

Partikelanalyse am Extruderausgang

Einfach und genau

Ein Prozess-Sensor ermittelt bei der Extrusion über einen Laser Verunreinigungen und Unregelmäßigkeiten in der strömenden Kunststoffschmelze. Das Gerät arbeitet mit einer Genauigkeit bis in den Nanometerbereich und lässt sich einfach am Spritzkopf des Extruders anschließen.



Der Anwender kann den Sensor über einen entsprechenden Adapter an den Spritzkopf des Extruders installieren.

Die Prozessbedingungen bei der Extrusion stellen mit hohen Schmelztemperaturen und Schmelzdrücken sowie rauen Umgebungsbedingungen hohe Anforderungen an die Messtechnik. Ein Beispiel für besondere Messanforderungen ist das Überwachen von Aufbereitungsprozessen zum Herstellen von Spezial- und Hochleistungskunststoffen mit Hilfe chemisch-physikalischer Schmelzmodifizierung auf Extrudern. Von ähnlicher Bedeutung ist auch das Kontrollieren der Homogeni-

tät beim Aufschmelzen von Granulaten und Pulvern sowie die sichere Detektion von Verunreinigungen in der strömenden Kunststoffschmelze. Die bisher meist praktizierte Anwendung von Offline-Labormethoden zur Partikelanalyse führt wegen des unvermeidlichen zeitlichen Verzugs zwischen Probenentnahme und Analyseergebnis häufig zu kostenintensiven Fehlchargen.

Direkt in den Schmelzprozess eingekoppelt

Ziel eines Forschungs-Vereinigungsprojekts war deshalb die Entwicklung und das Erproben eines neuartigen Partikelanalytators, der sich direkt in den Schmelzprozess einkoppeln lässt und mit dem sich in Echtzeit praxisrelevante Partikelzustände und deren Änderungen direkt in strömenden Kunststoffschmelzen detektieren lassen.

Der Prozess-Sensor PMP 691 basiert auf einem optischen Messprinzip, das die

Kenntnis der Schmelze-Brechungsindizes und der Stoffkonzentrationen der dispersen und kontinuierlichen Phasen voraussetzt. Der Sensor ermittelt aus photometrischen Messwerten die mittlere Partikelgröße sowohl von Nanometer- als auch von Mikrometerpartikeln. Da das Gerät die Partikelgrößen berechnet, ist keine spezielle Kalibrierfunktion notwendig.

Der Sensor lässt sich über einen Adapter an den Spritzkopf des Extruders installieren. Die Schmelze durchströmt eine Durchflussmesszelle, ähnlich einer Schlitzdüse. Dort durchstrahlt Laserlicht mit einer Wellenlänge von 660 nm die Schmelzeschicht, deren Dicke etwa 1 mm beträgt. Partikel oder Emulsionströpfchen führen zu einem Abschwächen des Laserlichts, das sich ändernde Transmissionsignal dient der Partikelgrößenbestimmung. Durch das sehr scharfe Fokussieren des Messstrahls im Mikrometerbereich ist auf Grund der charakteristischen Schwankungen des

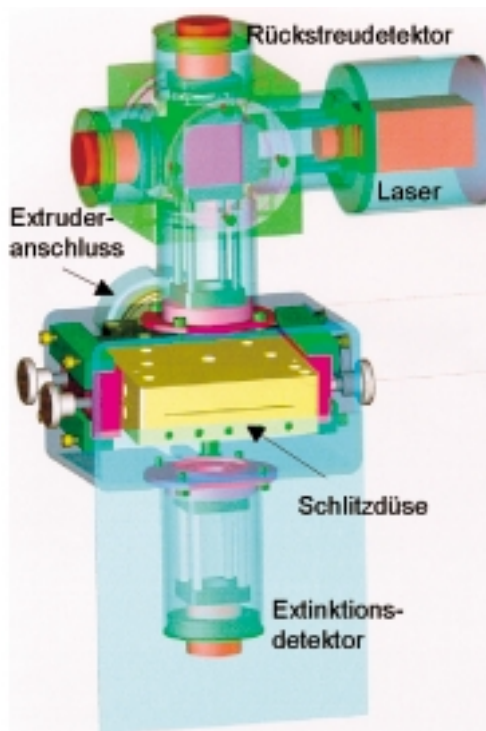


Dipl.-Ing. Stephan Große, Projektingenieur, Prof. Dr.-Ing. habil. Michael Stephan, Gruppenleiter Particle Extrusion Monitoring, Institut für Polymerforschung Dresden, Dr.-Ing. Michael Stintz, Oberassistent, Technische Universität Dresden, Dipl.-Ing. Udo Blanksein, Entwicklungsingenieur, Dr.-Ing. Andreas Rudolph, Geschäftsführer, Topas GmbH, Dresden

Messsignals ein Unterscheiden zwischen Mikrometer- und Nanometerpartikeln möglich. Dazu wertet das System die Standardabweichung der Transmission aus. Zusätzlich wird das von der Schmelze rückgestreute Licht erfasst, wodurch auch bei höheren Partikelkonzentrationen Informationen über die Partikelgröße verfügbar sind. Durch die Kombination der verschiedenen Messmodi soll die Analyse in einem großen Partikelgrößen- und Konzentrationsbereich möglich sein. Darüber hinaus gestattet die schnelle Signalverarbeitung Messungen von großen Partikeln im Einzelpartikelmodus, wodurch besonders Schmelzeverunreinigungen gut zu erkennen sind.

Sicher von der reinen Phase zu unterscheiden

Die Entwickler adaptierten den Prozess-Sensor an verschiedene Doppelschneckenextruder und testeten ihn auf seine Leistungsfähigkeit. Rußpartikel, die zum Beispiel von vorangegangenen Aufbereitungsprozessen herrühren, führten zu sicher messbaren Veränderungen im Signalverlauf. Ein häufiges Problem ist das Auftreten von Gasblasen oder Fremdpartikeln wie Eisenpulver oder Glasfasern. Auch diese sind im Sinne einer Inline-Realtime-Reinheitsmessung sicher von der reinen Schmel-

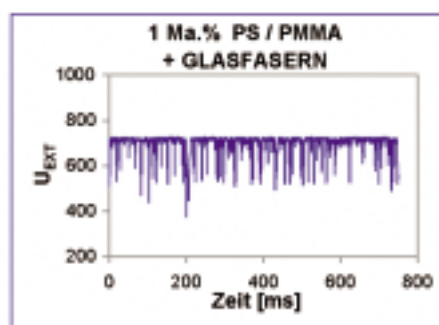
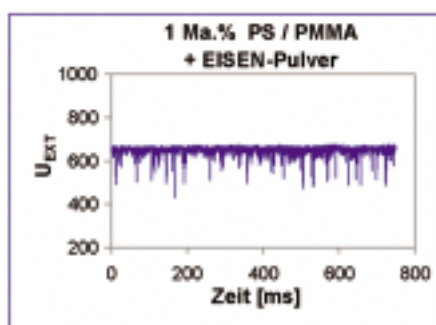
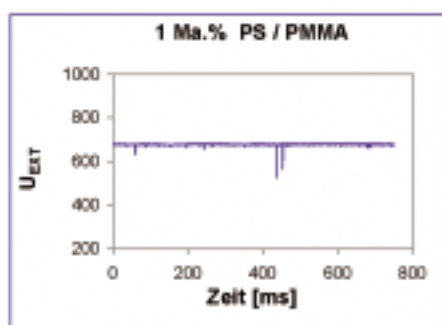


Der Sensor basiert auf einer optischen Messmethode, nach der sich Partikelgrößen im Mikro- und Nanometerbereich ermitteln lassen.

partikulären Verunreinigungen in strömenden Kunststoffschmelzen wie Gelteilchen, Stippen, Gasblasen, Abriebteilchen, unvollkommen aufgeschmolzene Granulate und Pulverkörner. Dazu wird über einen Bypass dem Extruder ein Schmelzeteilstrom entnommen und dieser mikrophoto-metrisch analysiert. Dies könnte beispielsweise für die Kontrolle der Schmelzehomogenität in Plastifiziereinheiten von Spritzgießmaschinen wichtig sein. Die Auslegung und Kontrolle von Schmelzefiltern erfordert ebenfalls eine derartige Partikelanalytik. Ein weiteres Beispiel ist die Kontrolle der vollständigen Löslichkeit von Treibmitteln in Kunststoffschmelzen beim Erzeugen von geschäumten Kunststoffergebnissen auf Extrudern und Spritzgießmaschinen.

die Detektion von Bereichen mit höherer Konzentration einschränkt. Bei der Entwicklung der industriell einsetzbaren Prozess-Sensoren für die Prozess- und Produktüberwachung von Suspensionen und Emulsionen kristallisieren sich derzeit zwei Hauptrichtungen heraus: Messen von hohen Par-

teser Beispiel ist die Kontrolle der vollständigen Löslichkeit von Treibmitteln in Kunststoffschmelzen beim Erzeugen von geschäumten Kunststoffergebnissen auf Extrudern und Spritzgießmaschinen. Gegenwärtig entwickeln die Projektpartner verstärkt Partikelsensoren für



Fremdpartikel wie Eisenpulver oder Glasfasern sind im zeitlich hochauflösenden Messmodus sicher von der reinen Schmelzephase zu unterscheiden. (Bilder: Topas)

zephase zu unterscheiden. Partikelgrößen von Füllstoffen in Polymerschmelzen oder Tröpfchengrößen der dispersen Phase bei Polymerblends wurden ebenfalls bestimmt. Hier besteht aber noch Forschungsbedarf, da bei höheren Partikelkonzentrationen Mehrfachstreuungen auftreten, was bisher noch

tikelkonzentrationen einerseits und das Analysieren von niedrig konzentrierten Inhomogenitäten und Verunreinigungen andererseits. Relativ weit fortgeschritten sind die Arbeiten an einem Prozess-Sensor mit hoher Klassifiziergenauigkeit und hohem Zählwirkungsgrad für die echtzeitnahe Detektion von

den industriellen Einsatz, die sich – analog zu den bekannten Druck- und Temperatursensoren – im Gehäuse oder im Spritzkopf von Extrudern sowie in Plastifiziereinheiten von Spritzgießmaschinen direkt einschrauben lassen.