

## 1. Einleitung

Ziele: Verstehen der Bedeutung und Anwendungen von Membrantechnologie in der Wasseraufbereitung. Grundlegendes Verständnis der unterschiedlichen Arten von Membranen und ihrer Einsatzmöglichkeiten.

Inhalt: Historischer Hintergrund der Membrantechnologie. Übersicht über die Membrantechnologie in der Wasseraufbereitung. Bedeutung und Vorteile der Verwendung von Membranen.

## 2. Grundprinzipien des Stoffaustauschs

Ziele: Grundkenntnisse der Massenübertragungsprinzipien und deren Relevanz für Membransysteme. Vertiefung des Verständnisses der Mechanismen und Faktoren der Massenübertragung. Verstehen der Faktoren, die die Massenübertragung beeinflussen. Verstehen komplexer Phänomene wie Diffusion und Konvektion in Membranprozessen.

Inhalt: Einführung in die Massenübertragung: treibende Kräfte und Widerstände. Diffusion durch Membranen, konvektive und gekoppelte Transportmechanismen. Modelle und Anwendungen

## 3. Herstellung der Membrane

Ziele: Kenntnisse über die verschiedenen Methoden der Membranherstellung. Fähigkeit, die geeignete Membran für spezifische Anwendungen auszuwählen.

Inhalt: Materialien für Membranen. Phaseninversionsmethode, Sintern, Track-Etching. Einfluss der Herstellungsparameter auf Membraneigenschaften.

## 4 Charakterisierung von Membranen

Ziele: Fähigkeit, verschiedene Charakterisierungstechniken für Membranen zu verstehen und anzuwenden. Fähigkeit, die Performance einer Membran basierend auf Charakterisierungsdaten zu bewerten.

Inhalt: Porengrößenbestimmung, Kontaktwinkel, Oberflächenrauigkeit. Permeabilitätstests, Retentionsstudien. Fortgeschrittene Techniken: Elektronenmikroskopie, FTIR, XPS.

## 5. Membranmodule

Ziele: Verstehen der verschiedenen Arten von Membranmodulen und ihrer spezifischen Anwendungen. Kenntnisse über den Aufbau und die Funktion verschiedener Modultypen.

Inhalt: Flachmembranmodule, Spiralgewickelte Module, Hohlfasermodule. Design- und Betriebsüberlegungen für Membranmodule. Probleme und Herausforderungen bei der Modulintegration.

## 6. Betriebsmodi

Ziele: Verstehen der verschiedenen Betriebsmodi von Membransystemen. Kenntnisse über die Vorteile und Einschränkungen jedes Betriebsmodus.

Inhalt: Dead-end vs. Crossflow-Filtration. Batch vs. kontinuierlicher Betrieb.

## 7. Fouling und Scaling

Ziele: Erkennen der Mechanismen und Auswirkungen von Fouling und Scaling auf Membranen. Fähigkeit, Strategien zur Minimierung von Fouling und Scaling zu entwickeln.

Inhalt: Arten von Fouling: organisch, anorganisch, biologisch, kolloidal. Strategien zur Kontrolle und Vorbeugung. Auswirkungen von Scaling auf Membranleistung und Lebensdauer.

## 8. Vorbehandlung

Ziele: Verstehen der Notwendigkeit und Methoden der Vorbehandlung. Fähigkeit, geeignete Vorbehandlungsstrategien basierend auf Wassereigenschaften und Membranart zu wählen.

Inhalt: Rolle der Vorbehandlung in Membransystemen. Verschiedene Vorbehandlungsmethoden: Sedimentation, Flockung, Mikro- und Ultrafiltration.

## 9. Reinigung

Ziele: Verstehen der Wichtigkeit und Methoden der Membranreinigung. Fähigkeit, Reinigungsprotokolle basierend auf Membrantyp und Fouling-Art zu entwickeln.

Inhalt: Mechanismen der Verschmutzung und ihre Entfernung. Chemische und physikalische Reinigungsmethoden.

## 10. System Design & Übung System Design

Ziele: Fähigkeit, Membransysteme basierend auf gegebenen Wassereigenschaften und gewünschten Ausgabespezifikationen zu entwerfen. Anwenden von erworbenem Wissen in praktischen Designübungen.

Inhalt: Grundlagen des Membransystemdesigns. Praktische Übungen zur Systemauslegung unter Berücksichtigung realer Betriebsbedingungen.