

# Hydrodynamik und Stoffaustausch in einer flüssig-flüssig Sprühkolonne

**Doctoral Thesis**

**Author(s):**

Horvath, Milos

**Publication date:**

1976

**Permanent link:**

<https://doi.org/10.3929/ethz-a-000087891>

**Rights / license:**

[In Copyright - Non-Commercial Use Permitted](#)

Diss. ETH 5774

# **HYDRODYNAMIK UND STOFFAUSTAUSCH IN EINER FLÜSSIG-FLÜSSIG SPRÜHKOLONNE**

**ABHANDLUNG**

zur Erlangung

des Titels eines Doktors der technischen Wissenschaften  
der

**EIDGENOESSISCHEN TECHNISCHEN  
HOCHSCHULE ZUERICH**

vorgelegt von

**MILOS HORVATH**

dipl. Chem.-Ing. ETH

geboren am 25. Juni 1946

von Tschechoslowakei

Angenommen auf Antrag von

Prof. Dr. S. Hartland, Referent

Prof. Dr. F. Widmer, Korreferent

## ZUSAMMENFASSUNG

Die vorgelegte Arbeit hatte zum Ziel eine experimentelle Technik zu entwickeln, die für eine routinemässige Bestimmung der Stoffdurchgangskoeffizienten in beliebigen flüssig - flüssig Systemen und verschiedenen Typen von Extraktoren geeignet wäre. Dazu war eine Apparatur im halbertechnischen Massstab aufzubauen. Da die Stoffdurchgangskoeffizienten nicht direkt messbar sind, mussten die zur Berechnung der Koeffizienten benötigten Grössen gemessen werden. Die Berechnung der Stoffdurchgangskoeffizienten erfolgte mit Rücksicht auf die axiale Vermischung im Kontaktor nach der Gleichung 4.3.11.

Die Messtechnik wurde in dem einfachsten Konstruktionstyp eines Extraktors, in einer Sprühkolonne, entwickelt und angewendet.

Als kontinuierliche Phase wurde jeweils deionisiertes Wasser und als disperse Phase wurde o-Xylene verwendet. Die ausgetauschte Komponente war Aceton. Der Stoffaustausch erfolgte aus der kontinuierlichen in die disperse Phase.

Die gemessenen Stoffdurchgangskoeffizienten in der Sprühkolonne liegen vorwiegend unterhalb der für Einzeltröpfchen berechneten Werte. Durch das Einführen eines empirischen Faktors in die Gleichung für Einzeltröpfchen, konnten die Messwerte aus Tropfenschwärmen erfasst werden (Gl. 4.3.21).

Erstmals wurde die axiale Vermischung in der kontinuierlichen Phase auch während den Stoffaustauschversuchen gemessen. Die experimentellen Resultate deuten auf zwei verschiedene Mechanismen in der axialen Vermischung der kontinuierlichen Phase. Der eine ist bis etwa  $\epsilon \leq 0.04$  der andere ab etwa  $\epsilon \geq 0.06$  vorherrschend. Dazwischen liegt ein Uebergangsgebiet. Alle experimentellen Punkte konnten durch eine einfache Korrelationsgleichung (Gl. 4.3.7) erfasst werden. Für die Bestimmung der axialen Vermischung in der kontinuierlichen Phase, erwies sich die stationäre Methode, wegen der einfachen Auswertung, geei-

gneter als die nichtstationäre. Als Spurstoff diente KCl-Salz, das als wässrige Lösung in die Kolonne dosiert wurde. Die Konzentration des KCl wurde als Leitfähigkeit in 4 Punkten innerhalb der Kolonne gemessen.

Das Ermitteln der axialen Vermischung in der dispersen Phase konnte aus den Konzentrationsprofilen bei Stoffaustauschmessungen erfolgen. Eine beträchtliche axiale Vermischung der dispersen Phase und ein enger Zusammenhang in der Bewegung der beiden Phasen lassen sich erkennen (Gl. 4.3.8). Die Rückmischungskoeffizienten in der dispersen Phase sind um etwa eine Zehnerpotenz grösser als diejenigen in der kontinuierlichen Phase.

Die Berechnung der Austauschfläche erfolgte aus der photographisch bestimmten Tropfengrösse und dem Volumenanteil der dispersen Phase in der Kolonne. Die photographische Methode zur Bestimmung der Tropfengrösse ist bisher die genaueste. Sie bleibt weiterhin sehr zeitraubend, trotz der hier verwendeten Auswertungsmethode, die den Arbeitsaufwand gegenüber den bisher bekannten Methoden wesentlich reduziert. Die experimentell gemessenen Werte der Tropfengrösse in der Sprühkolonne, weisen eine Normalverteilung auf. Die mittlere Grösse der Tropfen ändert sich nicht entlang der Kolonne bei Versuchen ohne Stoffaustausch. Bei Versuchen mit Stoffaustausch wurde die mittlere Tropfengrösse mit zunehmender Konzentration der auszutauschenden Komponente, grösser. Die Grösse der entstehenden Tropfen ist von der Geschwindigkeit der kontinuierlichen Phase in dem untersuchten Bereich unabhängig. Die mittlere Tropfengrösse wird mit zunehmender Geschwindigkeit der dispersen Phase in der Düse kleiner. Im Uebergangsbereich der Düsengeschwindigkeit zur Strahlbildung, befinden sich in der Kolonne zwei verschiedene Fraktionen von Tropfen. Beide Fraktionen weisen getrennt für sich eine Normalverteilung auf.

Die Bestimmung des Volumenanteils der dispersen Phase erfolgte kontinuierlich durch die Druckabfallmethode, die mittels einer

absoluten Volumenmessung geeicht wurde. Der Korrekturfaktor im gesamten Eichungsbereich ( $0.04 < \epsilon < 0.47$ ) war 1.08. Die vorhandenen (Differential- und Stufen-) Modelle zur Beschreibung der axialen Vermischung sind eine gute Annäherung an die wirklichen Strömungsverhältnisse und eignen sich gut, zusammen mit den wahren Stoffdurchgangskoeffizienten, zur Berechnung des Konzentrationsverlaufes in einem Extraktor.