

## RÜCKGEWINNUNG VON WÄRMEENERGIE

# Tauschen wir?

Wo wir auch gehen und stehen, wir benötigen ständige frische Luft. Jedenfalls fühlen wir uns an frischer Luft wohler als in einer Umgebung mit verbrauchter Luft. Zuhause hilft das Lüften, im einfachsten Fall per Fensterlüftung. Aber dort, wo raumluft-technische Anlagen betrieben werden, lohnt es sich, über die Rückgewinnung von Wärme nachzudenken.



**Diesem Menschlein reichen die paar Löcher in der Abdeckung nicht, eine Lüftung täte ihm gut**

Stellen wir uns ein Wohnzimmer am Abend vor. Das Raumvolumen beträgt 50 Kubikmeter. Es soll daher pro Stunde 25 Kubikmeter Raumluft gegen Frischluft ausgetauscht werden. Das ist der sogenannte halbe Luftwechsel ( $0,5/h \times 50 \text{ m}^3 = 25 \text{ m}^3/h$ ). Bei einer Raumtemperatur von 20 Grad Celsius und einer angenommenen Außentemperatur von minus 10 Grad Celsius ergibt sich eine Temperaturdifferenz von 30 Kelvin. Nachgerechnet ergibt das eine notwendige Leistung von:

$$25 \text{ m}^3/h \times 30 \text{ K} \times 0,34 \text{ Wh}/(\text{m}^3\text{K}) \text{ also } 255 \text{ W}$$

Nach gut vier Stunden hat man also etwas mehr als eine Kilowattstunde (genau  $4 \text{ h} \times 255 \text{ W} = 1020 \text{ Wh}$ ) nur zur Deckung des Lüftungswärmeverlustes aufgewendet. Ja geht's denn noch, kann man da nix machen?

## DREI SYSTEME KONKURRIEREN

Zur Wärmerückgewinnung in Lüftungsanlagen haben sich drei Systeme am Markt etabliert. Immer natürlich vorausgesetzt, der Raum wird mechanisch be- und entlüftet. Man unterscheidet:

- I: Rekuperator
- II: Regenerator
- III: Sorptionsregenerator

Was sich anhört wie die Dienstgrade römischer Söldner, ist in Wirklichkeit eine Ansammlung von Oberbegriffen, die man leicht gegen die Bezeichnung der eigentlichen Akteure austauschen kann:

- Zu den Rekuperatoren zählen Platten-, Kreuzstrom- oder Gegenstromwärmetauscher.
- Zu den Regeneratoren zählen Kreislaufverbund-Wärmerückgewinner mit zusätzlichem Wasserkreislauf und Pumpenunterstützung.

- Zu den Sorptionsregeneratoren zählt das Wärmerad, auch Rotationswärmetauscher genannt.

Allen gemein ist, dass sie die energie-reiche Luft des Raumes nicht ungenutzt nach draußen entfleuchen lassen, sondern dieser Luft erst mal eine gehörige Portion Wärmeenergie entziehen. Die dabei entzogene Energie wird der Frischluft auf dem Weg in den Raum mitgegeben. Der Heizkörper in diesem Raum braucht folglich nicht so doll ran und das spart letztlich Heizenergie.

## DER REKUPERATOR

Bei den Platten-, Kreuzstrom- oder Gegenstromwärmetauschern handelt es sich fortwährend um das gleiche Prinzip: Schicke den warmen Abluftvolumenstrom an einem dünnen Blech vorbei und dieser Luftstrom erwärmt dieses Blech. Auf der anderen Seite dieses Bleches kann dann die Außenluft vorbeigejagt werden und sich auf dieser Seite an dem Blech erwärmen. Ein stofflicher Austausch findet nicht statt. Abluft und Zuluft bleiben durch das Blech getrennt voneinander. Beispielsweise Zigarettenqualm oder ein kräftiger Furz in der Abluft beeindruckt die Frischluft in keiner

Weise. Das Blech wird möglichst gut leitend hergestellt, es kommt aber auch Kunststoff als Trennmaterial zum Einsatz. Und je mehr Trennfläche dem Abluftvolumenstrom angeboten wird, umso intensiver kann der Wärmetausch mit der Zuluft stattfinden. Es handelt sich um ein bestechend einfaches Prinzip mit hervorragender Wirkung. Die Wirkung lässt sich durch unterschiedliche Strömungen bei ansonsten gleichen Tauscherflächen beeinflussen. Betrachtet man die

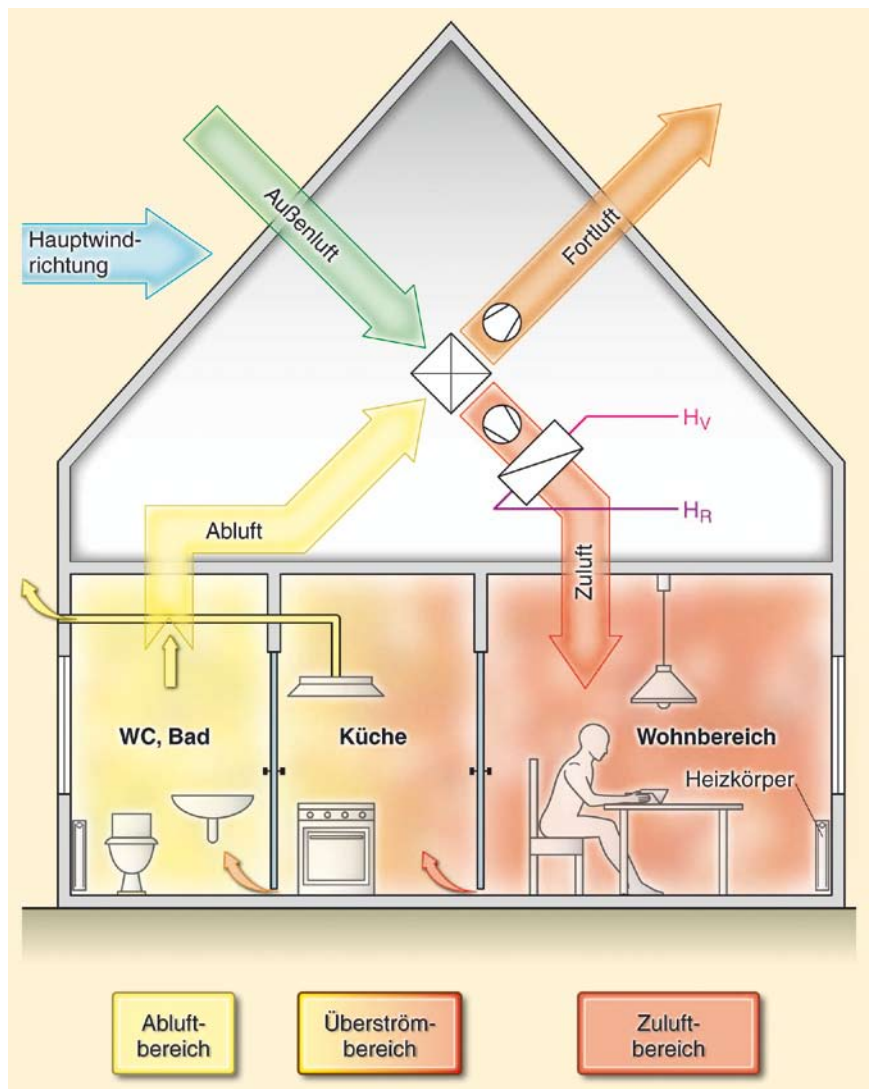


Bild: Robert Bosch GmbH

### Kontrollierte Wohnungslüftung ist heute längst kein Buch mit sieben Siegeln mehr

einfachste Bauart dieser Rekuperatoren, so stellt sich der Kreuzstrom-Plattenwärmetauscher mit einem Temperaturwirkungsgrad von bis zu 75 Prozent als schon recht effizient dar. Im Gegenstromwärmetauscher lässt sich dieser Wirkungsgrad nochmals anheben. Und bietet man das Gegenstromprinzip in Verbindung mit besonders viel Tauscherfläche, so kann der Temperaturwirkungsgrad sogar bis über 90 Prozent liegen, wie bei der Bauform des Gegenstrom-Kanal-Wärmetauschers.



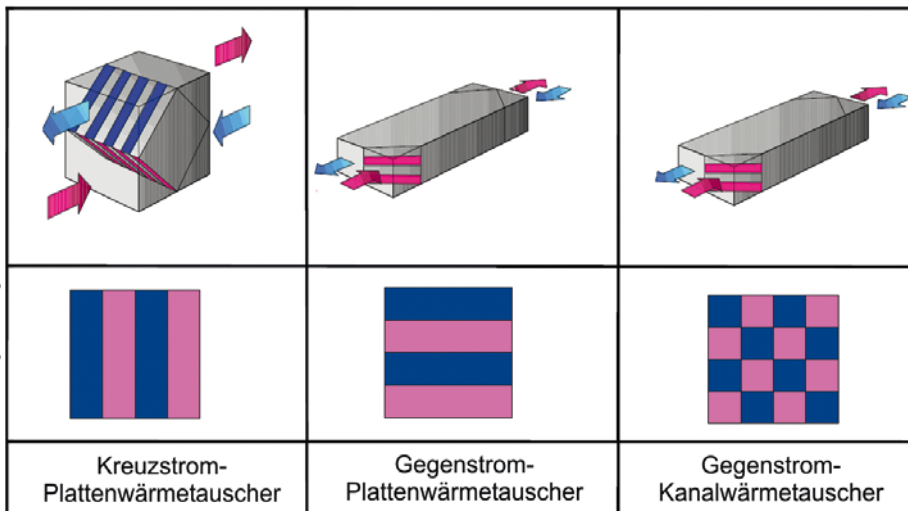
## DICTIONARY

Frischluft	=	fresh air
Potenzial	=	capability
Rotationswärmetauscher	=	circulating heat exchanger
Vorteil	=	advantage

## DER REGENERATOR

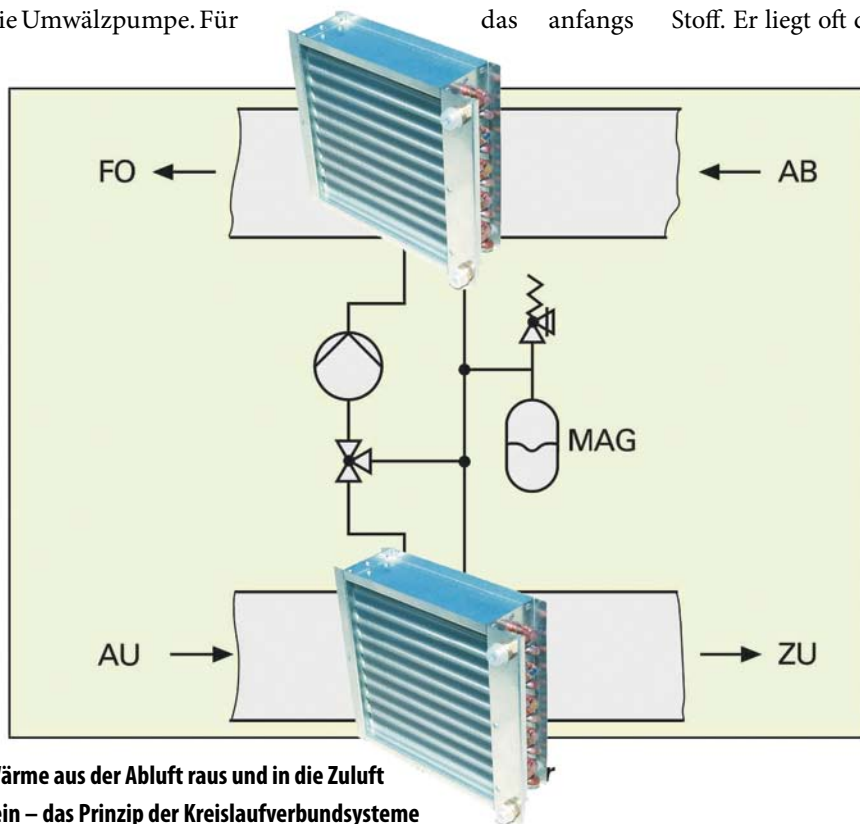
Sind Abluft- und Zuluftvolumenstrom örtlich voneinander getrennt aufgebaut, so bietet sich die Technik des soeben skizzierten Rekuperators nicht an. Um der warmen Abluft trotzdem ein Quäntchen Wärme zu entlocken und der Zuluft zu übermitteln, braucht man einige Hilfskomponenten. Zuerst wird dabei die Abluft über einen Wärmeaustauscher

Bild: Paul Wärmerückgewinnung



### So sind die unterschiedlichen Typen der Regeneratoren aufgebaut

geführt, wo diese die Wärmeenergie zu einem Teil mit Umlaufwasser austauscht. Dieses Umlaufwasser strömt nun eilig mit seiner Wärmefracht in Richtung Zuluft um sich wiederum, mittels Wärmeaustauscher, dieser Luft mitzuteilen. Man nennt diese Art der Wärmerückgewinnung auch Kreislaufverbund-Wärmerückgewinner. Vorteil dieser Bauweise ist die Möglichkeit zur örtlichen Trennung von Abluft und Zuluft. Aber die Nachteile gegenüber den Rekuperatoren sind doch erheblich, betrachtet man den recht komplexen Aufbau und die zusätzliche Antriebsenergie für die Umwälzpumpe. Für



**Wärme aus der Abluft raus und in die Zuluft rein – das Prinzip der Kreislaufverbundsysteme**

beschriebene Wohnzimmer würde sich dieser Aufwand wohl nicht lohnen. Auch die Temperaturwirkungsgrade liegen mit 50 Prozent doch recht bescheiden niedrig im Vergleich zu den Rekuperatoren.

### DER SORPTIONSREGENERATOR

Die dritte Waffe gegen Verschwendung wirkt schon auf den ersten Blick wesentlich exotischer. Dort dreht sich, mitten im Zu- und Abluftkanal montiert, ein Rad. Es besteht aus vielen kleinen Waben. Betrachtet man nur eine Wabe auf ihrer Kreisbahn, wird das geniale Prinzip schnell klar. Mal befindet

sich diese Wabe im warmen Abluftstrom, wird tüchtig erwärmt und speichert kurzfristig Wärmeenergie. Nach einer Weile, das Ding dreht sich recht langsam, taucht die soeben erwärmte Wabe im Zuluftvolumenstrom auf. Wurde eben noch erwärmt, kann diese nun die gespeicherte Wärme an die Zuluft abgeben. Und wenn man die winzigen Waben gut vorbereitet, kann ein weiterer Effekt dazu kommen. Diese Hohlkörper können nämlich hygroskopisch beschichtet werden. Beispielsweise Silikagel ist ein solcher hygroskopischer Stoff. Er liegt oft den High-Tech-Produkten und Lederwaren aus Fernost bei. Hygroskopisch meint feuchtebindend, wasseranziehend. Was High-Tech und Täschen vor Feuchtschäden schützt, nimmt im Abluftstrom die begehrte Feuchte auf. Und gerade im Winter möchte man den Raum durch ständigen Luftwechsel natürlich nicht austrocknen. Also gibt diese Beschichtung die soeben im Abluftstrom gewonnene Feuchte zu einem gewissen Anteil im Zuluftvolumenstrom wieder ab. Das schafft bisher nur der Rotationswärmetauscher, eben mit der entsprechenden Beschichtung. Man nennt diesen zusätzlichen Energiebatzen den Anteil der latenten Wärme. Latente Wärme bedeutet verborgene Wärme und meint die Energie die notwendig sein würde, eine soeben nach draußen gelüftete Feuchte wieder mit gleicher Temperatur bereitzustellen. Dazu müsste man Wasser zu-

erst verdunsten und dann noch auf Raumtemperatur bringen. Da man mit dieser Spezies auch Feuchte austauschen kann, muss man auch nicht mehr alleine von dem Temperaturwirkungsgrad sprechen, aber der läge schon bei rund 80 Prozent. Die latente Wärme, als zusätzlicher Nutzen, macht diesen Typ zur Wärmerückgewinnung nochmals interessanter. Von diesen Rädern werden auch sehr große Dimensionen gefertigt. Es gibt Wärmeräder mit über sechs Metern Durchmesser. Daran sieht man aber auch schon, dass diese Technik im großen Stil angewendet wird. Das anfangs beschriebene Wohnzimmer ist serienmäßig nicht mit einem solchen Rad auszustatten.

### WAS GIBT'S FÜR EFFEKTE?

Aufwand und Nutzen sollen für diese Techniken kurz verglichen werden. Der eingangs skizzierte Heizkörper im Wohnzimmer bräuchte statt 255 Watt nur noch eine Lüftungsleistung von

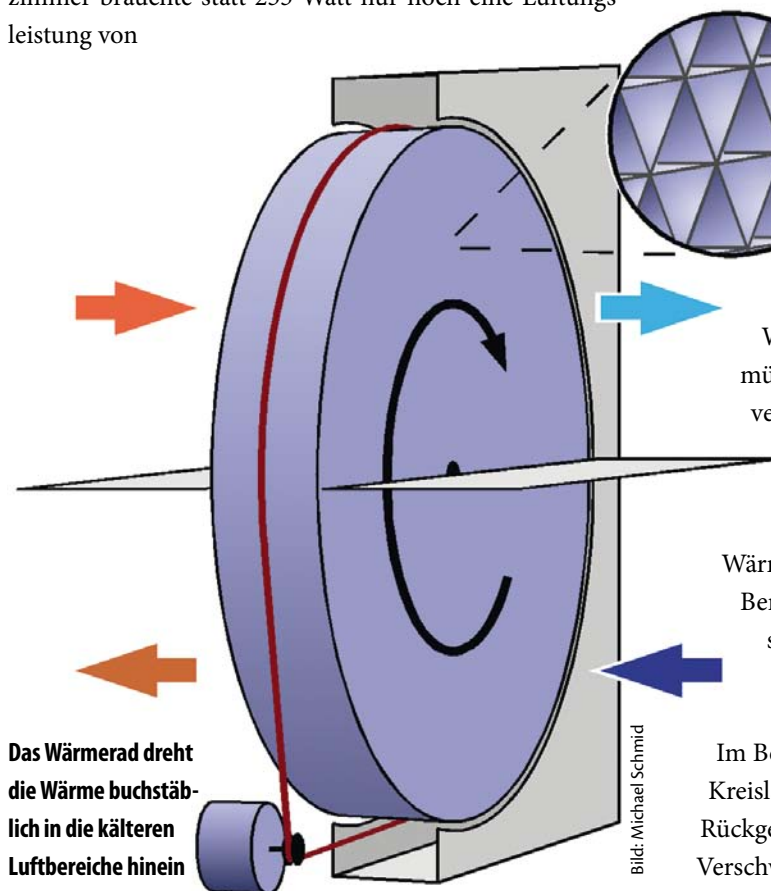
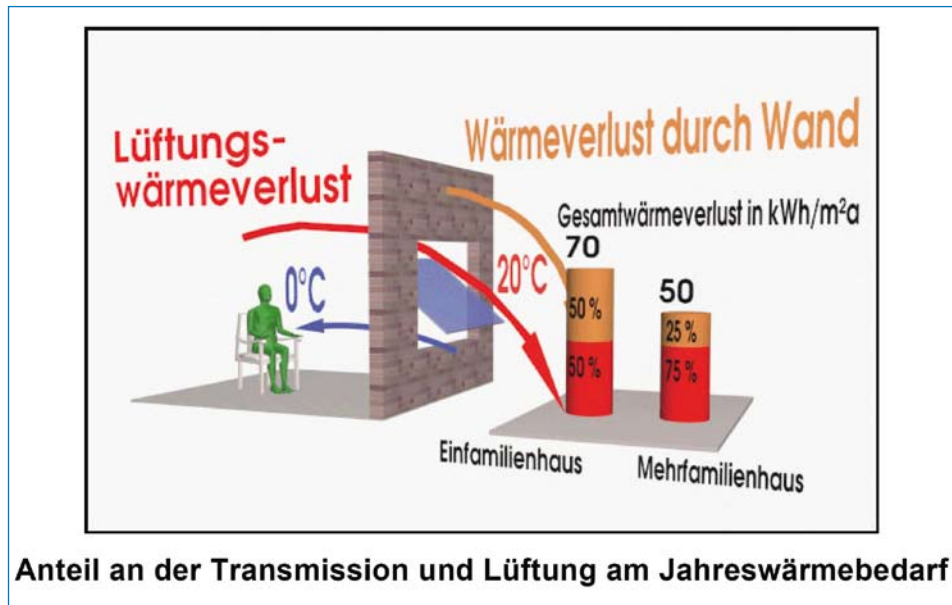


Bild: Michael Schmid



### Wie lange wird man sich die Lüftungswärmeverluste noch leisten wollen und können?

- I: 26W beim Rekuperator,
- II: 128W beim Regenerator und
- III: 51W bei einem Sorptionsregenerator

Möchte man die energetische Einsparung berechnen, wird zusätzlich klar welches Einsparpotenzial übers Jahr dort enthalten ist. Das eingangs skizzierte Wohnzimmer würde übers Jahr rund 2000 Stunden wie unter Volllast beheizt. Dies ergibt  $2000 \text{ h} \times 255 \text{ W} = 510\,000 \text{ Wh}$ . Diese 510 kWh würde man sich mit zum Beispiel 51 Litern Heizöl oder 51 Kubikmetern Erdgas erkaufen müssen. Der Gegenstrom-Kanal-Wärmetauscher würde davon 46 Liter bzw. Kubikmeter einsparen. Der Kreislaufverbund-Wärmerückgewinner gute 25 Liter bzw. Kubikmeter, müsste aber zusätzlich mit Hilfsenergie für die Pumpe versorgt werden. Beim Wärmerad könnten rund 40 Liter bzw. Kubikmeter eingespart werden. Es würde ebenfalls Hilfsenergie notwendig sein – aber als Komfort- und Energie-Plus könnte noch die latente Wärme gutgeschrieben werden. Für die Praxis wird also im Bereich mittlerer bis kleiner Anlagen der Platten-, Kreuzstrom- oder Gegenstromwärmetauscher die Nase vorn haben. Bei größeren Gebäuden und in der Industrie kommt auch der Rotationswärmetauscher zum Zuge. Im Bestand, also bei Nachrüstungen wird man auch auf die Kreislaufverbund-Wärmerückgewinner treffen. Jeder dieser Rückgewinner verhindert bei sinnvollem Einsatz letztlich die Verschwendung von endlichen Ressourcen.

Bild: Paul Wärmerückgewinnung