

MEMBRANTECHNIK

Konzepte und Anwendungen

Upscaling, Massstabsvergrößerung

1	Upscaling und Massstabsvergrößerung in Membranprozessen	1
1.1	Definition und Zielsetzung	1
1.2	Herausforderungen	1
1.3	Worauf besonders zu achten ist	1

1 Upscaling und Massstabsvergrößerung in Membranprozessen

1.1 Definition und Zielsetzung

Upscaling bezeichnet die Übertragung eines im Labor oder Technikums getesteten Membranprozesses auf einen grösseren, industriellen Massstab. Ziel der Massstabsvergrößerung ist es, identische oder vergleichbare Trennleistungen bei deutlich erhöhtem Durchsatz zu erreichen. Im Zentrum stehen dabei Membranprozesse wie Mikrofiltration, Ultrafiltration, Nanofiltration und Umkehrosmose.

Upscaling ist kein rein geometrisches Vergrößerungsproblem, sondern eine komplexe verfahrenstechnische Methodensammlung, die Erfahrung erfordert.

1.2 Herausforderungen

Hydrodynamische, stoffliche und betriebliche Randbedingungen ändern sich mit zunehmender Anlagengröße. Lokale Strömungsverhältnisse lassen sich in kleinen Modulen leichter kontrollieren als in grossen Anlagen. Konzentrationspolarisation verstärkt sich häufig bei steigender Membranfläche. Fouling tritt im industriellen Betrieb meist schneller und komplexer auf als im Labor.

1.3 Worauf besonders zu achten ist

Nicht alle im Labormassstab erzielten Ergebnisse sind direkt skalierbar. Insbesondere Reinigungszyklen müssen im grossen Massstab neu bewertet werden. Der Energiebedarf steigt oft überproportional mit der Anlagengröße. Materialbeständigkeit gewinnt bei langen Betriebszeiten an Bedeutung. Auch wirtschaftliche Aspekte wie Investitions- und Betriebskosten beeinflussen die gewählte Upscaling-Strategie.

Computergestützte Strömungssimulationen unterstützen die Auslegung grosser Membransysteme. Pilotanlagen liefern wichtige Daten für den späteren industriellen Betrieb. Gezielte Vorbehandlung des Feedstroms reduziert Fouling und verbessert die Prozessstabilität.