

Strömung und örtlicher Wärmeübergang in Plattenwärmeaustauschern*

Hans-Peter Ladwig und Helmut Reuter**

In der Lebensmittelindustrie werden zum schnellen Erwärmen und Abkühlen flüssiger und thermisch empfindlicher Produkte, zum Zwecke des Pasteurisierens oder Sterilisierens bevorzugt Plattenwärmeaustauscher eingesetzt.

Die Qualität des wärmebehandelten Produkts ist primär von der angestrebten Zeit/Temperatur-Behandlung abhängig. Daneben ist

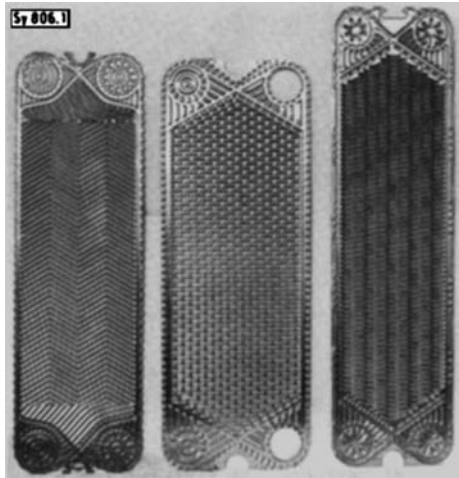


Abb. 1. Wärmeaustauscherplatten mit Fischgrätenmuster (links), mit unterbrochenem Waschbrettmuster (Mitte) und gewelltem Waschbrettmuster (rechts).

aber auch die Gestaltung der Austauschplatte von Einfluß. Die Konstruktionsmerkmale bestimmen die Ausbildung der Strömung zwischen den Platten, das Verweilzeitverhalten und den Wärmeübergang. Das Ziel experimenteller Untersuchungen war es, diesen konstruktionsspezifischen Einfluß auf die genannten Parameter zu erfassen. Zu diesem Zweck wurden von den zu untersuchenden Wärmeaustauscherplatten durchsichtige originalgetreue Abgüsse angefertigt, die paarweise unter Zwischenlegung einer Originalabdichtung verschraubt, den Versuchspalt bildeten (Abb. 1).

Experimentell ermittelt wurden die Strömungsprofile, das Verweilzeitverhalten und der örtliche Wärmeübergang im Plattenspalt bei verschiedenen Volumenströmen.

Um die Auswirkung der Plattenprofilierung auf die Strömung sichtbar zu machen, konnte der Volumenstrom vor Eintritt in den Plattenspalt angefärbt werden. Während des Versuchs wurde die im Plattenspalt entlangwandernde angefärbte Strömungsfront mit einer

Registrierkamera in kurzen Zeitintervallen aufgenommen. Die Strömungsprofile weisen auf eine gleichmäßige Geschwindigkeitsverteilung über die Breite der Profilplattenoberflächen hin (Abb. 2).

Bei zwei der untersuchten Plattentypen kann in unmittelbarer Nähe der seitlichen Plattenabdichtung ein verstärktes Voraneilen des Flüssigkeitsstroms festgestellt werden. Dieser Kanaleffekt beeinflusst das Verweilzeitverhalten des durchströmten Plattenspalts ebenso wie die Anordnung der Ein- und der Austrittsöffnungen der Wärmeaustauscherplatten für den Volumenstrom sowie die Profilgestaltung im sog. Verteilerbereich, der sich unmittelbar an die Ein- bzw. Austrittsöffnungen anschließt. Über die Wandschubspannung als leicht meßbaren Strömungsparameter wurden Heißfilmsonden in einer ebenen Kanalströmung geeicht und anschließend in die profilierten Oberflächen der nachgebildeten Wärmeaustauscherplatten bündig eingelassen. Es war nun möglich, in Anlehnung früherer

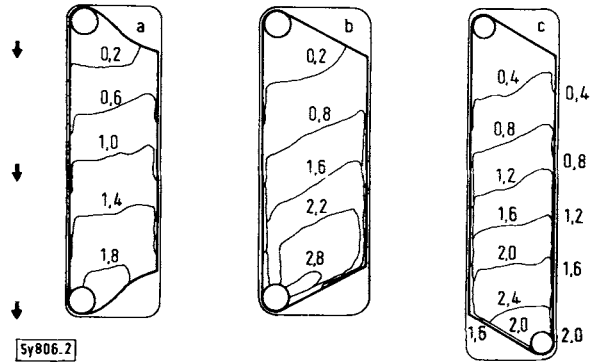


Abb. 2. Strömungsprofile bei abwärtsgerichteten Volumenströmen. Plattentyp a mit Fischgrätenmuster, b mit unterbrochenem Waschbrettmuster, c mit gewelltem Waschbrettmuster, $\dot{V} = 3000 \text{ l/h} \cdot \text{Plattenspalt}$.

Arbeiten [1, 2] äquivalente, auf den glatten Kanal zu beziehende Nußelt-Zahlen zu bestimmen, die ihrerseits den örtlichen Wärmeübergang im profilierten Plattenspalt charakterisieren. Obwohl die örtlichen Bedingungen des Wärmeübergangs, die durch die Plattenkanalgeometrie festgelegt sind, variieren, können im Mittelfeld der Platten, über die vollen Breiten der Platten gleiche Wärmeübergangskoeffizienten bestimmt werden. Für die Praxis bedeutet das, daß die thermische Behandlung von Produkten über die Breiten der untersuchten Platten sehr gleichmäßig ist.

Eingegangen am 17. Oktober 1979

[1] Geremia, J.: Dissertation, George Washington University 1970.
 [2] Koch, R.: Druckverlust und Wärmeübergang bei verwirbelter Strömung. VDI-Forschungsheft Nr. 469.

Schlüsselworte: Plattenwärmeaustauscher, Strömung, Verweilzeitverhalten, örtlicher Wärmeübergang, Heißfilmsonde.

* Vortrag auf dem Jahrestreffen der Verfahrens-Ingenieure, 26. bis 28. Sept. 1979 in Nürnberg.

** Dipl.-Troph. H.-P. Ladwig (Vortragender) und Prof. Dr.-Ing. H. Reuter, Institut für Verfahrenstechnik der Bundesanstalt für Milchwirtschaft, Hermann-Wergmann-Str. 1/27, 2300 Kiel.

Das vollständige Manuskript dieser Arbeit umfaßt 17 Seiten mit 11 Abbildungen und 2 Literaturziten. Es ist als Fotokopie oder Mikrofiche MS 780/80 erhältlich. Eine Bestellkarte finden Sie am Schluß dieses Heftes.