

Prom. Nr. 2801

**Stoffaustausch zwischen Rieselfilm  
und gegenströmendem Dampf  
bei Zweistoffgemischen**

Von der  
Eidgenössischen Technischen  
Hochschule in Zürich

zur Erlangung  
der Würde eines Doktors der technischen Wissenschaften  
genehmigte

**PROMOTIONSARBEIT**

vorgelegt von

**HANS PETER LÖW**

dipl. Masch.-Ing. E. T. H.

von Basel

Referent: Herr Prof. Dr. P. Grassmann

Korreferent: Herr Prof. Dr. G. Eichelberg

Juris-Verlag Zürich

1958

## 7. ZUSAMMENFASSUNG

Der Stoffaustausch bei der Rektifikation von Aethanol-Wassergemischen wurde unter kinematisch und geometrisch genau festgelegten Verhältnissen gemessen. Zwischen einem durchsichtigen Mantelrohr und einem koaxial angeordneten, aussen berieselten Rundstab strömte die Dampfphase der flüssigen Phase entgegen. Die wirksame Länge der Austauschvorrichtung betrug 360 mm, der Innendurchmesser des Mantelrohres 35,5 mm und der Aussendurchmesser des berieselten Stabes 12 mm.

Die Versuchsergebnisse zeigen, dass der Stoffaustausch vorwiegend vom Strömungszustand im Dampf abhängt. Für  $2000 \leq Re_h'' \leq 11000$  und  $0,6 \leq Sc'' \leq 1$  gilt folgende Beziehung:

$$2_{Nu_h''} = 0,058 (Re_h'')^{0,73} (Sc'')^{0,58}$$

Dabei wurden in  $2_{Nu_h''}$  und  $Sc''$  die für die mittlere Konzentration und zugehörige Tautemperatur des zu- und wegströmenden Dampfes gültigen Werte der Diffusionskonstanten und Viskosität eingesetzt. Die - mit der Relativgeschwindigkeit zwischen Rieselfilm und Dampf gebildete -  $Re_h''$ -Zahl ist dagegen das arithmetische Mittel aus  $Re_h''$  beim Eintritt und Austritt von der Messstrecke.

Die gemessenen  $2_{Nu_h''}$ -Werte sind je nach  $Sc''$  bzw.  $Re_h''$  um (1 + 24) % höher, als nach der, auf ein  $\frac{L}{d_h}$  von 15,8 bezogenen, analog zur entsprechenden Kraussoldgleichung für den Wärmeaustausch aufgebauten Beziehung:

$$2_{Nu_h''} = 0,028 (Re_h'')^{0,8} (Sc'')^{1/3}$$

Wird nicht wie oben auf den hydraulischen Durchmesser, sondern auf den gleichwertigen Durchmesser bezogen, so liegen die Messwerte im Bereich  $8000 \leq Re_a'' \leq 42000$  um (25 + 49) % höher, als nach der transformierten Kraussoldgleichung zu erwarten wäre.

Die  $j_D$ -Faktoren sind (25 + 29) % grösser, wenn auf den hydraulischen Durchmesser, bzw. (72 + 82) % grösser, wenn auf den gleichwertigen Durchmesser bezogen wird, als nach der Analogie<sup>1)</sup> zwischen Stoff- und Impulsaustausch.

Somit ist es im vorliegenden Fall wesentlich günstiger bei Berechnung des Stoffaustausches in Analogie zum Wärmeaustausch bzw. Impulsaustausch auf den hydraulischen Durchmesser zu beziehen. Dieser wurde deshalb auch für die Darstellung als massgebender Vergleichsdurchmesser verwendet. Experiment und Rechnung zeigen dann recht gute Uebereinstimmung. Deshalb ist es auch naheliegend anzuneh-

1) Vergl. dazu [42, 41].

men, dass die Wellenbildung im Film und die freie Konvektionsströmung im Dampf, welche bei der Rechnung nicht berücksichtigt sind, tatsächlich auf den Austausch keinen grossen Einfluss ausüben.

Die Intensität des Stoffaustausches wurde geringer, falls die Rieselflüssigkeit mit tieferer Temperatur als Siedetemperatur der Messtrecke zuffloss. Dabei bewirkten  $50^{\circ}\text{C}$  "Unterkühlung" eine Abnahme des Austausches um ca. 15%.

Bei der Berechnung des Stoffaustausches zwischen einem aufsteigenden Dampfstrom und einem herablaufenden Flüssigkeitsfilm muss ferner in die Gleichungen die Relativgeschwindigkeit zwischen beiden und nicht die Absolutgeschwindigkeit des aufsteigenden Dampfstromes eingesetzt werden.