

Bauarten und Systeme zur Wärmerückgewinnung in RLT-Anlagen

Um in zentralen RLT-Geräten aus der Abluft Wärme, Kälte und möglicherweise auch Feuchte rückzugewinnen und damit die angesaugte Außenluft zu erwärmen, zu kühlen und gegebenenfalls auch zu be- und entfeuchten, können verschiedene Bauarten von Wärmerückgewinnungssystemen eingesetzt werden. Dies sind besonders Plattenwärmeübertrager, rotierende Wärmeübertrager (Rotoren), Kreislaufverbundsysteme (KVS) und Umschaltspeicher. In diesem Kapitel werden die Systeme zunächst im Hinblick auf ihre Aufbauten und wesentlichen Wirkungsweisen beschrieben. Ausführliche Erläuterungen zu weiteren Eigenschaften, Besonderheiten, Leistungen, Stärken und Schwächen der Systeme, auch auf Basis von technischen Regeln (Normen, Richtlinien), folgen in Kapitel 3.

2.1 Plattenwärmerückgewinnungssysteme

Plattenwärmerückgewinner (Rekuperatoren) sind sogenannte Luft-Luft-Wärmeübertrager. Sie bestehen aus einem kompakten Paket, in dem viele dünne, strukturierte Platten übereinanderliegen. Dadurch ergeben sich große Oberflächen zur Wärmeübertragung. Durch die infolge der Strukturierungen der Platten entstehenden Kanäle strömen die Außenluft und die Abluft in unterschiedlicher Richtung ohne eine Vermischung durch das Plattenpaket. Dabei erfolgt die Wärmeübertragung vom wärmeren zum kälteren Luftstrom per Wärmeleitung durch die Platten. Für eine maximale Dichtheit sind die aus Aluminium, Edelstahl oder Kunststoff bestehenden Platten untereinander verklebt und/oder mechanisch miteinander verbunden. Dadurch werden ein Überströmen von möglicherweise verunreinigter Abluft zur Außenluft (Zuluft) und ein Vermischen der Luftströme vermieden. Um die Wärmeübertragungsleistung zu steigern, können mehrere Plattenwärmeübertrager miteinander gekoppelt werden. Man unterscheidet Kreuzstrom- und Gegenstrom-Plattenwärmeübertrager.



Abb. 2.1 Einsatz eines Kreuzstromwärmeübertragers in einem RLT-Gerät (Quelle: M. Stahl)

2.1.1 Aufbau von Kreuzstromwärmeübertragern

Kreuzstromwärmeübertrager bestehen aus einem Kubus mit quadratischer Grundfläche, der dicht in das RLT-Gerät eingebaut wird. Dadurch soll erreicht werden, dass die Luftströme den Wärmeübertrager vollständig, also ohne eine Leckage, durchströmen. Die Kantenlängen und die Bautiefe des Kubus werden individuell an die inneren Abmessungen des RLT-Geräts angepasst.



Abb. 2.2 und 2.3 Ein Kreuzstromwärmeübertrager in einem kompakten RLT-Gerät (Quelle: Swegon GmbH) und Detailansicht bei der Produktion eines Kreuzstromwärmeübertragers (Quelle: M. Stahl)

Die Trennung der Außenluft und Abluft erfolgt durch viele Platten aus dünnem, strukturiertem Stahlblech, Aluminium oder Kunststoff (Abbildung 2.3). Dabei werden die Dicke und die Anzahl der Platten sowie deren Abstände zueinander an die Baugröße des Plattentauschers und an dessen Betriebsbedingungen (Luftströme, Luftgeschwindigkeiten, Drücke) angepasst. Das Funktionsprinzip eines Kreuzstromwärmeübertragers zeigt Abbildung 2.4. Die Wärmeübertragung erfolgt stets vom wärmeren zum kühleren Luftstrom durch die Platten hindurch.

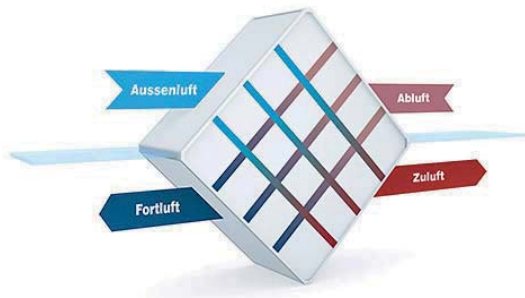


Abb. 2.4 Prinzipielle Darstellung der Wärmeübertragung in einem Kreuzstromwärmeübertrager (Quelle: Klingenburg GmbH)

2.1.2 Aufbau von Gegenstromwärmeübertragern

Gegenstromwärmeübertrager sind erweiterte Bauformen der Kreuzstromwärmeübertrager. Auch hier werden die Außenluft und Abluft durch viele Platten aus Stahl-/Aluminiumblech oder Kunststoff getrennt, siehe Abbildung 2.5 und 2.6.

Das Prinzip der Wärmeübertragung in einem Gegenstromwärmeübertrager zeigt Abbildung 2.7. Durch die Verlängerung der horizontalen Strömungswege im Inneren des Wärmeübertragers ergibt sich zusätzlich zum Kreuzstrom ein Gegenstromanteil. Das heißt, im Wärmeübertrager strömen die Abluft und die Außenluft über eine längere Wegstrecke auch parallel in entgegengesetzter Richtung zueinander (daher kommt der Name Gegenstromwärmeübertrager). Dies führt zu einer Verbesserung der Leistung der Wärmeübertragung und der Rückwärmezahl.



Abb. 2.5 und 2.6 Gegenstromwärmeübertrager aus Kunststoff, Aluminium und mit einer antikorrosiven Epoxybeschichtung (von links) und Detailsicht eines Gegenstromwärmeübertragers (Quelle: Klingenburg GmbH)

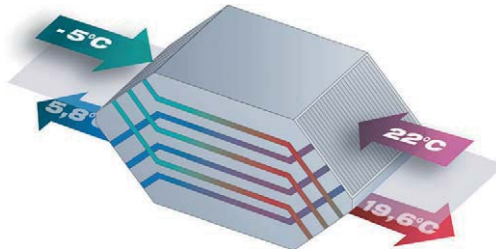


Abb. 2.7 Prinzipielle Darstellung der Strömung in einem Gegenstromwärmeübertrager (Quelle: Klingenburg GmbH)

2.1.3 Gekoppelte Plattenwärmeübertrager

Um die Wärmeübertragungsleistung und die Rückwärmezahl weiter zu erhöhen, können mehrere Plattenwärmeübertrager miteinander gekoppelt werden. Dazu gibt es verschiedene Möglichkeiten, von denen einige in den Abbildungen 2.8 bis 2.10 dargestellt sind.

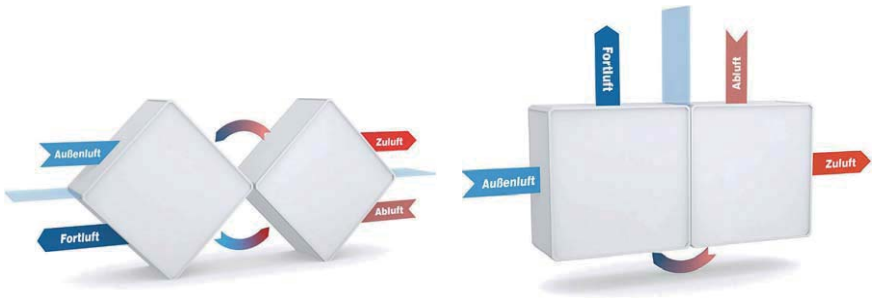


Abb. 2.8 und 2.9 Kopplung von zwei Kreuzstromwärmeübertragern in diagonaler Ausführung (links) und in einer Reihenordnung (rechts). (Quelle: Klingenburg GmbH)

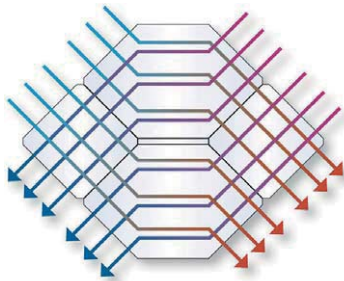


Abb. 2.10 Bei diesem System werden zwei Kreuzstromwärmeübertrager (außen links und außen rechts) und zwei Gegenstromwärmeübertrager (oben und unten) zu einem Verbund miteinander verknüpft. (Quelle: Klingenburg GmbH)

2.1.4 Leistungsregelung von Plattenwärmeübertragern

Zur Leistungsregelung von Plattenwärmeübertragern werden Klappensteuerungen und Bypässe eingesetzt. Jeder Plattenwärmeübertrager wird mit einem integrierten Bypass und zugehörigen Regelklappen ausgestattet. Sobald diese Klappen öffnen, wird ein Teil oder auch der gesamte Luftvolumenstrom an dem Wärmeübertrager vorbei geleitet. Meist wird eine solche Luftvolumenstromregelung auf der Außenluft-Zuluftseite eingesetzt, das heißt: Der Abluftvolumenstrom strömt immer komplett und unregelt durch den Wärmeübertrager. Gleichzeitig wird der Anteil des Außenluftvolumenstroms, der durch den Wärmeübertrager oder durch den Bypass geführt wird, an die aktuell benötigte (Rück-)Wärmeleistung angepasst. Eine solche Lösung zeigen die Abbildungen 2.11 und 2.12.



Abb. 2.11 und 2.12 Bypasslösung (jeweils links in den Abbildungen) zur Regelung der Wärmeübertragungsleistung bei einem Plattenwärmeübertrager (Quelle: M. Stahl)

In Abbildung 2.11 (links) ist im linken Bildteil der Bypass dargestellt. In diesem Fall sind die Bypassklappen komplett geschlossen und die Außenluftklappen vollständig geöffnet. Dadurch strömt bei diesem Betriebszustand der gesamte Außenluftvolumenstrom durch die Wärmerückgewinnung. In Abbildung 2.12 (rechts) sind die Bypassklappen im linken Bildteil komplett geöffnet und die Außenluftklappen sind geschlossen. Nun strömt der Außenluftvolumenstrom nicht durch die Wärmerückgewinnung, sondern vollständig durch den Bypass. Durch Veränderungen dieser Klappenstellungen zwischen „ganz geöffnet“ und „ganz geschlossen“ können beliebige Zwischenzustände eingestellt werden.

2.2 Aufbau von Rotationswärmeübertragern

Eine weitere Möglichkeit zur Wärmerückgewinnung in RLT-Geräten besteht im Einsatz von Rotationswärmeübertragern (Rotoren, Regeneratoren). Auch Rotoren sind Luft-Luft-Wärmeübertrager, die gegenseitig von der Außenluft und der Abluft durchströmt werden. Sie bestehen aus einer dünnen glatten und einer gewellten Folie aus Aluminium, Stahlblech oder Kunststoff, die um einen Kern gewickelt werden. Die Folien sind je nach Anwendung etwa 0,07 bis 0,12 mm stark, die Wellenhöhen betragen zwischen rund 1,4 bis 2,5 mm. Aus dieser Kombination entstehen große Oberflächen und große thermische Speichermassen zur Wärmeübertragung. Der Durchmesser des Rotors orientiert sich meist an den Innenabmessungen des RLT-Geräts, die Lagenhöhe und die Bautiefe des Rotors – und damit die Speichermasse – an der zu übertragenden thermischen Leistung.

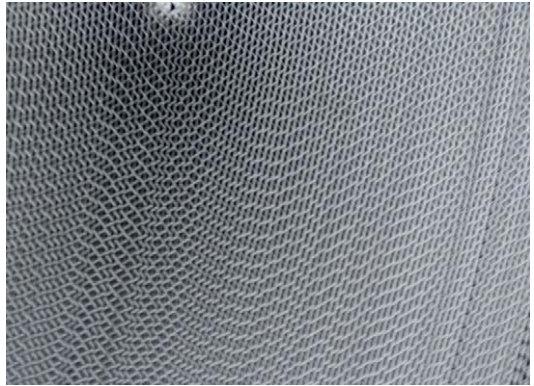


Abb. 2.13 und 2.14 Einsatz eines Rotationswärmeübertragers in einem RLT-Gerät (links) und rechts ein Detail der Rotorwicklung aus dünnen glatten und gewellten Aluminiumfolien/-blechen (Quelle: M. Stahl)

2.2.1 Rotationswärmeübertrager ohne ganzjährige Feuchteübertragung

Wenn ein solcher Rotor in ein RLT-Gerät eingesetzt wird, dreht er sich, angetrieben von einem kleinen Motor, mit etwa 8 bis 12 Umdrehungen pro Minute um seine horizontale Mittelachse. Dabei befinden sich, wie in Abbildung 2.15 dargestellt, die eine Hälfte des Rotors im Außenluft-Zuluft-Bereich (oben) und die andere Hälfte im Abluft-Fortluft-Bereich (unten).

Wie Abbildung 2.15 zeigt, gibt die den unteren Teil des Rotors durchströmende Abluft Wärme an die Rotorspeichermasse ab. Gelangt diese erwärmte Speichermasse durch die Drehung des Rotors wenig später in die kühle Außenluftzone (oben), gibt sie die aus der Abluft aufgenommene thermische Energie an die Außenluft ab, die dadurch erwärmt wird. Anschließend erreicht die nun abgekühlte Rotorspeichermasse wieder die Abluftseite, nimmt dort Wärme auf und der Prozess der Wärmeaufnahme und Wärmeabgabe startet erneut.

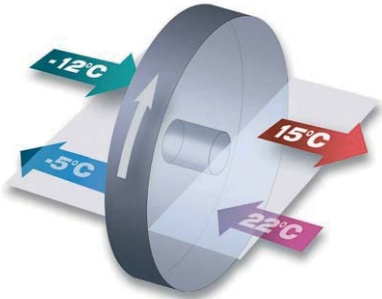


Abb. 2.15 und 2.16 Prinzipielle Darstellung der Wärmeübertragung in einem Rotationswärmeübertrager (Quelle: Klingenburg GmbH) und rechts ein Rotationswärmeübertrager mit Gehäuse zum Einbau in ein RLT-Gerät (Quelle: M. Stahl)

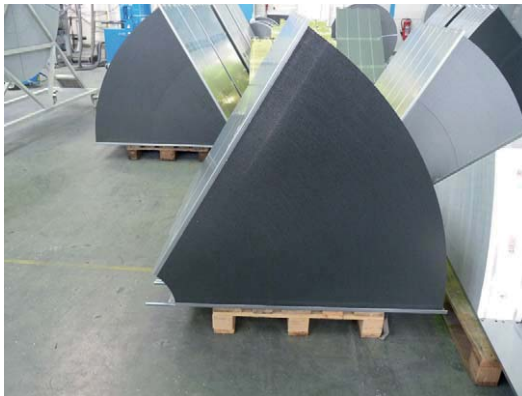


Abb. 2.17 Um den Transport zu vereinfachen, werden größere Rotoren mit Durchmessern ab etwa 2,5m im Herstellerwerk sehr exakt in zwei Hälften oder in mehrere Kreissegmente geschnitten. Diese werden dann später beim Hersteller des RLT-Geräts wieder zu einem kompletten Rotor zusammengesetzt. (Quelle: M. Stahl)