

Prom. Nr. 3101

**Abhängigkeit des Stoffaustausches
zwischen Dampfblasen und Flüssigkeit
von der Austauschrichtung und den Eigenschaften
der Flüssigkeit**

Von der
EIDGENÖSSISCHEN TECHNISCHEN
HOCHSCHULE IN ZÜRICH

zur Erlangung
der Würde eines Doktors der technischen Wissenschaften
genehmigte

PROMOTIONSARBEIT

vorgelegt von

Georges Anderès

dipl. Ing.-Chem. E. T. H.

von St. Gallen

Referent: Herr Prof. Dr. P. Grassmann

Korreferent: Herr Prof. Dr. A. Guyer

Juris-Verlag Zürich
1960

10. ZUSAMMENFASSUNG

Es wurde die Abhängigkeit des Stoffaustausches zwischen Dampfblasen und Flüssigkeit von der Austauschrichtung festgestellt.

Mit einer Apparatur, in der durch eine einzelne Oeffnung Dampfblasen eines Zweistoffgemisches in ein ruhendes, nahezu siedendes Flüssigkeitsgemisch der gleichen Komponenten eintraten, und anschliessend aufgefangen wurden, konnte der Stoffaustausch zwischen Dampfblasen und Flüssigkeit bei zahlreichen binären Systemen untersucht werden.

Der Stoffaustausch wurde bei folgenden Gemischen gemessen:

1. Aethylalkohol - Wasser
2. Benzol - Heptan
3. Wasser - Aethylenglykol
4. Cyclohexanon - Hexanol
5. Methylalkohol - Aethylalkohol
6. Tetrachlorkohlenstoff - Benzol

Des besseren Vergleichs wegen war auch noch das Resultat von A. Frank am System Stickstoff - Sauerstoff wiedergegeben.

Als Vorversuche wurde das Verstärkungsverhältnis als Funktion der Eintauchtiefe gemessen. Die Versuche erstreckten sich dabei nicht nur auf die in der Rektifizierteknik übliche Austauschrichtung, wobei die schwerer flüchtige Komponente vom Dampf in die Flüssigkeit wandert, sondern auch auf die umgekehrte Richtung (z. B. falls man einen Dampf, der nur die leichter flüchtige Komponente enthält, mit der schwerer flüchtigen Komponente als Flüssigkeit in Kontakt bringt).

Die Umkehr der Austauschrichtung verursachte verschiedene Effekte, je nach dem Gemisch.

Anhand der Abhängigkeit $-\ln(1 - s) = f(h)$ wurden die Stoffdurchgangszahlen berechnet. Es ergaben sich Werte zwischen $3,1 \cdot 10^{-8}$ und $13,5 \cdot 10^{-8}$ kmol/Ns für verschiedene Systeme, Austauschrichtungen und Flüssigkeitszusammensetzungen.

Der Hauptzweck der Arbeit war, die Abhängigkeit des Stoffaustausches (lokales Verstärkungsverhältnis, Murphree local efficiency) von der Austauschrichtung zu untersuchen. Das Verstärkungsverhältnis wurde, in beiden Austauschrichtungen, bei konstanter Eintauchtiefe $h = 5$ mm und konstanter Dampfmenge $V_{\alpha} = 20$ cm³/s, bei sämtlichen Gemischen gemessen.

Bei allen untersuchten Gemischen ergaben sich höhere Stoffübergangszahlen, wenn der Stoffaustausch zu einer Konzentrationsänderung in der Flüssigkeit führte,

die eine Erhöhung der Oberflächenspannung nach sich zog. Dies musste wohl dadurch gedeutet werden, dass durch Unterschiede der Oberflächenspannung ein Mischvorgang angeregt wurde, der dann seinerseits zu einer Erhöhung des Stoffaustausches führte. Dieser Mischvorgang ist durch die thermodynamisch begründete Tatsache bedingt, dass jeweils die Komponente mit der kleineren Oberflächenspannung zur Oberfläche gedrängt wird.

Es wurde ferner festgestellt, dass Änderungen des Differentialquotienten der Oberflächenspannung nach der Konzentration ($\frac{\partial \sigma}{\partial \xi}$) einen Einfluss auf das Verstärkungsverhältnis ausüben.

Wir versuchten noch, den Stoffaustausch dimensionslos darzustellen. Es gelang uns, folgende Gleichung zu bilden:

$$Sh = 6,5 \cdot 10^{-5} Re^{1,47} \cdot Sc^{1,65}$$

Diese Darstellung gilt für Austauschrichtungen, bei denen die Oberflächenspannung durch den Stoffaustausch nicht erhöht wird, d.h. wo die Flüssigkeitsschichtung der Grenzfläche stabil ist.

Wir untersuchten schliesslich mit unserem Apparat die Absorption von Kohlendioxyd in Wasser, wobei die absorbierte CO_2 -Menge als Funktion der Eintauchtiefe bei drei verschiedenen Gasmengen dargestellt wurde. Es zeigte sich, dass die CO_2 -Absorption nicht linear mit der Eintauchtiefe verlief, sondern es näherte sich die relative absorbierte CO_2 -Menge $\Delta V/V_\alpha$ einem Sättigungswert. Die Stoffdurchgangszahl bei $h = 2$ cm und $V_\alpha = 20$ cm³/s wurde abgeschätzt. Es ergab sich ein Wert von $k = 2,65 \cdot 10^{-9}$ kmol/N s.
