

VERGLEICH VON MESSUNGEN AN EINEM KARUSSELLEXTRAKTEUR MIT DEN RECHNERGEBNISSEN EINER MATHEMATISCHEN SIMULATION

Von B. Fehsenfeld, M. Knuth und W. Stein
Krupp Forschungsinstitut, Münchener Str. 100, Postfach 10, D-43 Essen

EINFÜHRUNG

Die bei der Entölung von Saaten gebräuchlichen Fest-Flüssig-Extraktoren moderner Bauart arbeiten nach dem Perkolationsprinzip als Karussell- oder Bandextraktoren. In diesen Apparaten wird das Lösungsmittel im Gegenstrom zum Extraktionsgut geführt. Wie Bild 1 zeigt, besteht die interne Strömung aus einer Überlagerung von Gegenstrom, Kreuzstrom und Gleichstrom. D.h. die Strömungsverhältnisse sind im Vergleich zu anderen Stoffaustauschapparaten sehr kompliziert.

Zur Beschreibung des Extraktionsvorgangs und der Strömungsverhältnisse in einem Karussellextraktor wurde ein mathematisches Modell (1) entwickelt, das für Auslegungs- und Optimierungsrechnungen einsetzbar ist. Die das Extraktionsgut betreffenden Eingangsdaten für das mathematische Modell werden durch Labormessungen an einer Materialprobe ermittelt.

Um auch für Expellerkuchen die gewählte Verknüpfung zwischen dem mathematischen Modell und den durch Labormessverfahren ermittelten saatspezifischen Eingangsdaten zu prüfen, wurden an der Produktionsanlage der Firma Exab, die vorgepresste Rapssaat extrahiert, Messungen bei verschiedenen Betriebszuständen durchgeführt.

PHYSIKALISCHE UND VERFAHRENSTECHNISCHE GRUNDLAGEN FÜR DAS MATHEMATISCHE MODELL

Die Arbeitsweise und Funktionsfähigkeit eines Karussellextraktors wird von Eigenschaften des Extraktionsgutes und von der Betriebsweise bestimmt. Eigenschaften des Extraktionsgutes sind: Saatart, Aufschlussgrad, Schalenanteil, Ölgehalt, Wassergehalt, kompakte Dichte, Formfaktor, Kapillarität im einzelnen Kuchenpartikel sowie Porosität und Feinheitsparameter des durch die Kuchenpartikel gebildeten Haufwerks. Die Betriebsweise ist im wesentlichen durch Schichthöhe, die Winkelgeschwindigkeit der Extraktorzellen, das Hexan/Saatverhältnis, die Sprühblecheinstellung und die Temperatur des Extraktors gegeben.

Sind Saatart und Schalenanteil vorgegeben, werden Ölgehalt, Wassergehalt, die kompakte Dichte und die Kapillarität durch die Vorpressung einschliesslich der Konditionierung bestimmt. Der Aufschlussgrad - der Anteil der geöffneten Pflanzenzellen - ist neben der Beanspruchung in der Vorpresse von der Flockierung abhängig. Die Porosität und die Feinheitsparameter des Haufwerks werden durch die der Vorpressung nachgeschaltete Kuchenaufbereitung und durch den Anmischvorgang bestimmt.

Zur Erläuterung des Einflusses der Porosität und der Feinheitsparameter des Haufwerks auf den Extraktionsverlauf sind in Bild 2 die zeitliche Abnahme der mittleren Ölkonzentration - Zeitölkurve - in zwei Haufwerken aus gleichem Material, aber mit unterschiedlichen Porositäten und Feinheitsparametern dargestellt. Kurve 1 ergibt sich für ein Haufwerk, das im RRSB-Körnungsnetz durch den mittleren Durchmesser $d'_1 = 1,5$ mm und den Gleichmässigkeitskoeffizienten $n = 1,7$ charakterisiert ist. Kurve 2 ergibt sich für ein Haufwerk mit $d'_2 = 2,5$ mm und $n = 1,7$.

Die Kurven lassen das Zusammenwirken der durch die mittlere Leerrohrgeschwindigkeit charakterisierbaren Hydrodynamik und des Transportwiderstandes im Korn erkennen. Die Zeitölkurven enthalten also implizit Informationen über die weiter oben aufgeführten Einflussgrößen mit Ausnahme der mittleren Leerrohrgeschwindigkeit, die in einem separaten Versuch ermittelt wird.

VERGLEICH DER MESSUNGEN MIT DEN ERGEBNISSEN DER SIMULATIONSRECHNUNG

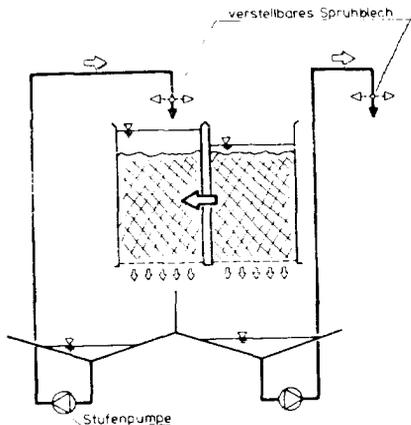
Die Messungen wurden bei dem in der Produktionsanlage üblichen Betrieb des Karussellextrakteurs und nach Variation von folgenden Betriebsparametern um bis zu $\pm 20\%$ durchgeführt: Drehgeschwindigkeit; Kuchendurchsatz; Hexan/Saatverhältnis; Kuchendicke; Saarflockendicke.

Parallel zu den Messungen wurden Kuchenproben am Feststoffeintritt des Extrakteurs gezogen. An diesen Kuchenproben wurden in Laborversuchen die Daten für das mathematische Simulationsmodell ermittelt. Mit den dazugehörigen Betriebsparametern wurden Simulationsrechnungen durchgeführt.

In Bild 3 sind exemplarisch für die gute Übereinstimmung zwischen Beobachtung und Rechnerergebnis die Überflutungslinie, die Konzentration der Miscellen in den Abteilungen und die Ölgehalte im Mehl für einen ausgewählten Betriebszustand dargestellt.

LITERATUR

- (1) Thomschke, H., M. Meiners und E. Frohnert, 1977. Extraktive Fest-Flüssig-Trennung. Experimentelle und theoretische Untersuchungen. Techn. Mitt. Krupp, Werks-Ber. Bd.35: H.1: 9-16.



- ☒ Extraktionsgut
- ☒ Miscellaspiegel

Bild 1 Perkolationsextrakteur, schematisch

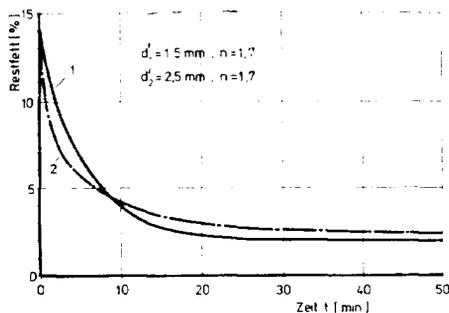
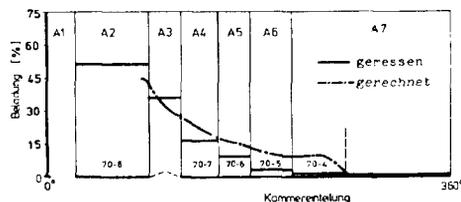
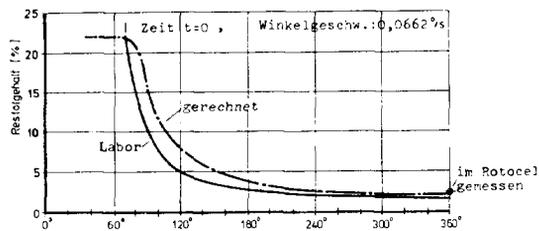
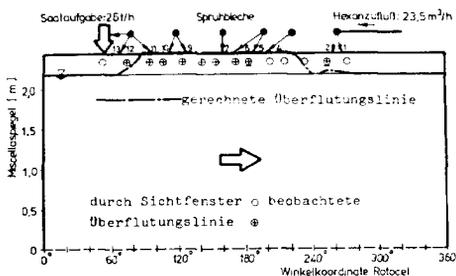


Bild 2 Zeitkurven



Verstellung: Hexandurchsatz um ~20% verringert

Bild 3 Vergleich von Rechnung und Messung am Rotocel Typ: 26 R