

# Prozessintensivierung mit Membranen

**Prof. Dr.-Ing. S. Ripperger**

*Lehrstuhl für Mechanische Verfahrenstechnik, Technische Universität Kaiserslautern*

Im Zusammenhang mit verfahrenstechnischen Prozessen wurde der Begriff „Prozessintensivierung“ in den siebziger Jahren geprägt. Er beinhaltet Maßnahmen und Prinzipien, um

- die Stoffumwandlung in einem Prozess zu verbessern, d. h. die Raum-Zeit-Ausbeuten in der Anlage zu erhöhen, die Selektivitäten zu verbessern und
- die Produktionskosten (Investitions- und Betriebskosten) zu senken.

Oft ist mit einer Prozessintensivierung gleichzeitig auch

- eine Verbesserung des Umweltschutzes,
- eine Erhöhung der inhärenten Prozesssicherheit und
- die Erzeugung einer verbesserten Produktqualität verbunden.

Der Begriff „Prozessintensivierung“ beinhaltet unterschiedlichste Konzepte, von denen einige im Vortrag beschrieben werden.

Ausgehend von den spezifischen Eigenschaften von Membranverfahren wird gezeigt, dass sie insbesondere deshalb angewendet werden, weil mit ihnen eine Prozess-intensivierung erreicht werden kann. Dabei spielt oft auch die Verbesserung der Produktqualität eine wesentliche Rolle.

Die Nutzung von miniaturisierten Strukturen zur Prozessverstärkung, d. h. zur Verbesserung von Misch-, Wärme- und Stofftransportvorgängen, wird in der Membrantechnik seit langem angewendet. Beispiele hierzu werden dargestellt. Das Verhältnis von Oberfläche zu Volumen steigt bei mikrostrukturierten Apparaten, ähnlich wie in heute eingesetzten Membranmodulen auf mehrere Tausend  $\text{m}^2/\text{m}^3$  an. Die notwendigen Durchsätze bzw. Produktionsraten werden meist erst erzielt, wenn man entsprechende Apparaturen in der benötigten Anzahl parallel schaltet und betreibt (numbering-up). Dieses Prinzip wird in der Membrantechnik seit langem angewendet. Anhand der Membrantechnik können auch mit einem numbering-up verbundenen Risiken und Probleme diskutiert werden.

Eine weitere Maßnahme zur Prozessintensivierung besteht in der simultanen Durchführung mehrerer Grundoperationen in einem Apparat (Prozessintegration). Es können dadurch Limitierungen der Stoffumwandlung überwunden und Vorgänge „intensiviert“ werden. Beispiele für integrierte Verfahren sind die Membranreaktoren bzw. –bioreaktoren.