

Membranverfahren?

- Als industrielle Verfahren entwickelt – Trennung von Wertstoffen (Chemieindustrie, Lebensmittelproduktion etc.)
- Physikalische Stoff-Trennoperation für flüssige und gasförmige Medien
- Anwendung in der Wasseraufbereitung und Abwasserbehandlung dzt. im Vormarsch



Anwendungsbereiche für Gebäude:

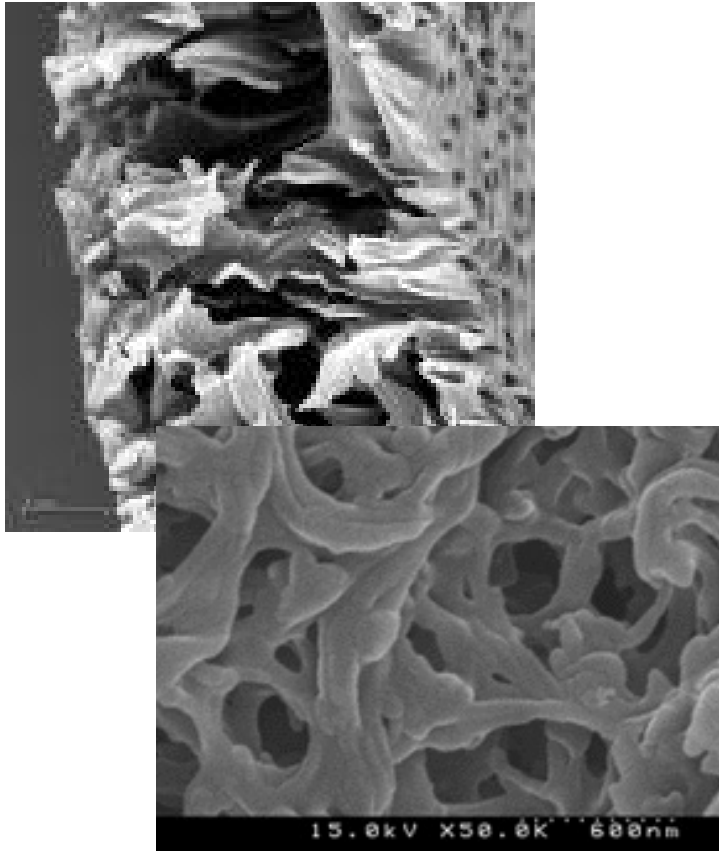
- TW- Aufbereitung: End-of-Pipe: Partikelentfernung; Meerwasserentsalzung
- AW- Aufbereitung: Re-Use von Grau- oder Schwarzwasser; dezentrale Lösungen (Hauskläranlagen)
- AW- Aufbereitung: Teilstrombehandlung zur Entfernung spezieller Inhaltsstoffe



Allgemeine Anforderungen an Membrananlagen (in Gebäuden):

- Zuverlässige Trennleistung
- Robustheit: Sensitivität gegenüber veränderlichen Betriebsbedingungen
- Betriebssicherheit
- Kosten: Investition, Wartung und Instandhaltung, Standzeiten der Module (Re-Investitionen), Energieverbrauch, Personalaufwand
- Platzbedarf
- Geschlossene Bauweise

Membranen:



Einteilungsmöglichkeiten:

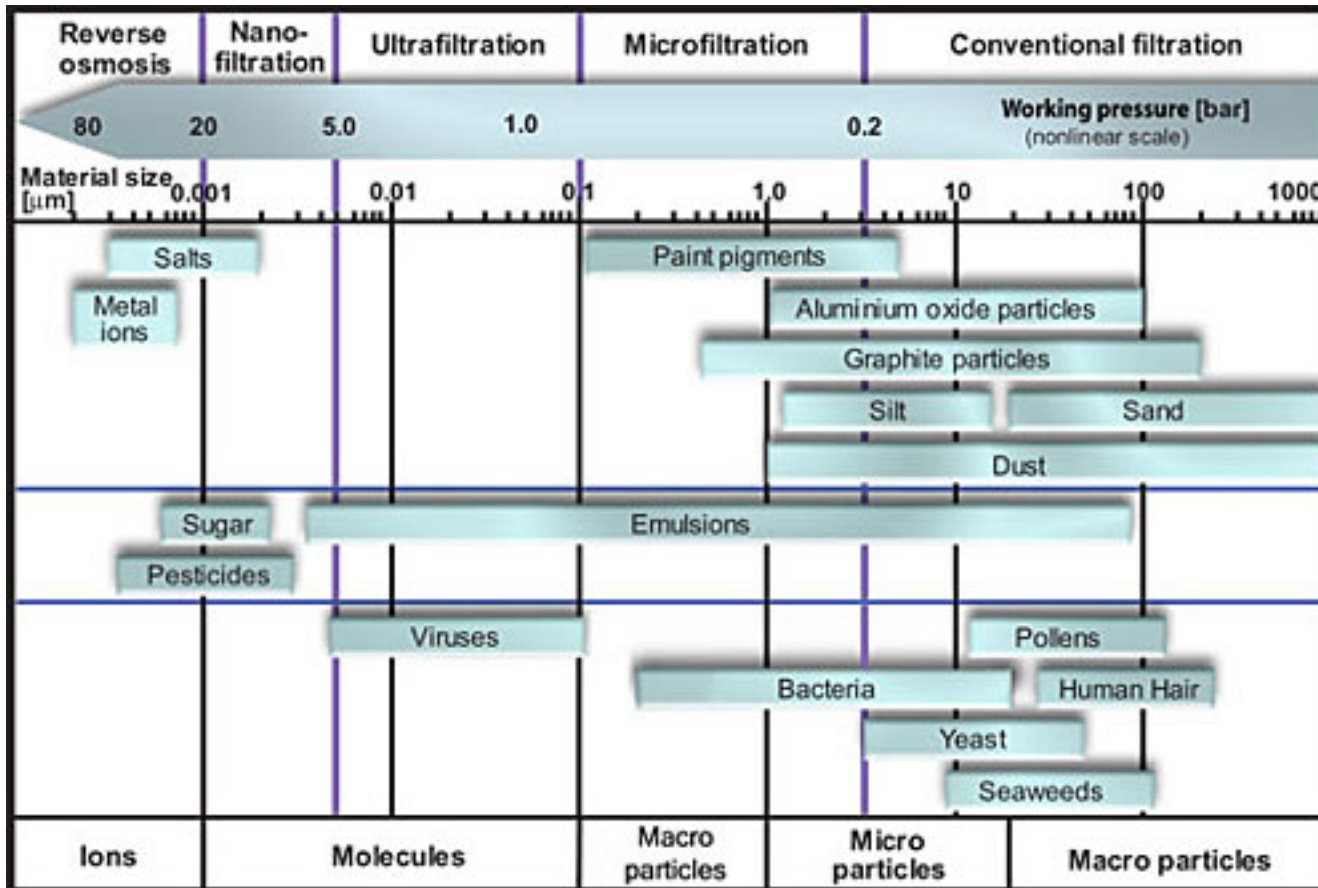
- Trenngrenze
- Druckverhältnisse
- Dichte/Symmetrie der Membran
- Trennmechanismus
- Material
- Geometrie
- Strömungsverhältnisse



Membrantechnologie - Grundlagen



Einteilung nach Trenngrenzen/Druckverhältnissen

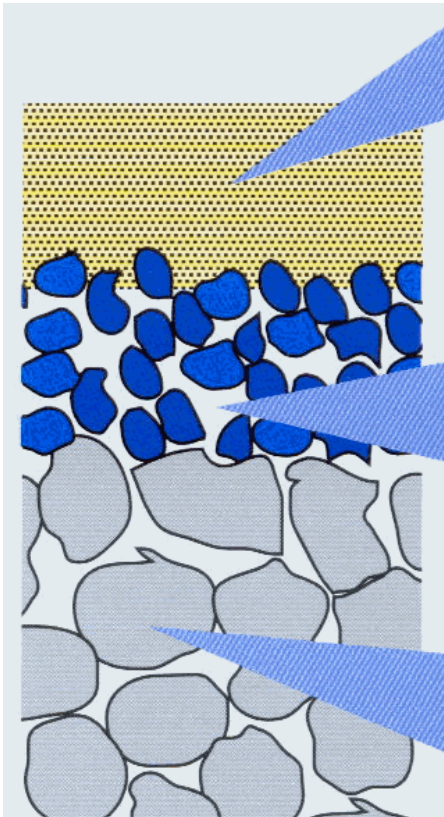


Universität für Bodenkultur Wien
Department für Wasser-Atmosphäre-
Umwelt

Einteilung Dichte/Symmetrie:

- Dichte Membranen:
homogen (vgl. Kunststofffolie)
- Poröse Membranen:
Unterteilung in symmetrisch und asymmetrisch
- Composite – Membranen:
Kombination zB. dense Skin mit porous support

M: Der Permeatfluss durch die Membran ist umgekehrt proportional zur Membrandicke! → je dünner desto besser!



Critical Separation Layer(s)

Pore Size: 4-50 angstroms
Thickness: single or multiple thin layers
Materials: Oxides
Uses: RO, nanofiltration & molecular sieving

Primary Layer

Pore Size: 0.005-0.5 μm
Thickness: 1-20 μm
Materials: oxides, carbides, nitrides, metals, metal alloys, and carbon
Uses: Ultrafiltration & microfiltration

Porous Support/Substrate

Pore Size: 0.5-50 μm
Thickness: >400 μm
Materials: Metals, metal alloys, oxides, carbides, nitrides, intermetallics
Uses: Depth filter & surface-cake filter

Einteilung Trennmechanismen:

- Mikrofiltration (MF): Siebeffekt – Abtrennung von suspendierten Stoffen
- Ultrafiltration (UF): Siebeffekt – Konzentrieren, Fraktionieren und Reinigen von makromolekularen Lösungen
- Umkehrosmose (RO): Löslichkeit und Diffusion in der homogenen Polymermatrix – Konzentrieren von Stoffen mit niedriger Molmasse

- Nanofiltration (NF): Zwischenschritt zw. UF und RO

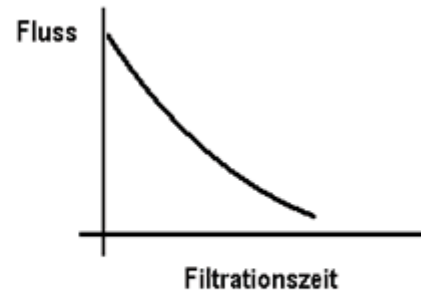
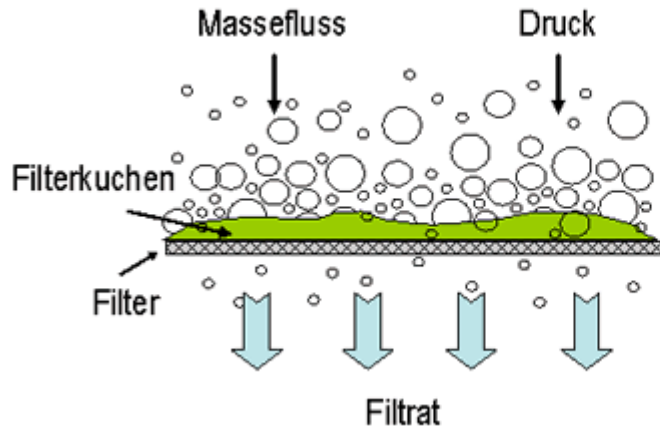
Einteilung nach Materialien

- Organische Membranen (MF,UF,NF,RO):
Polypropylen (PP), Polysulfon (PS), Polyamide (PA), Polyimide (PI)
etc.
+Vorteile: billiger, flexibel, wenig bruchanfällig
- Anorganische Membranen (MF,UF):
Edelstahl-, Glas, Kohlenstoff- und Keramikmembrane
va. ZrO_2 , Al_2O_3
+Vorteile: temperaturbeständig, lange Standzeiten

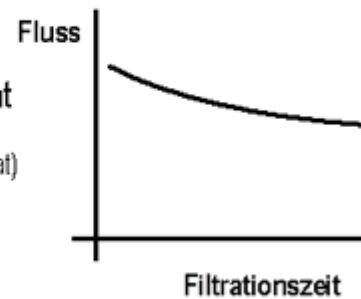
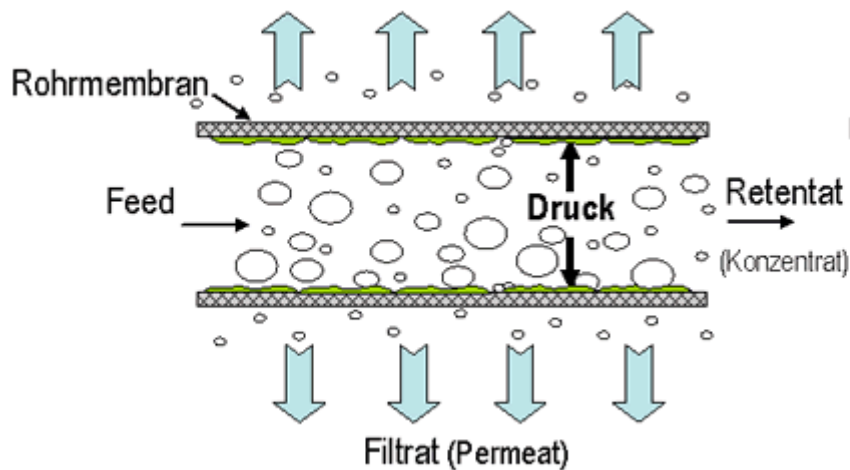
Membrantechnologie - Grundlagen



Universität für Bodenkultur Wien
Department für Wasser-Atmosphäre-
Umwelt



Dead End-Filtration = statische Filtration



Cross Flow-Filtration = dynamische Filtration

Einteilung nach
Strömungsverhältnissen

Einteilung nach der Geometrie:

Schlauchmembranen:

- Hohlfasermembranen
- Kapillarmembrane
- Rohrmembranen

Flachmembranen:

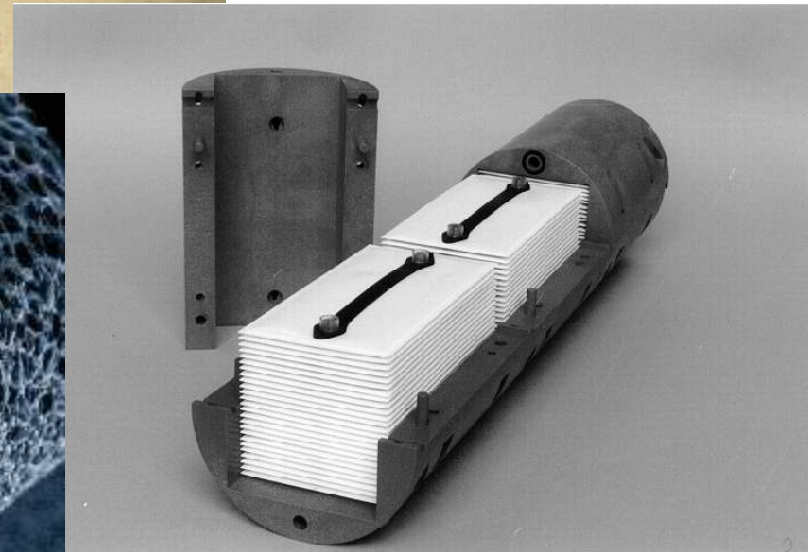
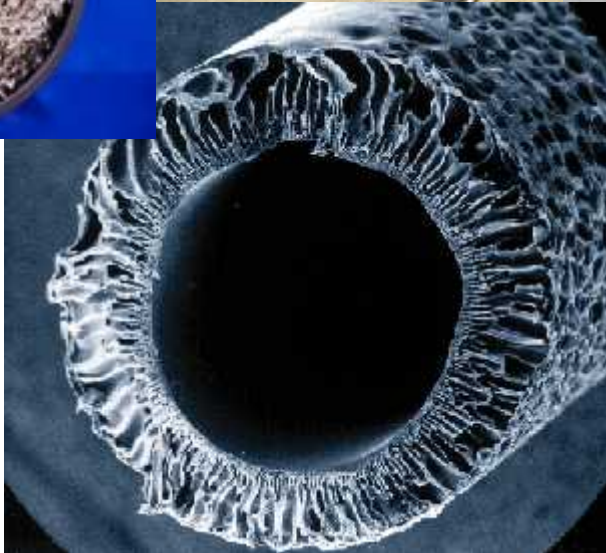
- Plattenmodule
- Wickelmodule

Anwendbarkeit ganz wesentlich vom Anteil der suspendierten
Substanz im Medium abhängig!

Membrantechnologie - Grundlagen



Universität für Bodenkultur Wien
Department für Wasser-Atmosphäre-
Umwelt



Anwendung TW- Aufbereitung und MW- Entsalzung

- Rohrmodule MF, UF, NF und RO
- Cross-Flow und Dead-End möglich
- Beispiel: TW- Gewinnung aus Oberflächenwasser
- TW-Aufbereitung: v.a. UF+NF in Serie
- MW-Entsalzung: RO-Systeme



Anwendung AW- Aufbereitung:

- Verfahrenskombination Belebungsverfahren+ Membranfiltration
=Membranbioreaktor (MBR)
- 2 Typen: externe oder getauchte Filtration
- Vorteile gegenüber herkömmlichen Anlagen:
 - + hohe Trockensubstanz in der Biologie (12-15 g/l),
→ geringere Beckenvolumina erforderlich
 - + Schlammeigenschaften (Absetzverhalten) weniger wichtig
- Für Indoor- Anwendungen geeignet

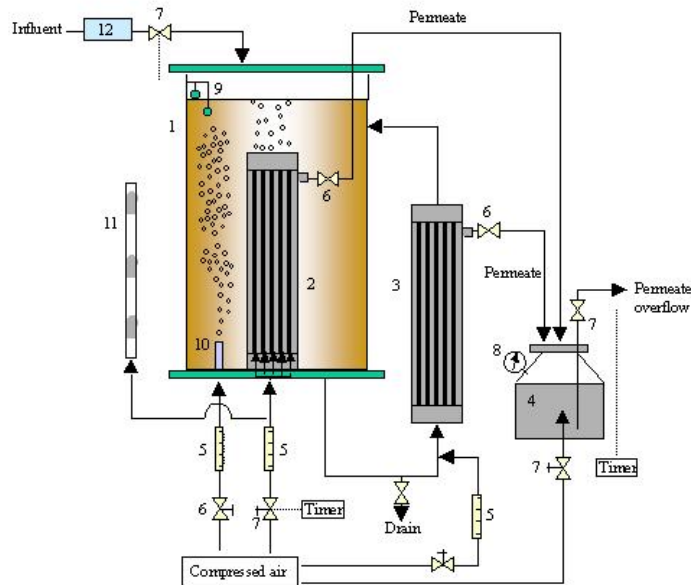
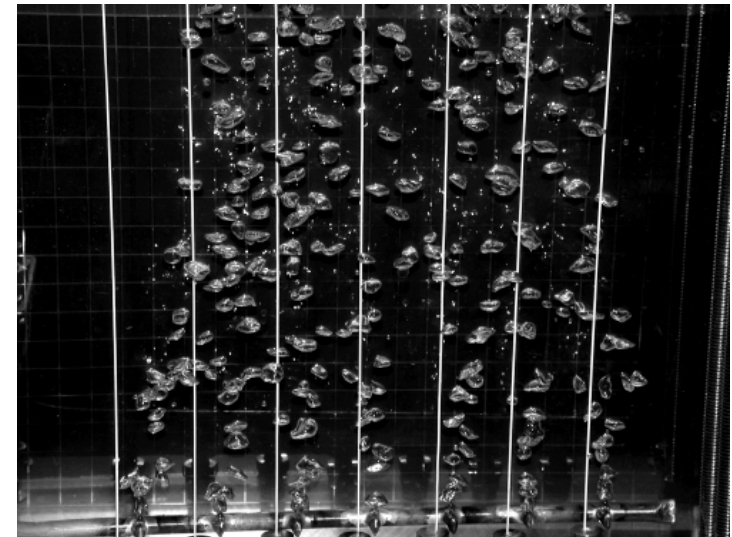


Fig. 1. Schematic diagram of the experimental set-up for the submerged MBR
(1) Bioreactor, (2) Air jet module, (3) Air lift module, (4) Pressurised backwashing tank
(5) Flow meter, (6) Adjustable valve, (7) Solenoid valve, (8) Pressure gauge
(9) Level sensor, (10) Diffuser, (11) Visualization tube, (12) Prefilter

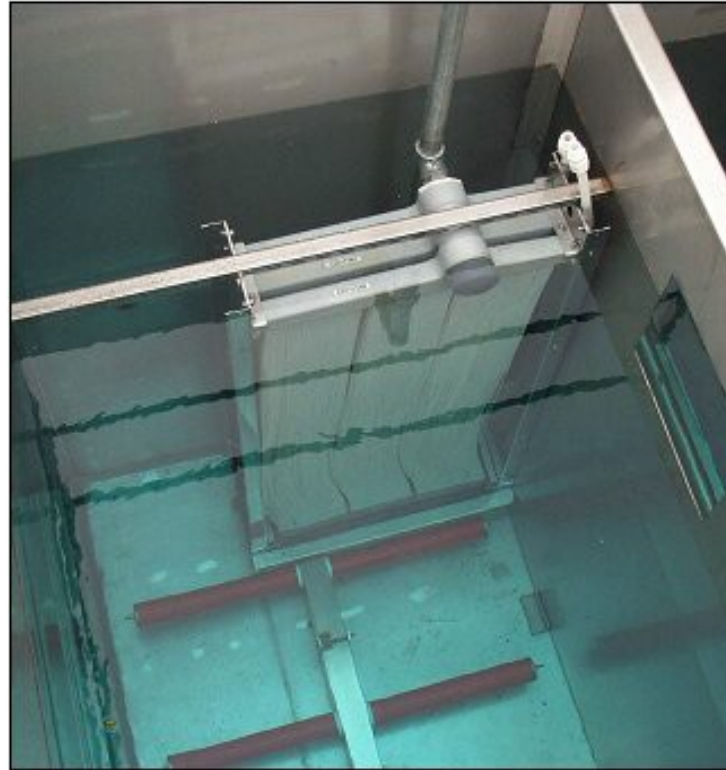


Versuchsaufbau mit externer und
getauchter Membran

Membrantechnologie - Anwendungen

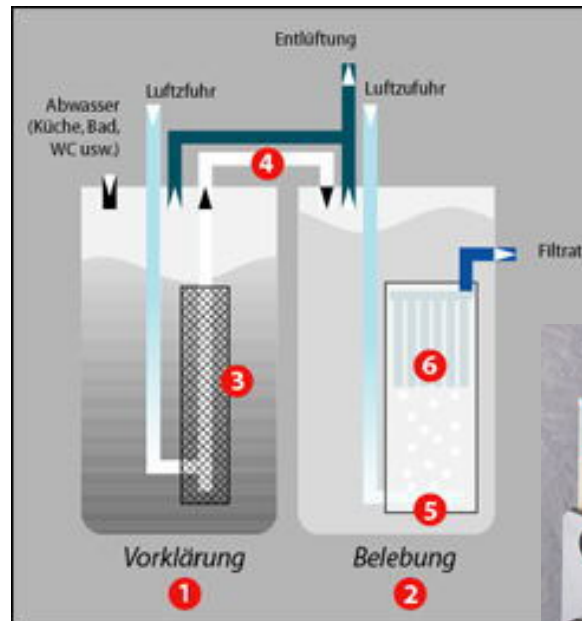


Universität für Bodenkultur Wien
Department für Wasser-Atmosphäre-
Umwelt



Getauchte Kapillarmodule –Standard bei der Anwendung für kommunale Abwasserreinigung

Beispiel Hauskläranlagen: MF-System



Wichtige Kennwerte:

- Flächenbelastung
- Transmembrandruck
- Transmembranleistung
- Cross-Flow Geschwindigkeit
- Wasserwert
- Cutt-Off/Trenngrenze
- Selektivität

Betriebszustände im Filtrationsbetrieb:

- Filtration
- Rückspülung mit Permeat
- Spülung mit Druckluft
- Chemische Reinigung:
ohne Modulausbau (Cleaning-in-place) oder mit Modulausbau;
üblicherweise Säure-Base-Spülung
mit abschließender Desinfektion

Problembereiche bei Membrananlagen?

- Standzeit der Module: noch zu wenig langjährige Erfahrungen
- Qualitätsüberwachung?
- Fouling / Scaling / Blocking – Effekte → Rückspülungskonzepte
- Verkeimung auf der Permeatseite (AW-Behandlung)
- Schlammeigenschaften bei Nachbehandlung
- Leistungsverlust erfordert chemische Reinigung der Module
→ Umweltbelastung und Kosten!
- Aufgrund der kleinen Volumina von MBR s Probleme bei Belastungsspitzen

Planung und Dimensionierung von Membrananlagen?

- Welches Medium wird filtriert (TW, AW, MW)? Chemische Eigenschaften? Suspendierte Stoffe? Qualitätsschwankungen?
- Menge: Schwankungen?
- Anforderungen an das Permeat: Chemisch, hygienisch? (gesetzliche Rahmenbedingungen!)
- Anwendungsumgebung: Platzverhältnisse, besondere Bedingungen?

→ Kontakt zu Herstellern, Referenzanlagen, Pilotierung meist erforderlich