

Ultrafiltration

Eine Aufbereitungstechnik mit zunehmender Bedeutung

Vortragsveranstaltung
VAG-Armaturen GmbH
Mannheim 23.03.2007

BAURCONSULT

Raiffeisenstraße 3
97437 Haßfurt

Am Kloppenheimer Rain 44
65232 Taunusstein

BAURCONSULT

Gliederung

- Anforderungen an die Trinkwasserqualität
- Ultrafiltration zur Partikelentfernung
- Ausführungsbeispiele
- Planungskriterien
- Kosten



Anforderungen an die Trinkwasserqualität

Trinkwasserqualität ist geregelt durch die Trinkwasserverordnung, wobei der Schwerpunkt der Qualitätsanforderungen auf der Seite der Trinkwasserhygiene liegt.

Trinkwasserverordnung 2001 (§ 5, Abs. 4):

... sind hinsichtlich mikrobieller Belastungen des Rohwassers Tatsachen festzustellen, die zum Auftreten einer übertragbaren Krankheit führen können, oder ist anzunehmen, dass solche Tatsachen vorliegen, muss eine Aufbereitung, erforderlichenfalls unter Einschluss einer Desinfektion, nach den allgemein anerkannten Regeln der Technik erfolgen. ...

⇒ „Aufbereitungsgebot“



Anforderungen an die Trinkwasserqualität

Trinkwasserverordnung 2001 (§ 11):

Verweis auf die Liste der Aufbereitungsstoffe und Desinfektionsverfahren (UBA-Liste)

Fußnote Nr. 1 im Teil 2 der Liste:

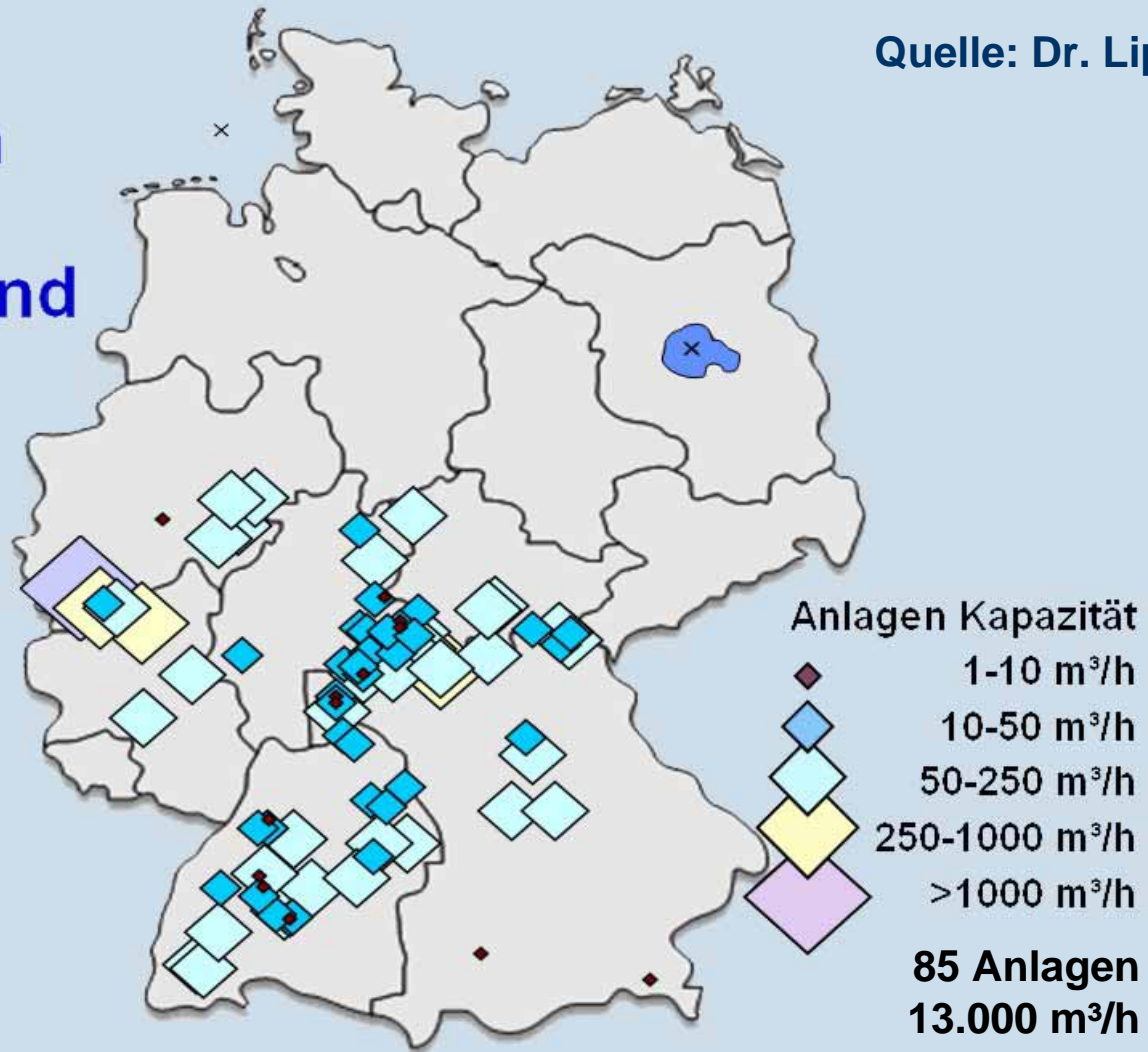
Bei Einsatz der Verfahren für die Desinfektion von Oberflächenwasser oder von durch Oberflächenwasser beeinflusstem Wasser darf ein Trübungswert von 0,2 FNU nicht überschritten werden

⇒ **Ultrafiltration?**

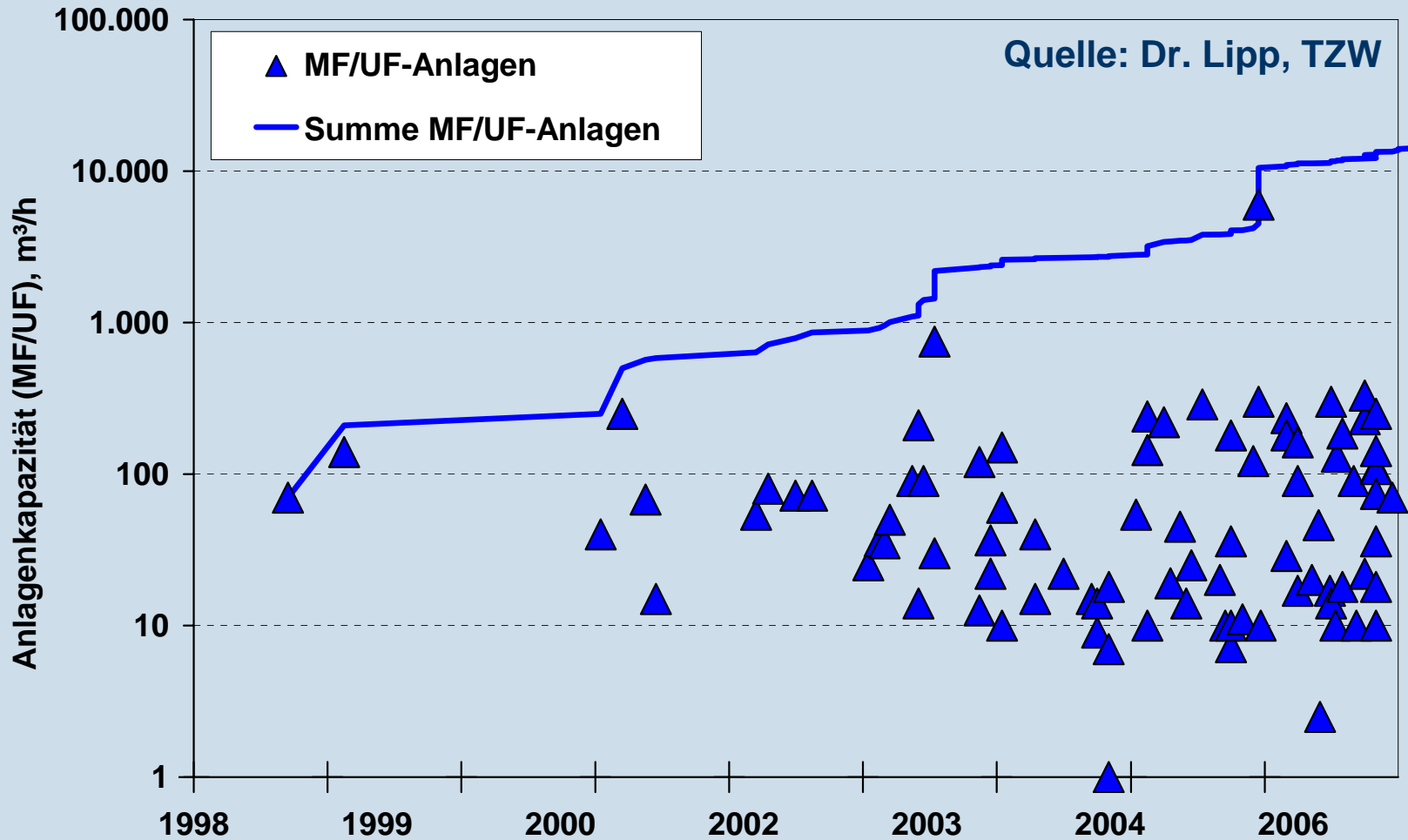
Verbreitung UF - Anlagen

MF/UF- Anlagen in Deutschland (31.12.06)

Quelle: Dr. Lipp, TZW



Entwicklung der MF/UF-Anlageninstallationen



DVGW-Forschungsvorhaben W 04/03/05 Bestandsaufnahme MF/UF (Stand Dezember 2006)



Allgemeines

Was ist Ultrafiltration?

- feinporiges Membrantrennverfahren
- physikalisches (mechanisches) Verfahren
- Rückhalt von Partikeln und Trübungen des Wassers

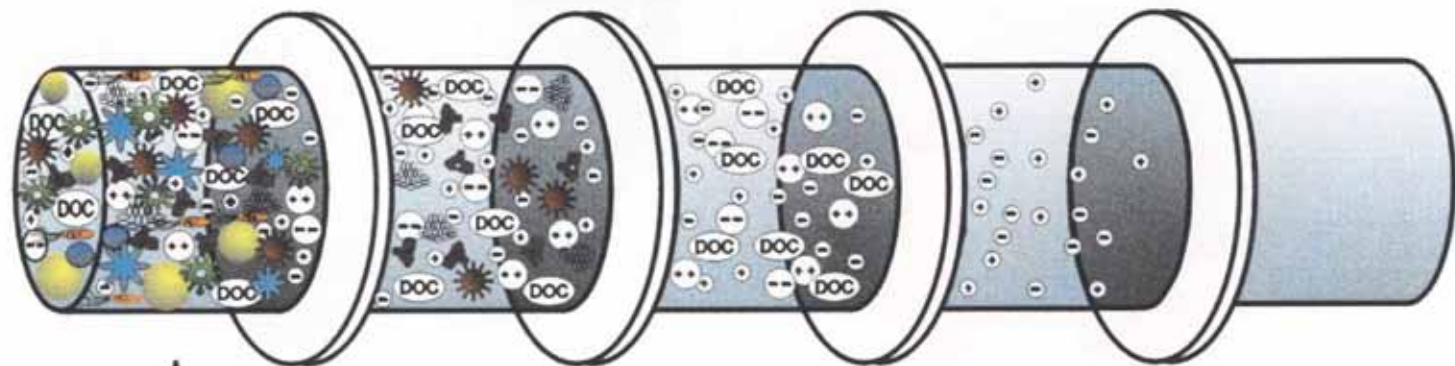
Ziel der Ultrafiltration

- sichere und vollständige Trennung von Roh- und Reinwasser
- Rückhalt von Trübungen und bakteriologischen Verunreinigungen
- Wasser nach Anforderungen der Trinkwasserverordnung ohne chemische Zusatzstoffe und ohne Beeinträchtigung der chemischen Zusammensetzung des Dargebotes



Ultrafiltration zur Partikelentfernung

Trenngrenzen der unterschiedlichen Membranfiltrationstypen



Zurückgehalten werden durch :

Mikrofiltration
 $> 0,2 \mu\text{m}$

Ultrafiltration
 $0,1 - 0,01 \mu\text{m}$



Nanofiltration
 $0,01 - 0,001 \mu\text{m}$

Umkehrosiose
 $< 0,001 \mu\text{m}$

folgende Wasserinhaltsstoffe

-  Zooplankton
-  Algen
-  Trübungen
-  Bakterien
-  Suspendierte Partikel

-  Makromoleküle
-  Viren
-  Kolloide

-  organische Verbindungen
-  zweiwertige Ionen

-  einwertige Ionen

Ultrafiltration zur Partikelentfernung

Physikalisches Aufbereitungsverfahren ohne Einsatz von Zusatzstoffen während des Filtrationsbetriebes.

Membranmaterial:

Polyethersulfon (PES), Polyvinylidendifluorid (PVDF), Celluloseacetat (CA) oder Polyacrylnitril (PAN)

Trenngrenze ca. 100.000 Dalton

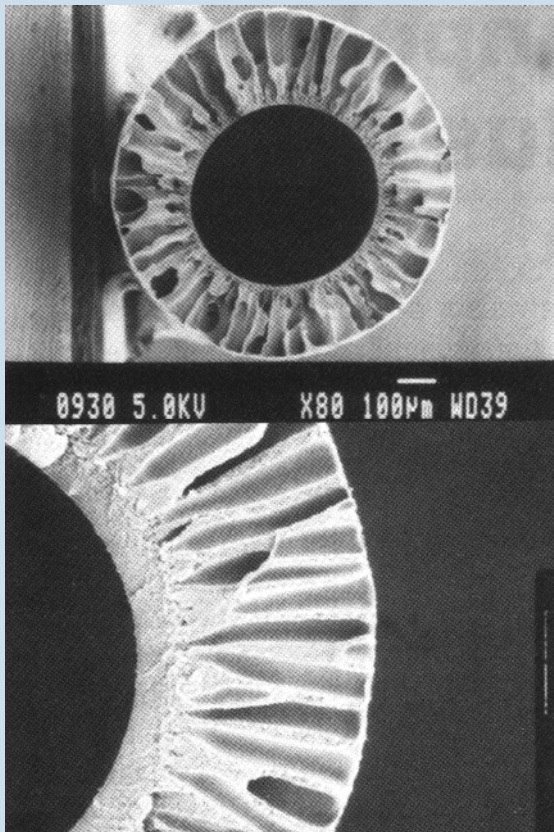
Porenweite 10 bis 20 nm

Das Membranmaterial wird zu Hohlfasern ausgezogen und zu Modulen gebündelt

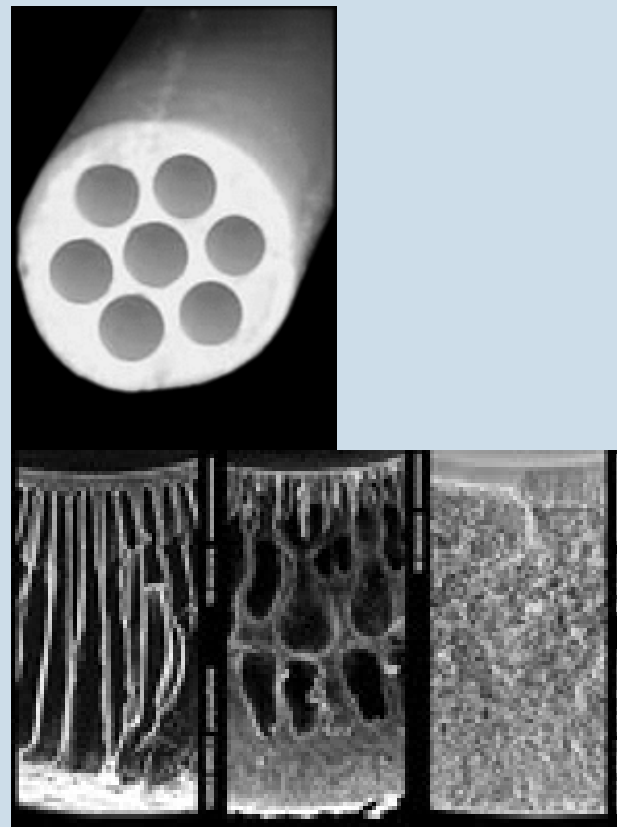


Ultrafiltration zur Partikelentfernung

Filterwirksame Schicht der Membran auf der Innenseite der Hohlfaser



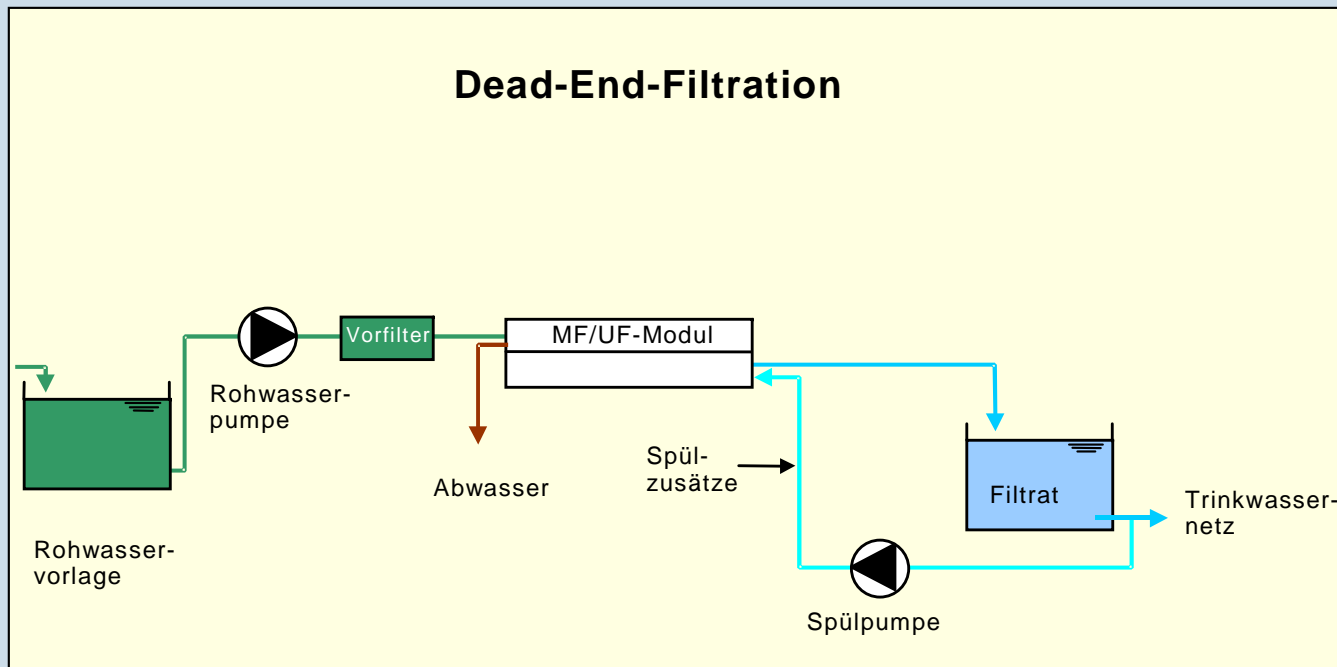
X-Flow-Membran



Inge Multibore-Membran

Anlagentypen Drucksysteme

- Druckfiltration:
- Filtermodule in Druckrohren eingebaut
 - Aufstellung horizontal oder vertikal
 - Flux: 60 – 100 l/(m²*h)
 - Transmembrandruck: 0,3 – 0,8 bar
 - Durchströmung der Hohlfaser in/out oder out/in



Druckmembrane

- **senkrecht eingebaute Module (Inge)**



Durchmesser: 25 cm
Länge: ca. 1,68 m
Membranfläche pro Modul: 45 / 50 m²

bis zu 14 Module nebeneinander

- **waagrecht eingebaute Module (X-Flow)**



Durchmesser: 20 cm
Länge: 1,5 m
Membranfläche pro Modul: 35 m²

max. 4 Module hintereinander
6 - 7 Druckrohre übereinander

Wasserwerk Schweinhof



Brunnen und Quelle
Umbau best. Wasserwerk (Entsäuerung)
Neubau UF und Entsäuerung
Durchsatzleistung 68 m³/h
Inbetriebnahme Mai 2001
Kosten 1,2 Mio. € netto



Wasserwerk Horhausen



Brunnen (Uferfiltrat)
Neubau Wasserwerk: Belüftung, Enteisenung/
Entmanganung, Aktivkohle, Ultrafiltration
Durchsatzleistung 234 m³/h
Inbetriebnahme März 2006
Kosten 3,5 Mio. € netto



Wasserwerk Schwebberg



Quellen

Umbau best. Wasserwerk (Ozon, Entsäuerung)

Integration UF und A-Kohle

Durchsatzleistung 162 m³/h

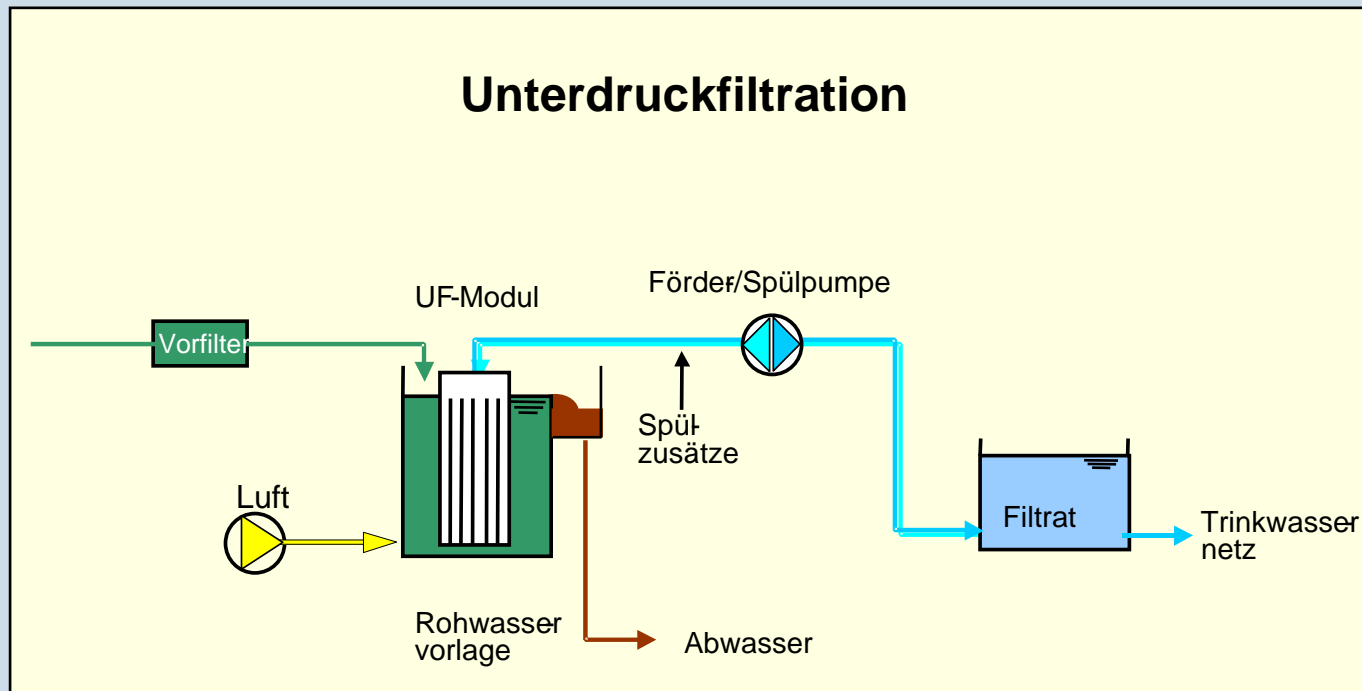
Inbetriebnahme März 2006

Kosten 2,0 Mio. € netto



Anlagentypen Unterdrucksysteme

- Unterdruckfiltration:**
- Module in Rahmen montiert und in Filtrationstanks eingehängt
 - Flux: 20 – 40 l/(m²*h)
 - Transmembrandruck: 0,2 – 0,5 bar
 - Durchströmung der Hohlfaser out/in



Getauchte Membrane

- Zenon-Membrane

Membran-
fläche pro
Modul:

32 m² (500 d)

max. 64
nebenein-
ander



Zenon W 500



Zenon W 1000

Membran-
fläche pro
Modul:
46 m²

max. 20
nebeneinander

max. 3
übereinander

Wasserwerk Erftal

Anlagenbeispiele Unterdruckfiltration



Brunnen
Umbau best. Wasserwerk (Entsäuerung)
Integration UF und Entsäuerung
Durchsatzleistung 72 m³/h
Inbetriebnahme Juni 2003
Kosten 1,5 Mio. € netto



Wasserwerk Zobelsreuth, Hof

Anlagenbeispiele Unterdruckfiltration



Quellen

Umbau best. Wasserwerk (Entsäuerung)

Integration UF und Spülwasserrückgewinnung

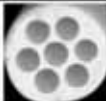





Durchsatzleistung 162 m³/h

Inbetriebnahme April 2006

Kosten 1,8 Mio. € netto



Überblick Ultrafiltrationssysteme

Membrantyp					Betrieb				Spülung		
Name	Porosität, μm	Material	Membran / Modul	Anordnung	Druckbetrieben	Getaucht	Modus	Anströmung	Filtrat	Einsatz Chemikalien	Einsatz Luft
Aqua-source	0,01	CA	-	Vertikal	x	-	DE	IN-OUT	x	NaOCl	-
Inge	0,01	PES		Vertikal	x	-	DE	IN-OUT	x	regelmäßig	-
PALL	0,10 0,01	PVDF		Vertikal	x	-	DE	OUT-IN	x	bei Bedarf	x
X-Flow	0,01	PES		Horizontal	x	-	DE	IN-OUT	x	regelmäßig	-
Aqua-Flex			Vertikal								
Zenon, ZW 1000	0,02	PVDF		Horizontal		x	DE	OUT-IN	x	bei Bedarf	x
Zenon, ZW 500	0,03	PVDF	-	Vertikal		x	DE	OUT-IN	x	bei Bedarf	x

Planungskriterien

DVGW W 213 (06.2005)
Filtrationsverfahren zur Partikelentfernung
Teil 5: Membranfiltration

Wasserbedarf

- Exakte Ermittlung des tatsächlichen Wasserbedarfes
- Überprüfung der Auslegung bestehender Anlagen
- möglichst kontinuierlicher Betrieb (Grundlastbetrieb) mit Abdeckung von Spitzen durch alternative Dargebote

Planungskriterien

Rohwasserbeurteilung

- Umfangreiche Analytik ist wichtig !
- kein kalkabscheidendes Wasser (Membranscaling)
- Eisen und Mangan nicht in gelöster Form (Oxidationsprozesse auf der Membran)
- DOC möglichst gering, $< 1 \text{ mg/l}$ (Biofouling und Desinfektionsnebenprodukte bei abschließender Chlorung)

Gegebenenfalls müssen die Rohwasservoraussetzungen durch eine Voraufbereitung gewährleistet werden.



Vorversuche

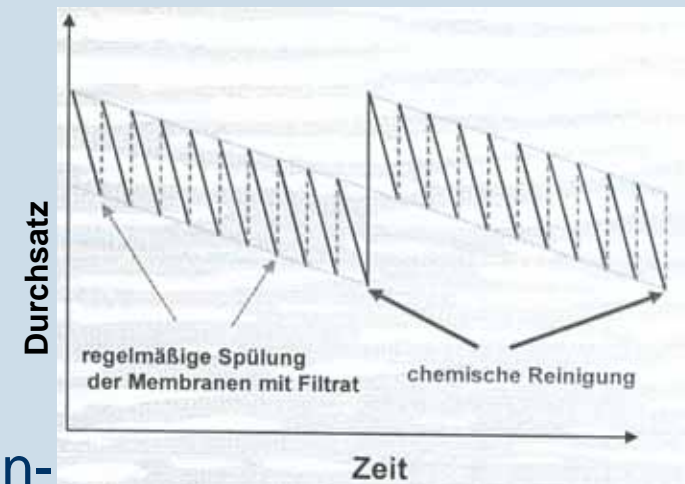
- erhebliches Einsparpotential bei Großanlagen
- Abschätzung der Machbarkeit bei Extremwässern
- relativ exakte Abschätzung der Betriebskosten
- ungünstiges Verhältnis von Kosten zu Nutzen bei Klein- und Kleinstanlagen

Bei Kleinstanlagen sollte gegebenenfalls auf Vorversuche verzichtet werden.

Spülwasser der Ultrafiltration, Abwassersituation

Spülung in der Regel nur mit Reinwasser
Spülstoß < 1min, alle 1 bis 3 Stunden

- Bei Druckfiltration beträgt die Momentanleistung bei Spülung in der Regel das 3 bis 5 - fache des Filtrationsbetriebes
- Bei Unterdruckfiltration erfolgt die Spülung mit dem 1 bis 1,5 - fachen des Durchsatzes und weiterem Zulauf des Rohwassers, Abschlag durch Überlauf
- Spülwasseranfall bei einstufigen Anlagen je nach Rohwasserbeschaffenheit 2 bis 10 % der Fördermenge



Spülwasser der Ultrafiltration, Abwassersituation

In regelmäßigen Abständen Zusatz von Spülzusätzen (CEB) (aktives Chlor, Wasserstoffperoxid, Lauge/Säure)

Bedarfsweise chemische Reinigung (CIP)

Auffangen des Spülstoßes in einem Pufferbecken und vergleichmäßigte Ableitung in den Vorfluter.

Bei mit Chemikalien versetztem Spülwasser muss vor Abschlag in den örtlichen Vorfluter oder in das Kanalisationssystem eine ausreichende Neutralisation gewährleistet sein.

Das Spülwasser muss außerdem den Anforderungen nach Anhang 31 Abwasserverordnung (AbwV) entsprechen (AOX / Arsen / abfiltr. Stoffe).

Membranintegrität

Mittlerweile hat sich der Drucktest zur Überprüfung der Membranintegrität durchgesetzt.

- Druckentwicklung im eingebauten Zustand nach Beschickung mit Druckluft, Blasendetektion im Sichtfenster bzw. Tank
- ausgebaut im Kontrollbecken, Blasendetektion

Kontrolle des Aufbereitungsergebnisses:

- Feinsttrübungsmessgerät, alternativ Partikelzähler

Genehmigungsfähigkeit

Im Zuge der Planung sind bereits Abstimmungen mit den Behörden erforderlich:

- Baurechtliche Genehmigung
- Abstimmung des Aufbereitungszieles mit dem Gesundheitsamt:
 - Partikelzähler oder Feinsttrübungsmessung
 - Kontrolle der Membranintegrität
 - UV-Anlage als Sicherheitsstufe
 - Bedarfsdesinfektion mit Chlor zur Netzpflege

Kosten

Investitionskosten für die Einheit UF inkl. Pumpen,
Dosieranlagen für Spülchemikalien und Steuerung (SPS)

ohne Roh- und Reinwasserbehälter, sonstige Aufbereitung,
ohne Bauwerk und Installation etc.

ca. 10.000 € bis 25.000 € (netto) pro l/s Anlagendurchsatz.

Tendenz sinkend ...

Betriebskosten für Energie, Chemikalien,
Membranersatz, Personal:

ca. 0,10 €/m³

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Dipl.-Biol. Jutta Lobbenmeier

BAURCONSULT
Am Kloppenheimer Rain 44
65232 Taunusstein

Tel.: 0049 6128 741-763

Fax: 0049 6128 741-764

E-Mail: juttalobbenmeier@baurconsult.com

Homepage: www.baurconsult.com

