

6.1.4. Einzeltropfenreaktivextraktion von Phenol in laminar strömendem Kontinuum

Die Untersuchung frei schwebender Einzeltropfen in einem laminar strömenden Kontinuum in der in Abb.5.2 skizzierten Einzeltropfenapparatur erwies sich als äußerst schwierig und langwierig. Die Tropfen-Reynoldszahl lag im Bereich zwischen 1 und 2. Aufgrund dieses sehr geringen Wertes war es fast unmöglich Einzeltropfen in der verwendeten Viertelkreisdüse in der Schwebelage zu halten, da das Strömungsprofil im laminaren Bereich in der Düsenachse ein Maximum anstelle eines Minimums aufweist und somit der Tropfen immer aus der Rohrachse herausgedrängt wird (s. hierzu auch Abb. 5.3). Nur durch anhaltendes Probieren gelangen hier einige wenige brauchbare Messungen, von denen zwei in Abb.6.23 dargestellt sind.

Im allgemeinen sind jedoch Untersuchungen an freischwebenden Einzeltropfen im laminaren Strömungsbereich nach der Methode der Tropfenstabilisierung im Strömungsprofil einer Viertelkreisdüse ungeeignet. In diesem Fall sollten besser Untersuchungsmethoden herangezogen werden, die auf frei fallenden oder aufsteigenden Tropfen basieren, wie dies in Abb.5.1 skizziert ist.

Die Verschiebung des Strömungsbereichs aus der turbulenten in die laminare Region wurde durch Zumischen von Glycerin zum wässrigen Kontinuum erreicht. Abb.6.23 zeigt den reaktionsgekoppelten Stoffdurchgangskoeffizienten k_t als Funktion der Extraktionszeit für zwei verschiedene NaOH-Konzentrationen im Kontinuum, dessen Viskosität 73 bzw. 48 mPas betrug. Bei einer Tropfengröße von 30 μ l und 73 cP errechnet sich eine Reynoldszahl von 1,5.

Prinzipiell resultieren im Hinblick auf den Kurvenverlauf von k_t ähnliche Kurven wie die in Abb.6.17 für das Phenolsystem im turbulenten Bereich. Die Absolutwerte der Stofftransportparameter sind jedoch erheblich kleiner:

$$k_t = 1,3 \cdot 10^{-4} \text{ cm/s} \quad (\text{ohne Reaktion})$$

$$k_d = 6 \cdot 10^{-4} \text{ cm/s}$$

$$k_c = 9 \cdot 10^{-5} \text{ cm/s} \quad (H = 0,55)$$

Erwartungsgemäß wird beim Übergang in den laminaren Strömungsbereich der Stoffübergangskoeffizient im Kontinuum k_c weitaus stärker verringert als der entsprechende Übergangskoeffizient k_d für die disperse Phase (vgl. hierzu Tab.6.13 und 6.16). Eine Gegenüberstellung der Stofftransportparameter für den Bereich der viskosen Strömung mit den Modellen von Newman und Kronig/Brink gemäß Gl.6.1.1. und 6.1.2. zeigt, daß die laminare Zirkulation im Tropfen offenbar nur schwach ausgeprägt ist. Der Tropfen verhält sich zwar nicht starr, aber es werden doch nur 50 % desjenigen Wertes experimentell gefunden, der einem Tropfen mit voll entwickelter laminarer Zirkulation gemäß der Vorstellung nach Kronig und Brink entspricht ($k_d = 1,2 \cdot 10^{-3} \text{ cm/s}$ bei 30 μ l).

Aus den experimentell gewonnenen Stoffdurchgangskoeffizienten k_t sowie dem hieraus berechenbaren k_c läßt sich wiederum in Analogie zu Abb.6.15 der Enhancementfaktor als Funktion des Konzentrationsverhältnisses $C_{\text{NaOH}} \cdot H/C_d(t)$ darstellen. Abb.6.24 zeigt entsprechende Ergebnisse für eine Viskosität der kontinuierlichen Phase von 73 cP und einer Reaktandenkonzentration von 10^{-2} n NaOH . Der Enhancement-Faktor verläuft wiederum durch ein Minimum (s. hierzu auch Kurve 1 in Abb.6.15) aufgrund des instationären Anlaufvorgangs von k_t (Kurve 1 Abb.6.24).

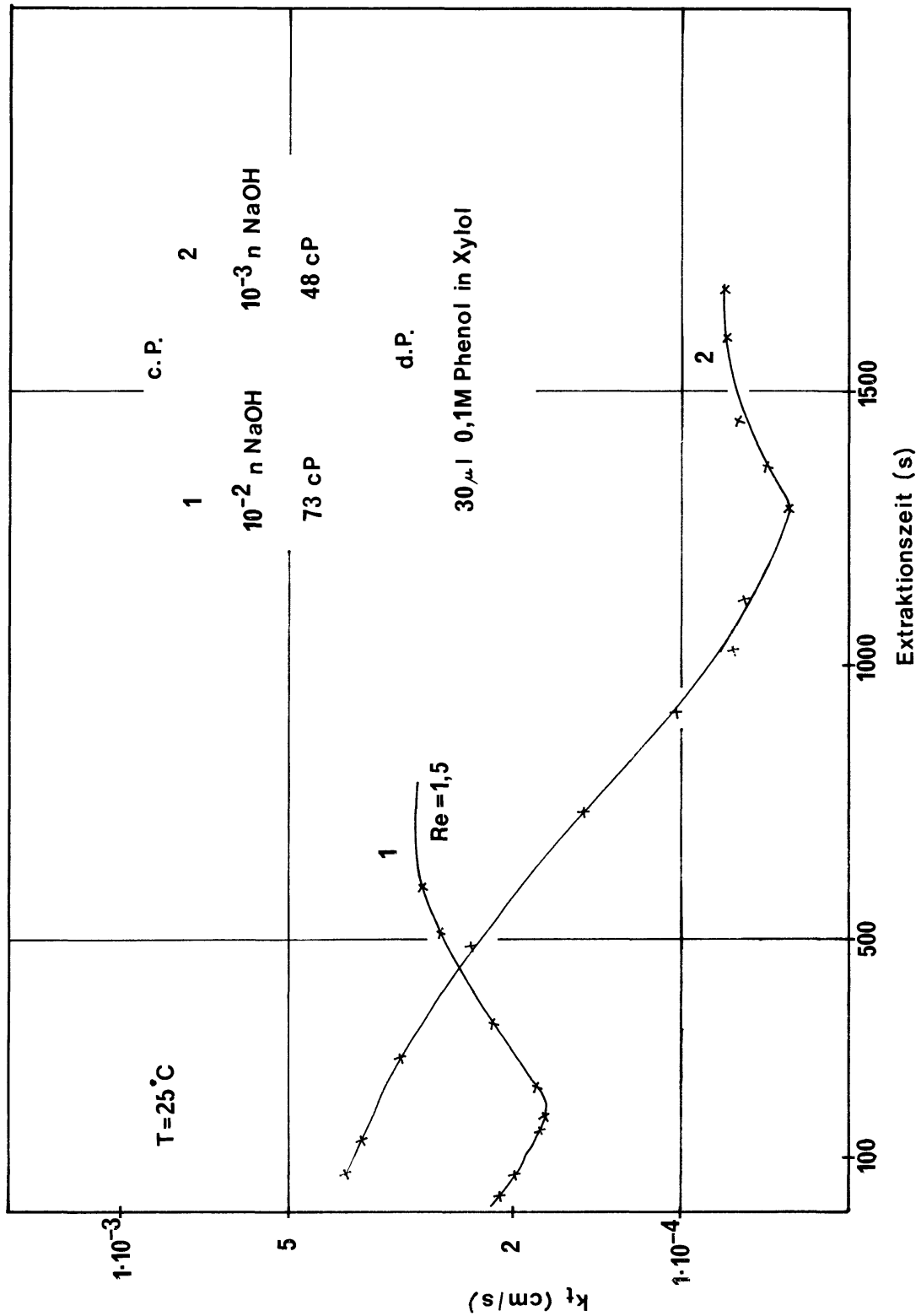


Abb.6.23.: Einzeltropfenreaktivextraktion von Phenol im laminar strömenden Kontinuum; instationäre Stoffdurchgangskoeffizienten