

# 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.



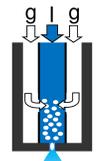
- Vergleich der Zerstäubungsleistung und Einsatzfähigkeit in der Sprühtrocknung von Effervescent Atomizer n und Druckzerstäubern
- Ermittlung von Zusammenhängen zwischen Prozessparametern und
  - resultierenden Tropfengrößenverteilungen
  - Partikelgrößen- und -eigenschaften;
- Bereitstellung von Auslegungsdaten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

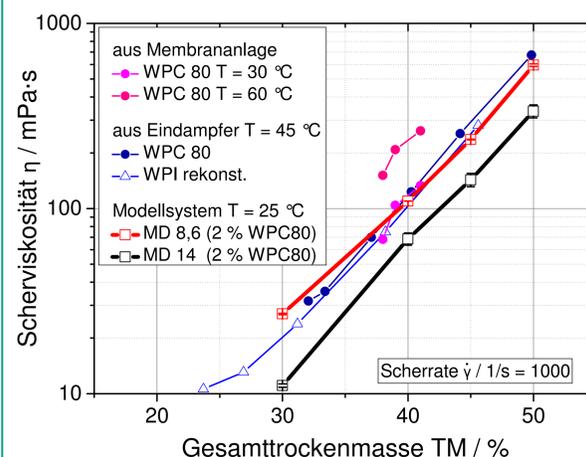
Zusammenführung von Zerstäubungsgas und Flüssigkeit in einer Mischkammer vor dem Düsenauslass

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

## Vorgehensweise

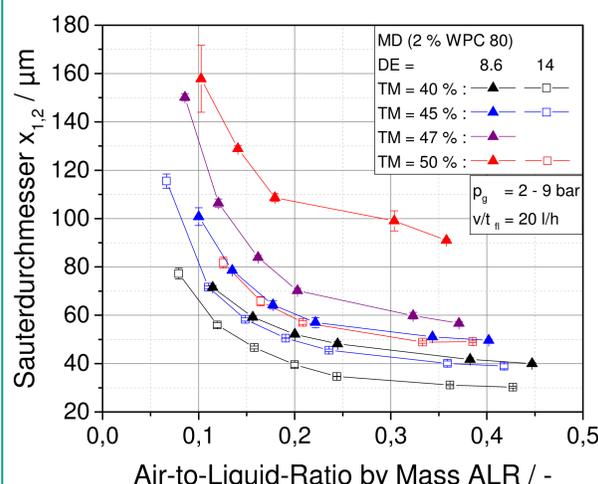
### Anpassung eines Modellsystems

- 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