

Sonderdruck aus

# hoch zwei

# Technik

Das vertiefende Magazin zur  
Lüftungs- Klima- Kältetechnik

2  
2010

Das  
Magazin  
zur cci

© 2010 Promotor Verlag,  
Borsigstraße 3, D-76185 Karlsruhe,  
Telefon 07 21/5 65 14-0, Fax 07 21/5 65 14-50,  
www.cci-promotor.de, verlag@cci-promotor.de  
Alle Rechte vorbehalten.  
Vervielfältigung nur mit Genehmigung des Verlags.



**TLT-Turbo:**  
**Das komplette Programm**  
Wärmerückgewinner,  
Ventilatoren für Lüftung und  
Entrauchung

Jetzt anfordern: [www.tlt.de](http://www.tlt.de)  
oder Tel. 0 66 21-95 00

TLT-Turbo GmbH  
Am Weinberg 68  
36251 Bad Hersfeld

## Die Wärmezurückgarantie

**Steigerung der Energieeffizienz mit Hilfe von Dachwärmerückgewinnern**

Die steigenden Energiepreise führen zu höheren Betriebskosten für das Heizen und Kühlen von Gebäuden. Effektive Wärmerückgewinnungssysteme tragen vor allem bei Gebäuden mit dichten Hüllen, die eine mechanische Be- und Entlüftung benötigen, dazu bei, die erzeugte Wärme und Kühle im Gebäude zu halten. Der Beitrag zeigt das Potenzial eines Dachwärmerückgewinners, die Kosten für Wärmeenergie zu senken.

In der Vergangenheit wurde häufig aufgrund der höheren Investitionskosten auf den Einbau eines Wärmerückgewinnungssystems verzichtet. Heutzutage ist der Einsatz dieser Technik im Lüftungsggerät aus energetischer Sicht unverzichtbar. Nach der Energieeinsparverordnung (EnEV) 2009, die seit 1. Oktober 2009 in Kraft getreten ist, wird der

Einsatz einer Wärmerückgewinnung (WRG) in Lüftungsanlagen mit einem Volumenstrom über 4.000 m<sup>3</sup>/h sogar zwingend vorgeschrieben. Bei der Wahl des Wärmerückgewinnungssystems sollte allerdings darauf geachtet werden, dass das Verhältnis von zurückgewonnener Wärmeenergie zum zusätzlichen Energieverbrauch des Ventilators

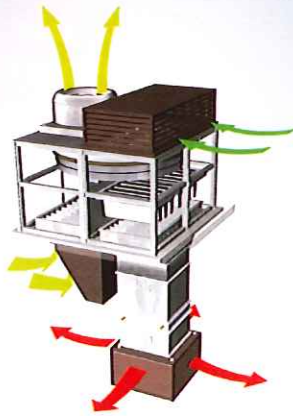
durch den Druckverlust der WRG in der Anlage stimmt. Das Beispiel eines Dachwärmerückgewinners der TLT-Turbo GmbH zeigt, wie ein effektives System aufgebaut werden kann.

### Der Dachwärmerückgewinner

Die Vorteile eines Dachwärmerückgewinners (DWR) sind die kompakte Bauweise bei einem hohen Wirkungsgrad und einem geringen Druckverlust sowie die Wartungsfreundlichkeit. Dies wird unter anderem durch den Einsatz eines Rotationswärmeübertragers erreicht.

Der DWR besteht aus einer

Aluminiumprofilkonstruktion mit Verkleidung aus thermischen Isolierpaneelen. Die Seitenteile lassen sich durch Schnellverschlüsse öffnen. Alle wartungsrelevanten Einbauteile sind leicht zugänglich und gut zu reinigen. Der Rotationswärmeübertrager aus Aluminium ist zum Ausziehen und Reinigen auf Gleitschienen angeordnet. Gemäß VDI 6022 sind Filter auf der Zuluftseite installiert und auch der Filterkasten aus dem DWR-Gehäuse ausziehbar. Die Filter werden über eine Differenzdruckmessung überwacht. Gegen einen Kaltlufteneinfall ist die Zu- und die Abluftseite jeweils mit einer gegenläufigen Motorjalousie



Der Aufbau des Dachwärmerückgewinners: Die Außenluft (grüner Pfeil) wird seitlich in das Lüftungsgerät eingesaugt und durch den Rotationswärmeübertrager erwärmt. Die erwärmte Luft strömt als Zuluft (rote Pfeile) nach unten mit einem Auslass direkt in den Raum. Die Abluft (gelbe Pfeile) wird im Raum unter der Decke angesaugt und senkrecht nach oben durch den Rotor über einen Dachventilator nach außen geblasen.



Geöffneter Dachwärmerückgewinner mit dem Rotationswärmeübertrager oben im Gehäuse. Unter dem Rotor ist ein Filter installiert. Die geschlossene motorgetriebene Jalousieklappe im Boden verhindert einen Kaltlufteinfall.

sieklappe geschützt. Für einen bedarfsgerechten Betrieb sind die Zu- und Abluftventilatoren mit EC-Motoren ausgestattet, was die Leistungsaufnahme im Teillastbereich reduziert. Der durchdachte Aufbau des Lüftungsgeräts vermeidet Luftumlenkungen und dadurch

größte Teil der Betriebskosten der WRG sind die Energiekosten durch die höhere elektrische Leistungsaufnahme des Ventilators gegenüber einer Anlage ohne WRG. Die Kosten werden durch den zusätzlichen Druckverlust der WRG verursacht. Dem gegenüber steht der Wär-

sinnvoll eingesetzt werden kann.

## Energieverbrauch senken

Die Leistungsaufnahme der Ventilatoren ist vom jeweiligen Volumenstrom der Zu- und Abluft, dem Gesamtdruckverlust der Lüftungsanlage und dem Wirkungsgrad der Ventilatoren abhängig. Dabei gilt: Je geringer der Volumenstrom und der Druckverlust ist, desto kleiner ist die erforderliche Wellenleistung der Ventilatoren. Das größte Energieeinsparpotenzial wird daher mit einer bedarfsgerechten Volumenstromregelung erreicht, die die Leistungsaufnahme des Ventilators auf ein Minimum senkt.

Die Regelung des DWR ist so konzipiert, dass die Ventilatoren bedarfsgerecht geregelt werden können. Hat sich beispielsweise der Betriebspunkt auf 75 % des Nennvolumenstroms eingestellt, sinkt die Leistungsaufnahme dadurch auf etwa 42 %. Die Leistungsaufnahme des Ventilators ändert sich mit der dritten Potenz zur Antriebsdrehzahl.

Mit der ermittelten Leistungsaufnahme des Ventilators können auf einfache Art und Weise auch die Energiekosten für das System ermittelt werden. Dazu

wird die Leistung mit der Anzahl der Betriebsstunden, beispielsweise über ein Jahr, multipliziert, um die elektrische Arbeit zu ermitteln und danach mit dem Energiepreis (€/kWh) multipliziert, um die Kosten zu bestimmen.

## Bereitgestellte Wärmeleistung senken

Die Höhe der rückzugewinnenden Wärmeleistung aus der Abluft hängt vom Wärmerückgewinnungsgrad und dem maximalen Wärmepotenzial (Raum- zu Außenluftzustand) ab. Die Rückwärmehzahl errechnet sich aus dem Quotienten der Temperaturdifferenz zwischen Zuluft und Außenluft und der Temperaturdifferenz zwischen Abluft und Außenluft. Je geringer die Differenz zwischen Abluft- und Zulufttemperatur ist, desto höher ist die Rückwärmehzahl. Umgekehrt kann die zu erwartende Zulufttemperatur berechnet werden. Beispielsweise könnte die Zuluft mit einer Rückwärmehzahl der WRG von 0,75 bei einer Ablufttemperatur von 30 °C und einer Außenlufttemperatur von -12 °C auf 19,5 °C erwärmt werden.

Je nach Anwendungsfall muss zur Nacherwärmung der Zuluft noch ein Nachheizregister



Der Autor

B.Sc. Oliver Holstein  
ist Vertriebsingenieur  
bei der TLT-Turbo  
GmbH, Bad Hersfeld

entstehende interne Luftwiderstände, wodurch die Leistungsaufnahme des Ventilators möglichst gering gehalten wird. Die Luftverteilung in dem zu belüftenden Raum kann durch einen direkten Luftauslass oder ein angeschlossenes Kanalsystem erfolgen.

## Effizienz der Rückgewinnung

Die Effizienz einer WRG richtet sich im Wesentlichen nach zwei Faktoren: Dem Energieverbrauch der Ventilatoren und dem Wärmerückgewinnungsgrad des Anlagensystems. Der

merückgewinnungsgrad der WRG, die Rückwärmehzahl, sowie das maximale Wärmepotenzial (Raum- zu Außenluftzustand), die die Wärmeleistung der Rückgewinnung bestimmen. Zur Beurteilung der WRG müssen beide Faktoren betrachtet werden. Für eine gute Effizienz muss der zusätzliche Energieverbrauch der Ventilatoren in einem guten Verhältnis zur Höhe der rückzugewinnenden Wärmeleistung stehen. Nur eine Wirtschaftlichkeitsbetrachtung kann abschließend zeigen, ob das System auch wirtschaftlich

## Regelung des Dachwärmerückgewinners

Die komplette Regelung befindet sich im Gehäuse des Dachwärmerückgewinners (DWR). Der DWR benötigt lediglich eine Leitung für die Versorgungsspannung von 400 V und eine Datenbus-Leitung für das Bedienpanel. Alle Bauteile im Gerät, wie Sensoren, Stellantriebe und Motoren, sind vorverdrahtet. Alle anderen Bauteile, die erst vor Ort installiert werden, werden mit Steckverbindungen angeschlossen. Der DWR kann über BACnet mit einer übergeordneten Gebäudeleittechnik gesteuert werden. Die Anlage kann über zwei unabhängige Führungsgrößen

geregelt werden: die Raumtemperatur und den Zuluftvolumenstrom. Die Raumtemperatur wird über einen Temperaturfühler erfasst und konstant gehalten. Der Zuluftvolumenstrom wird am Zuluftventilator erfasst und geregelt. Die Abluft wird automatisch an den Außenluftvolumenstrom angepasst. Die Druckdifferenzmessung am Filter erfolgt über eine Differenzdruckdose, deren Signale ausgelesen und dargestellt werden. Für einen bedarfsgerechten Betrieb wird die Luftqualität über einen CO<sub>2</sub>-Fühler erfasst.

lichen Zinsfuß addiert und dann der Kapitaldienst aus Berechnung 2 vom Ergebnis subtrahiert. Hieraus erhält man die jährliche Betriebskostensparnis, die Ersparnis durch Einsatz eines DWR.

### Amortisationszeit

Für die Ermittlung der Amortisationszeit werden die höheren Investitionskosten durch die Betriebskostensparnis beim Einsatz eines oder mehrerer DWRs dividiert. Als Ergebnis erhält man die Amortisationszeit in Jahren und multipliziert mit zwölf in Monaten.

Nach den bisherigen Erfahrungen und Berechnungen amortisiert sich ein Dachwärmerückgewinner je nach Anwendungsfall und Betriebsstunden innerhalb eines Zeitraums von 12 bis 30 Monaten.

### Kapitalrückfluss

Nach dem Ablauf der Amortisationszeit, wenn sich die Mehrkosten für die Investition durch die Betriebskostensparnis ausgeglichen haben, erfolgt der Kapitalrückfluss. Bei der Berechnung wird die jährliche Betriebskostensparnis mit der Nutzungsdauer nach der Amortisation multipliziert.

## Formeln zur Berechnung

Alle Formeln zu den beschriebenen Rechenschritten können auf [www.cci-promotor.de](http://www.cci-promotor.de) im Bereich „Fachwissen“ abgerufen werden. Dort werden alle Faktoren übersichtlich in einer Tabelle aufgelistet.

Der Kapitalrückfluss gibt Aufschluss, welche Kosten durch den Einsatz eines DWR über die gesamte Nutzungsdauer im Vergleich zu einer Be- und Entlüftungsanlage ohne WRG eingespart werden kann.

### Fazit

Volumenstromgeregelt WRG-Systeme und speziell das Dachwärmerückgewinnungssystem ermöglichen, neben der elektrischen Energie bis zu 90 % der Wärmeenergie einzusparen. Durch die dargestellte Prozedur der Wirtschaftlichkeitsberechnung lässt sich die Amortisation solcher Anlagen leicht bestimmen. Sicher ist, dass die Energiepreise immer weiter steigen. WRG-Systeme bieten daher eine attraktive Alternative zur klassischen Be- und Entlüftung, um den größten Teil der Abluftwärme erneut zu verwenden. ■

# Dach-Wärmerückgewinner

## Thermovent



Fordern Sie gleich die Produktfibel und die neue CD-ROM „Ventilatoren Simulation“ an.

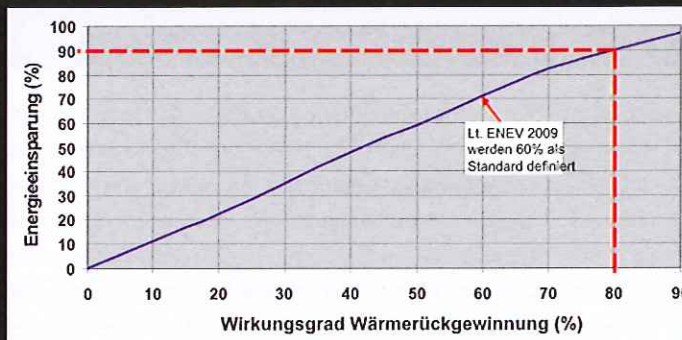
**TLT-Turbo GmbH**  
Am Weinberg 68 · 36251 Bad Hersfeld · Tel. 06621-9500



the fan



Zuluftauslasskasten unter der Decke einer Fertigungshalle. Die vorgewärmte Zuluft aus dem Dachwärmerückgewinner wird mit einem zusätzlichen Heizregister über dem Auslasskasten auf die Solltemperatur nacherhitzt.



Dargestellt ist die voraussichtliche Einsparung des Heizenergiebedarfs in Abhängigkeit vom Wirkungsgrad der Wärmerückgewinnung. Bei einer Rückwärmzahl von 80 % ist eine Einsparung bis 90 % möglich.

eingesetzt werden. Mit Hilfe einer individuellen Auslegungsberechnung des DWR, unter Berücksichtigung des jeweiligen Aufstellungsorts, beispielsweise einer Produktionshalle, einer Lagerhalle oder einer Turnhalle, wird überprüft, ob eine Nachheizung erforderlich ist.

### Wirtschaftlichkeitsberechnung

Ob es wirtschaftlich ist, einen Dachwärmerückgewinner einzusetzen, kann mit Hilfe einer Wirtschaftlichkeitsberechnung beantwortet werden. In der Berechnung wird ein Vergleich des DWR mit einer Lüftungsanlage ohne WRG angestellt. Die folgende Betrachtung teilt sich in vier Teile: die Investitionskosten, die Ersparnis, die Amortisation und den Kapitalrückfluss.

### Investitionskosten

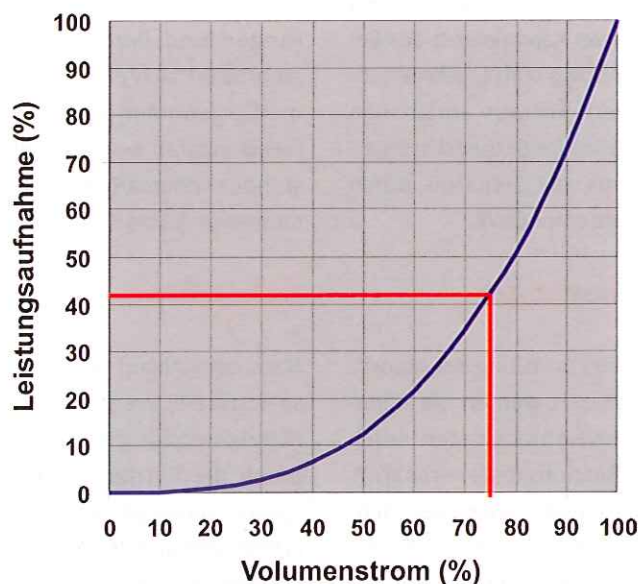
Bei der Berechnung der Investitionskosten wird eine herkömmliche Be- und Entlüftungsanlage ohne WRG mit einem DWR verglichen. Um vergleichen zu können, wie viel Heizleistung durch den DWR tatsächlich eingespart wird, wird zuerst berechnet, um welchen Betrag die bereitzustel-

lende Wärmeleistung reduziert werden kann. Hierzu wird der Wärmestrom zwischen der Fortluft und der Außenluft berechnet und mit der Rückwärmzahl multipliziert. Danach wird die Einsparung der Wärmeleistung (kW) mit den spezifischen Investitionskosten der Wärmeerzeugung (€/kW) multipliziert. Zur Orientierung bei den Investitionskosten dient die VDI 2067 (Wirtschaftlichkeit gebäudetechnischer Anlagen). Das Ergebnis stellt den Minderaufwand für die Wärmeerzeugung, wie Kessel und Pumpen, beim Einsatz eines DWR dar. Letztendlich erhält man die Mehrkosten für die Investition, indem die Investitionskosten der Be- und Entlüftung und der Minderaufwand für die Wärmeerzeugung von den Investitionskosten des DWR abgezogen werden.

### Ersparnis durch einen Dachwärmerückgewinner

Die Berechnung der Ersparnis ist in drei Teile untergliedert:

**1. Kostenersparnis:** Anhand der eingesparten Wärmeleistung aus der Berechnung der Investitionskosten, der täglichen Betriebszeit pro Tag und Jahr sowie der Gradtagzahl der



Dargestellt ist die Leistungsaufnahme des Ventilators in Abhängigkeit vom Volumenstrom. Bei 100 % Volumenstrom ist der Nennvolumenstrom erreicht. Wird eine Lüftungsanlage bedarfsgerecht betrieben, nimmt die Leistungsaufnahme mit sinkendem Volumenstrom ab. Beispielsweise wird nur noch 42 % der Leistungsaufnahme benötigt um 75 % des Nennvolumenstroms zu fördern.

Region, in der der DWR zum Einsatz kommt, wird die jährliche Wärmeeinsparung sowie die Kosteneinsparung pro Jahr dargestellt. Für die Berechnung der jährlichen Kosteneinsparung (€/a) wird die jährliche Wärmeeinsparung der DWR (MWh/a) mit dem spezifischen Wärmepreis der Heizenergie (€/MWh) multipliziert und von diesem Ergebnis die jährlichen Betriebskosten abgezogen.

**2. Kapitaldienst:** Die finanzielle Gesamtbelastung der höheren Investitionskosten werden über die gesamte Nut-

zungsdauer mit einem jährlichen Zinsfuß berechnet. Vorab muss die gleichbleibende regelmäßige Zahlung (Annuität) über die Gesamtlaufzeit des DWR bestimmt werden. Die finanzielle Belastung ergibt sich aus den Mehrkosten für die Investition, die bereits ermittelt wurde, multipliziert mit der Annuität.

**3. Betriebskostensparnis:** Um die Betriebskostensparnis zu berechnen, wird zunächst die jährliche Kostenersparnis durch den DWR aus Berechnung 1 mit dem jähr-