

**UNTERSUCHUNGEN DER VERWEILZEITVERTEILUNG
HOCHVISOSENER FLÜESSIGKEITEN IN EINEM
STATISCHEN MISCHER**

ABHANDLUNG
zur Erlangung

des Titels eines Doktors der technischen Wissenschaften
der

EIDGENÖSSISCHEN TECHNISCHEN
HOCHSCHULE ZÜRICH

vorgelegt von

GERHARD KARL GIGER
Dipl. Masch. Ing. ETH Zürich
geboren am 25. Mai 1948
von Zürich und Quarten SG

Angenommen auf Antrag von
Prof. Dr. W. Richarz, Referent
Prof. M. Steiner, Korreferent

Clausthal-Zellerfeld
Bönecké-Druck
1976

11. Zusammenfassung

Das Ziel der vorliegenden Arbeit war, die Verweilzeitverteilung in einem SULZER-Statistischen-Mischer mit hochviskosen Flüssigkeiten zu untersuchen. Zu diesem Zweck konnte ein Markiersystem gefunden werden, das Verweilzeitmessungen auch mit zähen Medien im grösseren Massstab ermöglicht. Ein photochromer Farbstoff, der durch sichtbares Licht reversibel entfärbt werden kann, wird dabei als Markiersubstanz eingesetzt. Dies erlaubt die direkte Rückführung der Flüssigkeit vom Ausgang der Messstrecke zu ihrem Eingang, wodurch ein aufwendiges System von Vorratsgefässen überflüssig wird.

Anhand dieser Grundlagen wurde eine Messapparatur aufgebaut, die es erlaubt, für verschiedene Durchflussgeschwindigkeiten, Viskositäten und Messstrecken die Verweilzeitverteilung im SULZER-Mischer zu bestimmen. Als Eingangssignal wurde dabei ein Rechtecksignal gewählt, das entlang der Mischkolonne an mehreren Messstellen kontinuierlich verfolgt werden kann.

Es hat sich dabei gezeigt, dass die Form der erhaltenen Verweilzeitdichtefunktionen weder von der Viskosität noch von der Geschwindigkeit, sondern lediglich von der Länge der Messstrecke abhängt. Beim Vergleich des Dispersionsmodelles mit dem tatsächlichen Strömungsverhalten mussten bedeutende Abweichungen festgestellt werden. Dies ist darauf zurückzuführen, dass im SULZER-Mischer bei den untersuchten Viskositäten keine

turbulente, sondern eine vollständig laminare Strömung vorliegt.

Ein zweites mathematisches Modell, das auf Grund dieser Kenntnisse entwickelt wurde, konnte mit den Messungen besser zur Uebereinstimmung gebracht werden. Mit diesem sogenannten Laminarströmungsmodell wird die Verweilzeitverteilung praktisch ohne Fehler beschrieben. Danach kann der SULZER-Mischer als Serie von laminaren Rohrströmungen betrachtet werden, wobei zwischen diesen eine gewisse Vermischung stattfindet.

Die durchgeführten Messungen wurden mit 3 verschiedenen Methoden ausgewertet. Dabei zeigte sich, dass die Momentenmethode für Signale, die wie im vorliegenden Falle mit gewissen Störungen behaftet sind, nicht geeignet ist; es können dabei grosse Streuungen auftreten. Im Gegensatz dazu besitzen sowohl die Frequenzgang- wie auch die Faltungsmethode eine gewisse Filterwirkung, was sich günstig auf die Genauigkeit der Resultate auswirkt. Obwohl die Faltungsmethode anschaulicher ist, sollte zum Vergleich gewisser Modellvorstellungen mit den tatsächlichen Vorgängen wenn möglich die Frequenzgangmethode gewählt werden, da nur diese eine genaue Abschätzung der Grenzen eines Modelles ermöglicht.