

Erzeugung von Emulsionen mit Rotor-Stator-Mischelementen

Stand der Technik

Die Herstellung von flüssig-flüssig Emulsionen bei mittel und hochviskosen Flüssigkeiten stellt in vielen Prozessen der Kunststoff-, Chemie-, Kosmetik- und Nahrungsmittelindustrie einen essentiellen Verfahrensschritt meist in den ersten Abschnitten in einer komplexen Prozesskette dar. Für die Eigenschaften einer Emulsion ist die Tropfengrößenverteilung relevant. Ein breites Tropfengrößenspektrum führt zu einem inhomogenen Reaktionsablauf und damit zu örtlich und zeitlich unterschiedlichen Reaktionsbedingungen und undefinierten Produkteigenschaften. Das Ziel der Emulsionsherstellung ist damit die Generierung eines definiert vorhersagbaren und einstellbaren Tropfengrößenspektrums mit möglichst geringer Breite für die meisten Anwendungsfälle.

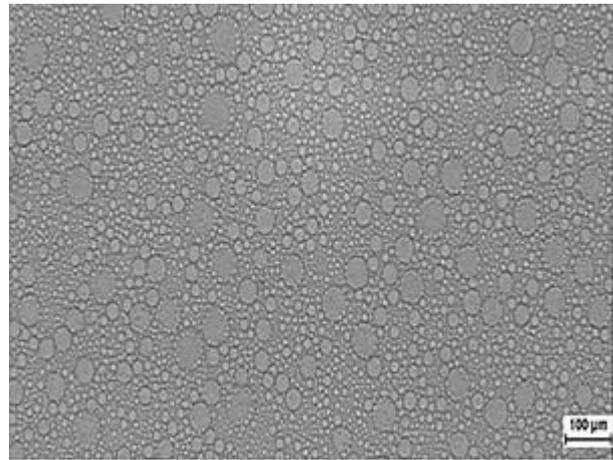


Abbildung 1: Emulsion

Um bei der Emulgierung (hoch)viskoser Flüssigkeiten den Energieeintrag zu begrenzen oder um eine Emulgierung überhaupt zu ermöglichen, werden viele Emulgierprozesse mit polymeren Medien in verdünnten Lösungen mit partiell sehr hohen Lösemittelanteilen bei niedrigen Viskositäten durchgeführt. Diese Verfahrensweise erfordert zum einen eine aufwendige, explosionsgeschützte Prozess- und Apparategestaltung. Zum anderen müssen die Lösemittel nach der Herstellung der Dispersion wieder unter hohem thermischem Energieaufwand, unter Beachtung des Explosionsschutzes, durch Destillations- und Rektifikationsprozesse vollständig abgetrennt werden.

Forschungsprojekt

Das Potential einer neuen Prozessführung durch die Emulgierung viskoser Fluide mittels Rotor-Stator-Emulgatoren ist immens. Das Emulgierelement besteht hierbei aus einem genockten Zylinder (Rotor), welcher in einem genockten Hohlzylinders (Stator) in Rotation versetzt

wird. In Rotor-Stator-Emulgatoren erfolgt die Ver- und Zerteilung einer dispersen Flüssigkeitsphase in einer kontinuierlichen Flüssigkeitsphase durch die Wirkung hoher Scher- und Dehnkräfte im Strömungsfeld. Durch ihre robuste Bauform sind diese Apparate prinzipiell geeignet, Flüssigkeiten bei hohen Viskositäten bis zu 100 Pas zu emulgieren, ohne dass ein Lösemiteleinsatz mit den entsprechenden nachfolgenden Prozessschritten erforderlich wäre.

Für eine Anlage im World Scale Maßstab ergibt sich eine theoretische Kosteneinsparung von 4-6 Mio. €/a, dies beinhaltet eine Reduktion des Energiebedarfs von 300 – 400 MJ. Diese Reduktion ist mit einer jährlichen CO₂-Minderung von 900 – 1200 Mio. Tonnen verknüpft. Die kritische Beleuchtung von Rotor-Stator-Apparaten zeigt, dass sie sich in vielen technischen Anwendungen bewährt haben, ihre Auslegung und ihr Einsatz jedoch aufgrund empirischer Erfahrungswerte erfolgt. Systematische Untersuchungen zum Zusammenhang zwischen Emulgierergebnis und geometrischen, betrieblichen und stofflichen Größen liegen bislang nicht vor. Dies gilt insbesondere in Bezug auf den Einfluss des technisch bedeutsamen Viskositätsverhältnisses der zu dispergierenden Flüssigkeiten. Zur Gestaltung von Emulgierprozessen mit viskosen Flüssigkeiten werden daher in diesem Projekt Auslegungsgrundlagen für Rotor-Stator-Emulgatoren zur Vorhersage der Tropfengrößenverteilung und der Leistungsaufnahme durch experimentelle Untersuchungen erarbeitet.



Abbildung 2: Emulgierelement