

Schriftenreihe der Verfahrenstechnik, Universität Paderborn

Band 34

**Heino Thiele, Mutalap Sapargaliyev, Manfred H. Pahl**

**Entgasen  
strukturviskoser Medien  
im Mehrwellen-Hochleistungs-Reaktor TFR**

Shaker Verlag  
Aachen 2009

**Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek**

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Copyright Shaker Verlag 2009

Alle Rechte, auch das des auszugsweisen Nachdruckes, der auszugsweisen oder vollständigen Wiedergabe, der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen und der Übersetzung, vorbehalten.

Printed in Germany.

ISBN 978-3-8322-7935-6

ISSN 1435-1137

Shaker Verlag GmbH • Postfach 101818 • 52018 Aachen

Telefon: 02407 / 95 96 - 0 • Telefax: 02407 / 95 96 - 9

Internet: [www.shaker.de](http://www.shaker.de) • E-Mail: [info@shaker.de](mailto:info@shaker.de)

## Zusammenfassung

In dieser Arbeit wird das Entfernen flüchtiger Bestandteile aus hochviskosen Medien im Mehrwellen-Hochleistungs-Reaktor TFR theoretisch und experimentell untersucht. Die Geometrie der eingesetzten Schneckenwellen entspricht in ihren Abmessungen denen herkömmlicher ineinandergreifender, gleichsinnig drehender, vorwiegend 2-welliger aber auch anderer mehrwelliger Schneckenmaschinen. Unterschiede zu herkömmlichen Schneckenmaschinen bestehen sowohl in der Anordnung der Schnecken zueinander als auch in der Gehäuseanordnung. Die neuartigen geometrischen und kinematischen Bedingungen sowie die sich daraus ergebenden verfahrenstechnischen Konsequenzen beim Entgasen werden ausführlich erläutert.

Trotz der komplexen Geometrie gelingt es, basierend auf der Penetrationshypothese eine geschlossene Lösung für den diffusiven Stofftransport und die Konzentrationsänderung in Abhängigkeit von allen geometrischen Größen, den Betriebsbedingungen und den maßgebenden Stoffgrößen herzuleiten. Die theoretischen Ergebnisse werden in dimensionsloser Form durch die relative Konzentrationsdifferenz  $c_H^*$  als Funktion der bezogenen axialen Koordinate der Entgasungsstrecke  $z_E^*$  dargestellt. Der Verlauf der Kurven ist von den dimensionslosen Parametern Oberflächenfaktor  $f_{S_z}$  und Entgasungs-Kennzahl  $K_E^*$  abhängig. Der Oberflächenfaktor  $f_{S_z}$  berücksichtigt die Geometrie unterschiedlicher Schneckenelemente. Die Entgasungs-Kennzahl  $K_E^*$  beinhaltet geometrische Größen, Betriebsbedingungen und Stoffgrößen. Sie kann als das Potenzprodukt mehrerer bekannter Kenngrößen interpretiert werden. Durch Einführen der Konzentrations-Kennzahl  $C_E^*$  gelingt es, die theoretischen Ergebnisse für das Entgasen im Mehrwellen-Hochleistungs-Reaktor TFR auf eine einzige Kurve  $C_E^* = f(z_E^*)$  zu verdichten. Der Verlauf der Konzentrations-Kennzahl  $C_E^*$  in Abhängigkeit von der bezogenen axialen Koordinate der Entgasungsstrecke  $z_E^*$  ist von der Schneckenkombination abhängig. Er lässt sich mit den mitgeteilten theoretischen Gleichungen für beliebige Schneckenkombinationen bei Kenntnis des Oberflächenfaktors  $f_{S_z}$  berechnen.

Zum Ergänzen der theoretischen Ergebnisse erfolgen experimentelle Untersuchungen zum Stofftransport im Mehrwellen-Hochleistungs-Reaktor. Die am Ende der Entgasungszone gemessenen Konzentrationen liegen, wie die theoretisch berechneten Werte, sehr nahe an der Gleichgewichtskonzentration. Es ergeben sich sowohl positive als auch negative Abweichungen für die mit den Messdaten berechneten Werte der relativen Konzentrationsdifferenz im Vergleich zu den theoretisch bestimmten Werten. Die Ursachen hierfür werden ausführlich erläutert. Zum weiteren Überprüfen der theoretischen Ergebnisse werden ergänzende Versuche mit variabler Länge der Entgasungsstrecke durchgeführt. Dabei zeigt sich, dass im Eintrittsbereich in die Entgasungszone durch Blasenbildung zusätzliche Effekte auftreten können, die den Stoffaustausch beim Entgasen verbessern. Um die Modellvorstellung um den Einfluss der Oberflächenvergrößerung durch Blasen zu erweitern, wird in der Differentialgleichung für die relative Konzentrationsdifferenz ein weiterer von der bezogenen axialen Koordinate  $z_E^*$  abhängiger Term  $f_B(z_E^*)$  eingeführt, mit dem die Wachstumsphase, die Lage des Maximums und die Schrumpfungsphase bei der Oberflächenänderung durch Blasen simuliert werden kann. Mit dieser zusätzlichen empirischen Ergänzung kann der gemessene Konzentrationsverlauf über die gesamte Länge der Entgasungszone sehr genau analytisch beschrieben werden.