



Laura Austermeier, M.Sc.

Verbesserte Betriebspunktauslegung durch Simulation des axial-ortsaufgelösten Energieeintrags bei der Verarbeitung von Kunststoffen auf gleichläufigen Doppelschneckenmaschinen

Kunststoffe werden zur gezielten Eigenschaftsveränderung häufig in Doppelschneckenextrudern durch Zugabe von Füllstoffen, Fasern oder Farbstoffen additiviert. Im Compoundierprozess wird dazu zunächst der Kunststoff aufgeschmolzen und die zugegebenen Additive anschließend distributiv und dispersiv eingemischt. Um den Kunststoff von seinem festen Ausgangszustand in den schmelzeförmigen zu überführen, wird durch die Zylinderheizung Wärme eingebracht, vor allem wird aber durch die Schnecken eine plastische Verformung des Granulats hervorgerufen und viel Energie in das Material eingetragen, was es zum Aufschmelzen bringt.

Bei der Erwärmung und Additiveinbringung ist es wichtig, darauf zu achten, dass der Kunststoff nicht über die Zersetzungstemperatur erwärmt und dadurch geschädigt wird, was eine Verschlechterung der mechanischen Kennwerte mit sich bringen würde. Von der aufgetragenen Leistung des Motors kann bislang nur eine Abschätzung über die durchschnittlich über die beiden Schnecken eingebrachte Energie erbracht werden. Entlang des Extruders treten jedoch unterschiedliche Schneckenprofile auf, wie in Bild 1 zu erkennen, welche unterschiedlich viel Energie verbrauchen und in das Material einbringen. Lokale Überschreitungen der Zersetzungstemperatur würden bei dieser Betrachtungsweise unberücksichtigt bleiben.



Bild 1 Beispielhafter Schneckenbau im Doppelschneckenextruder

Ziel des Forschungsvorhabens ist die Entwicklung eines Modells, welches axial ortsaufgelöst den Energieeintrag über der Extruderlänge abbilden kann. Die dosierte Betriebsweise von Doppelschneckenextrudern stellt dabei eine Herausforderung dar, da in teilgefüllten Bereichen auch eine Unterscheidung zwischen den beiden Schnecken nötig wird, da diese unterschiedlich gefüllt sind und unterschiedliche Energieeinträge verursachen.

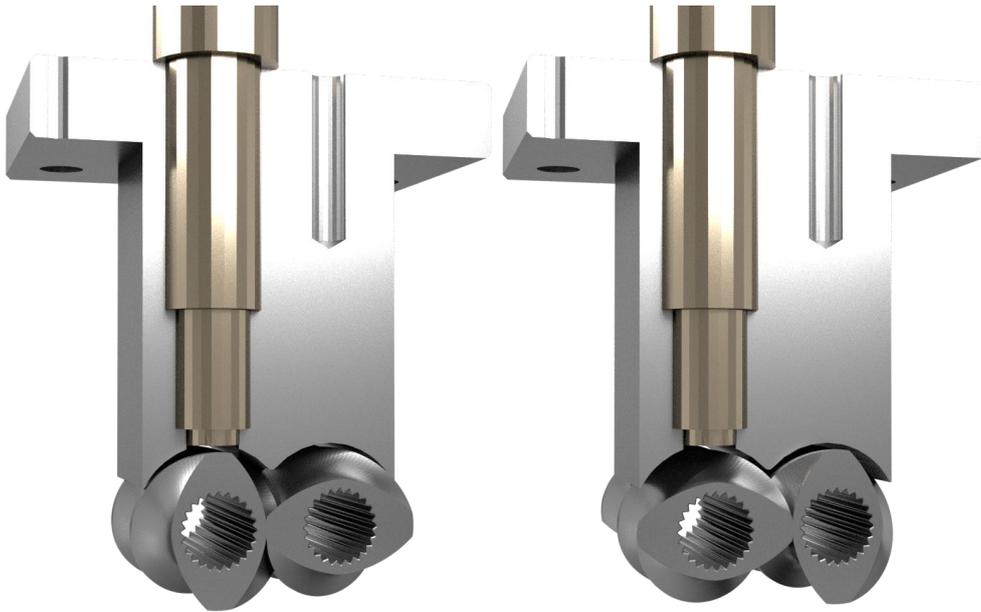


Bild 2 Positionierung des Sensors über den Schnecken im Schnitt

Grundlage für das Vorhaben stellt der Zusammenhang zwischen dem Fließwiderstand der Schmelze gegen die Schnecken und Energieeintrag dar, welcher über die Torsion und das benötigte Drehmoment bestimmt werden kann. Dazu wird mit unterschiedlichen Sensorkonzepten im Entgasungseinsatz des Doppelschneckenextruders die Position der Schneckenstege am Element unter dem Sensor bestimmt, wie in Bild 2 zu sehen ist. Diese Position wird mit einer weiteren Messstelle verglichen. Aus der entstehenden Phasendifferenz kann die Torsion der Schnecke bestimmt werden, welche durch die Schmelze verursacht wird, wie in Bild 3 abgebildet.

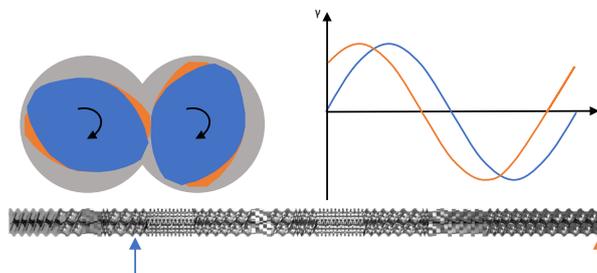


Bild 3 Darstellung der Phasendifferenz zwischen zwei Messstellen

Die Sensoren zeichnen die Position des Schneckenstegs fortlaufend auf. Bei deckungsgleichen Signalen liegt keine Torsion der Welle vor. Je größer die Phasendifferenz wird, desto höher ist die Belastung der betrachteten Schnecke. Zur Bestimmung der Position werden unterschiedliche Sensorkonzepte, wie Druck-, Temperatur- und kapazitive Sensoren miteinander verglichen. Beim Passieren des Schneckenstegs am Sensor findet sowohl ein Temperaturanstieg, als auch eine Druckerhöhung statt, welche im vollgefüllten Bereich des Extruders gemessen werden können. In teilgefüllten Bereichen sowie in der Feststoffförderzone kommen kapazitive Sensoren zum Einsatz, welche die Schnecke selbst als Kondensatorplatte nutzen. Durch das Schneckenprofil entsteht eine annähernd sinusförmige Kurve, welche die Rotationsausrichtung der Schnecke wiedergibt.

Auf Grundlage der Messungen wird im Anschluss ein mathematisches Modell auf physikalischen Zusammenhängen aufgebaut, das in SIGMA integriert wird, um den spezifischen Energieeintrag entlang des Extruders zu simulieren.

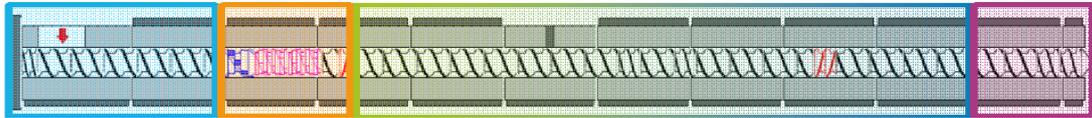


Bild 4 Schematische Darstellung der Modellzoneneinteilung integralen Energieeintrags entlang der Schnecken im gleichläufigen Doppelschneckenextruder

Danksagung

Wir danken der Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen „Otto von Guericke“ e.V. (AiF) (IGF-Nr. 21056 N) für die finanzielle Förderung der Arbeiten, die aus Mitteln des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) erfolgt. Zudem bedanken wir uns für die Unterstützung der Unternehmen aus dem projektbegleitenden Ausschuss und dem Süddeutschen Kunststoffzentrum (SKZ) für die Zusammenarbeit.