Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 95 (1977)
Heft: 21

Artikel: Wärmeaustauscher neuer Bauart
Autor: H.
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-73377

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 09.10.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Wärmeaustauscher neuer Bauart

Hinsichtlich Wärmeverluste sind viele Gebäude und Anlagen, die zu einer Zeit gebaut wurden, als Heizöl noch billig war, heute nicht mehr annehmbar. Angesichts der bekannten Vorräte der wichtigsten Energieträger (vor allem an fossilen Brennstoffen) muss nämlich versucht werden, Energie zu sparen, wo immer sich eine Möglichkeit bietet. Im Vordergrund aller Bemühungen stehen *bessere Isolierung der Gebäude,* und wenn möglich, der *Einbau von Wärmerückgewinnungsanlagen.* Wärmeaustauscher sind ausgezeichnete Mittel zur Rückgewinnung von Abwärme und damit zum Einsparen der immer teurer werdenden Energie. Bei den Wärmeaustauschern ist zwischen Regenerativ- und Rekuperativ-Austauschern zu unterscheiden.

Für den Benützer solcher Apparate stellt sich die Frage, welches System für eine Anlage das geeignetere ist. Beim *Regenerator* wird das Wärme abgebende Fluid abwechselnd durch den, eine Speichermasse darstellenden Apparat, geleitet. Dieser gibt die gespeicherte Wärme an das nachher durchgeleitete kältere Medium ab. Es handelt sich um einen Austauscher, bei dem Wärme *und* Feuchtigkeit ausgetauscht werden. Bei diesen Austauschern liegt der Wirkungsgrad sehr hoch. Er ist wie folgt definiert:

$$\gamma = \frac{\text{Enthalpie Aussenluftaustritt} - \text{Enthalpie Aussenlufteintritt}}{\text{Enthalpie Fortlufteintritt} - \text{Enthalpie Aussenlufteintritt}}$$

Die *rekuperativen* Wärmeaustauscher bieten im gegensatz zu den regenerativen eine vollständige Trennung der Luftströme. Die Feuchtigkeit wird in diesem Fall *nicht* ausgetauscht. Der Wirkungsgrad ergibt sich aus:

$$\gamma = \frac{\text{Temp. Aussenluftaustritt} - \text{Temp. Aussenlufteintritt}}{\text{Temp. Fortlufteintritt} - \text{Temp. Aussenlufteintritt}}$$

Wärmeaustauscher funktionieren auf dem einfachen physikalischen Prinzip der Wärmeübertragung (Wärmeleitung und Wärmeübergang), durch die eine Wärmemenge zwischen verschiedenen Körpern (Medium) transportiert wird. Die Konstruktion geeigneter Wärmetauschapparate ist trotzdem nicht so einfach und deren dauernde Verbesserung das Ziel der damit beschäftigten Konstrukteure.

Röhrenwärmeaustauscher

Wesentliche Vorteile bietet der vorwiegend in der Klimatechnik verwendete rekuperative Röhren-Wärmeaustauscher (Bild 1). Durch entsprechende Auslegung und Installation ermöglicht es dieser Röhrenwärmeaustauscher, rund 60 Prozent der sonst ungenützt an die Atmosphäre abgegebenen Wärmeenergie, ohne nennenswerte Kostensteigerung nochmals zu verwerten. Seine Heizfläche besteht aus dünnwandigen Kunststoffrohren. Die Rohre werden mit Muffen in der Deck- und Bodenplatte befestigt. In der, in der unteren Bodenplatte festgeklemmten Muffe, sitzt das Rohr mit einem leichten Schiebesitz. Die obere Muffe führt das Rohr innen und aussen. Somit ist, obwohl sich das Rohr leicht verschieben lässt, immer eine Abdichtung und Trennung der beiden Luftströme gewährleistet. Durch die leichte Verschiebbarkeit der Rohre in der oberen Muffe werden die Wärmeausdehnungen aufgenommen und es können keine Spannungen auftreten (Bild 2). Bei Rohrlängen von zwei Metern und mehr wird ein Zwischenboden zur Stabilisierung der Rohre eingebaut.

Der Wärmeaustauscher besteht aus einzelnen Blöcken (Elementen), die aus Montage- und Transportgründen nicht all zu gross gebaut werden. Sie lassen sich sehr rasch zusammenstellen. Die Abdichtung zwischen den Elementen erfolgt mit einem Dichtungsband, dessen Material sich nach der Luftzusammensetzung richtet. Die Verschalungsbleche aus galvanisiertem Blech werden mit 12,5 mm Mineralwollematte isoliert, um Schwitzwasserbildung zu vermeiden. Um das anfallende Kondensat abführen zu können, ist in jedem Element ein Rohr aus rostfreiem Stahl in die obere Platte eingeschweisst.

Angepasste Materialien

Bis zu einer Temperator von 90 °C werden Kunststoffrohre verwendet. Das PVC-Rohr mit einer Einsatzgrenze von 60 °C wird nach Möglichkeit dem Polypropylen-Rohr vorgezogen. Es hat einen kleineren Ausdehnungskoeffizienten und ist in der Brandklasse 5 eingeordnet. Die etwas geringere Wärmeleitfähigkeit fällt kaum ins Gewicht.

Polypropylen wird bei Temperaturen bis 90 °C verwendet. Die Beständigkeit gegenüber chemischen Lösungen in der Abluft kann ebenfalls die Verwendung dieses Kunststoffes notwendig machen. Für höhere Temperaturen werden Stahl- oder CrNi-Stahlrohre verwendet und diese mit den Platten verschweisst. Die Winkel sowie die Seitenbleche sind so ausgebildet, dass sie die bei höheren Temperaturen auftretenden Ausdehnungen der Rohre ohne Spannungen aufnehmen können.

Beeinflussung des Wärmedurchganges

Laborversuche ergaben bei Durchsatz-Geschwindigkeiten von 7 bis 7,5 m/s durch und 5 bis 5,5 m/s um die Rohre, trockene k-Werte von rund 18 kcal/°C m²h. Bei Röhrenaustauschern mit 40 Rohrreihen ergeben diese Geschwindigkeiten bei einer Umlenkung des Fortluftstromes einen Druckverlust auf beiden Seiten von ca. 20 bis 25 mm WS. Unter der Berücksichtigung der Kondensation sowie des besseren Wärmeübergangs bei feuchter Rohrwand erhöht sich der Wärmedurchgang beträchtlich.

Eine Möglichkeit, den *Wärmeübergang zu erhöhen,* besteht im *Einbau von Wirbelkörpern.* Durch die Umlenkung der Luft erhöht sich die Geschwindigkeit und es bildet sich eine Wirbelstrecke aus. Daraus resultiert ein beachtlicher Anstieg des Wärmedurchganges. Nach einer Strecke von 25 bis 30 × D hat sich die Strömung beruhigt. Um den Effekt zu wiederholen, lassen sich auch mehrere Drallkörper im Abstand 30 × D einbauen. Mit der Zunahme der Geschwindigkeit wächst auch der Druckverlust auf der Fortluftseite. Anderseits werden durch Verkleinerung der Heizfläche weniger Rohrreihen in Frischluftrichtung benötigt und somit der Druckverlust auf der Frischluftseite gesenkt.

Der Sulzer-Röhrenaustauscher eignet sich besonders für *extreme Bedingungen* dank der vollständigen Trennung der beiden Luftströme, bei bakteriell verseuchter und giftiger, öliger oder fetthaltiger Fortluft, starkem Staubanfall, bei grosser Einfriergefahr und für Befeuchtung. Seine bevorzugten Einsatzgebiet sind: Hallenbäder, Labors, Küchen, Textilindustrie, Papiermaschinen, Lebensmittelindustrie, Giessereien, Galvanikbetriebe, Trocknungsprozesse (Bild 3).

Der Röhrenaustauscher kann *im Sommer als Kühler* verwendet werden. Die Kühlwirkung kann in diesem Anwendungsfall durch zusätzliche Befeuchtung der Fortluft noch vergrössert werden. Es geht dabei darum, das Temperaturgefälle zwischen warmer Aussen- und kühlerer Fortluft weiter zu erhöhen.

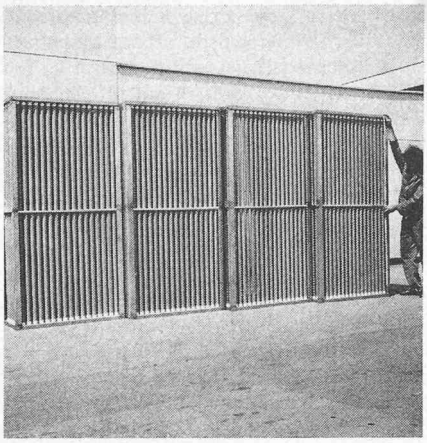

Bild 1. Vier Elemente des Röhrenwärmeaustauschers für die Wärmerückgewinnungsanlage der Klimazentrale in der Universität Zürich Strickhof mit 144 Elementen

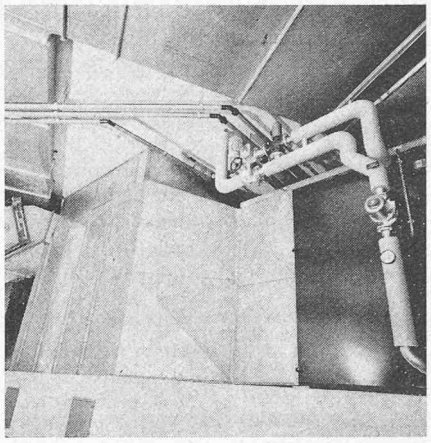

Bild 2. Befestigung der Kunststoffrohre ⌀ 40 mm mit Muffen in der Deckplatte des Röhrenwärmeaustauschers

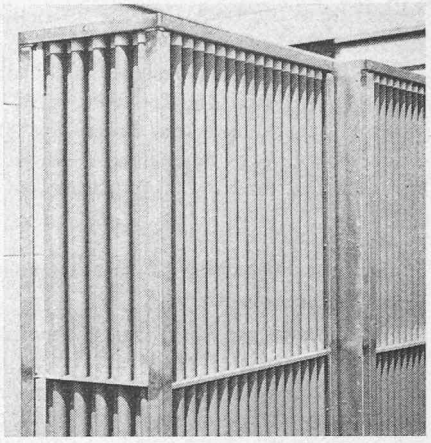

Bild 3. Luftaufbereitungszentrale mit eingebautem Röhrenwärmeaustauscher im Hallenbad Winterthur

Geringe Einfriergefahr der Röhrenaustauschern

Der Sulzer-Röhrenaustauscher hat eine *relativ geringe Einfrierneigung*. Bis zu Frischlufttemperaturen von —15 °C besteht kaum Ein- bzw. Zufriergefahr, wenn die Kälteperiode kürzer als 30 Stunden ist. Versuche mit einem durchsichtigen Polyäthylenrohr haben gezeigt, dass die Einfriergrenze sehr stark abhängig von den Wärmeübergangszahlen und damit von den Geschwindigkeiten der Fortluft ist. Es wurde mit Temperaturen bis —25 °C im Kühlraum, der die Frischluftseite darstellt, gefahren.

Während der Versuchsdauer wurden nur die Eintrittsluftzustände konstant gehalten. Die mit zunehmender Vereisung einsetzende Abluftstromdrosselung wurde nicht kompensiert. Dadurch wurde die geringere Luftmenge noch stärker ausgekühlt und das Rohr konnte völlig zufrieren. Daraus lässt sich der Schluss ziehen: wenn die Rohrwandinnentemperatur über eine längere Zeitperiode kleiner als 0 °C ist, tritt eine völlige Vereisung ein. Auf Grund der Messungen lässt sich abschätzen, bis zu welchen Luftzuständen bzw. Geschwindigkeiten keine Betriebsstörungen durch Einfrieren für den Sulzer-Röhren-Wärmerückgewinner zu erwarten sind.

Die Dauer bis zum völligen Zufrieren hängt wesentlich von der Ventilatorkennlinie ab. Mit zunehmender Steilheit verlängert sich die Zufrierdauer. Die ermittelten Zeiten zwischen 30 und 40 Stunden bis zum völligen Zufrieren, ergaben sich durch die nicht regulierte Abluftdrosselung, wobei es sich zeigte, dass der Beginn sehr lange hinausgezögert wird und erst in den letzten sieben Stunden das Zufrieren erfolgt.

Um das Verhalten der Rohre bei völligem Zufrieren zu erkennen, wurden PVC + PP-Rohre mit Wasser gefüllt, beidseitig verschlossen und bei —20 °C in eine Tiefkühltruhe gelegt. Beide Rohre waren nach dem Auftauen unbeschädigt.

H.

Umschau

Der Goldfund von Erstfeld

Es gibt noch Märchen: beim Abräumen von Schutt kann man ganz einfach einen Goldschatz finden, wenn man von einer guten Fee protegiert wird. Am 20. August 1962 sind bei Strassenarbeiten bei Erstfeld unter hoher Verschüttung frühkeltische Goldarbeiten ersten Ranges von etwa 400 vor Christus aufgetaucht und von den ehrlichen italienischen Arbeitern dem Landesmuseum übergeben worden, das sie anständig dafür entschädigt hat. Das verdient vorausgeschickt zu werden, denn Goldfunde sind stets in höchster Gefahr, von den ahnungslosen Findern kurzerhand eingeschmolzen zu werden, obwohl ihr Kunstwert den Goldwert jeweils weit überstiegen hätte.

Es handelt sich um vier mit phantastischen halb menschlichen halb tierischen Fabelwesen reich ornamentierte Halsringe, bestehend aus je zwei zusammengenieteten Schalen aus getriebenem Gold, und drei ebensolche Armringe – alle «fabrikneu» sozusagen. Sie sind nun sehr schön publiziert, mit naturgrossen farbigen Abbildungen und vorzüglichen Zeichnungen in

René Wyss: «Der Schatzfund von Erstfeld, frühkeltischer Goldschmuck aus den Zentralalpen» (Archäologische Forschungen unter dem Patronat des Schweiz. Landesmuseums Zürich, Verlag der Gesellschaft für das SLMZ, 1975, 68 Seiten 28 × 22,5 cm, 8 Farbtafeln, 23 Abb.

Ein kleiner Einwand sei erlaubt: entgegen dem Text hätte ich Bedenken, den Kopf am Halsring Nr. 4 (Abb. 14–16) als Stierkopf zu bezeichnen. Erstens fehlen ihm die für den Stier doch signifikanten Hörner in der Stirne – die kleinen, sich einrollenden (!) Zäpfchen am Hinterkopf scheinen zum Halsband zu gehören – jedenfalls sind es keine Stierhörner. Zweitens hat der Stier keine Locken auf der Stirne, sondern kurzes Kraushaar, während einem Pferd sehr wohl Locken der Mähne über die Stirn fallen können (so Ilias XIX Vers 407 b). Drittens hat der Stier grosse runde, seitlich abstehende Ohren und nicht kleine, spitze aufrechtstehende wie der Erstfelder Kopf: der ist trotz seiner Gedrungenheit ein Pferdekopf.

Wie hoch stehen diese keltischen Arbeiten an ornamentalem Esprit über den rund ein Jahrtausend jüngeren «langobardischen» Flechtwerkplatten, die heute in kuriosem Eifer von anthroposophischer Seite zu unerhörten Meisterwerken emporgelobt werden!

P. M.

USA verdoppeln Etatmittel für Kernfusion

Die USA wollen die Mittel zur Erforschung der Kernfusion in den nächsten zwei Jahren von 167 Millionen Dollar (1976) auf 363 Millionen Dollar (1978) aufstocken. Von dieser Ankündigung eines Sprechers der amerikanischen Energiebehörde ERDA berichtet die Fachzeitschrift «Umschau in Wissenschaft und Technik» (Frankfurt).

Der für die Fusionsforschung bei der ERDA zuständige Abteilungsleiter Kintner hatte bei einem Besuch im Max-Planck-Institut für Plasmaphysik in Garching bei München