

Membranfiltrationsverfahren in der öffentlichen Wasserversorgung



Membrantage Kassel, 22.-24.06.2004

DVGW-Technologiezentrum Wasser (TZW),
Karlsruhe, Abteilung Technologie
Dr.-Ing. P. Lipp

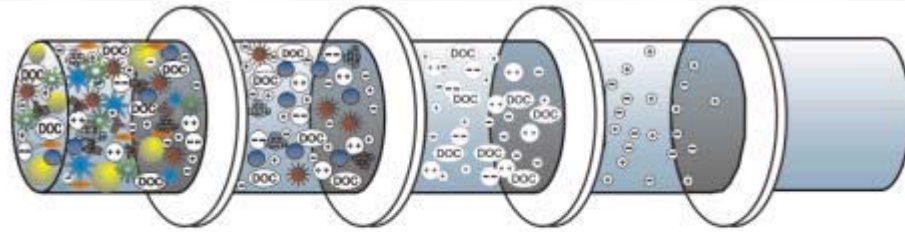


Gliederung

- **Verfahrensprinzip**
- **Einsatzgebiete**
- **Komponenten einer Membrananlage**
- **Anforderungen und Begriffe**
- **Kriterien zur Beurteilung und Auswahl**
- **MF/UF- Membransysteme**
- **Großtechnische Anlagen**
- **Anlagenbeispiele**



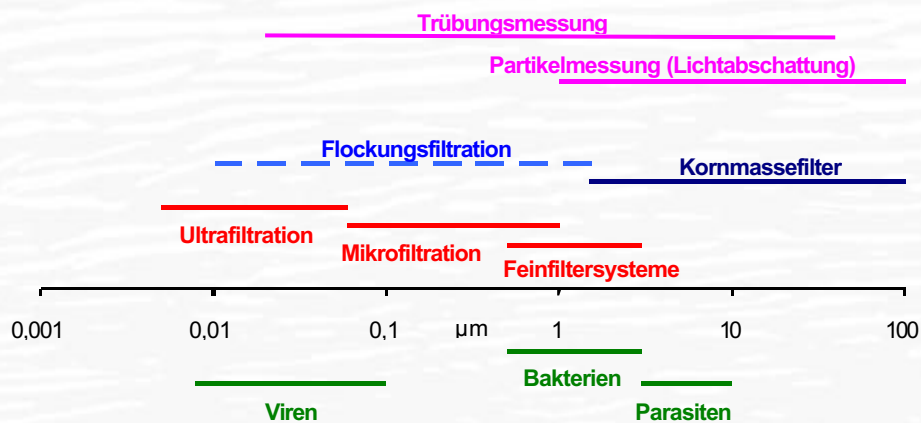
Membranfiltration



Zurückgehalten werden durch :	Mikrofiltration > 0,2 µm	Ultrafiltration 0,1 - 0,01 µm	Nanofiltration 0,01 - 0,001 µm	Umkehrosiose < 0,001 µm
folgende Wasserinhaltsstoffe	<ul style="list-style-type: none"> Zooplancton Algen Trübungen Bakterien Suspendierte Partikel 	<ul style="list-style-type: none"> Mikromoleküle Viren Kolloide 	<ul style="list-style-type: none"> DOC organische Verbindungen vorzugsweise zweiwertige Ionen 	<ul style="list-style-type: none"> zusätzlich zur Nanofiltration einwertige Ionen
erforderliche Druckdifferenz	0,2 - 3 bar	0,5 - 5 bar	5 - 10 bar	10 - 150 bar



Abgrenzung zu anderen Verfahren

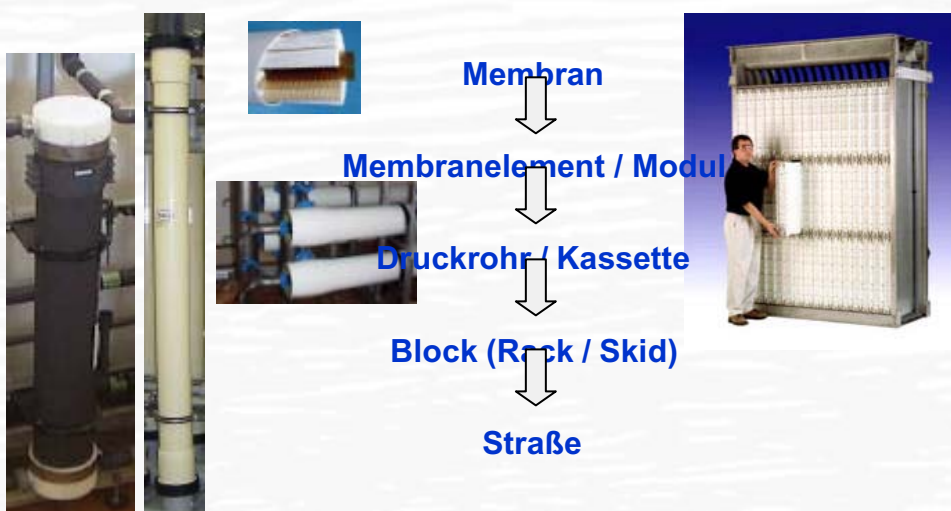


Einsatzgebiete

- Verbesserung des Partikelrückhalts in bestehenden Anlagen
- Entfernung von Mikroorganismen und Trübstoffen aus belasteten Quellwässern (Neuerrichtung von Anlagen)
- Schwimmbeckenwasser
- Behandlung von Schlammwasser aus konventionellen oder Membrananlagen
- Industrie- / Prozesswasser
- Kommunale Abwasserreinigung



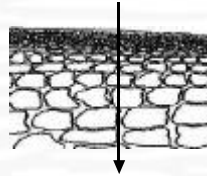
Komponenten einer Membrananlage



Einteilung von Membranen

Struktur

homogen - mikroporös
ein Material - Komposit
symmetrisch - asymmetrisch



Feedseite
- aktive Schicht (z.B. 0,2 µm)
hochporöses Tragegerüst
(z.B. 200 µm)

Filtratseite

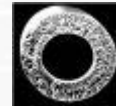
Material

organisch - anorganisch
CA, PP, PS, PES, PVDF - Keramik, Sintermetall



Form

flach - rohrförmig
Platten, - Hohlfaser,
Wickel Kapillare, Rohr



Anforderungen gemäß DVGW W213-5

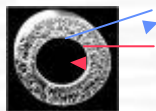
- Einheitliche Porenweite
- Material = mech., chem. beständig, auch gegen Biofouling, KTW, W270
- Probenahmemöglichkeiten
- Spülbarkeit, Be- und Entlüftung, Entleerung
- Übersichtlicher Aufbau
- Hydraulisch gleichmäßige Beschickung der Module

Begriffe

- Rohwasser = Feed
- Filtrat bei Mikro- /Ultrafiltration
(Permeat bei Umkehrosiose/Nanofiltration)
- Spezifische Flächenbelastung (Filtratfluss, Flux)
= Filtratmenge / Membranfläche (L/m²/h)
- Transmembrandruck = mittlerer Feeddruck - Filtratdruck
- Permeabilität (L/m²/h/bar) bei 20°C = Flux / TMP
- Fouling (Verblockung) = Verminderung der Durchlässigkeit
(reversibel / irreversibel)
- Ausbeute = Filtratmenge bezogen auf Rohwassermenge
- Dead-End- bzw. Cross-Flow-Betrieb
- Trenngrenze -
Porenweite oder Rückhalt (MWCO = molecular weight cut off)



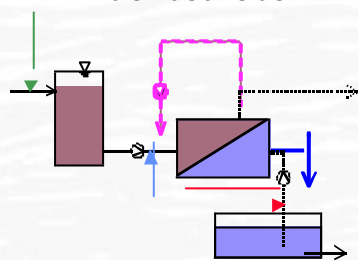
Betriebsweisen



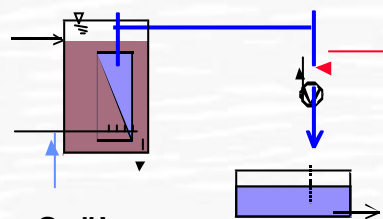
In/out \Leftrightarrow Out/in

Druckbetrieben \Leftrightarrow

Getaucht



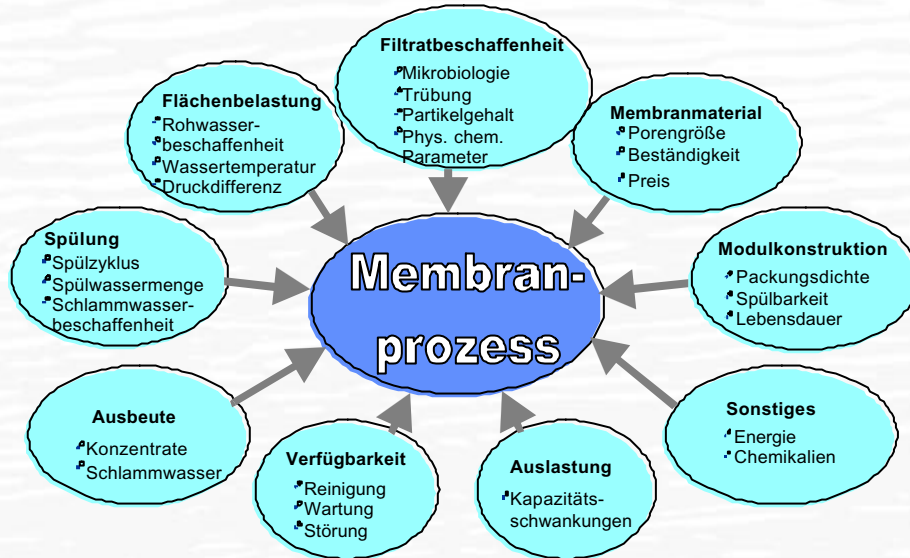
Dead-End Cross-Flow



Spülung
mit/ohne Chemikalien
mit/ohne Luft



Beurteilungskriterien für Membranprozesse

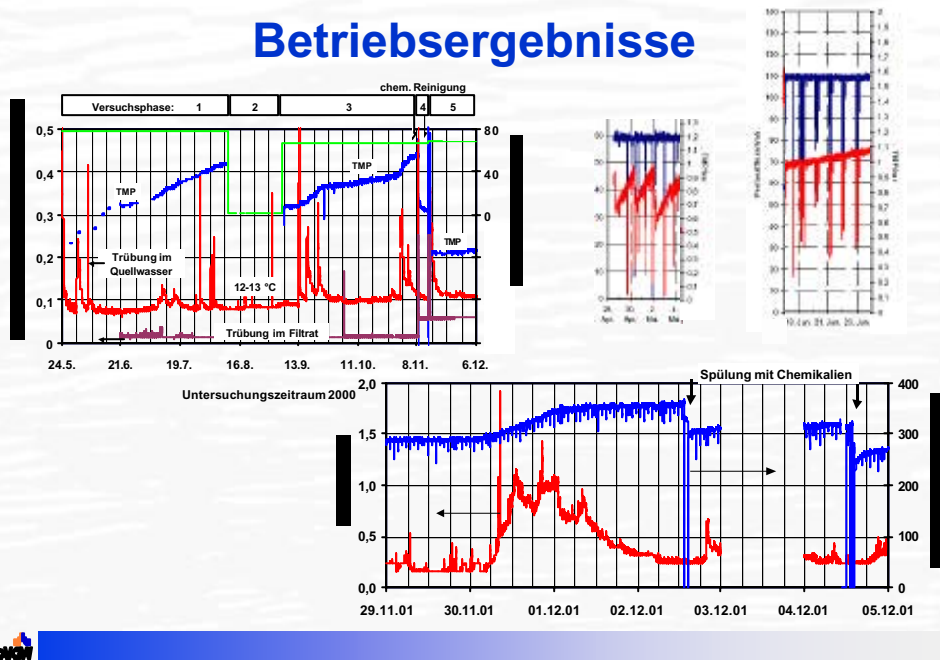


Pilotuntersuchungen

- Anstehendes Rohwasser
- Repräsentativer Zeitraum
- Ermittlung von Spülwasserbedarf, Chemikalienbedarf, Schlammwasserzusammensetzung)
- Ermittlung von Basisdaten für die Auslegung einer Großanlage
- Wahl des Standortes
- Wahl des Membranfiltrationssystems






Betriebsergebnisse



Kriterien zur Systemauswahl

- Ziel der Aufbereitung
- Auslegung der Anlage
- Spülung der Membranen
- Überwachung des Betriebs
- Archivierung der Betriebsdaten
- Überwachung der Integrität
- Garantien / Gewährleistung
- Kosten für Investition und Betrieb
(Membranersatz, Chemikalien, Energie)

Kapillarrohrsysteme (TWA in D)

Membrantyp					Betrieb				Spülung		
Name	Porenweite, µm	Material	Besonderheit	Anordnung	Druckbetrie-ben	Ge-taucht	Modus	Anströ-mung	Filtrat	Einsatz Chemi-kalien	Ein-satz Luft
Aqua-source	0,01	CA	-	Verti-kal	x	-	DE e)	IN-OUT	x	NaOCl	-
Inge	0,01	PES		Verti-kal	x	-	DE f)	IN-OUT	x	h)	-
PALL	0,10	PVDF		Verti-kal	x	-	DE g)	OUT-IN	x	Bei Be-darf	x
X-Flow	0,01	PES		Hori-zontal	x	-	DE	IN-OUT	x	h)	-
Zenon, ZW 1000	0,02	Poly-mer		Hori-zontal	-	x	DE	OUT-IN	x	Bei Be-darf	x
Zenon, ZW 500	0,03	Poly-mer		Verti-kal	-	x	DE	OUT-IN	x	Bei Be-darf	x



Großtechnische UF/MF-Anlagen

1998/9 2001 2002 2003 2004

Ort	Kapazität, m³/h	Rohwasser	Inbetrieb-nahme	Membran-typ
Neckarburg	70	Karstquelle	9'1998	Aquasource
Hermeskeil	140	Quelle und Prims Talsperre	2'1999	X-Flow
Sundern	250	Sorne Talsperre	3'2001	X-Flow
Marmagen	45	Karstquelle	3'2001	Zenon
Denkingen	15	Karstquelle	6'2001	X-Flow
Neustadt, Saale	70	Fluss	7'2001	X-Flow
Olpe, Elspetal	80	Bach/Quelle	8'2001	X-Flow
Calw, Hirsau	50	Quelle	3'2002	X-Flow
Jachenhausen	72	Karstquelle	8'2002	Inge
Partenstein	35	Karstquelle	11'2002	Inge
Olpe	750	Olpe Talsperre	1'2003	X-Flow
Regnitzlosau	27	Brunnen	1'2003	Zenon
Bad Herrenalb	36	Peizkappenguelle	2'2003	X-Flow
Kandern	50	Quelle	3'2003	X-Flow
Lauterhofen	90	Brunnen	5'2003	X-Flow
Miltenberg	80	Brunnen	6'2003	Zenon
Waldberg	210	Quelle	6'2003	Zenon
Burglauer	30	Brunnen	7'2003	Inge
Bad Kissingen	120	Brunnen	11'2003	Inge
Heinrichsthal	13	Brunnen	11'2003	Inge
Sulzbach-Lauf	36	Quelle	12'2003	X-Flow
Bad Ditzgenbach	22	Quelle	12'2003	X-Flow
Günterstal	60	Quelle	1'2004	PALL
Fellen	18	Quelle	1'2004	Inge
Gaggenau	15	Quelle	4'2004	Inge
Bad Herrenalb	18	Quelle	4'2004	X-Flow



Fallbeispiele

- X-Flow -
Hermeskeil / Sundern / Calw / Denkingen
- Inge - Gaggenau
- Pall - Günterstal
- Zenon - Miltenberg



Xiga-Technik / X-Flow



Hermeskeil, 70 m³/h,
45 L/m²/h, 93 %,
TMP 0,15-0,2 bar,
9 (10) ml/m³ HCl (NaOH)

Sundern, 80 m³/h,
80 L/m²/h, 96,5 %,
TMP 0,15-0,2 bar,
1,8 ml/m³ H₂O₂ (50%)

Olpe, 80 m³/h,
TMP 0,3-0,5 bar





Calw, 36 m³/h,
64 l/m²/h, 94 %,
TMP 0,25-0,3 bar,
1,6 ml/m³ H₂O₂ (50%)
0,4 ml/m³ NaOCl (12%)



Denkingen, 15 m³/h,
54 l/m²/h, 96 %,
TMP 0,28-0,32 bar,
0,19 kWh/m³
0,12 ml/m³ NaOCl (12%)
0,17 ml/m³ HCl (33%)



Olef, 750/4 m³/h
...



Gaggenau (40 m³/h)

Purge
ForwardFlush
Top-Bottom
Druckhaltetest
Sichtrohr
Neutralbehälter



2 Blöcke à 4 Module
Spülung mit Filtrat
(60 min)
Spülung mit Säure/
Lauge (24 h)
Ausbeute 98 %
TMP 0,25-0,3 bar
Flux 100 l/m²/h



Günterstal (60 m³/h)

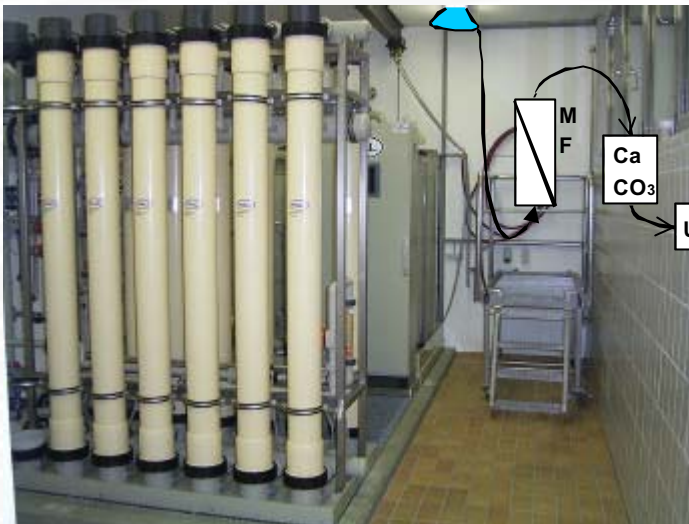
Vergleich UF/MF
bei Quellwasser-
aufbereitung



	UF-Anlage	MF-Anlage
Spülwasserbedarf	8 %	2 %
Chemikalienbedarf	0,22 g/m ³ NaOH 0,43 g/m ³ HCl 0,11 g/m ³ H ₂ O ₂	0,10 g/m ³ NaOH 0,01 g/m ³ NaOCl
Energiebedarf	0,15 kWh/m ³	0,20 kWh/m ³
Spezifischer Durchsatz	80 l/(m ² h)	100 l/(m ² h)



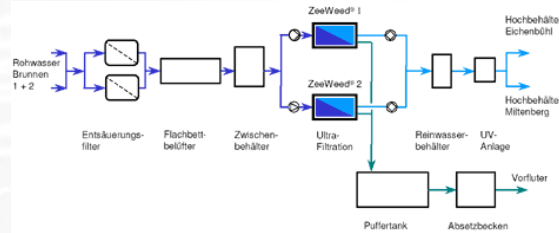
Großtechnische Umsetzung nach Pilotierung



20-30 m³/h
Betrieb mit
Quellwasser-
vordruck



Miltenberg (80 m³/h)



**Ausbeute 98 %,
0,06 kWh/m³,
0,22 ml/m³ NaOCl**

**Ungarn,
Seewasseraufbereitung
210 m³/h**



Zusammenfassung

- Einsatz der Membranfiltration in der öffentlichen Trinkwasserversorgung zunehmend
- Erfahrungen und Erkenntnisse im Betrieb steigend
- Einfluss der Rohwasserbeschaffenheit auf den Betrieb
- Verschiedene Membranfiltrationssysteme im Wettbewerb
- Unterschiede im Filtrations- und Spülbetrieb
- Optimierungspotential bei Spülung und Reinigung

