

WÄRMEÜBERTRAGUNG IN HEIZUNGSANLAGEN

Tauschen wir?



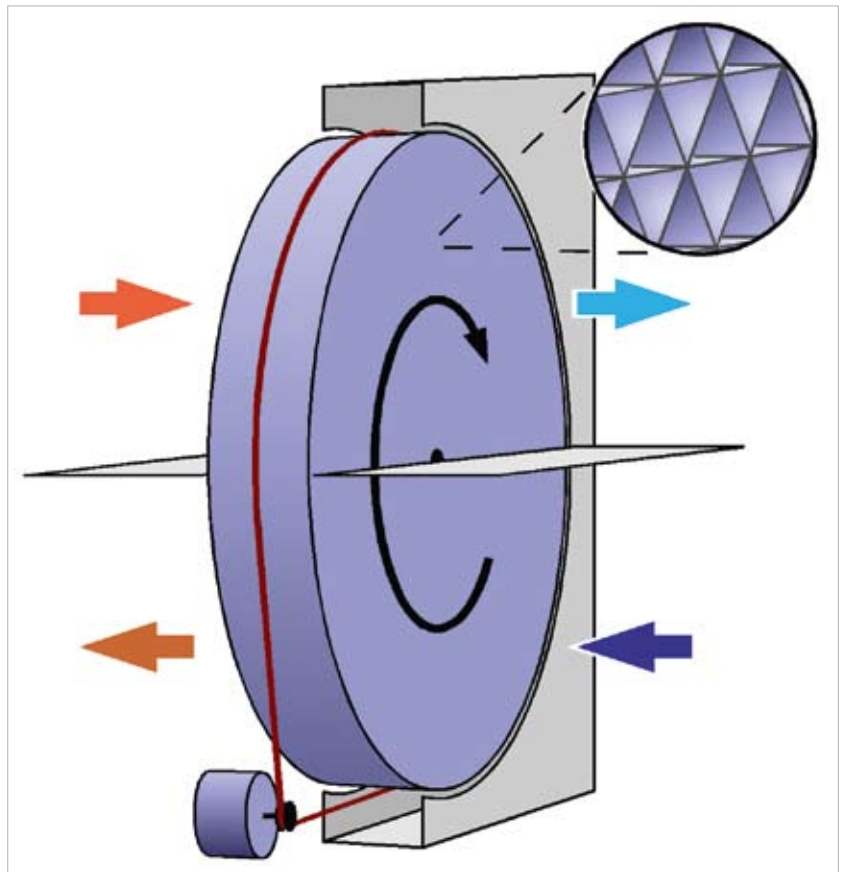
Der häufigste Wärmetauschertyp im SHK-Handwerk ist der Plattenwärmetauscher

Immer wenn ein stofflicher Austausch von flüssigen oder gasförmigen Medien nicht gewünscht wird, diese beiden Stoffe sich aber energetisch austauschen sollen, kommt der Wärmetauscher zum Einsatz.

Egal ob die Solarflüssigkeit oder jenes brackige Heizwasser des Pufferspeichers das Trinkwasser erwärmen soll: Die Stoffströme müssen streng getrennt bleiben. Oder wenn die Fernwärme ins Haus geleitet wird und dann ein haus-eigener Heizwasserstrom den Wärmetransport im Gebäude übernimmt. Hier findet kein stofflicher Austausch statt. In einigen Heizungsanlagen ist man sogar so pingelig, dass man das sauerstoffreichere Wasser der 30 Jahre alten Fußbodenheizung nicht mit dem abgestandenen Restwasser der statischen Heizung vermischen möchte. Und jedes Mal sorgt ein Wärmetauscher für stoffliche Trennung – und dennoch für eine möglichst innige Zusammenkunft, aber rein platonisch.

DREI TYPEN

Man unterscheidet drei Typen von Wärmetauschern. Typ I, der „direkte Wärmeübertrager“ ist anschaulich vertreten durch einen Nasskühlturm, wie man ihn vor jedem Groß-Kraftwerk sieht. In ihm wird das zu kühlende Wasser zur Abkühlung (also Entwärmung) im Turm verrieselt oder fein verdüst. Dadurch wird die Umgebungsluft erwärmt und diese steigt, durch die gleichzeitig abnehmende Dichte, nach oben auf. Das zu kühlende Wasser übergibt direkt die Wärmeenergie an die Umgebungsluft, es findet also eine direkte Wärmeübertragung statt. Dann gibt es noch Typ II, die „halbdirekte Wärmeübertragung“. Für den Anlagenmechaniker bietet sich das Beispiel des Wärmerades – oder auch Rotationswärmetauscher genannt – an (beschrieben im SBZ Monteur 04/2009, leicht zu finden im Internet-Heftarchiv unter www.sbz-monteur.de). In Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung dreht sich ein mit Kanälen durchzogenes Rad. Einmal nimmt es im Abluftstrom die Wärme der Abluft auf. Später, wenn dieser erwärmte Teil des Rades sich in den Zuluftstrom gedreht hat, wird die gespeicherte Wärme zurückgegeben an die Zuluft. Die Wärmeübertragung erfolgt also einmal direkt an die Speicherwand. Die Übertragung ist dann aber erst zur Hälfte abgeschlossen. Denn zeitversetzt wird die gespeicherte Wärme in der zweiten Hälfte des Vorgangs wieder an die Zuluft abgegeben, daher ist die Wärmeübertragung hier halbdirekt. Beide der genannten Wärmeübertrager sind eher selten im Bereich des Anlagenmechanikers zu finden.



Der Rotationswärmetauscher zur halbdirekten Wärmeübertragung findet seinen Einsatz meist in Lüftungsanlagen

Fast alltäglich ist für ihn der Umgang mit dem Wärmetauscher des Typ III, dem „indirekten Wärmeübertrager“. Auch dem interessierten Laien sind Vertreter dieser Gattung bekannt, betrachtet man den klassischen Autokühler. Innerhalb läuft dort die Flüssigkeit der Motorkühlung und außerhalb strömt die Umgebungsluft zur Wärmeaufnahme. Der Kontakt der sich austauschenden Medien findet nicht direkt statt, eben eine indirekte Wärmeübertragung.

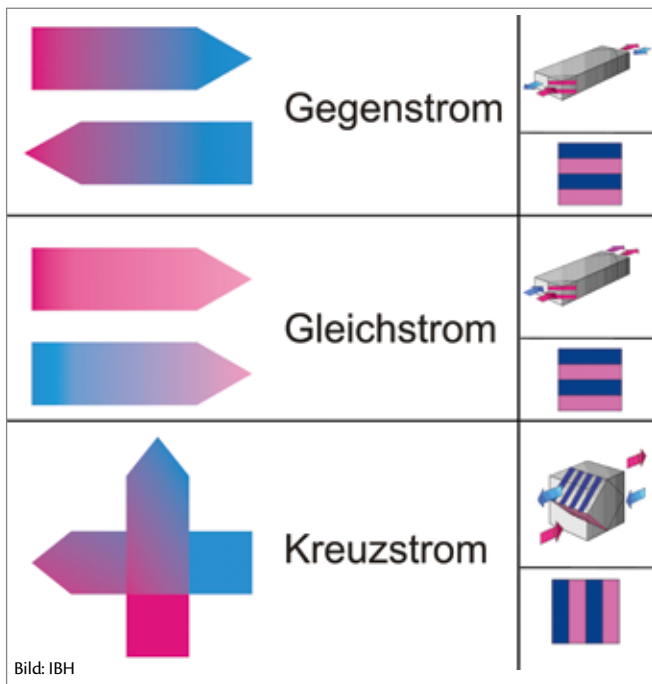
NOCHMALS DREI TYPEN

Die indirekte Wärmeübertragung lässt sich wiederum dreifach unterteilen. Die Art der Stoffströme innerhalb der Wär-



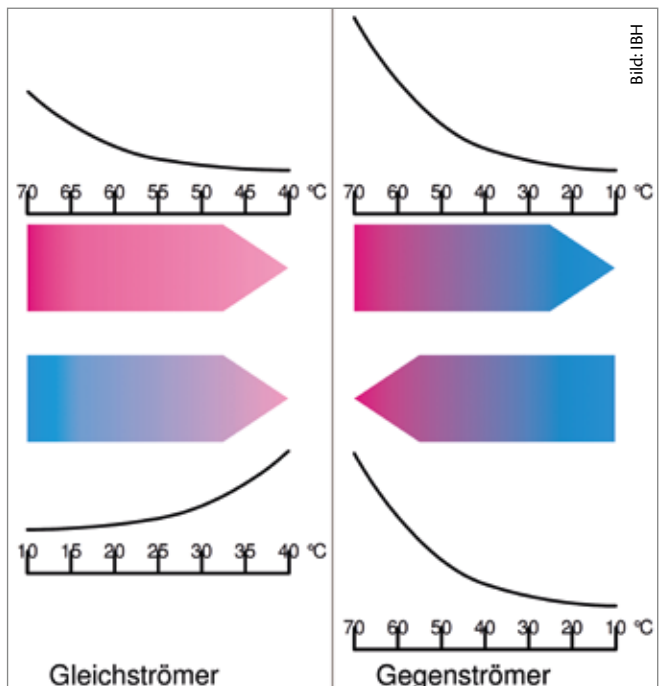
DICTIONARY

Bauweise	=	building technique
Gegenstrom	=	counterflow
Unendlichkeit	=	limitlessness
Wärmeübertrager	=	heat exchanger



Die drei Typen von Wärmetauschern unterscheiden sich durch die Strömungsrichtungen

meübertrager gibt dazu den Ausschlag. Der sehr effiziente Typ A ist der Gegenströmer. Die beiden Medien werden entgegengesetzt aneinander vorbeigeführt. Sind beide Stoffströme gleich, was Masse und Wärmekapazität angeht, könnte sich theoretisch der kühle Stoffstrom auf die Temperatur des heißen Stoffstroms erwärmen lassen und umgekehrt. Dann wäre der Wirkungsgrad allerdings 100 Prozent und daher nicht möglich. Die beiden Stoffströme können nur annähernd die Temperatur des jeweils anderen erreichen, aber immerhin. Der Typ B ist der Gleichstrom-Wärmetauscher. Beide Stoffströme werden in gleicher Richtung aneinander vorbeigeführt. Ginge man auch in diesem Wärmetauscher von zwei gleichen Massen und Wärmekapazitäten der Stoffströme aus, könnte man sich allerhöchstens auf der Mitte treffen. Beispielsweise würde ein 10- und ein 70-gradiger Strom in einem solchen Gleichströmer auf maximal 40 °C erwärmt werden. Denn sobald die Ströme die gleiche Temperatur erreicht haben, findet ja kein Austausch mehr statt, Pech für den Gleichströmer. Der Typ C, also der Kreuzstromwärmetauscher, ist ein Zwischending zwischen Gegen- und Gleichströmer. Wie der Name bereits vermuten lässt, kreuzen sich die beiden Ströme. Das Ergebnis des Temperatúraustausches liegt, wie man ebenfalls schon annehmen möchte, zwischen dem der beiden Konkurrenten.



Die Temperaturverläufe innerhalb eines Wärmetauschers unterscheiden sich auch aufgrund der unterschiedlichen Durchströmung

EIN GEDANKENEXPERIMENT

In einem kurzen und sehr flachen Beispiel sollen Gleich- und Gegenströmer in ihren Eigenheiten verglichen werden. Zwei Stoffströme von jeweils 1000 l/h sollen sich energetisch austauschen. Es handelt sich auf beiden Seiten um Wasser. Der kalte Stoffstrom hat eine Temperatur von 10 °C, der warme Stoffstrom ist auf 70 °C erwärmt worden. Werden nun die beiden Stoffströme in gleicher Fließrichtung nebeneinander hergeführt, entwärmt sich der heiße Strom im gleichen Maße, wie sich der kalte Strom erwärmt. Und Schluss mit Lustig und Wärmeaustausch ist spätestens bei Gleichstand der Temperaturen. Das wäre bei 40 °C der Fall. Allerdings kann dieser Wert nur bei einem endlos großen Wärmetauscher und auch nur nach unendlich langer Zeit erreicht werden. Die Mathematik hat für die Unendlichkeit tatsächlich ein Zeichen eingeführt, die liegende Acht, also $-\infty$. Überträgt man das skizzierte Experiment auf einen Gegenströmer, erfahren die Ströme ein jeweils ansteigendes Temperaturniveau auf der jeweils anderen Seite. Dadurch steigt die Temperatur kontinuierlich. Theoretisch also so weit, bis der eine Strom auf das Startniveau des anderen gebracht wurde. Wie beim Gleichströmer geschieht dies auch nur für den Fall eines unendlich großen Wärmetauschers, nach unendlich langer Zeit. Dies ist übrigens eines der typischen Gedankenexperimente für die Zeit im nächsten

Verkehrsstau. Denn man lebt auch ganz gut, ohne es verstehen zu haben, aber es kann hilfreich sein, es zu verstehen.

DIE ABHÄNGIGKEITEN

Wollte man selbst einen Wärmetauscher basteln, bliebe noch die große Frage, nach den Einflüssen der Konstruktion auf die Leistungsfähigkeit. Eine recht schlichte Formel hierzu besagt:

$$Q = k \cdot A \cdot \Delta\theta$$

Q = Leistung

k = Wärmedurchgangskoeffizient

A = Fläche

$\Delta\theta$ = Temperaturdifferenz

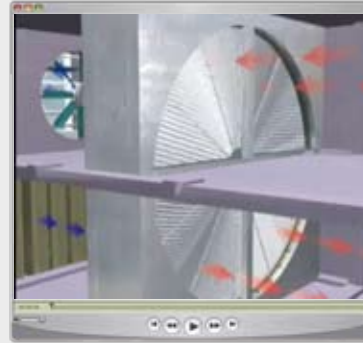
Die Leistung eines Wärmeübertragers steigt also mit zunehmendem k -Wert, zunehmender Fläche und zunehmender Temperaturdifferenz. Die Abhängigkeiten der Temperaturdifferenz sind im vorigen Abschnitt bereits angesprochen worden. Der k -Wert, also Wärmedurchgangskoeffizient, stellt eine Stoffeigenschaft der Übertragerfläche dar. Metalle sind beispielsweise gute Leiter und weisen daher einen günstigen k -Wert für den Bau eines Wärmetauschers auf. Kunststoffe sind eher schlechte Leiter und besitzen daher auch nicht die besten Voraussetzungen, um als Werkstoffe für Wärmeübertrager eingesetzt zu werden. Im SHK-Handwerk geht man daher hauptsächlich mit metallischen Wärmeübertragern aus beispielsweise Edelstahl, Kupfer oder Aluminium um. Bekannterweise ergibt sich der k -Wert eines Bauteils aus der Materialeigenschaft und der Dicke dieses Materials (siehe auch SBZ Monteur Ausgabe 06 von 2010 und 09 von 2008). Die Tauscherplatten sind also sehr dünn ausgeführt, um den Wärmefluss nur ja nicht auszubremsen. Um ein Maximum an Übertragungsfläche, also „ A “, zu bieten, gibt es unterschiedliche Konstruktionen. Sehr kompakte Bauweisen ergeben sich als Plattenwärmetauscher. Aufwendigere Konstruktionen können auch als Rohrbündel konstruiert werden. Und um die Übertragungsfläche eines Rohrquerschnittes zu erhöhen, werden diese auch mal gerne als Wellrohr ausgeführt. Allen gemein gilt aber immer, dass zur flotten Wärmeübertragung entsprechend große Flächen geboten werden müssen.

DIE LEISTUNGSFÖRDERUNG

Die treibende Kraft eines Wärmetauschers ist immer die Temperaturdifferenz. Und ohne Differenz, kein Austausch. Schickt man nun durch einen geeigneten Plattenwärmetauscher im Gegenstrom auf beiden Seiten die eben bereits beschriebenen 1000 l/h an Wasser, erhält man in der Realität praktische Messwerte an Ein- und Ausgang. Erwärmt sich also der kalte Wasserstrom von 10 °C auf 65 °C, ergibt sich ein



FILM ZUM THEMA



Wer sich die Arbeitsweise des Rotationswärmetauschers in einer 3-D-Animation ansehen möchte, kann dies tun unter

www.sbz-monteur.de → Das Heft → Lehrfilme zum Heft

Temperaturwirkungsgrad von 55 K zu 60 K. Denn das Wasser wurde um 55 K erwärmt (65 °C minus 10 °C), bei einer Gesamttemperaturdifferenz von 60 K (70 °C minus 10 °C). Der Temperaturwirkungsgrad läge dann bei $55/60 = 91,67\%$. Diese Momentaufnahme würde den Wirkungsgrad des Tauschers bei dieser Strömungsgeschwindigkeit kennzeichnen. Bei einer Erhöhung der Geschwindigkeit würde sich an den Tauscherwänden ein insgesamt höheres Temperaturniveau einstellen. Denn es würde ja entsprechend schneller Wärmeenergie nachgeliefert oder auch entzogen. Der Temperaturwirkungsgrad ließe sich also durch eine Anhebung der Fließgeschwindigkeit erhöhen. Der clevere Schluss könnte daher sein, dass man schwachen oder zu klein geratenen Wärmetauschern mittels hoher Fließgeschwindigkeiten auf die Sprünge helfen kann. Was zwar grundsätzlich stimmt, wird aber durch die Tatsache relativiert, dass die höhere Fließgeschwindigkeit durch eine höhere Pumpenleistung erkauft werden müsste. Und auch die kostet ja Energie und damit Geld.

Eine wirtschaftliche Abstimmung der Wärmetauschereigenschaften ist daher zwingend erforderlich. Die Hersteller von Wärmetauschern bieten dazu häufig eine Auslegungssoftware an. Letzte Gewissheit über die Funktion bietet dann noch die enge Abstimmung zwischen Hersteller und Auftraggeber. ■