das Wasser im Luftstrom über Düsen fein zerstäubt und durch den Luftstrom mitgerissen. Auf einer definierten Befeuchtungsstrecke werden die Wassertröpfchen durch die Luft aufgenommen und so adiabat gekühlt. Dieses System ist durch den Einsatz von Hochdruckpumpen technisch aufwändiger, durch die Abschaltung von Düsengruppen ist jedoch auch eine deutlich bessere Regelung der Befeuchterleistung möglich.

Anwendung

Eine adiabate Abluftbefeuchtung wird eingesetzt, um die mechanisch erzeugte Kühlenergie zu reduzieren oder je nach Anforderungen an die Zulufttemperatur und -feuchte komplett auf mechanische Kälteerzeugung zu verzichten. Dies reduziert den Energieaufwand im Betrieb und die Betriebskosten der Anlage deutlich.

Beispiel

In einer Lüftungsanlage mit 33.000m³/h soll die Außenluft (AUL) im Sommerbetrieb von 33°C 38 % rH auf einen Zuluftsollwert (ZUL) von 22°C 60 % rH herabgekühlt und entfeuchtet werden. Die Abluft aus dem Gebäude wird dabei mit 26°C 50 % rH angenommen.

- **Mit Adiabatik**
  Kühlleistung WRG 110 kW
  Kühlleistung Kälte 150 kW
- **Ohne Adiabatik**
  Kühlleistung WRG: 40 kW
  Kühlleistung Kälte: 220 kW

Ohne den Einsatz einer adiabten Kühlung muss für die mechanische Kälte die 1,5-fache Leistung bereitgestellt werden.
Das verursacht wesentlich höhere Investitionskosten für größere Kälteverdichter und höhere Betriebskosten durch zusätzlichen Stromverbrauch.

Produktbeschreibung

Sprühnebelbeuchter

Adiabates modulares Hochdruckdüsensystem für einen energiesparenden und hygienischen Befeuchtungsbetrieb.
Konzipiert für maximalen Wirkungsgrad bei minimalem Wasser- und Energieverbrauch durch eine stufenlose Präzisionsregelung ohne Nachverdunstung, die höchste Regelgenauigkeit garantiert. Hygienische Sicherheit gemäß VDI 6022 Blatt 1, VDI 3803 Blatt 1, DIN EN 13777 DIN 1946 Teil 4, etc.
Befeuchtersystem, bestehend aus modularer Zerstäuberwand mit Hochdruckschläuchen und Edelstahldüsen. Die Düsen sind verschleißfrei, leicht zu reinigen und dauerhaft wiederverwendbar. Gemäß VDI 6022, VDI 3803 ist nach der Befeuchtung ein zweistufiger inerter Aerosolabscheider aus Edelstahlgestrick verbaut. Dieser ist leicht herausnehmbar, leicht zu reinigen, lebenslang wiederverwendbar und garantiert völlige Aerosolfreiheit. Hochdruckpumpenstation mit frequenzgeregelter Pumpe zur bedarfsgeführten Regelung. Hygienespülung und Entleerung aller Anlagenteile nach VDI 6022 mit einstellbarem Spülzyklus.

Verdunstungsbefeuchter

Adiabates Befeuchtungssystem für hygienischen Befeuchtungsbetrieb und maximale Befeuchtungs-Wirkungsgrade bei minimalem Wasser- und Energiebedarf.
Die nicht brennbaren anorganischen Verdunstungselemente mit geringem Druckverlust sind in das Gehäuse und Kassettenrahmen aus Edelstahl, zur Wartung zugänglich, eingesetzt.
Der Betrieb ist mit jeder Wasserqualität einschließlich vollentsalztem Wasser als Direktwasser oder Umlaufwasser mit für die Anwendung und Betriebsweise notwendigem Zubehör möglich.
Die gleichmäßige Wasserverteilung im Kontaktkörper wird durch ein hocheffizientes Berieselungs- und Verteilsystem aus Edelstahl und PP-R sichergestellt. Silberionen auf der Oberfläche des Kontaktkörpers verhindern ein Verkeimen oder Pilzbefall.

Beispielrechnung: Adiabate Abluftbefeuchtung

Zu- Abluft 10.000 m³/h ▶ gewünschte Zulufteinblastemperatur 18,0 °C
Ansaugtemperatur Frischluft 32 °C / 40 % r. F.
Raumablufttemperatur 26 °C / 50 % r. F.

Beispielanlage 1
mit Wärmerückgewinnung (Gegenstromplattenwärmetauscher, Wirkungsgrad 76 %)
Die Nachkühlung auf 18 °C Einblastemperatur erfolgt über Kühlregister und externe oder integrierte Kälteerzeuger.

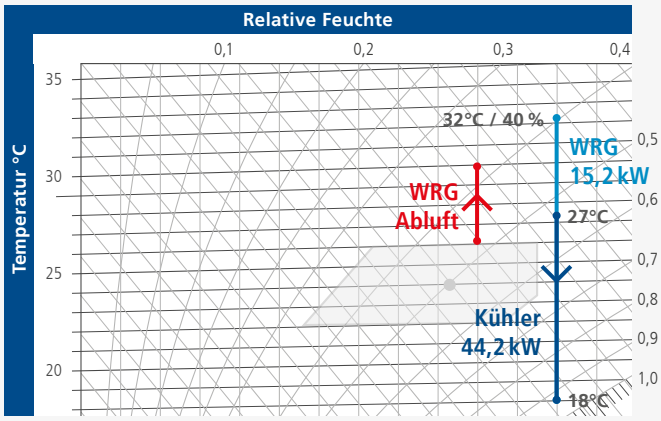
1. Kälterückgewinnung durch Wärmerückgewinnung (32 °C / 40 % r. F. über Abluft 26 °C / 50 r. F. auf Frischlufttemperatur nach WRG 27,5 °C
   ▶ Kälterückgewinnungsleistung: 15,2 KW ▶ **25,6 % der benötigten Gesamtkälteleistung**
2. Erforderliche Nachkühlung über Kälteregister und elektrisch erzeugte Kälteleistung auf gewünschte Zulufteinblastemperatur 18 °C
   ▶ erforderliche Kälteleistung: **44,2 KW**

Beispielanlage 2
mit Wärmerückgewinnung (Gegenstromplattenwärmetauscher Wirkungsgrad 76 %)
+ adiabater Abluftbefeuchtung über Oberflächenbefeuchter (Wirkungsgrad 83 %)
Die Nachkühlung auf 18 °C Einblastemperatur erfolgt über Kühlregister und externe oder integrierte Kälteerzeuger.

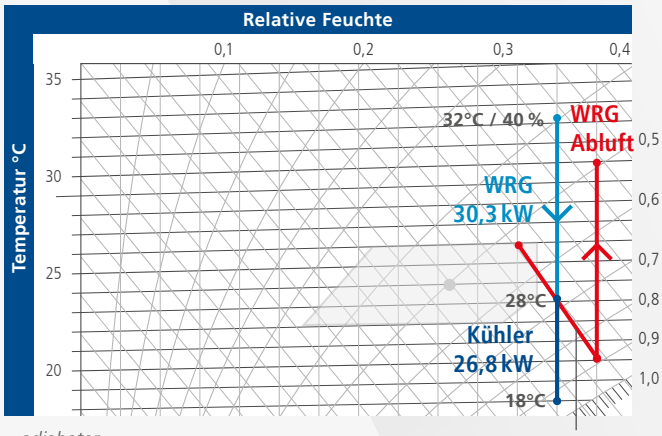
1. Abkühlung der Raumabluft von 26 °C / 50 % r.F. über adiabate Befeuchtung auf 20,0 °C / 89 % r. F .
2. Kälterückgewinnung durch Wärmerückgewinnung (32 °C / 40 % r.F. über Abluft 20 °C / 89 % r. F. auf Frischlufttemperatur nach WRG 23,0 °C
   ▶ Kälterückgewinnungsleistung: 30,3 KW ▶ **51,0 % der benötigten Gesamtkälteleistung**
3. Erforderliche Nachkühlung über Kälteregister und elektrisch erzeugte Kälteleistung auf gewünschte Zulufteinblastemperatur 18 °C
   ▶ erforderliche Kälteleistung: **29,1 KW**

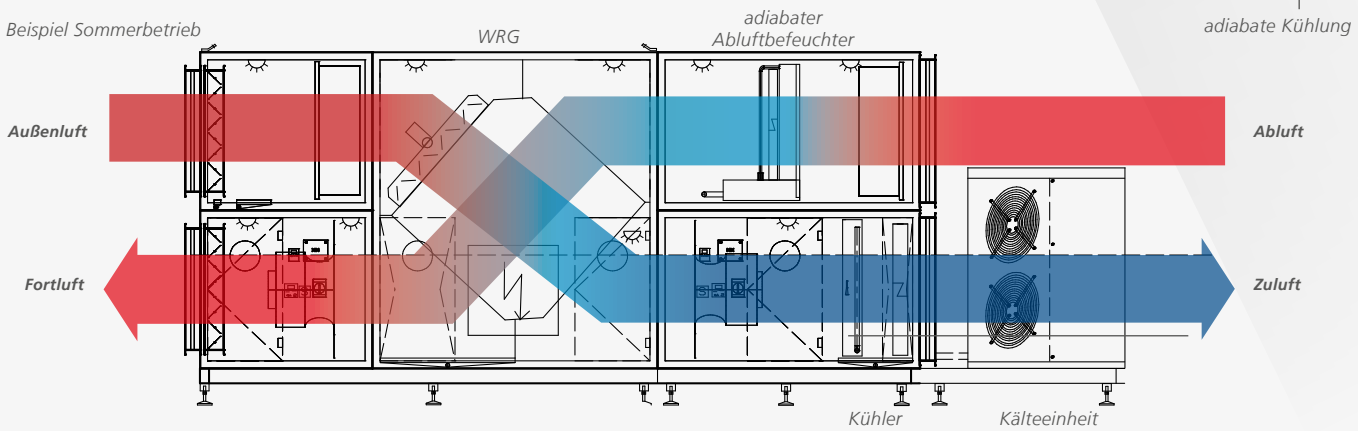
Durch den Einsatz einer adiabten Abluftbefeuchtung können bis zu 30 % an Kälteleistung eingespart werden. Somit kann die externe Kälteeinheit kleiner dimensioniert werden. Dadurch werden Investitionskosten und laufende Kosten durch geringeren Stromverbrauch der Kälteeinheit eingespart.

Beispielanlage 1



Beispielanlage 2





Multifunktionale Nutzung

Umluft

Eine reine Umluftschaltung ergibt theoretisch eine 100%ige Nutzung der Abluftwärme.

In der Praxis sind der Verwendung von Umluft aber Grenzen gesetzt. Gestiegene Anforderungen an Hygiene und Komfort sowie normative und rechtliche Vorgaben schränken die Verwendung von Abluft als Umluft ein.

Ist eine Umluft- oder anteilige Nutzung der Umluft möglich, so kann diese bedarfsgerecht über Temperatur oder Luftqualität definiert und geregelt werden.

Bypass

Über einen Bypass kann der Außenluftstrom an der Wärmerückgewinnung vorbei geleitet werden.

Im Sommer kann so nachts der kühle Außenluftstrom direkt ins Gebäude strömen und den Raum für den nächsten Tag „vorkühlen".

Über die am Bypass und WRG-Tauscher angebauten Jalousieklappen wird eine stufenlose Leistungsregelung sichergestellt.

Adiabate Kühlung

Die Wärmerückgewinnung wird im Sommer zur Kälteanlage.

Das Kühlpotential entsteht dadurch, dass die warme Abluft über ein adiabates Befeuchtungssystem abgekühlt wird. Die Wärmerückgewinnung verwendet die entstehende Verdunstungskälte zur Kühlung der einströmenden Außenluft, die Feuchte entweicht mit der Fortluft.

Zusammen mit der Wärmerückgewinnung, die im Winter die Zuluft temperiert, ist so ganzjährig eine primärenergiesparende Klimatisierung möglich.

Adiabate Kühlung mit Bypass

Nachtkältenutzung

Es wird zwischen aktiver und passiver Nachtkühlung unterschieden. Bei der aktiven Nachtkühlung erfolgt der Kältetransport durch Ventilatoren oder Pumpen, bei der passiven Nachtkühlung durch Thermik, Durchzug bzw. Querlüftung.

Die passive Nachtkühlung ist wetterabhängig und wegen des Durchzugs nicht sehr komfortabel, sie bietet sich deshalb für nachts leerstehende Gebäude (Bürogebäude, Lagerhallen etc.) an.

Die aktive Nachtkühlung ist komfortabler. Dazu wird die Klimaanlage nachts im Lüftungsbetrieb mit 100 % Außenluft gefahren.

Um energieaufwändigen Lufttransport zu vermeiden, kann die Kälte auf eine Flüssigkeit übertragen und zur direkten Bauteilkühlung (auch Kühldecken etc.) verwendet werden. Kaltwasser kann zusätzlich in Pufferspeichern deponiert und erst bei Kühlbedarf wieder entladen werden.

Multifunktionale Nutzung

Ziel der multifunktionalen Nutzung ist es, mit den verwendeten Baueinheiten möglichst viele technische Funktionen abzudecken. Systeme dieser Art sind sehr kompakt und effizient.

Als Basiseinheit sind zwei Hochleistungswärmetauscher über ein Kreislaufverbundsystem (HKV-System) zur WRG zusammengeschaltet.

Dieser Basiseinheit können weitere Funktionen zur multifunktionalen Nutzung aufgeschaltet werden:

- Integrierte adiabate Kühlung: Das Kältepotential aus Befeuchtung der Fortluft wird mit dem Basissystem auf den zu kühlenden Zuluftstrom übertragen. Oft erspart dies eine mechanische Kälteerzeugung.
- Integrierte Nacherwärmung / -kühlung über das KV-System erspart das Heiz- bzw. Kühlregister.
- Integrierte freie Kühlung
- Integrierte Rückkühlung von Kältemaschinen spart Kühlleistung und damit Energie.
- Brauchwasservorerwärmung mit Kältepotentialnutzung
- Integrierte Solar- und Abwärmenutzung über das KV-System nutzt bereits Wärme ab 20 °C zu Heizzwecken.
- Integrierte Luft- und Wärmeaustauscherschaltung zur Nachtkältenutzung
- Nutzung natürlich vorkommender Kältepotentiale wie Brunnenwasser, Erdkälte etc.

Blockheizkraftwerk (BHKW)

BHKWs sind kompakte Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen. Sie erzeugen sowohl Strom als auch Wärme. Zu ihrem Betrieb werden entweder fossilen- (Öl / Gas) oder erneuerbare Treibstoffe (Biogas /Biodiesel) verwendet.

Die bei der Stromproduktion erzeugte Abwärme kann z. B. zur Gebäudeheizung oder Brauchwassererwärmung genutzt werden. Durch die doppelte Energieausnutzung (Strom und Wärme) erhöht sich der Wirkungsgrad (=Brennstoffausnutzung) auf ca. 90 %.

Moderne Regelungen sind einfach zu bedienen

Regelungskonzepte / Bedarfsoptimierte Regelung

Mit auf den Bedarf abgestimmten und optimierten Programmen zur Betriebs-, Störungsüberwachung, Zeitschaltung und Energieoptimierung lassen sich mit einer direkten digitalen Regelung (DDC) zusätzlich zu den Effekten der Rückgewinnung erhebliche Energieeinsparungen realisieren.

Mit bedarfsgeführten und auf den Nutzer abgestimmten Regelkonzepten und Gebäudeleitsystemen lassen sich alle klimatischen, energetischen und technischen Anforderungen und Funktionen verknüpfen, effizient regeln und zentral steuern.

Über das automatisierte und begleitende Monitoring und Erfassen von Daten in Echtzeit sind notwendige Wartungen und Anpassungen optimal und ressourcensparend umsetzbar.

Moderne Regelsysteme für RLT-Anlagen sind über gängige Bussysteme wie BACnet oder Modbus leicht in die bestehende Gebäudeleittechnik integrierbar.

Mini-Lexikon der Fachbegriffe

Adiabate Kühlung bzw. Befeuchtung

Die adiabate Verdunstungskühlung ist in Form von porösen Tongefäßen mit flüssigem Inhalt (z. B. Wasser oder Wein) schon aus dem Altertum bekannt.

Adsorption und Absorption

Im Unterschied zur Adsorption bezeichnet die Absorption die Einlagerung eines Atoms oder Moleküls in einen Festkörper bzw. eine Flüssigkeit. (lat.: absorbere = aufnehmen, aufsaugen)

Bei der Adsorption lagern sich Atome oder Moleküle aus einem Gas oder einer Flüssigkeit an der Oberfläche des sog. Adsorbens an.

Die Absorption setzt die Adsorption eines Teilchens auf der Oberfläche praktisch voraus. Das Gegenteil, die Abgabe, wird Desorption genannt.

Absorptionskältemaschine

In der Absorptionskältemaschine zirkuliert ein flüssiges Arbeitsstoffpaar aus einem Kälte- und einem Lösungsmittel. Dabei kommen verschiedene Stoffpaare zum Einsatz: Für Kaltwassertemperaturen über 0°C Wasser/Lithiumbromid mit Wasser als Kältemittel, für Klimatisierung und Kaltwassertemperaturen unter 0°C Ammoniak/Wasser mit Ammoniak als Kältemittel.

Das Kältemittel wird im Absorber vom Lösungsmittel absorbiert und gibt dabei Wärme ab, danach wird es im Austreiber unter Wärmezufuhr wieder vom Lösungsmittel getrennt.

Im Kondensator wird das Kältemittel verflüssigt, im Verdampfer unter Aufnahme von Wärme aus dem zu kühlenden System wieder verdampft.

Adsorptionskältemaschine

Die Adsorptionskältemaschine verwendet zur Adsorption des flüssigen Kältemittels (z. B. Wasser) einen festen Stoff (Zeolith oder Silikagel). Es zirkuliert nur das Kältemittel. Das Kältemittel verdampft wegen des Unterdrucks in der Anlage schon bei niedrigen Temperaturen.

Dieser Kältemitteldampf wird chemisch oder physikalisch an einer Oberfläche (mit Adsorbens, z.B. Silikagel gefüllte Kammer = Sammler) angelagert. Die bei dieser Adsorption frei werdende Wärme wird über das Kühlwasser abgeführt.

Zur gleichen Zeit wird in der anderen Adsorbens-Kammer (Austreiber) das Kältemittel mit Wärme (z.B. aus der Solaranlage) aus dem Adsorbens ausgetrieben.

Der entstehende Wasserdampf wird im Kondensator wieder verflüssigt und anschließend dem Verdampfer zugeführt. Nach Ablauf dieses Zyklus vertauschen Sammler und Austreiber ihre Funktion.

BAFA-Förderung

Das Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) fördert Maßnahmen zur Nutzung erneuerbarer Energien. Ziel der Förderung ist Investitionsanreize für Technologien auf Basis erneuerbarer Energien zu setzen, deren Absatz und die Wirtschaftlichkeit zu verbessern.

Die Förderungen beinhalten umfangreiche Programme für Neubauten und Bestandsanlagen für private und gewerbliche Nutzung.

DDC-Regelung

Die Aufgabe der Regelung besteht darin, Klimaanlagen mit einem Minimum an Energiekosten und Bedienungsaufwand so zu steuern, dass sich ein optimales Maß an Betriebssicherheit, Wirtschaftlichkeit und Komfort ergibt.

Eine „Direct Digital Control" kurz: DDC, ist eine elektronische Baugruppe, die für Steuerungs- und Regelungsaufgaben in der Gebäudeautomatisierung mit Schwerpunkt Regelung eingesetzt wird.

Die DDC ist unabhängig von der jeweiligen Steuerungsaufgabe intern fest verdrahtet. Die Software legt je nach Programmierung den gewünschten Ablauf fest. Viele moderne DDCs sind Kleincomputer (Mikrocontroller) mit Basissoftware. Software zur Kommunikation und zur Programmierung erleichtert den Umgang.

DEC-System

Das Kürzel DEC bedeutet „Desiccant and Evaporative Cooling" (= trocknende und verdunstende Kühlung) und ermöglicht im Sommer die Entfeuchtung und Kühlung der Luft, ohne dass dazu ein Kaltwassersatz mit Rückkühlwerk benötigt wird.
Im Winter kann der Sorptionsrotor als zusätzliche Wärmerückgewinnung mit Feuchteübertragung genutzt werden.

DEC-Anlagen

Der klassische DEC-Prozess mit zwei Rotoren trocknet die Außenluft im ersten Rotor und kühlt die erwärmte und getrocknete Luft über die adiabate Abluftbefeuchtung und den zweiten Rotor (WRG) zurück. Dies ergibt die konditionierte Zuluft.

Die warme Raum-Abluft wird zuerst adiabat gekühlt und dient dann als Kühlluft im Wärmetauscher. Die so erwärmte Abluft wird dann auf Regenerationstemperatur erhitzt. Diese Heißluft nimmt unter Abkühlung die eingelagerte Feuchte aus dem Sorptionsrad mit in die Fortluft.

EC-Ventilatoren

Der EC-Motor kann auf den geforderten Leistungsbereich optimiert werden; es entsteht nur eine sehr geringe Verlustleistung. Die Motoren erreichen einen Wirkungsgrad von über 80 % und verfügen über ein gutes Leistungsvolumen.

Der EC-Ventilator (EC = Elektronisch kommutierter Gleichstrommotor) besitzt

einen kollektorlosen Gleichstrommotor. Das Magnetfeld wird durch einen ringförmigen Permanentmagneten im Rotor erzeugt. Der Kollektor wird durch eine elektronische Schaltung ersetzt.

Das Statorblechpaket mit den Spulen des Außenläufermotors ist mit dem Lagerdeckel des Motors verbunden; es dreht sich nicht. Die Winkelstellung des Permanentmagneten im Rotor wird über Sensoren erfasst und von einer integrierten Elektronik ausgewertet.

Durch die Winkelung der Rotorblätter werden von der Elektronik die entsprechenden Spulen bestromt, um das erforderliche Drehmoment zu erzeugen.

Energieeffizienzklassen

Laut EN 13053 wird der Energieverbrauch von RLT-Zentralen in der Hauptsache durch drei Faktoren beeinflusst:

- Wirkungsgrad und Druckverlust bei der Wärmerückgewinnung
- Luftgeschwindigkeit im Geräte-querschnitt
- Elektrische Leistungsaufnahme durch die Motor- / Ventilatoreinheit

In Deutschland zertifizieren momentan zwei Institutionen: Der RLT-Herstellerverband und Eurovent. Eurovent teilt in fünf Energieeffizienzklassen von A (höchste) bis E (niedrigste) Effizienzklasse ein. Der RLT-Verbad hat eine 3-stufige Zertifizierung von A+ (höchste) über A zu B (niedrigste) Effizienzklasse.

Erfüllt ein RLT-Gerät alle Kriterien innerhalb der jeweiligen Energieeffizienzklasse und ist der Hersteller und seine Auslegungssoftware vom TÜV-SÜD oder einer akkreditierten Prüfstelle zertifiziert, dürfen die Label des RLT-Herstellerverbands und/oder EUROVENT verwendet werden:

Bei beiden Institutionen herrscht Einigkeit darüber, dass die eingangs genannten drei Kriterien aus der EN 13053 für die Einstufung in die Energieeffizienzklassen herangezogen werden.

GEG

Das Gebäudeenergiegesetz ersetzt seit 01.11.2020 das Energieeinsparungsgesetz (EnEG), die Energieeinsparverordnung (EnEv) sowie das Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz (EEWärmeG). Hierin sind die gesetzlichen Vorgaben zu Gebäudestandards, Vorgaben zu Heizungs- und Kühlanalogen sowie dem Energieausweis gegeben. Der Energieausweis muss bei Vermietung oder Verkauf für jedes Gebäude vorliegen.

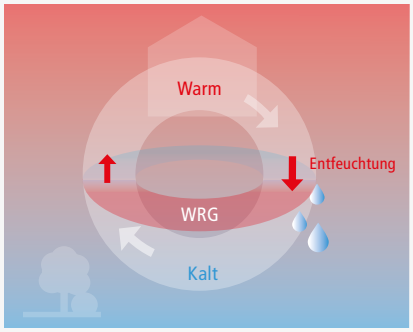
Entfeuchtung als WRG

Entfeuchter arbeiten nach dem Prinzip der Wärmepumpe.

Bei Abkühlung (Taupunktunterschreitung) der warmen, feuchten Luft werden Feuchte und Wärme frei. Die Wärme aus der Entfeuchtung kann der Raumluft wieder zugeführt werden.

Beim Sorptionsrad wird zudem Wärme aus dem Sorptionsprozess genutzt. Vor allem in Schwimmbädern führt die Wärmerückgewinnung aus dem Entfeuchtungsprozess zu deutlichen Einsparungen an Heizkosten.

Bei RLT-Anlagen mit Raumluftfeuchte-Regelung erzielt die Zuluftbefeuchtung über Rückgewinnung aus der warmen Abluft einen großen Energiespareffekt.



Enthalpie

Die Enthalpie bezeichnet den Wärmeinhalt einer Luftmasse (relativ zu einem bestimmten Luftzustand). Als Formelzeichen wird H verwendet.

Geht ein Zustand in einen anderen über, so kann man die dabei ausgetauschte Wärmemenge (DH) messen.

Unter spezifischer Enthalpie versteht man die Wärmemenge, die erforderlich ist, um die Temperatur eines Gases bei konstantem Druck von einem Wert auf einen anderen zu erhöhen.

Frequenzumrichter (FU)

Frequenzumrichter werden zur elektronischen Drehzahlregelung bei Antrieben eingesetzt. Sie steuern die Ventilator- oder Pumpendrehzahl stufenlos je nach Bedarf und sparen so Strom.

Gebäudeleittechnik (GLT)

Als Gebäudeleittechnik (GLT) wird die Software bezeichnet, mit der Gebäude überwacht und gesteuert werden.

Die Software visualisiert die komplexen technischen Vorgänge in den Gebäuden auf einer graphischen Benutzer-Oberfläche.

Die meisten GLT-Systeme kommunizieren über Schnittstellen wie Modbus oder BACnet (Building Automation and Control Networks) mit den DDC-Stationen in den Gebäuden. Sämtliche Überwachungs- und Regelungsaufgaben können an den DDC-Stationen dezentral programmiert werden.

Viele GLT-Systeme sind auch in der Lage, via Modem oder Internetprotokoll angebundene Anlagen zu überwachen und zu steuern. Neben den DDC-Stationen können auch weitere, eigenständige Systeme eingebunden werden.

Die reibungslose Integration in bestehende GLT-Systeme ist heute in der Klimatechnik Standard.

Mini-Lexikon der Fachbegriffe

Gebäudeenergieausweis

Der Gebäudeenergieausweis zeigt die energetische Qualität von Gebäuden auf.

In Verbindung mit den Modernisierungsempfehlungen gibt er zudem Hinweise für kostengünstige Verbesserungen der energetischen Gebäudeeigenschaften.

GreenBuilding-Programm

GreenBuilding ist ein freiwilliges Programm, das Anfang 2005 von der Europäischen Kommission begründet wurde. Durch Information und Motivation sollen damit Energiesparpotenziale besser genutzt werden.

Zur Teilnahme führt der Gebäudeeigentümer zuerst ein Audit durch und reicht dann einen Maßnahmenplan ein, in dem Art und Umfang der geplanten Effizienzmaßnahmen in den Gebäuden beschrieben werden.

Nach positiver Prüfung des Maßnahmenplans wird dem Gebäudeeigentümer durch die Europäische Kommission der Status „GreenBuilding Partner" verliehen.

Kraft-Wärme-Kopplung

Thermodynamischer Prozess, bei dem Wärme, die bei der Erzeugung von Kraft bzw. elektrischem Strom unvermeidbar anfällt, zu Heizzwecken verwendet wird.

Dadurch ergibt sich eine bessere Nutzung der Primärenergie als bei der getrennten Energieerzeugung in einem Kraftwerk und Wärmeerzeugung mit einem Heizkessel.

Latente Wärme

Als latente Wärme (latent = lat. für „verborgen") bezeichnet man die bei einem Phasenübergang erster Ordnung aufgenommene oder abgegebene Wärmemenge.

Latent heißt sie deshalb, weil die Aufnahme bzw. Abgabe dieser Wärme nicht zu einer Temperaturänderung führt, sondern die Energie für den Phasenübergang liefert.

Beispiel: Verdampfungswärme bzw. Kondensationswärme beim Phasenübergang flüssig zu gasförmig oder Schmelzwärme beim Phasenübergang fest zu flüssig.

Leckagezahl

Nur ein Kreislaufverbundsystem kann absolut dicht ausgeführt werden. Je größer die Druckdifferenz zwischen Zu- und Abluftstrom ist, desto größer sind auch die Leckagen.
Die Leckagezahlen beschreiben die durch Leckagen verursachten Massenstromerhöhungen im Vergleich zum leckagefreien System.
Die Umluftzahl beschreibt den Umluftanteil in der Außenluft.

L_1 Leckagezahl Fortluftstrom
L_2 Leckagezahl Außenluftstrom
U Umluftzahl

Luft

Die im Außenbereich angesaugte Luft wird als Außenluft (ODA), die in den Raum eingebrachte als Zuluft (SUP), die aus dem Innenraum abgesaugte als Abluft (ETA) und die in den Außenbereich abgegebene als Fortluft (EHA) bezeichnet.

Modulierende Betriebsweise

Die abgegebene Wärmeleistung von Heizkesseln, Wärmepumpen oder Klein-Blockheizkraftwerken passt sich in modulierender Betriebsweise dem momentanen Bedarf an, ohne dass das Heizgerät aus- oder anschaltet.

Im Gegensatz zur ein- oder zweistufigen Betriebweise erhöht sich der Wirkungsgrad bei gleichzeitiger Minderung von Schadstoffemission und Verschleiß.

Primärenergiebedarf

Als Primärenergiebedarf gilt der Aufwand an Energie, der zur Deckung des Endenergiebedarfs benötigt wird. Dabei ist auch die Energiemenge hinzuzurechnen, die durch vorgelagerte Prozesse außerhalb des Systems „Gebäude" bei der Gewinnung, Umwandlung und Verteilung der eingesetzten Brennstoffe entsteht.

Der Aufwand an Primärenergie dient auch zur Berechnung der CO_2-Emission.

Regenerative WRG

Wärmeübertragung mit Hilfe eines Zwischenmediums. Die Wärmeenergie wird in einem Medium zwischengespeichert und später an den anderen Luftstrom abgegeben. Systeme, die die gespeicherte Wärme durch eine Trennwand übertragen, werden als Einheit betrachtet und zu den regenerativen gezählt. Die VDI3803-5 unterscheidet bewegliche (Rotationswärmetauscher) und statische Speichermassen (Wärme-Akkumulator).

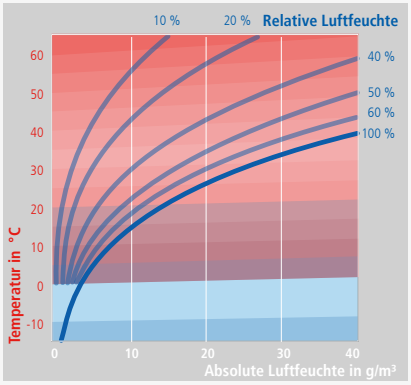
Rekuperative WRG

Einrichtungen, bei denen die Wärme durch eine Trennwand übertragen wird. Die Systeme sind entweder im Gegenstrom- oder im Kreuzstromprinzip aufgebaut.

Relative und absolute Luftfeuchte

Der Wert für die **relative Feuchte** (φ, f, U oder rF) sagt aus, in welchem Grad die Luft **mit Wasserdampf gesättigt** ist.

Bei einer relativen Luftfeuchtigkeit von 50 % enthält die Luft die Hälfte der Wasserdampfmenge, die sie bei der jeweiligen Temperatur maximal enthalten könnte.



Wird die Sättigungsgrenze (100 %) überschritten, so fällt überschüssige Feuchtigkeit als Kondenswasser bzw. Nebel aus.

Die **absolute** Feuchtigkeit (mit ρw, ρd, d oder a bezeichnet) berechnet sich aus der **Masse des Wasserdampfs** in einem bestimmten Luftvolumen. Die absolute Feuchte einer bestimmten Luftmenge ändert sich bei Volumenänderung.

Das Volumen ist abhängig von Temperatur oder Druck. Beim Vergleich der absoluten Feuchtegehalte sind deshalb Temperatur und Druckunterschiede zu berücksichtigen.

φ = ρw / ρwmax, ρw = g Wasser / m³ Luf

Rückwärmezahl Φ

Die Rückwärmezahl ist die Temperaturdifferenz zwischen Ein- und Austritt (in bzw. aus der WRG) von einem der Luftströme, dividiert durch die Temperaturdifferenz zwischen den beiden Lufteintritten. Sie gibt den Temperatur-Rückgewinnungsgrad des Wärmeaustauschers an.

Die Rückwärmezahl für den Außenluftstrom (ΦA) ist dabei der wichtigere Wert. Die Rückwärmezahl für den Fortluftstrom = ΦF.

$$\Phi_{AUL} = \frac{t_{ZUL} - t_{AUL}}{t_{ABL} - t_{AUL}} \qquad \Phi_{FOL} = \frac{t_{ABL} - t_{FOL}}{t_{ABL} - t_{AUL}}$$

t = Temperatur in °C, AUL = Außenluft, ZUL = Zuluft, FOL = Fortluft und ABL = Abluft

Rückfeuchtezahl Ψ

Der Feuchte-Änderungsgrad (Rückfeuchtezahl) bestimmt den Feuchte-Rückgewinn und wird analog zum Temperatur Änderungsgrad definiert (mit der absoluten Feuchte der Luftströme).

$$\Psi_{AUL} = \frac{x_{ZUL} - x_{AUL}}{x_{ABL} - x_{AUL}} \qquad \Psi_{FOL} = \frac{x_{ABL} - x_{FOL}}{x_{ABL} - x_{AUL}}$$

x = Absolute Feuchte in g/kg

SFP-Wert

Die DIN EN 16798-3 beschreibt bezüglich Energieverbrauch die „Spezifische Ventilatorleistung"(SFP) und unterscheidet dabei sieben SFP-Klassen.
Unter dem SFP-Wert (specific fan power) versteht man das Verhältnis von Ventilatorleistung zum geförderten Luftvolumenstrom. Der Wert bezeichnet Energieverbrauch und Leistungsgrad einer gesamten Ventilatoranlage mitsamt Antrieb, Getriebe und Frequenzumrichter.

Der SFP-Wert wird mit folgender Formel berechnet:

$P_{SFP} = P_{input} / q_V$ (in W / (m³/s))

Dabei ist „P" die verbrauchte Leistung (in W) und „q" der geförderte Luftvolumenstrom (in m³/s).

Der SFP-Wert ist in 8 Klassen eingeteilt.
SFP 0 < 300 W/(m³/s)
SFP 1 ≤ 500 W/(m³/s)
SFP 2 ≤ 750 W/(m³/s)
SFP 3 ≤ 1250 W/(m³/s)
SFP 4 ≤ 2000 W/(m³/s)
SFP 5 ≤ 3000 W/(m³/s)
SFP 6 ≤ 4500 W/(m³/s)
SFP 7 > 4500 W/(m³/s)

Je kleiner der SFP-Wert, desto weniger Energie wird für die Förderung /m³ Luft benötigt. Die SFP-Klassen begrenzen die elektrische Leistung (P-Input), die die Ventilator-Motor-Einheit aufnehmen darf, um einen Luftvolumenstrom „q" von 1 m³/s anzusaugen und ihn durch das RLT-Gerät sowie das gesamte Kanalnetz in den Raum zu fördern.Nach dem aktuellen Gebäudeenergiegesetz (GEG 2020) sind Nichtwohngebäude nur noch mit höchstens SFP 4 zugelassen.

Zuschläge P_{SFP} für zusätzliche Bauteile nach DIN EN 16798-3	
Bauteil	P_{SFP} in W·m³·s
Mechanische Filterstufe	+300
Hepa Filter	+1000
Gasfilter	+300
Wärmerückführung H2 od. H1 (nach EN16798-3)	+300

Solare Kühlung

Solare Kühlung nutzt Sonnenenergie für eine Kältemaschine.

Im Sommer, bei großem Kühlbedarf, liefert eine thermische Solaranlage den maximalen Ertrag, da die Tagesprofile der Kühllast meist übereinstimmen.

Für solare Kühlung geeignete Kältemaschinen arbeiten mit Sorptionstechnik. Dazu zählen Absorptions- und Adsorptionskältemaschinen sowie DEC-Anlagen.
Diese Maschinen benötigen je nach gewähltem Typ zum Antrieb Wärme mit einer Temperatur zwischen 60 °C und 80 °C.

Sorptions-Kälteanlagen werden üblicherweise als Kaltwassersätze, DEC-Anlagen als Luftsysteme geplant.

Sorptionsprozess

Der Sorptionsprozess ist in der Praxis als Entfeuchtung zu verstehen. In der Umkehrung zur Verdunstung, bei der Kälte entsteht, wird bei der Verflüssigung von Wasserdampf Wärme frei.

Während der Sorption werden Moleküle aus der flüssigen Phase gebunden, dabei wird ihre Energie (Bindungswärme) frei. Zusätzlich wird das Sorbat verflüssigt, so dass hier die Verdampfungswärme frei wird. Verdampfungs- und Bindungswärme ergeben die Sorptionswärme.

Sorptionsrad

Der Begriff Sorptionsrad bezeichnet einen Rotations-Entfeuchter. Die Luft passiert den Rotations-Entfeuchter durch viele dünne Luftkanälchen.

Im Vergleich zum Rotations-Wärmeaustauscher haben diese einen geringeren Querschnitt und sind mit einem hygroskopischen Material, dem Sorbens (z. B. Silicagel oder Lithiumchlorid) beschichtet. Bei Silicagel findet eine Adsorption von Wasserdampf statt, während bei Lithiumchlorid eine Absorption stattfindet. Im alltäglichen Sprachgebrauch wird jedoch meist nicht differenziert und allgemein von Sorption gesprochen. Ein Rotationsentfeuchter rotiert in einem Gehäuse, wobei die Luft laufend verschiedene Sektoren des Sorptionsrads durchströmt.

Zuerst wird der Luftstrom entfeuchtet, die enthaltene Feuchte wird im Sorbens des Rads gebunden. Danach dreht sich das Rad in den Bereich des heißen Regenerationsluftstroms, der die Feuchte aus dem Sorbens wieder aufnimmt.

Viele Sorptionsräder besitzen eine Spülkammer, in der die Regenerationsluft „ausgespült" und die bei der Regeneration aufgeheizte Trägermasse des Sorbens durch einen abgezweigten Teil der zu entfeuchtenden kühleren Luft zuerst abgekühlt wird, bevor der Entfeuchtungsprozess wieder beginnt.

Insgesamt werden bei der Entfeuchtung durch das Sorptionsrad drei verschiedene Arten von Wärme frei.

Die Kondensation der Wasserdampfmoleküle setzt die Kondensationswärme frei (Kondensationsenthalpie) und durch die Anhaftung der Wassermoleküle an den Sorbens-Molekülen wird die Bindungsenergie in Form von Wärme frei. Zusätzlich wird die Wärme aus der durch den Regenerationsprozess erhitzten Trägermasse zurückgewonnen.

VDI 3803-5

Die Richtlinie VDI 3803-5 legt Begriffe und Definitionen der „Wärmerückgewinnung in Raumlufttechnischen Anlagen" fest und beschreibt Geräte und Verfahren sowie Betriebseigenschaften.

Weiter werden Kriterien für die Auswahl des WRG-Systems aufgezeigt. So werden Aussagen zu Eignung und Wirtschaftlichkeit der verschiedenen Systeme möglich.

Verdunstungswärme

Eine Flüssigkeit kühlt sich beim Verdunstungsprozess ab, weil ihr Wärme entzogen wird (Verdunstungskühlung, s.a. adiabatische Kühlung). Durch die Verdunstung wird der Umgebung Verdunstungswärme in Form von latenter Wärme zugeführt.

Volumenstromregelung

Durch die Wahl variabler Volumenströme können die Kosten für die Kühlung im Sommer und Heizung im Winter deutlich gesenkt werden.

Auch die elektrische Leistungsaufnahme der Ventilatoren wird dem jeweiligen Luftbedarf angepasst.

Wärmepumpe

Wärmepumpen ermöglichen die technische Nutzung von Niedrigtemperatur-Wärme aus Luft, Wasser, Erdreich oder Solarthermie.

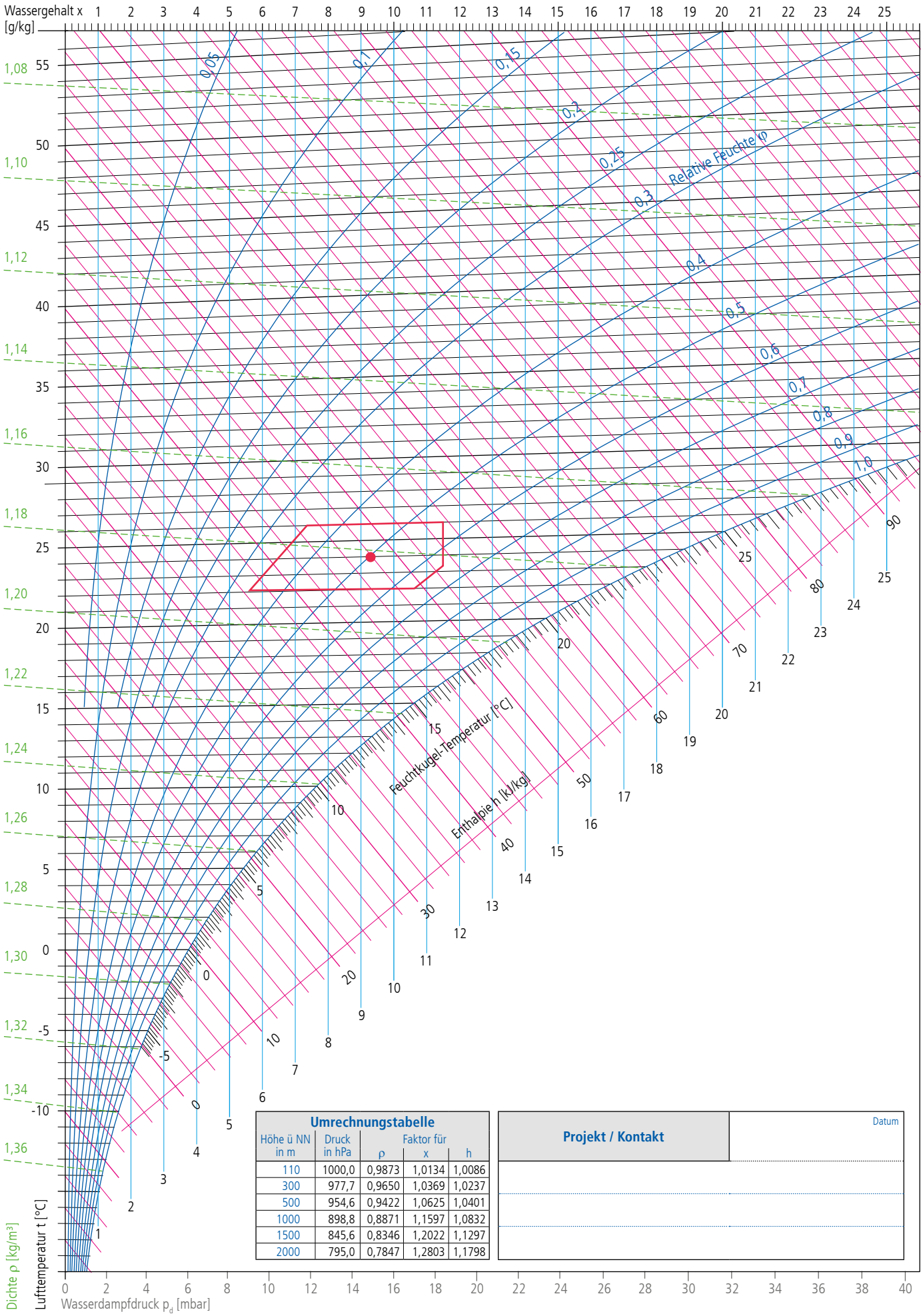
Auch Prozesswärme aus Abwasser und Abluft ist verwertbar. Die Wärmepumpe entzieht der Umgebung Wärme. Die zum Betrieb eingesetzte Energie zusammen mit der Umgebungswärme ergibt die nutzbare Wärmeenergie. Je geringer der Temperaturhub, desto effektiver arbeiten Wärmepumpen. Wärmepumpen-Technologie wird über das BAFA Förderprogramm subventioniert.

Wirkungsgrad

Der Wirkungsgrad beschreibt das Verhältnis zwischen der aus einer Anlage zur Energieumwandlung abgegebenen und der ihr zugeführten Energie

Mollier-h,x-Diagramm für feuchte Luft

Werte für Luftdruck 1013,25 mbar



Umrechnungstabelle

Höhe ü NN in m	Druck in hPa	Faktor für ρ	x	h
110	1000,0	0,9873	1,0134	1,0086
300	977,7	0,9650	1,0369	1,0237
500	954,6	0,9422	1,0625	1,0401
1000	898,8	0,8871	1,1597	1,0832
1500	845,6	0,8346	1,2022	1,1297
2000	795,0	0,7847	1,2803	1,1798

Projekt / Kontakt

Datum

WOLF Anlagen-Technik GmbH & Co. KG Münchener Str. 54 85290 Geisenfeld, GERMANY Tel +49 8452 99-0 info@wolf-geisenfeld.de www.wolf-geisenfeld.de

HEIZUNG
LÜFTUNG
KLIMATECHNIK

WOLF Anlagen-Technik GmbH & Co. KG
Münchener Str. 54 - 85290 Geisenfeld, GERMANY

Phone +49 (0)8452 99-0
Fax +49 (0)8452 99-250

Mail info.hlk@wolf-geisenfeld.de
Web www.wolf-geisenfeld.de

Änderungen in Ausführung und Funktion vorbehalten.

3M02ND2