

Energie- und ressourcenschonende Sprühtrocknung von hochviskosen Flüssigkeiten mittels Effervescent Atomization

M. Wittner, V. Gaukel, H.P. Schuchmann

Motivation

Sprühtrocknung:

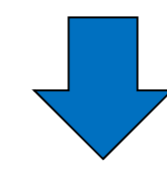
Am weitesten verbreitetes Verfahren zur Überführung von Flüssigkeiten in haltbares Pulver.

Merkmale:

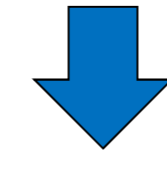
- Zerstäubung der Flüssigkeit in feine Tropfen mit enger Größenverteilung und Trocknung in einem Heißluftstrom.
- Wasserentzug durch Trocknung ist ein sehr energieintensiver Prozess.

Mögliche Einsparung von Trocknungsenergie

Erhöhung der Eingangstrockenmasse mittels alternativer Verfahren wie Membrankonzentration oder mehrstufiger Eindampfung.



Erhöhung der Viskosität konzentrierter Flüssigkeiten mit steigender Trockenmasse.



Erschwerte Zerstäubung

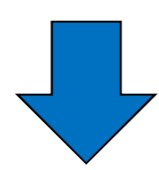
Lösungsmöglichkeit: Pneumatische Zerstäubung

- Im Vergleich zu Druckzerstäubern sind Flüssigkeiten mit höherer Viskosität zerstäubar;
- Hohe Betriebskosten bei herkömmlichen außenmischenden Zweistoffzerstäubern durch hohen Gasverbrauch.
- **Effervescent Atomizer (EA):** Einsparung von Zerstäubungsgas durch spezielle Strömungsführung in einem innenmischenden Zweistoffzerstäuber.

Forschungsvorhaben

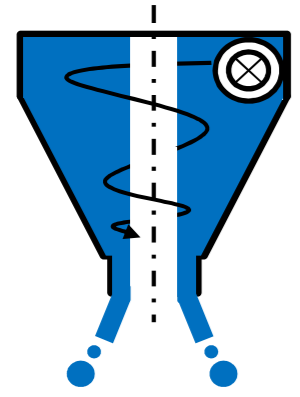
Zielstellung:

Aufzeigen des Effizienzsteigerungspotentials eines auf Effervescent Atomization beruhenden Sprühtrocknungssystems anhand eines molkebasierten Modellsystems.



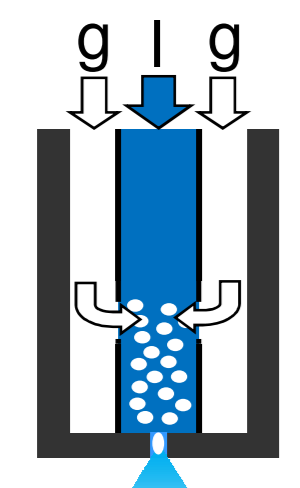
- Vergleich der Zerstäubungsleistung und Einsatzfähigkeit in der Sprühtrocknung von Effervescent Atomizer n und Druckzerstäubern
- Ermittlung von Zusammenhängen zwischen Prozessparametern und
 - resultierenden Tropfengrößenverteilungen
 - Partikelgrößen- und -eigenschaften;
- Bereitstellung von Auslegungsdaten zur Übertragung auf anwenderspezifische Produkte

Druckzerstäuber



- Die Zerstäubungsenergie wird durch den angelegten Flüssigkeitsdruck aufgebracht
- Bauartbedingt nicht für die Zerstäubung von hochviskosen Flüssigkeiten geeignet

Pneumatische Zweistoffzerstäuber



Air-to-Liquid-Ratio by Mass

$$ALR = \frac{\dot{M}_{\text{Gas}}}{\dot{M}_{\text{Flüssigkeit}}}$$

Effervescent Atomizer:

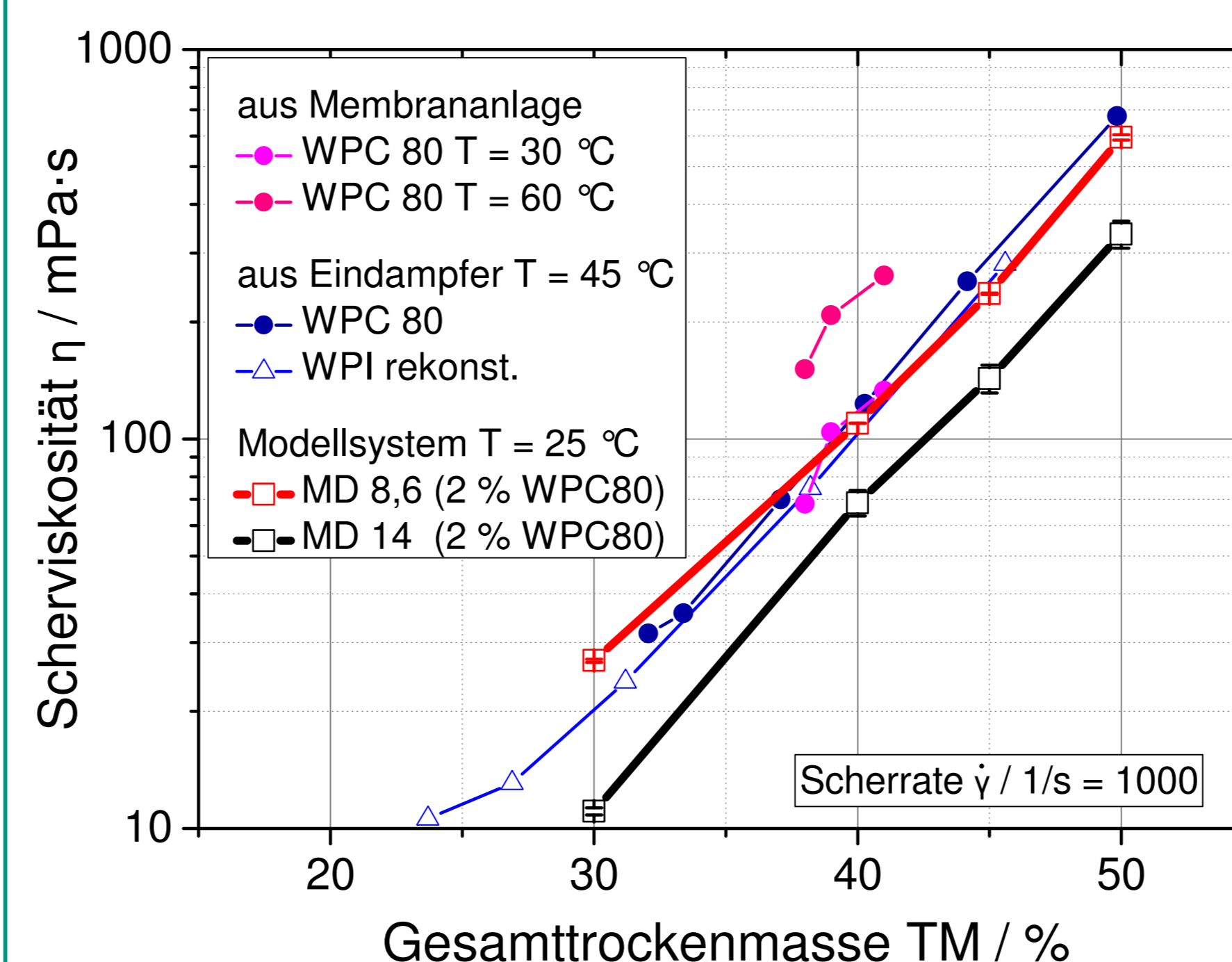
Zusammenführung von Zerstäubungsgas und Flüssigkeit in einer Mischkammer vor dem Düsenauslass

- Für eine **stetige Zerstäubung** wird eine **Ringströmung im Düsenkanal** angestrebt [1]
- Die Strömungsform ist Abhängig von:
 - Düsengeometrie
 - Flüssigkeitsviskosität
 - Massenstromverhältnis Gas zu Flüssigkeit (ALR)

Vorgehensweise

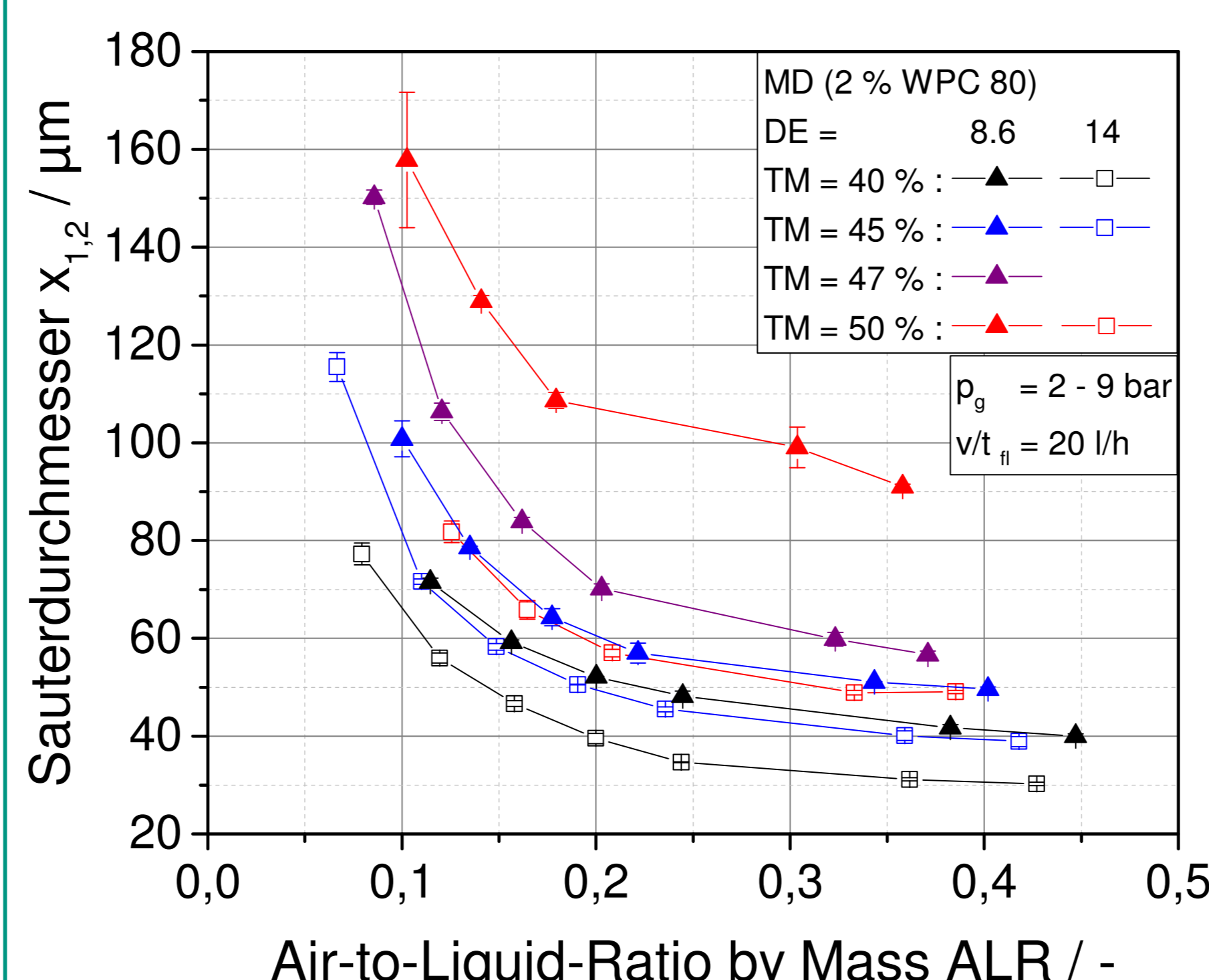
Anpassung eines Modellsystems

- Bestimmung der Scherviskosität unterschiedlicher Molkenproteinkonzentrate in Abhängigkeit der Trockenmasse
- Anpassung eines Modellsystems auf Basis von Maltodextrin (DE = 8,6; 14) und WPC 80



Bestimmung prozessabhängiger Sprühtropfengrößenverteilungen

- Durchführung von Zerstäubungsversuchen
- Ermittlung resultierender Sprühtropfengrößenverteilungen mittels Laserbeugungsspektroskopie (Malvern Spraytec)
- Projektzielwert aus Zerstäubungsversuchen mit Druckzerstäubern: $\bar{x}_{1,2} \leq 60 \mu\text{m}$.



Durchführung von Sprühtrocknungsversuchen

- Sprühtrockner HGW wercoSD-20.

- Wasserverdampfung: max. 20 l/h
- Zulufttemperatur: max. 200 °C
- Ablufttemperatur: max. 90 °C



Bestimmung resultierender Pulvereigenschaften

- Wassergehalt (Thermowaage)
- a_w -Wert
- Scheinbare Materialdichte (Gaspyknometer)
- Schüttdichte (Standzylinder)
- Haufwerksporosität
- Partikelgrößenverteilung (Laserbeugung)
- Benetzungsgeschwindigkeit (nach [2])

Aufstellung integraler Energiebilanzen

- Berechnung des Energieaufwands zur Aufkonzentration der Eingangsflüssigkeit mittels alternativer Methoden anhand von Literaturwerten [3].
- Erstellung und Vergleich von Energiebilanzen zu durchgeführten Sprühtrocknungsversuchen unter Verwendung von:
 - Druckzerstäubung
 - Effervescent Atomization