

Zusammenfassung

IGF-Vorhaben-Nr.: 18220 BG

Neue Methode zur Inline-Überwachung der Dispergiertüte von Polymerschmelzen auf Basis modulierter Ultraschall(US)-Reflexionssignale

Der aktuelle Stand der Technik zur Überwachung und Bestimmung der Dispergiertüte basiert hauptsächlich auf dem Prozess nachfolgende Messverfahren wie Mikroskopie oder Druckfiltertest. Diese weisen die Nachteile einer Stichprobenmessung und Totzeit zwischen Prozess und Messergebnis auf. Ziel des Forschungsvorhabens war eine Inline-Bestimmung der Dispergiertüte bei der Kunststoffaufbereitung mittels US-Reflexionsmessung. Hierzu sollen die Streueffekte der US-Welle in Abhängigkeit der Anregungsfrequenz und Schallgeschwindigkeit sowie der Partikelgröße genutzt werden. Eine Verschlechterung der Dispergiertüte geht dabei mit einem Anstieg des Vorkommens von Agglomeraten einher, was wiederum das rückgestreute US-Signal beeinflusst. Da die rückgestreuten Signalanteile jedoch sehr gering sind, musste hierzu eine statistische Auswertung über mehrere Messungen erfolgen.

In den Untersuchungen unter idealen Bedingungen von Füllstoff-Wasser-Dispersionen konnte über den Maximalwert einer linearen Approximation im Messbereich der Standardabweichung über mehrere US-Messungen auf die Partikelgröße der Füllstoffe geschlossen werden. Der zeitliche Abfall der Approximation über die Laufzeit des US-Signals korreliert dabei mit dem Füllstoffgehalt. Untersuchungen mit unterschiedlichen Mischungsanteilen von Partikelgrößen zeigten auf, dass ein Auftreten bzw. eine Zunahme von Agglomeraten, simuliert durch größere Partikel, erkannt werden kann.

Um hierbei mehr Tiefeninformation – auch später aus der Schmelze – zu erhalten, wurde für die US-Anregung auf MLBS (maximum length binary sequences) zurückgegriffen. Dabei zeigte sich, dass mittels Anregung durch quasiperiodische phasen-kodierte Signalfolgen dasselbe Energieniveau erzielt werden konnte, wie mit der Burst-Anregung mit dem 12-fachen Spannungsbetrag. Die ermöglichte somit die Eindringtiefe der Schallsignale in der Dispersion zu erhöhen, ohne die maximale Spannungsfestigkeit der Wandler zu überschreiten. Jedoch ergeben sich durch die Verwendung dieser quasiperiodischen Signale Einschränkungen im Einsatz, die sich aus der maximalen Mess- bzw. Fließgeschwindigkeit ergeben.

Die Umsetzung des Messverfahrens an der Compoundieranlage ergab, dass minimale Temperaturschwankungen in der Vorlaufstrecke des Wandlers bereits zu Störeffekten führen, welche die nutzbaren Partikelstreuungen überlagern. Die Störeffekte sind dabei auf Laufzeitschwankungen der Mehrfachechos (durch z. B. abgespaltene Transversalwellen) in der Vorlaufstrecke zurückzuführen. Bereits bei minimalen Temperaturschwankungen (< 1 K) treten Laufzeitverschiebungen auf und erzeugen einen deutlichen Beitrag zur Standardabweichung von als statisch zu betrachtenden Signalanteilen. Bereits eine Temperaturschwankung $< 0,5$ K während der Messdauer führt dabei zu zeitlichen Verschiebungen innerhalb des Messbereiches. Dies kann auch die durchgeführte Synchronisation der Einzelsignale nicht ausgleichen.

Als abschließende Bewertung ist grundsätzlich das Messverfahren zur Überwachung der Partikelkonzentration in der Schmelze geeignet. Dies kann an ausgewählten Materialien im Labor bereits nachgewiesen werden. Jedoch ist die technische Umsetzung mit den im Forschungsvorhaben festgelegten Rahmenbedingungen (1/2"-20 UNF Gewinde) industrienah nicht sinnvoll realisierbar. Zur Lösung dieser Problematik – außerhalb der Zielvorgaben des vorliegenden Forschungsvorhabens – haben sich die Projektpartner geeinigt, weiterführende Entwicklungsleistungen bzgl. einer optimierten Sonde vorzunehmen. Wesentliche Entwicklungsleistung stellt dabei die Konstruktion einer thermisch und mechanisch stabilen Vorlaufstrecke mit vergrößertem Durchmesser ($d = 24 \text{ mm}$) dar. Zum Zeitpunkt des Abschlussberichts liegen bereits ein veränderter Adapter für den Laborextruder und zwei Vorlaufstrecken aus unterschiedlichen PI-Materialien (mit verschiedenen Zusatzstoffen) vor. Erste Testmessungen zeigen eine Reduzierung der Störsignale. Diese konnten jedoch noch nicht abschließend bewertet werden.

Wie sich aus den durchgeführten Arbeiten zeigte, konnte eine Dispergiertgütebestimmung mittels US-Reflexionsmessungen an industrierelevanten Großanlagen nicht abschließend umgesetzt werden. Da die hierbei aufgetretenen Hindernisse als überwindbar angesehen werden, sehen beide Projektpartner sowie der projektbegleitende Ausschuss noch weiteren Forschungsbedarf. Dabei kann aufbauend auf den bereits vorhandenen Ergebnissen eine technische Umsetzung des erfolgreich validierten Messprinzips auf industrielle Großanlagen erfolgen.

„das Ziel des Vorhabens wurde zum Teil erreicht“

Projektpartner

SKZ - KFE gGmbH
ifak Magdeburg e. V.

Danksagung und Bestellhinweis

Das IGF-Vorhaben 18220 BG der Forschungsvereinigung Fördergemeinschaft für das Süddeutsche Kunststoff-Zentrum e.V. wurde über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Die gesamten Forschungsergebnisse können einem umfangreichen Forschungsbericht entnommen werden, der zum Selbstkostenpreis beim SKZ bestellt werden kann. Die Rechnung wird mit dem Bericht zugeschickt.