

## Zusammenfassung

### IGF-Vorhaben-Nr.: 15459 N

#### **Untersuchung und Modellierung eines neuartigen Extrusionsprozesses für die Lebensmittelverarbeitung**

Zur kontinuierlichen Verarbeitung von unterschiedlichen Rohstoffen mittels Druck, Temperatur und Scherung werden Extruder sowohl bei der Herstellung von Kunststoffen als auch bei der Verarbeitung von Lebensmitteln seit vielen Jahren erfolgreich eingesetzt. Allerdings waren bisher nicht alle Prozesse mit den vorhandenen Extrudertypen umsetzbar, da z.B. eine exakte Temperaturführung wegen der teilweise auftretenden hohen Scherung nicht immer möglich ist. Im Bereich der Kunststoffherstellung existiert mit dem Planetwalzenextruder (PWE) ein dafür geeignetes Extrudersystem. Bisher war aber weder ein Apparat in Food-Grade-Ausführung für die industrielle Praxis noch das entsprechende Know-how für den Lebensmittelbereich verfügbar. Ziel des Projektes war die Erarbeitung der Grundlagen für die Einführung des PWE im Lebensmittelbereich, so dass die Potentiale dieser Extrudertechnologie für diese Branche wirtschaftlich genutzt werden können. Die Implementierung sollte am Beispiel der Extraktion von Tocopherolen aus Reststoffen der Rapsölgewinnung erfolgen, wobei eine begleitende Modellierung des Extrusionsprozesses im PWE vorgesehen war, um die Übertragung auf andere Prozesse und Stoffsysteme schneller und effizienter gestalten zu können.

Bezüglich der Gewinnung der Tocopherole wurden die wichtigsten Verfahrensparameter für den PWE systematisch erarbeitet. Das betrifft sowohl die Stoffseite, z. B. Auswahl und Zusammensetzung der Extraktionsmittel, als auch den Einfluss der Prozessführung im PWE, z. B. Temperatur und Durchsatz. Dabei konnte nachgewiesen werden, dass durch geeignete Prozessbedingungen und Zusammensetzung des Extraktionsmittels eine erhebliche Anreicherung der Tocopherole im extrahierten Rapsöl möglich ist. Besonders vorteilhaft ist in diesem Zusammenhang die Möglichkeit der zweistufigen Extraktion mit einer zusätzlichen Abpresseinheit in der Mitte des Extruders. Auf diese Weise kann die Ausbeute an Tocopherolen weiter erhöht werden bzw. durch eine kombinierte wässrig-alkoholische Extraktion sowohl das Protein (erster Schritt) als auch die Tocopherole (zweiter Schritt) in nur einem Apparat, gewonnen werden. Die entsprechenden Bedingungen wurden im Vorhaben ermittelt und erfolgreich getestet.

Für die Modellierung des Extrusionsprozesses wurden zunächst die Materialdaten des Rapspresskuchen-Extraktionsmittel-Gemisches, insbesondere dessen rheologische Eigenschaften, bestimmt. Die ursprünglich vorgesehene Bestimmung mittels Kapillarrheometern war aufgrund der Entmischung des Stoffsystems bei höheren Drücken nicht möglich. Mittels eines Platte-Platte-Rheometers konnten jedoch die Fließigenschaften gemessen werden. Für die Modellierung des rheologischen Verhaltens wurde auf das Carreau-Modell, welches um

Verschiebungsfaktoren für Temperatur, Lösungsmittelanteil und Verarbeitungsvorgeschichte erweitert wurde, zurückgegriffen. Im Anschluss wurden Modelle zur Beschreibung der Geometrie des Planetwalzenextruders entwickelt und die aus der Ein- und Doppelschneckenextrudersimulation bekannten Modelle an die Bedingungen des PWE angepasst. Die einzelnen Teilmodelle wurden in einem Zusatzprogramm zur Tabellenkalkulation gekoppelt. Dies ermöglicht eine Abschätzung von Druck-Durchsatz-Verhalten, Leistungsaufnahme, Temperaturentwicklung und Mischgüte. Ein Vergleich der Berechnungsergebnisse mit denen aus experimentellen Untersuchungen zeigte, insbesondere unter Berücksichtigung der bei der Modellierung getroffenen Vereinfachungen, eine weitestgehend gute Übereinstimmung. Parallel dazu wurde ein Modell zum Abpressverhalten des Extraktionsmittels an der Austrittseinheit entwickelt und die entsprechenden Materialdaten zum Abpressverhalten des Stoffgemisches anhand von Laborversuchen bestimmt. Über dieses Modell kann der Druck am Ende des PWE in Abhängigkeit von Durchsatz und Abpressgrad an Flüssigkeit berechnet werden, so dass ein vollständiges Modell von PWE und Abtrennung der wertgebenden Inhaltsstoffe erhalten wird.

## **Danksagung und Bestellhinweis**

Das IGF-Vorhaben 15459 N der Forschungsvereinigung Untersuchung und Modellierung eines neuartigen Extrusionsprozesses für die Lebensmittelverarbeitung wurde über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der industriellen Gemeinschaftsforschung und –entwicklung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.

Wir bedanken uns für die finanzielle Unterstützung.

Gefördert durch:



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.