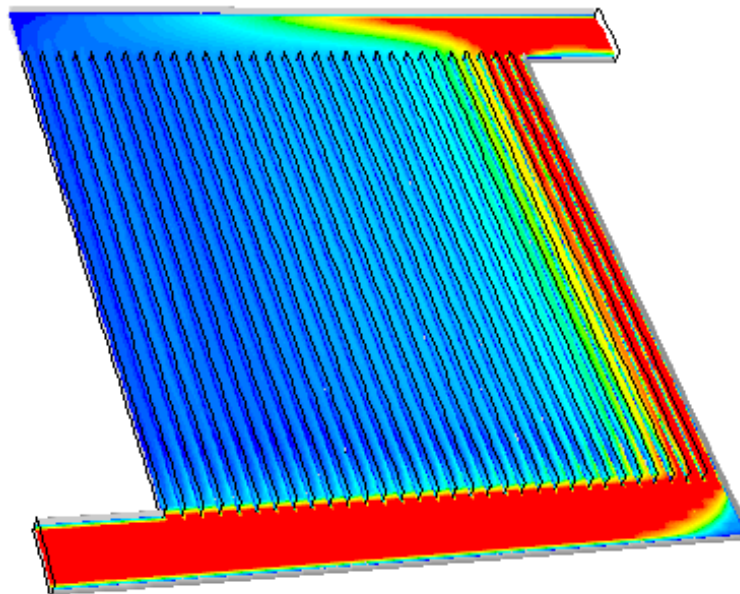




Wärmetauschoptimierung

mit CFD-Simulation



Axel Müller - HTCO
Rabenkopfstr. 4 • D - 79102 Freiburg
Telefon +49 761 409 88 83 • Fax +49 761 409 88 81 • mail@cf-d-fem.com
www.cfd-fem.com



VON DER NOTWENDIGKEIT ZU OPTIMIEREN

Bei **stetig steigenden Energiekosten** und zunehmendem Umweltbewusstsein erhöhen sich die Ansprüche an die Effizienz von Wärmetauschern erheblich. Gleichzeitig findet in vielen Industriebereichen eine Miniaturisierung der Produkte und Anlagen statt.

Beim klassischen Wärmetauscher wird die Menge der übertragenen Wärme immer proportional zur Fläche gesehen, was dem **Trend der Miniaturisierung** widerspricht. Zudem resultieren verkleinerte Tauschergehäuse bei gleichzeitig vergrößerten Flächen im Allgemeinen in einer Erhöhung des Druckverlustes und somit in steigendem Energiebedarf. Entwickler stehen nun vor der schwierigen Aufgabe, zwischen diesen Faktoren abzuwägen, um ein optimales Produkt zu konstruieren.

VON DEN MYTHEN DES WÄRMEÜBERGANGS

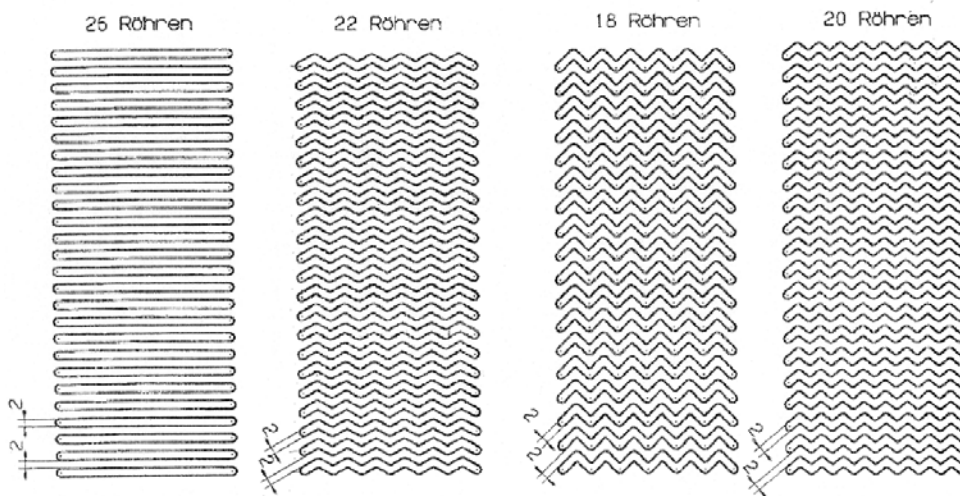
Fläche bringt Leistung? Leitfähigkeit bringt Leistung?

Grundsätzlich wird davon ausgegangen, dass die Wärmeleitfähigkeit und die Tauscherfläche gemäß der Formel $Q = k \cdot A \cdot \Delta T$ die beiden bestimmenden Faktoren sind.

Bei genauerem Hinsehen stellt man jedoch fest, dass der Faktor k nicht nur die Wärmeleitfähigkeit, sondern gleich zweimal die **Wärmeübergangskoeffizienten α** der beiden Medien enthält.

Diese beiden Koeffizienten werden aber von der jeweiligen Strömungssituation, d.h. von der Geschwindigkeit und der Form der Oberfläche, bestimmt. Zusätzlich kann auch nur der Anteil der absoluten Flächen ‚wirken‘, der effektiv überströmt wird.

FLÄCHE = LEISTUNG ?



Gesucht wird ein **Tauscher mit möglichst hoher Leistung bei geringem Druckverlust**. Dazu stehen folgende Varianten mit unterschiedlicher Röhrenform und -anzahl zur Verfügung. Um langwierige Diskussionen und Testreihen zu vermeiden wurden die **Designentwürfe mittels CFD untersucht**.



Variante	DP (mbar)	Q_{Kanal} (W)	Q_{ges} (W)	Geometrie
Form 1	1.1	400	4600	
Form 2	31.0	815	8150	
Form 3	66.5	920	7200	
Form 4	15.8	630	5500	

Erwartungsgemäß hat Form 1 die niedrigste Leistung bei geringstem Druckverlust. Erstaunlich ist allerdings, dass Form 4 **trotz größerer Fläche einen geringeren Wärmetransport** als Form 2 leistet. Das liegt an der ungünstigen Strömung: Man kann deutlich die **Jetbildung** in der Mitte erkennen und somit bleiben große Teile der Fläche unwirksam.

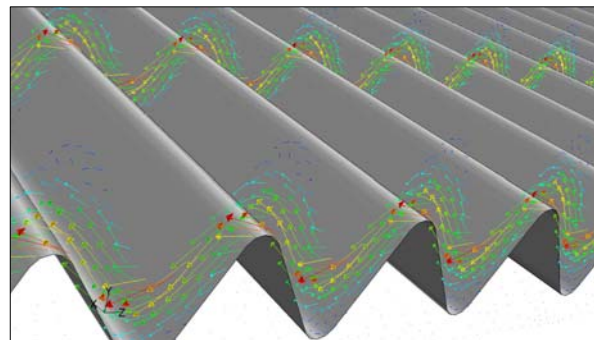
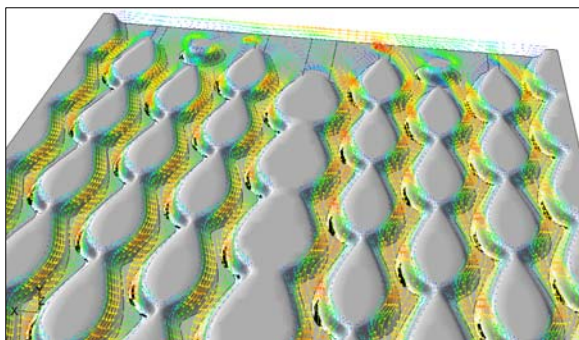
Form 2 hat den zusätzlichen Vorteil, dass mehr Einzelröhren in den Bauraum gesetzt werden können und somit die Gesamtleistung, sogar jene von Form 3 übersteigt.

VON DER MACHT DES DESIGNS

Das bedeutet, dass der Wärmeübergang maßgeblich von der Strömung an der Oberfläche und damit von der Form der Tauschergeometrie bestimmt wird.

Um Geometrien strömungsmäßig optimieren zu können, muss der Verlauf der Strömung bis aufs kleinste Detail bekannt sein. Solche Erkenntnisse können nicht mit experimentellen Methoden bestimmt werden. Hier liefert eine CFD-Strömungsanalyse entscheidende Vorteile: Unter Einbezug aller Parameter zeigt sie Strömungseffekte im Detail, d. h. **Wirbelbildung und Totzonen** entlang der Grenzschichten.

GEOMETRIE-INNOVATIONEN



Die 3-D Geschwindigkeitsvektoren aus der CFD-Simulationen zeigen deutlich die Schwachstellen und Potentiale des Designs

Somit wird CFD zum einzigartigen Instrument um Schwachstellen im System aufzuzeigen. Denn nur durch **Kenntnis und Analyse der Schwachstellen** können Optimierungspotentiale offengelegt werden.



Die oben angesprochene Bedeutung der Wärmeübergangskoeffizienten α lässt nur einen Schluss zu:

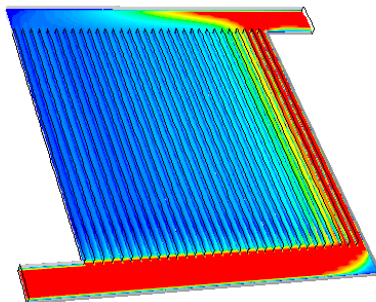
Um die Leistungsgrenze heutiger Wärmetauscher maßgeblich zu erhöhen, muss die Beziehung von Design und Strömung umgekehrt werden. Nicht mehr die Strömung hat dem Design zu folgen, sondern das Design unterliegt der optimalen Strömungsführung.

VON DER RICHTIGEN ANSTRÖMUNG

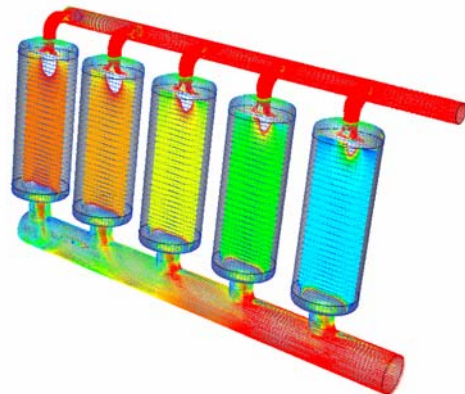
Für ein hocheffizientes Produkt müssen nicht nur die Tauscherkonturen selbst, sondern auch deren Anströmung optimiert werden. Ein nicht **optimal angeströmter Tauscher** kann nicht seine volle Leistung erbringen.

Dazu müssen **Zulaufgeometrie und Einsatzparameter** exakt auf einander abgestimmt werden, was durch CFD-Simulation erreicht und zeit- und kostengünstig virtuell getestet werden kann.

ANALYSE DER MEDIENVERTEILUNG



Strömungsverteilung innerhalb eines Plattentauschers
(2-D Geschwindigkeitsverteilung)



Strömungsaufteilung auf mehrere Tauscher
(2-D Geschwindigkeitsvektoren)

WER WIR SIND

Dr. Axel Müller – HTCO ist ein Unternehmen, das sich auf numerische Simulation (CFD) von Flüssigkeits- und Gasströmungen, sowie Temperaturberechnungen spezialisiert hat. Aufgrund unserer **20-jährige Expertise** auf diesem Gebiet konnten wir schon einigen Firmen aus dem Gebäude- und Städtebau helfen, ihre Vorhaben energie- und sicherheitstechnisch zu optimieren.

Durch gezielte Untersuchungen der Strömungs- und Wärmeverhältnisse innerhalb von Gebäuden, Räumen oder Städten konnten neue Erkenntnisse gewonnen und **innovative Lösungen** gefunden werden.

Auf unserer Homepage www.cfd-fem.com finden sie weitere Informationen, Projektbeispiele, sowie Fachartikel über Simulation.

