

STOFFAUSTAUSCH BEI DER ADSORPTIONSBLEICHUNG VON RAPSÖL

P. Transfeld

ÖHMI Forschung und Ingenieurtechnik, Berliner Chaussee 66,
0-3050 Magdeburg, BRD

EINFÜHRUNG

Die Entfärbungsisotherme der Bleichung von Rapsöl mit aktivierter Bleicherde kann durch die koordinatentransformierte LANGMUIR-Gleichung vollständig beschrieben werden (Transfeld 1986).

Die Anwendung der mehrstufigen Gegenstrombleichung im offenen System führt unter bestimmten Bedingungen zu Bleicherdeinsparungen von mehr als 40 % (Transfeld 1987). Die Einsparung erhöht sich mit fallendem Parameter K_L der LANGMUIR-Gleichung und mit Zunahme der im gebleichten Öl angestrebten Farbstoffkonzentration.

Den hohen Bleicherdeinsparungsmöglichkeiten steht der große apparatetechnische Aufwand einer industriell betriebenen mehrstufigen Gegenstromkaskade entgegen. Zur Verringerung des apparativen Aufwandes wurde ein kontinuierlich arbeitender Apparat, die ZG-Kolonne entwickelt (Transfeld und Mörl 1985) und experimentell untersucht (Transfeld 1988). Weitere Apparatentwicklungen, die besonders das breite Kornspektrum der Bleicherde berücksichtigen, sind zu erwarten (Fig. 1).

ADSORPTIONSKINETIK

Um Hilfen für die Dimensionierung der Apparate zu erhalten, wurde das Stoffaustauschverhalten untersucht. Beim Strom der Farbstoffe von der Ölphase in die Bleicherdephase sind verschiedene Transportwiderstände zu überwinden (Fig. 2). Relevante Stofftransportmechanismen bei Adsorptionsprozessen sind:

1. Transport des in der fluiden Phase gelösten Adsorptivs durch Konvektion zum Adsorbens.
2. Diffusion des Adsorptivs durch den Grenzfilm, dessen Dicke eine Funktion der Anströmgeschwindigkeit und der Oberflächenform des Adsorbens ist.
3. Diffusion des Adsorptivs im Korninneren, d.h. sowohl im Porenöl als auch in der sorbierten Phase.
4. Einstellung des Adsorptionsgleichgewichts an einer energiegunstigen Stelle.

STOFFDURCHGANGSKOEFFIZIENT

Die Stoffübertragung von der Ölphase über die Phasengrenzfläche in die feste Phase wird als pauschaler Vorgang betrachtet und der auf die Bleicherdephase bezogene Stoffdurchgangskoeffizient bestimmt.

Mit den hier verwendeten Koordinaten (Fig. 3) lautet die Definitionsgleichung für den Stoffdurchgang:

$$d_{m_F} = K_B dA (q^* - q) \quad (1)$$

Aus der Massenbilanz um die Kolonne (Fig. 4) folgt:

$$d_{m_F} = \dot{m}_B dq \quad (2)$$

Aus (1) und (2) folgt die Gleichung für den experimentell bestimmten Stoffdurchgangskoeffizienten

$$K_B = \frac{\dot{m}_B}{A e_B} \int_{q_0}^{q_1} \frac{dq}{q^* - q} = HTU NTU \quad (3)$$

Damit ist für die Berechnung des Stoffdurchgangskoeffizienten nur noch die Bestimmung der Phasengrenzfläche und die Messung der Farbstoffkonzentration am Ein- und Austritt der Kolonne erforderlich.

Mit der Annahme, daß das Bleicherdekorn die idealisierte Form einer Kugel hat und das der SAUTER-Durchmesser d_{ST} als gleichwertiger Durchmesser des gesamten Kornspektrums der Bleicherde angesehen werden kann, folgt für die Phasengrenzfläche (Fig. 5)

$$A = \frac{6 A_K H_K v (1 - \epsilon_E)}{d_{ST} (1 + v)} \quad (4)$$

Das Gleichgewicht wird durch die Entfärbungsisotherme beschrieben:

$$q^* = \frac{q_{max}^* K_L (C - C_R)}{1 + K_L (C - C_R)} \quad (5)$$

Den Prozeß charakterisiert die Arbeitsgerade (Fig. 6):

$$q = \frac{q_0 C_0 - q_1 C_1}{C_0 - C_1} + \frac{q_1 - q_0}{C_0 - C_1} \quad (6)$$

Die auf die Bleicherde bezogene Anzahl der Übertragungseinheiten folgt aus Fig. 7:

$$NTU_B = \int_{C_1}^{C_0} \frac{dq}{\frac{q_{max}^* K_L (C - C_R)}{1 + K_L (C - C_R)} + \frac{q_0 C_0 - q_1 C_1}{C_0 - C_1} - \frac{q_1 - q_0}{C_0 - C_1}} \quad (7)$$

CHARAKTERISTISCHE REYNOLDS-ZAHL

Neben der Phasengrenzfläche ist die Rührerdrehzahl und die daraus resultierende Drehströmung das entscheidende Kriterium der konvektiven Stoffübertragung.

In der ZG-Kolonne sind drei Strömungsbereiche zu unterscheiden (Fig. 8):

1. Rotationsströmung
2. Potentialumlaufströmung
3. Wandnahe Strömung

Die Umfangsgeschwindigkeit im Wendelbereich, die hier als relevant für die Bestimmung der Re-Zahl anzusehen ist, ergibt sich wie folgt:

$$w_B = 2\pi n R_R \left(\frac{R_R}{R_W} \right)^{0,75} \quad (8)$$

EXPERIMENTELLE ERGEBNISSE

Unter Anwendung der Gleichungen (1) bis (8) wurden aus den an einer halbtechnischen Kolonne gemessenen Werten für m_B , C_0 und C_1 die experimentellen Stoffdurchgangskoeffizienten ermittelt (Fig. 9).

Demzufolge wird der Stoffdurchgang bei $Re < 0,06$ durch Konvektion in der freien Flüssigkeit und bei $Re > 0,06$ durch Diffusion im Bleicherdekorn bestimmt.

In der Praxis wird man deshalb die ZG-Kolonne so dimensionieren, daß eine maximale Stoffdurchgangszahl, d.h. $Re > 0,06$ realisiert wird.

LITERATUR

Transfeld, P. 1986. Modellierung der Entfärbungsisothermen der Bleichung vegetabiler Öle mittels Bleicherde. Lebensmittelindustrie 33: 125 - 129.

Transfeld, P. 1987. Die Bleichung von Rapsöl in der mehrstufigen Gegenstromkaskade. Lebensmittelindustrie 34: 224 - 226.

Transfeld, P. und Mörl, L. 1985. DD - WP B 01 D / 278196.

Transfeld, P. 1988. Hydraulisches Verhalten einer neuen Gegenstromkolonne. Lebensmittelindustrie 35: 276 - 279.

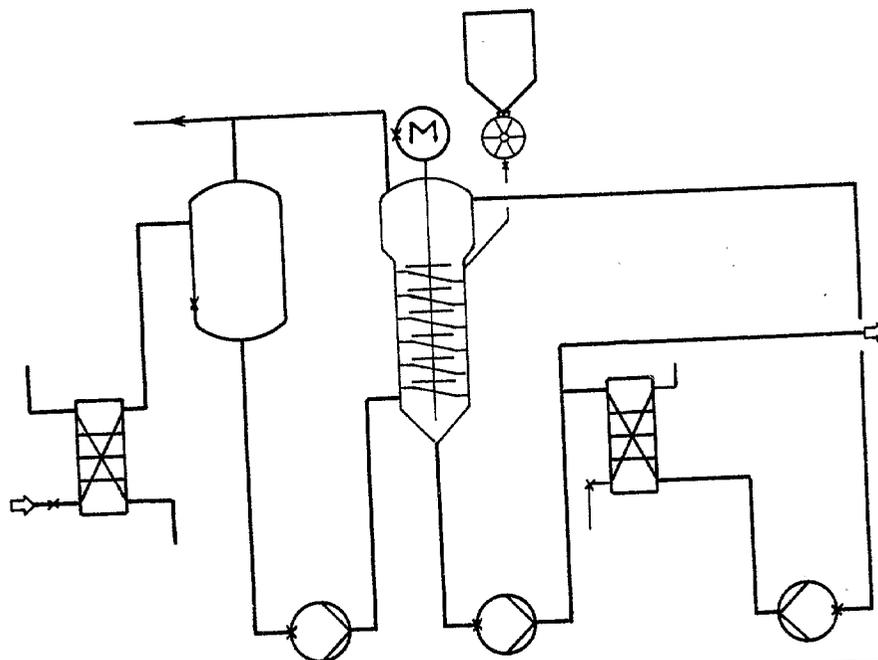


Fig. 1

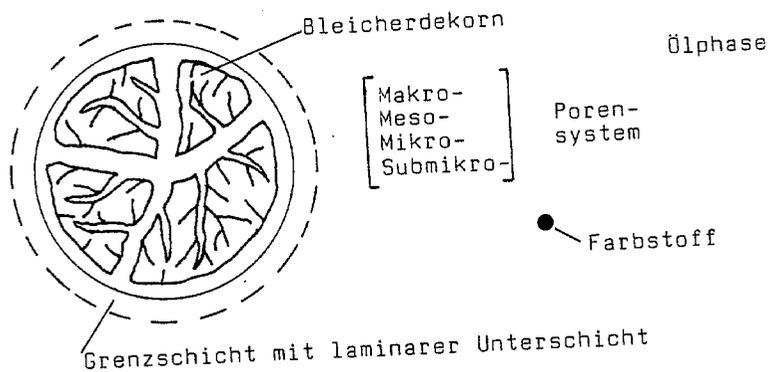


Fig. 2

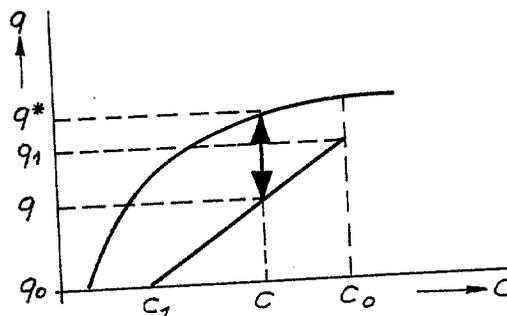


Fig. 3

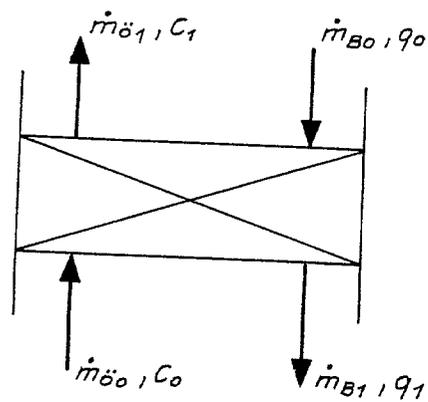


Fig. 4

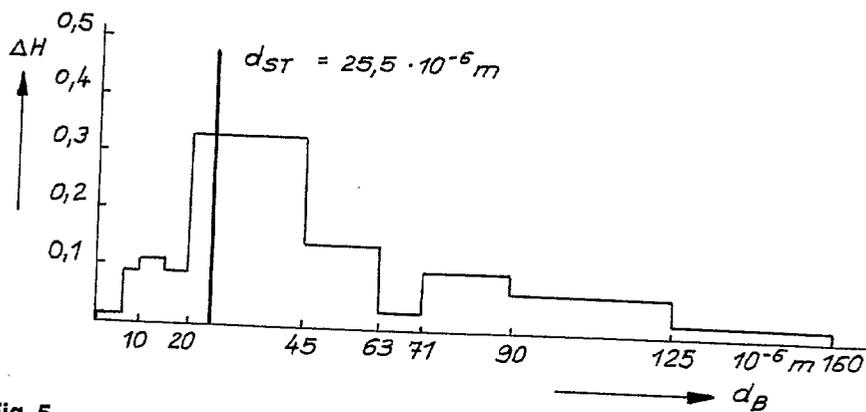


Fig. 5

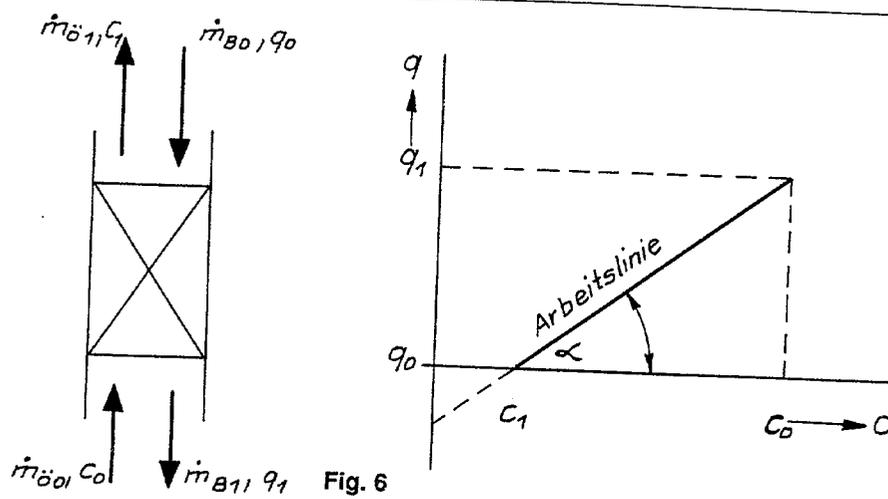


Fig. 6

