

Übertragungsgrad ist ganzheitlich zu betrachten

Eine Erwiderung

Der folgende Beitrag bezieht sich auf eine Veröffentlichung in der HLH vom August dieses Jahres [1], die wiederum eine Reaktion auf einen Beitrag unseres Autors in der Februarausgabe der HLH [2] und anderen Publikationen ist. Zur Debatte steht dabei der Übertragungsgrad von Kreuzstrom-Plattenwärmeübertragern in der Raumluftechnik in Bezug auf die Forderungen der EU Verordnung ab 2016.



Bild 1

Kreuzstromformen: links unvermischter Kreuzstrom durch Lamellen geführt – rechts quervermischter Kreuzstrom mit Abstandshaltern ohne Stromführung

Die Herleitungen in [1] basierend auf den Ausführungen des VDI Wärmeatlas (WA) sind selbstverständlich korrekt. Allerdings kann ich die Schlussfolgerungen aus den Herleitungen und die hieraus abgeleiteten Quintessenzen in Bezug auf meine Veröffentlichungen nicht nachvollziehen.

Autor



Prof. Dr.-Ing. Christoph Kaup, Brücken, Honorarprofessor der Hochschule Trier, Umweltcampus Birkenfeld, für Energieeffizienz und Wärmerückgewinnung. Geschäftsführender Gesellschafter der HOWATHERM Klimatechnik GmbH. Mitglied in verschiedenen Normungsgremien sowie Richtlinienausschüssen und am Erarbeitungsprozess der Durchführungsverordnung EU 1253/2014 beteiligt.

Denn in der Praxis existieren sowohl Kreuzstromwärmeübertrager mit quervermischten, als auch mit unvermischten Stromformen (siehe Bild 1). Somit ist die Aussage „in der Raumluftechnik würden immer nur Kreuzstromformen ohne Quervermischung verwendet und es gäbe weder ein- noch beidseitige Quervermischung“ schlicht falsch.

Auch die Aussage: „Zur Quervermischung wären beim Kreuzstrom-Plattenwärmeübertrager in einem (einseitig) oder in beiden (beidseitig) Strömen zusätzliche Einbauten nötig.“ ist völlig unsinnig. Vielmehr werden entsprechende Einbauten verwendet, um die Strömung an einer Mischung zu hindern (siehe Bild 1 links und Bild 2a). Zwischen den Fluidströmen findet gerade keine Quervermischung statt, wenn bei Plattenwärmeübertragern beide Ströme z. B. durch Lamellen geführt werden. Unter der Quervermischung ist laut Definition ein Stoff- und/oder Wärmeaustausch eines Fluids quer zu seiner Strömungsrichtung zu verstehen.

Zitat VDI WA: „Während bei den Rohr-

bündelwärmeübertragern für alle Stromführungen in jedem Durchgang vollständige Vermischung quer zur Strömungsrichtung angenommen wird, ist bei den Kreuzstromwärmeübertragern auch der Grenzfall eines überhaupt nicht quervermischten Stromes von Bedeutung... „

Zwischen den beiden Grenzfällen eines vollständig unvermischten und eines vollständig quervermischten Kreuzstrom existiert natürlich eine Vielzahl von teilweise quervermischten Strömungsformen. Der tatsächliche Grad der Quervermischung ist dabei auch von der Breite, Länge und Plattenabstand und von den Strömungsgeschwindigkeiten im Wärmeübertrager abhängig und in der Praxis selten bekannt. Aus diesem Grund empfiehlt der VDI WA Zitat: „Da durch Quervermischung (in einem Durchgang) die thermische Leistung erniedrigt wird, liefert die Rechnung mit vollständiger Quervermischung Ergebnisse auf der sicheren Seite (siehe VDI WA Ca 8).“

Aus den genannten Gründen muss die Aussage: „Es gibt mehrere Gründe, keine quervermischten Plattenübertrager in der Raumluftechnik einzusetzen. Die notwendigen Einbauten erhöhen Druckverlust und Kosten, der Temperaturänderungsgrad wird im Vergleich zum reinen Kreuzströmer aber reduziert.“ als irreführend bewertet werden, da gerade im quervermischten Wärmeübertrager keine Einbauten erforderlich sind und damit kein Druckverlust erhöht wird (siehe Bild 1 und 2).

Um meine Aussagen in den genannten Publikationen wissenschaftlich korrekt darzustellen, habe ich explizit auf die „ungünstigere“ Stromform mit dem Hinweis einer möglichen Verbesserung hingewiesen. Kaup: „Bei einem quervermischten Kreuzstrom sind Übertragungsgrade über 57 % nur mit zusätzlichen Gegenstromanteilen physikalisch realisierbar.“

Diese Aussage ist nach wie vor richtig und wird durch die Aussagen des nun vorliegenden Artikels durch Prof. Strelow und Hotz bestätigt. Zitat: „So sind mit dem beidseitig quervermischten Übertrager maximal nur knapp 57 % erreichbar.“

Und weiter: „Die bisherigen Ableitungen können mit einem Korrekturfaktor F sozusagen auf den Gegenströmer normiert werden.“

Sowie: „Der Korrekturfaktor F hängt von der Stromführung und von $N(TU)$ ab:“

Demnach können Übertragungsgrade über 57 % nur mit höheren Gegenstromanteilen und damit höheren „Korrekturfaktoren“, also einer Annäherung an den optimalen Gegenstrom erreicht werden.

Unabhängig von der rein akademischen Diskussion über das prinzipielle Erreichen von Übertragungsgraden, die nach der EU Verordnung EU 1253/2014 ab 2016 gefordert werden, verkennen die Autoren, dass es keine isolierte Frage ist, ob die Übertragungsgrade überhaupt und irgendwie erreicht werden können, sondern ob die Übertragungsgrade bei gleichzeitig niedrigen Differenzdrücken erreichbar sind, und dies insbesondere bei Strömungsgeschwindigkeiten und daraus resultierenden Abmessungen der Komponenten, die in einem üblichen und noch vertretbaren Rahmen liegen.

In diesem Zusammenhang sind in Raumluftechnischen Geräten notwendige Leerkammern zur Anströmung von Plattenwärmeübertragereinheiten zu berücksichtigen. Auch muss die notwendige thermische Umgehung (Bypass) nach EU 1253/2014 vorgesehen werden (siehe Anhang III der Verordnung).

Am Rande sei erwähnt, dass die Verordnung auch nicht für Plattenwärmeübertrager, sondern für RLT-Geräte gilt. Und diese müssen letztlich den elektrischen Grenzwert des SFPint einhalten. Ein WRG Hersteller kann daher einen PWÜ nicht isoliert betrachten, sondern muss ihn in Kombination mit dem RLT-Gerät beurteilen.

Aber zu diesem Punkt schweigen sich die Autoren aus.

Hinzu kommen die Fragen zur Hygiene in Raumluftechnischen Anlagen, die zwingend zu berücksichtigen sind.

Um die hohen Übertragungsgrade überhaupt erreichen zu können, werden wie im Artikel dargestellt, entsprechende große NTU-Werte benötigt. Das setzt Lamellenabstände von 2 bis 3,5 mm der Eurovent zertifizierten Plattenwärmeübertrager voraus. Dazu ein Zitat aus der VDI 6022 B. 1

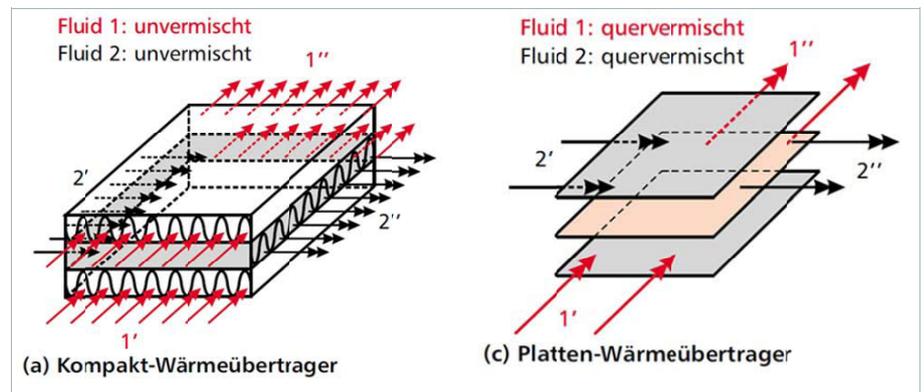


Bild 2

Kreuzstromformen aus: Rudi Marek, Klaus Nitsche Praxis der Wärmeübertragung Grundlagen – Anwendungen – Übungsaufgaben

Bilder: Howathern

„4.3.16 Wärmeübertrager

Allgemeine Anforderungen

Wärmeübertrager sind so zu gestalten, dass sie nicht zu stark verschmutzen, möglichst einfach zu reinigen und gegebenenfalls zu desinfizieren sind. Daraus lassen sich folgende Empfehlungen ableiten:

□ Die luftberührten Oberflächen sollen technisch glatt und korrosionsbeständig sein.

□ *Der Lamellenabstand soll dem zu erwartenden Staubgehalt angepasst werden.*

□ ...

□ *Je nach Lamellenabstand und Reinheit der Luft ist die Bautiefe in Luftrichtung derart zu begrenzen, dass eine vollständige und durchgängige Reinigung mit handelsüblichen Hilfs- und Betriebsmitteln noch einfach möglich ist, gegebenenfalls muss der Wärmeübertrager geteilt ausgeführt werden.“*

Ein weiteres Zitat aus der VDI 3803 Blatt 1

„5.2.6 Wärmerückgewinnung

...

Bei Plattenwärmeübertragern und Rotoren gelten die Bedingungen sinngemäß. *Plattenwärmeübertrager ab einer Bautiefe von 900 mm bezogen auf einen Lamellenabstand von 4 mm sind bezüglich der Reinigbarkeit besonders auszuführen, z. B. geteilte Ausführung. Bei größeren Lamellenabständen kann die zulässige Bautiefe proportional und linear größer gewählt werden.“*

Auch diesen Punkt greifen die Autoren nicht auf.

Letztlich freue ich mich aber, dass das Thema nun intensiv diskutiert wird, da wir als Gerätehersteller ab 2016 die EU-Verordnung mit Leben füllen müssen und bis dahin tragfähige Lösungen benötigen, die auch die Anforderungen an die Hygiene berücksichtigen.

Der gegebene Ausblick der Autoren: „Die geforderten Werte werden bereits mit heutigen Übertragern erreicht, ja sogar übertroffen. Es ist zu erwarten, dass in Zukunft die Temperaturänderungsgrade weiter ansteigen werden. Die Berechnung als reiner Kreuzströmer zeigt auf, was möglich ist.“ ist wenig hilfreich und kann nur mit der Feststellung kommentiert werden, dass bei unendlich großem NTU theoretisch sogar ein Übertragungsgrad von 100 % möglich ist, aber leider nur bei unendlich hohem Druckabfall und zu unendlich hohen Kosten. Und gerade diese Gesetzmäßigkeit macht deutlich, dass der Übertragungsgrad immer im direkten Zusammenhang mit dem Differenzdruck und der Einbausituation im RLT-Gerät, also ganzheitlich zu betrachten ist.

Literatur

[1] Hotz, R.; Strelow, O.: Zur Berechnung des Kreuzstrom-Plattenwärmetauschers in der Raumluftechnik. HLH Bd. 66 (2015) Nr. 8, S. 37-38.

[2] Kaup, Ch.: Die neue Ökodesign-Richtlinie in der EU. HLH Bd. 66 (2015) Nr. 2, S. 34-38.