

Untersuchungen zur Zerstäubung von höherviskosen Modelllebensmitteln mittels innenmischender pneumatischer Ringströmungsdüsen

M. Wittner, A. Kleinhans, P. Stähle, V. Gaukel, H.P. Schuchmann

Motivation

Sprühtrocknung:

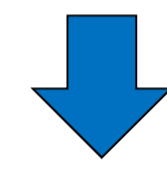
Am weitesten verbreitetes Verfahren zur Überführung von Flüssigkeiten in haltbares Pulver.

Merkmale:

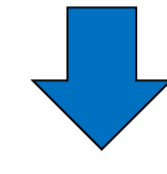
- Zerstäubung der Flüssigkeit in feine Tropfen mit enger Größenverteilung, (z. B. mittels Druckzerstäubung).
- Anschließende Trocknung im Heißluftstrom.
- Hoher Trocknungsenergieverbrauch.

Mögliche Einsparung von Trocknungsenergie

Erhöhung der Eingangstrockenmasse vor der Sprühtrocknung (z. B. Membrankonzentration oder mehrstufige 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.
- ➔ **Pneumatische Ringströmungsdüsen:**
 - Einsparung von Zerstäubungsgas durch spezielle Strömungsführung in einem innenmischenden Zweistoffzerstäuber.

Hintergrund

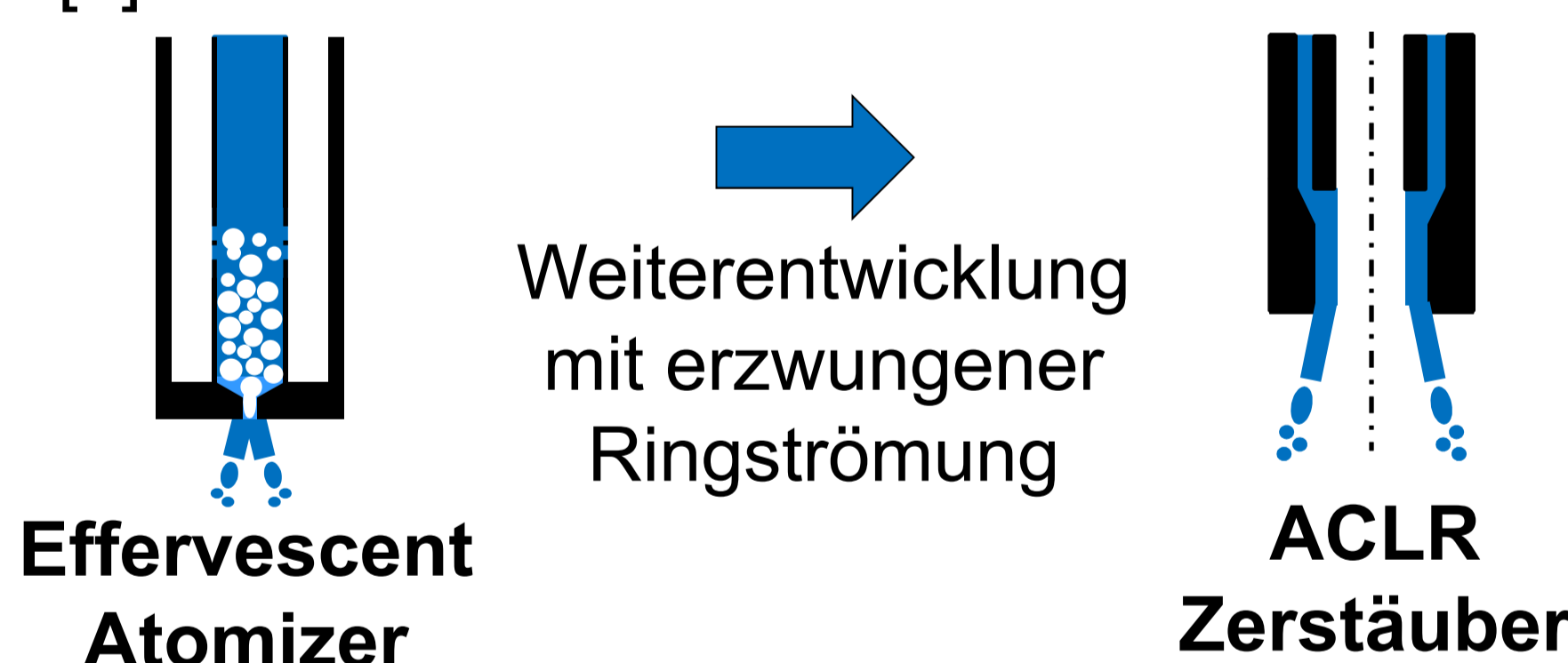
Zielstellung:

Untersuchung der prozessabhängigen Zerstäubungsleistung eines Effervescent Atomizers (EA) und eines weiterentwickelten Air-Core-Liquid-Ring (ACLR) Zerstäubers anhand

- des Sauterdurchmessers $\bar{x}_{1,2}$ der Tropfengrößenverteilungen;
- der zeitlichen Stetigkeit des Sauterdurchmessers $\bar{x}_{1,2}$.

Innenmischende pneumatische Zerstäuber

- Zusammenführung von Zerstäubungsgas und Flüssigkeit in einer Mischkammer vor dem Düsenauslass.
- Für eine **stetige Zerstäubung** wird eine **Ringströmung im Düsenkanal** angestrebt [1].



Weiterentwicklung mit erzwungener Ringströmung

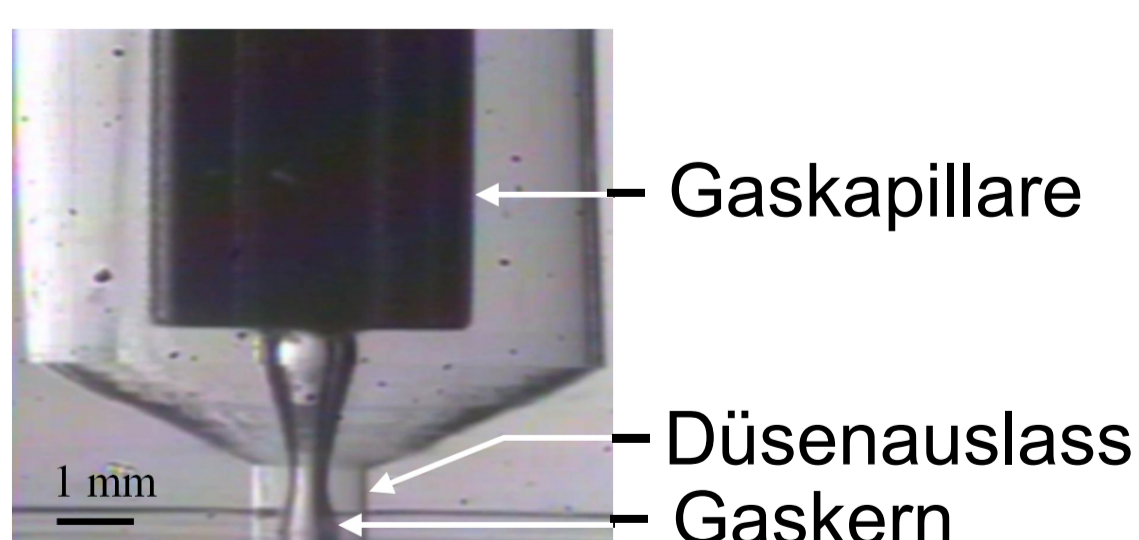
Wichtiger Parameter:

Air-to-Liquid-Ratio by mass

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

Forschungsannahme

- Durch den Aufbau des ACLR-Zerstäubers wird gezielt ein Gaskern im Flüssigkeitsstrom erzeugt.

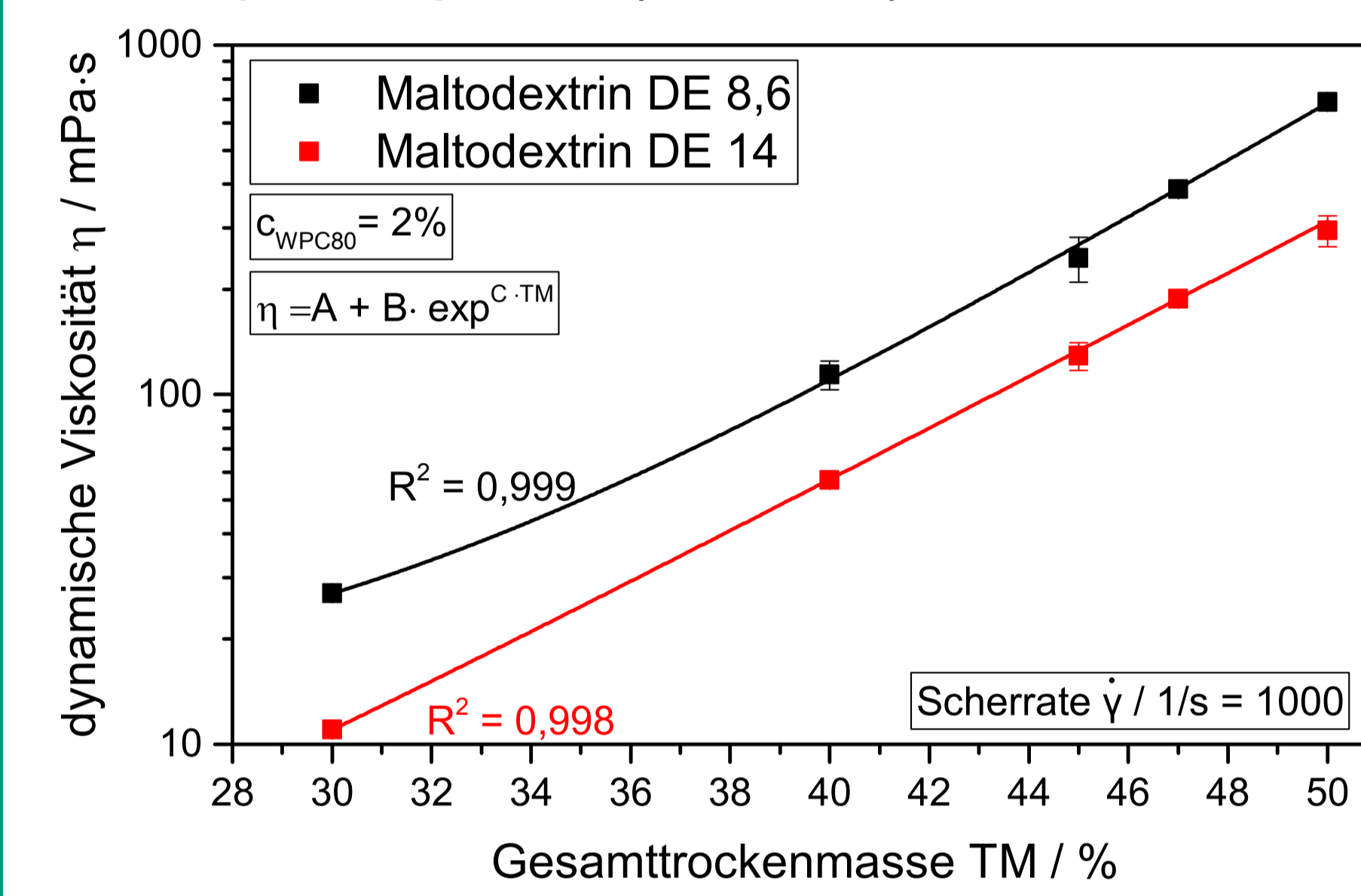


- Dadurch wird auch bei hohen Viskositäten und niedrigem ALR eine Ringströmung erzeugt.

Material & Methoden

Modellsystem:

Maltodextrin (DE = 8,6; 14) und Molkenproteinpulver (WPC 80).



Prozessparameter:

- Zerstäubungsdruck $p_G = 3-9$ bar
- Flüssigkeitsvolumenstrom $\dot{V} = 20$ l/h

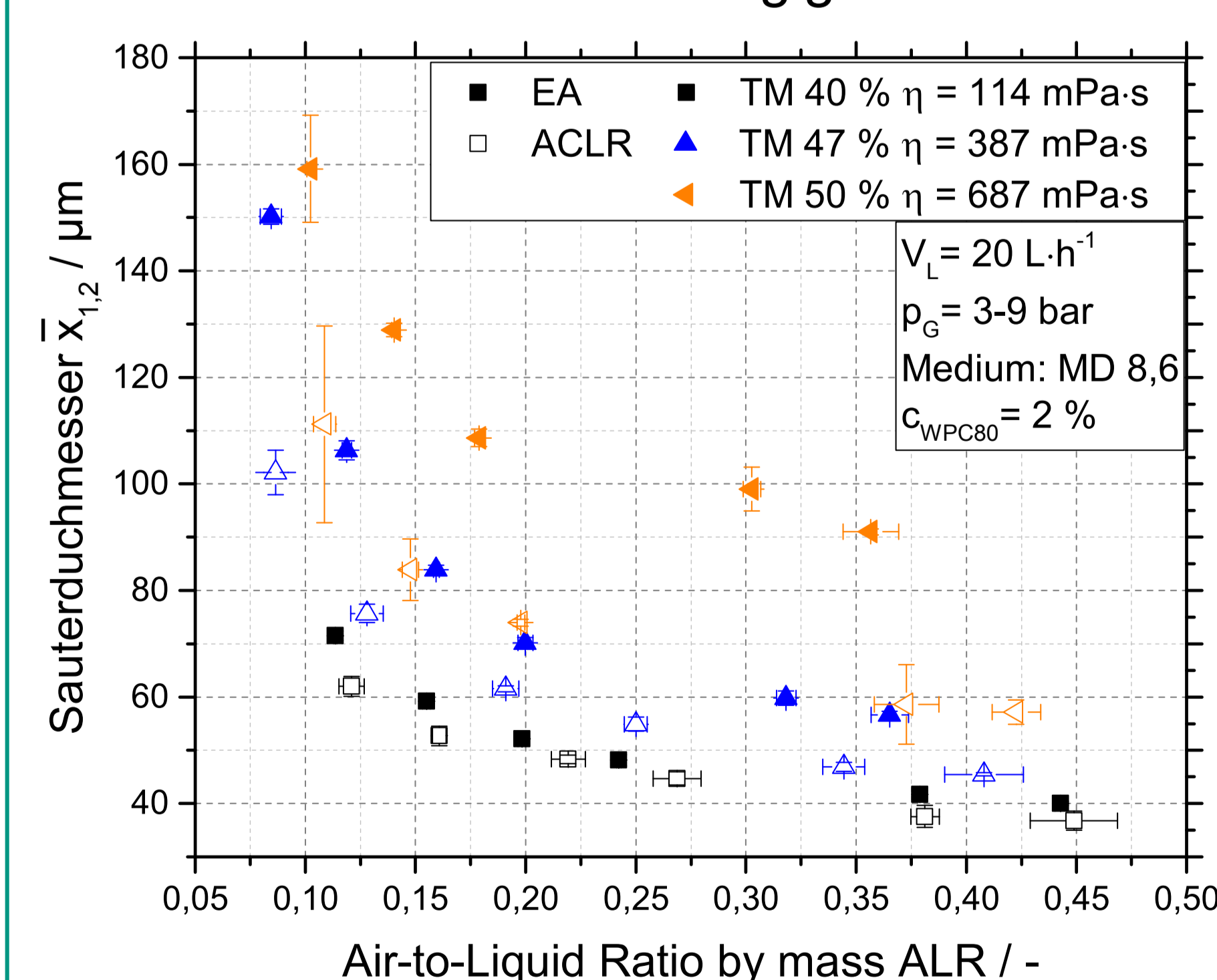
Messung der

Tropfengrößenverteilung:

Laserbeugung (Malvern Spraytec; $f = 250$ Hz, $t = 25$ s, $x = 25$ cm).

Ergebnisse I

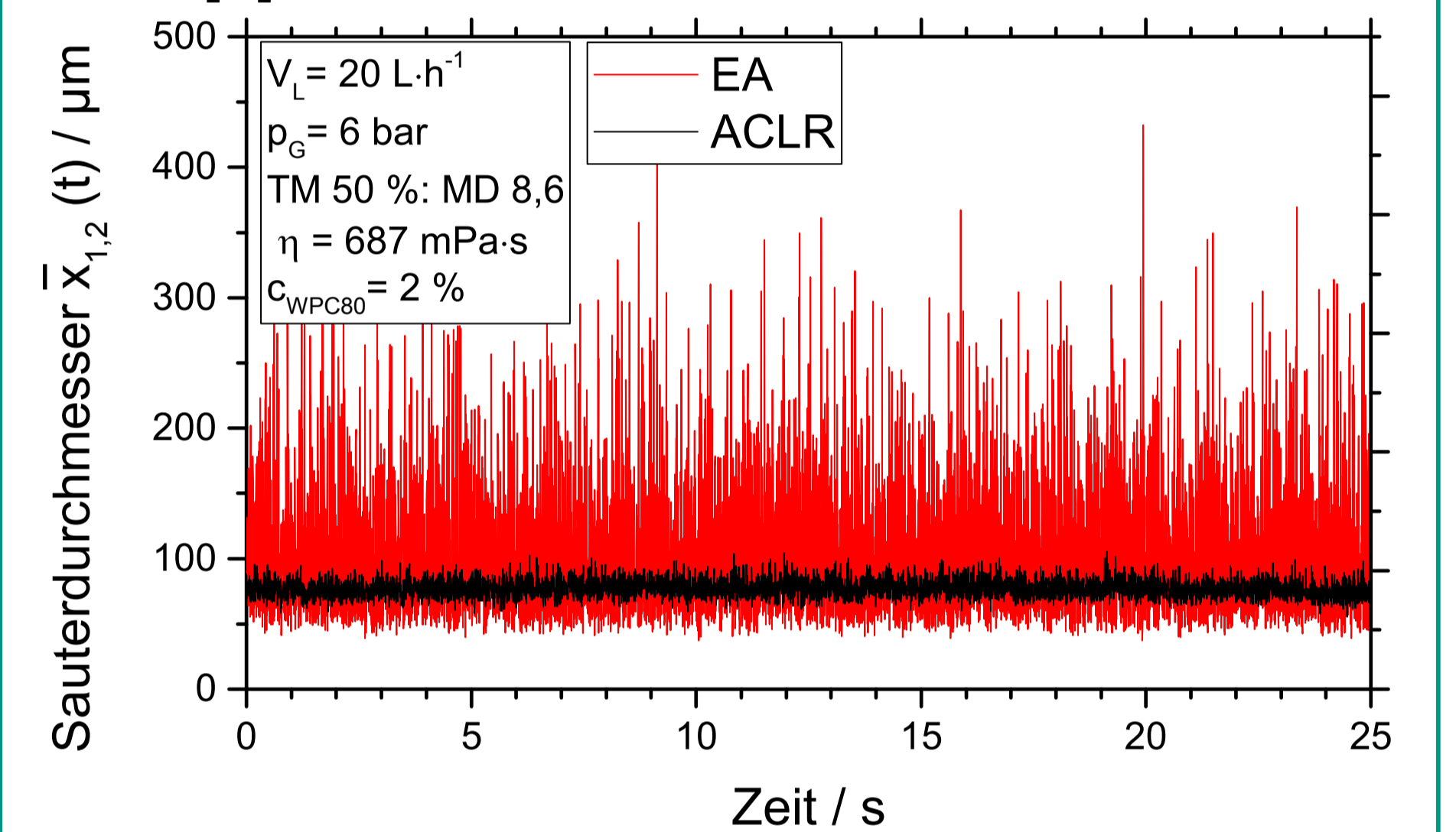
Sauterdurchmesser in Abhängigkeit des ALR.



Der ACLR Zerstäuber erreicht mit steigender Viskosität und gleichem ALR kleinere Sauterdurchmesser als der EA.

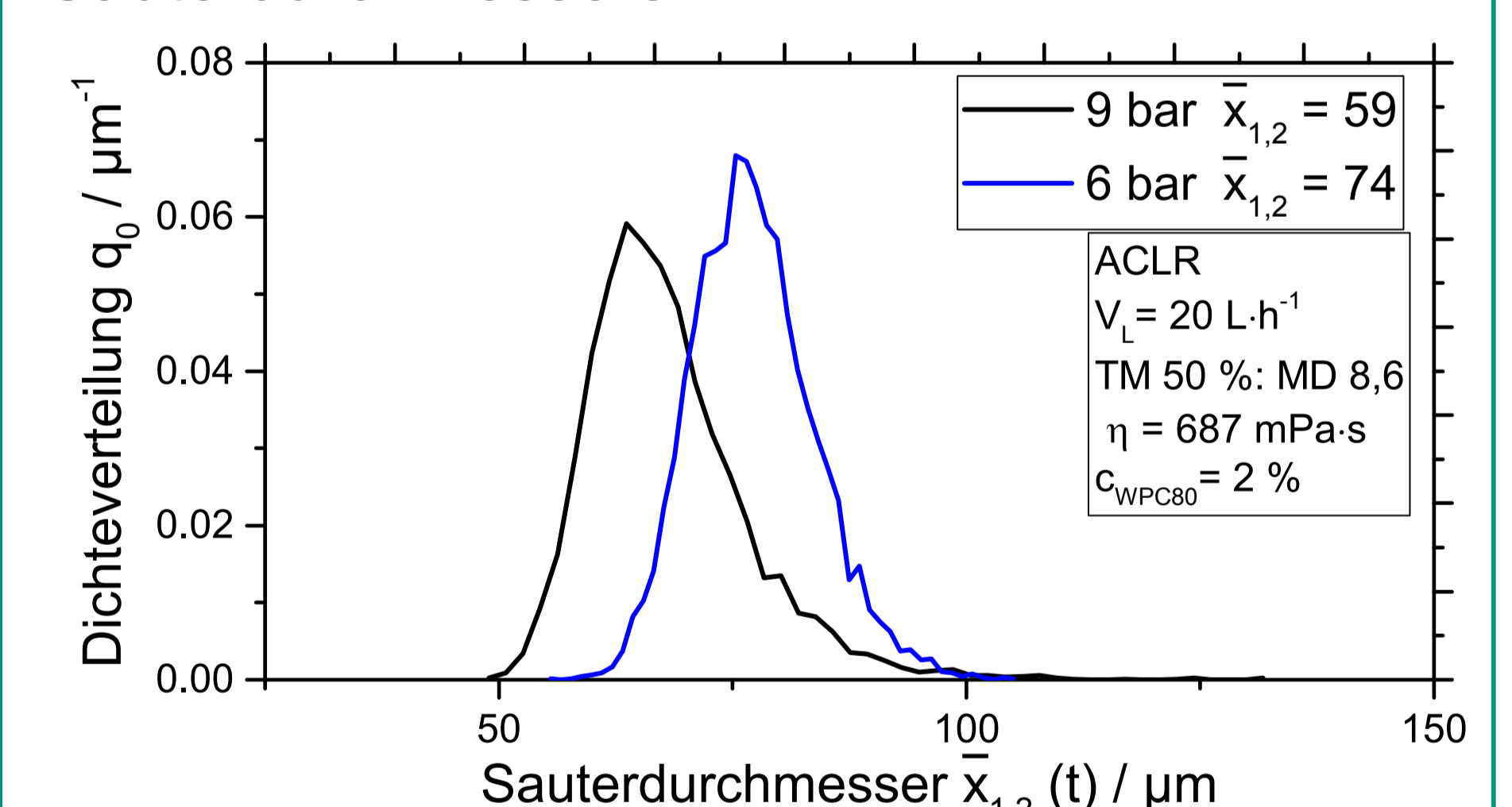
Ergebnisse II

Zeitliche Unstetigkeit des Sauterdurchmessers nach [2].



- Bei hoher Viskosität bleibt die Streuung des Sauterdurchmessers bei der Verwendung des ACLR-Zerstäubers im Vergleich zum EA gering.

Einfluss des Gasdrucks auf die Verteilung des Sauterdurchmessers.



- Mit steigendem Gasdruck werden mehrheitlich kleinere Sauterdurchmesser erzeugt, die größten gemessenen Sauterdurchmesser bleiben gleich.

Ausblick

- Geometrische Anpassung des ACLR-Zerstäubers zur Erzeugung engerer Sprühtropfengrößenverteilungen.
- Untersuchungen zum Einfluss der druckabhängigen Gasexpansion.

Quellen

[1] Stähle, P.; Gaukel, V.; Schuchmann, H. P. (2015): Influence of feed viscosity on the two-phase flow inside the exit orifice of an effervescent atomizer and on resulting spray characteristics. In: *Food Research International* 77.

[2] Kleinhans, A.; Georgieva, K.; Wagner, M.; Gaukel, V.; Schuchmann, H. P. (2016): On the characterization of spray unsteadiness and its influence on oil drop breakup during effervescent atomization. In: *Chemical Engineering and Processing: Process Intensification* 104.