W.E.T. GmbH

WASSER . ENERGIE . TECHNOLOGIE

Einführung in die Ultrafiltration

Innovation und Fortschritt
in der Wassertechnik

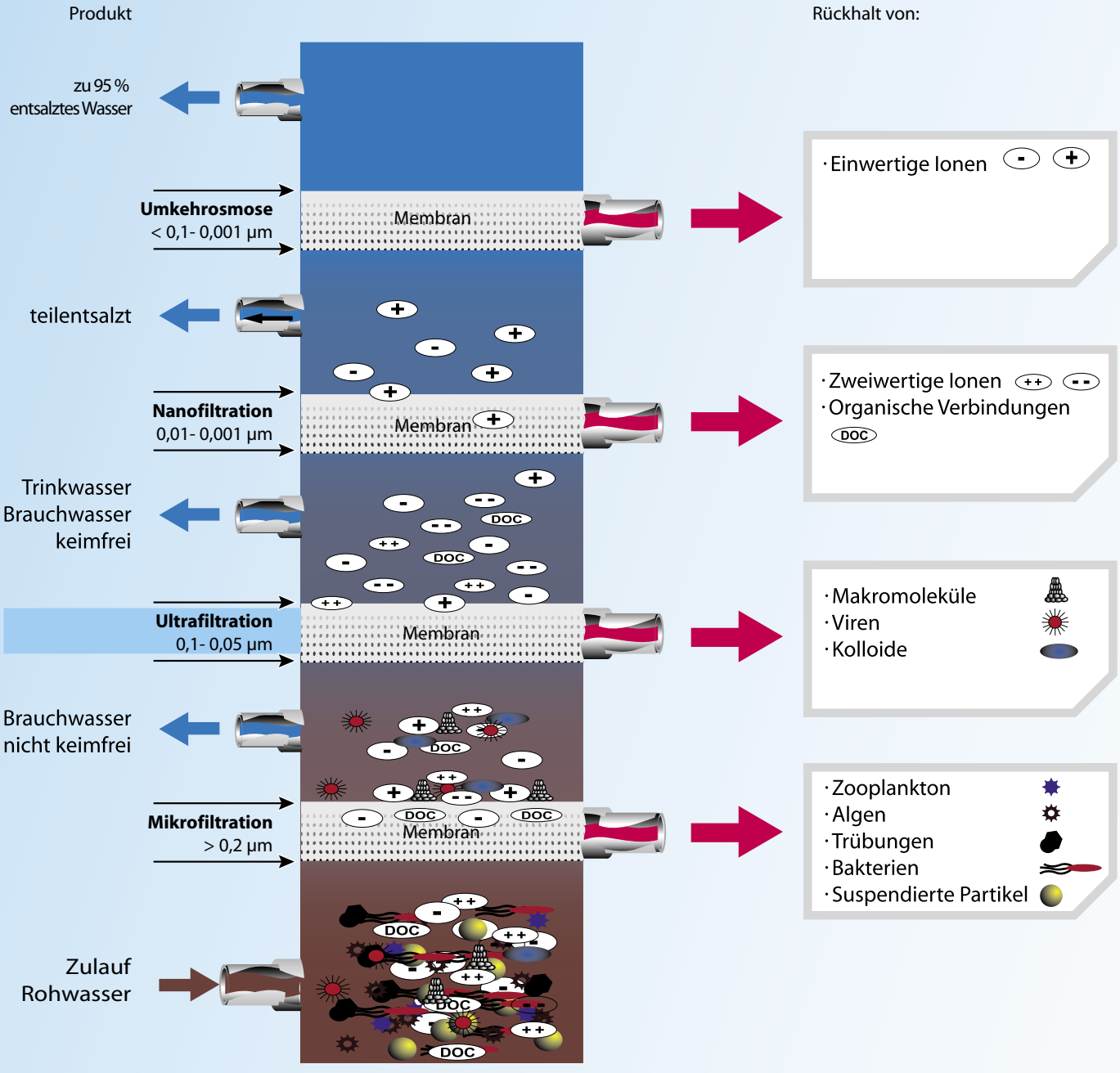
Trennungsgrad der Ultrafiltration

Übersicht über die verschiedenen Membranverfahren

Bei den druckbetriebenen Membranverfahren wird das Wasser, aufgrund einer Druckdifferenz zwischen der Rohwasserseite und der Filtratseite, durch die Membran gepresst. Art und Größe des abzutrennenden Wasserinhaltsstoffs bestimmt die Wahl des Membranverfahrens.

Grundsätzlich unterscheidet man zwischen folgenden Filtrationen:

- **Umkehrosmose**
- **Nanofiltration**
- **Ultrafiltration**
- **Mikrofiltration**



Beschreibung und Vorteile

Ultrafiltration (UF)

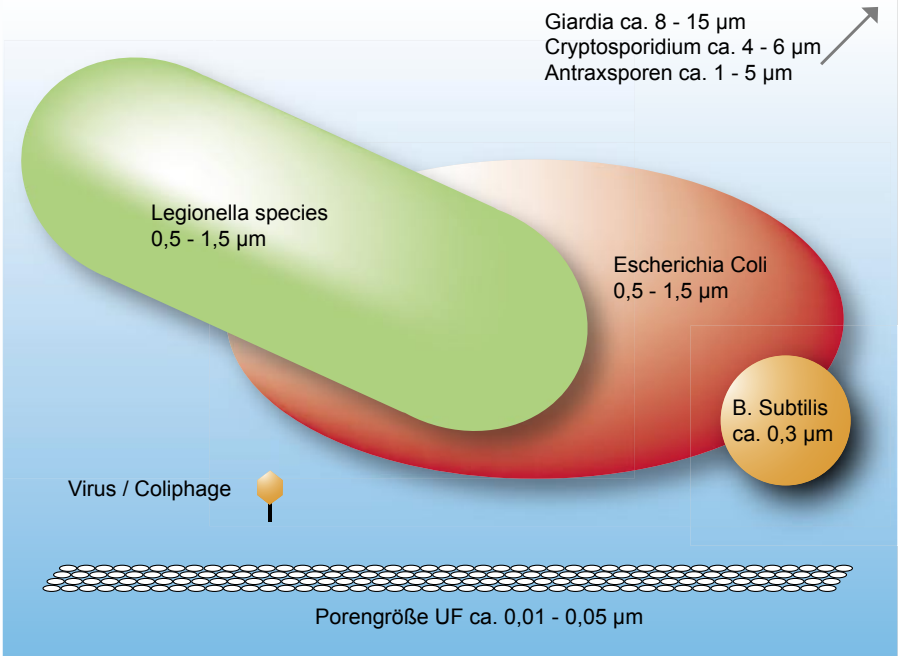
Bei der Ultrafiltration wird das Rohwasser mit Druck durch Kunststoffröhrchen gepresst, die einen Innendurchmesser von ca. 0,5 - 2 mm haben. Der eigentliche Filter sind die porösen Wände dieser Röhrchen, deren Filterporen 0,01 - 0,05 µm klein sind (zum Vergleich: Ein menschliches Haar hat einen Durchmesser von ca. 50 µm - dies ist das 1000-fache). Verschmutzungen größer 0,05 µm werden zuverlässig zurückgehalten und in regelmäßigen Zeitabständen wieder ausgespült. Gelöste Stoffe und Salze können die Membranen der Filterröhrchen passieren.

Der große Vorteil der Ultrafiltration, gegenüber herkömmlichen Filtermethoden, ist die Keimfreiheit des filtrierten Wassers. Die Poren der UF-Membranen sind so winzig, dass Bakterien und sogar Viren von ihren Ausmaßen zu groß sind, um diese Poren passieren zu können.

Durch das Bündeln vieler Filterröhrchen in Filtermodulen entsteht die notwendige Fläche, die einen größeren Wasserdurchfluss ermöglicht. Je nach Anwendungsbereich sind diese Module unterschiedlich groß und ermöglichen so entsprechende Filterleistungen.

- Vollständige Barriere für Mikroorganismen und Partikel
- Die Filtratqualität ist unabhängig von der Qualität des Zulaufwassers
- Die Ultrafiltration entfernt auch chlorresistente Keime z. B. Cryptosporidien und Giardien
- Das Konzentrat (Abwasser) enthält nur die aus dem Rohwasser ursprünglichen Inhaltsstoffe
- Bei Neubauten können durch die kompakte Systemkonstruktion Baukosten erheblich reduziert werden
- Bei vorhandenen Gebäuden besteht hierdurch hohe Flexibilität bei Anlagenerweiterungen oder Anlagenerneuerungen
- Die Ultrafiltration ist voll automatisierbar
- Durch Entfernung beinahe aller deckschichtbildenden Substanzen können nachfolgende Membranverfahren z.B. Umkehrosmosen mit höheren Flächenbelastungen ausgelegt und somit verkleinert werden

Ultrafiltration (UF) im Größenvergleich mit bekannten Wasserkeimen



Verfahren zur Aufbereitung mit Ultrafiltration

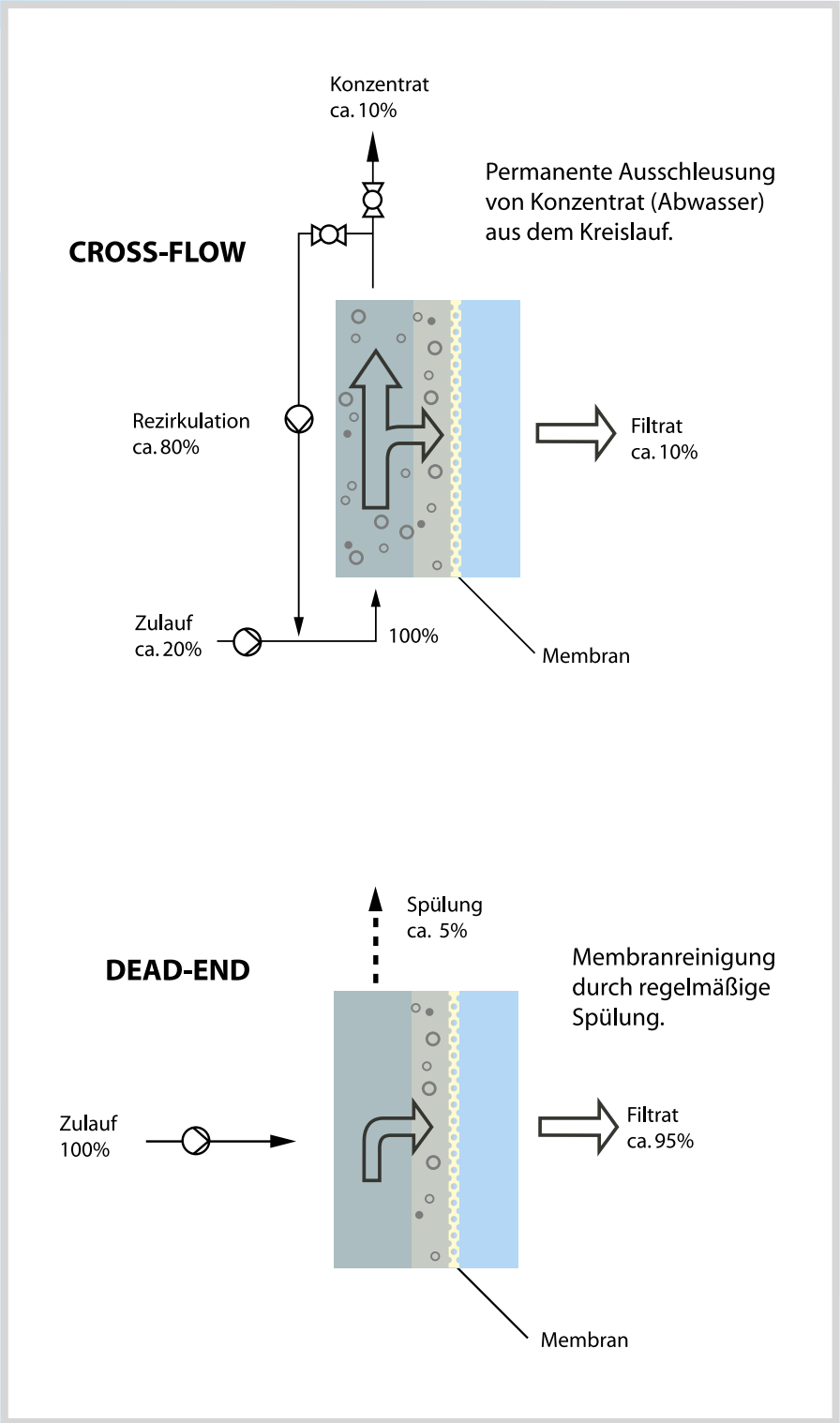
Cross-Flow und Dead-End

Es gibt zwei verschiedene Verfahren um mit Ultrafiltration Wasser aufzubereiten:

Beim Cross-Flow Verfahren wird ein großes Wasservolumen durch eine Kreislaufpumpe permanent im Kreis an der Membran vorbei geführt. Ein Teil wird durch die Membran gedrückt und ein anderer Teil wird als Konzentrat in den Kanal abgeführt. Diese Verluste im Kreislauf werden von der Zuführpumpe ständig ergänzt. Vorteil von Cross-Flow ist, dass keine Aufbereitungsunterbrechungen zur Membranspülung notwendig sind. Nachteilig wirken sich jedoch der größere Energiebedarf und die höheren Investitionskosten aus.

Bei dem Dead-End Verfahren wird das Wasser, wie bei einem Filterbeutel, durch die Membranen gedrückt. Die Schmutzstoffe sammeln sich in den Hohlfasern, dadurch muss die Membran in regelmäßigen Abständen gespült werden. Vorteil dieses Verfahrens ist, trotz der kurzen Spülunterbrechungen, der geringere Energieverbrauch und die preisgünstigere kompakte Bauweise der Aufbereitungsanlagen.

Bei der W.E.T. Ultrafiltration wird das Wasser mit Hilfe von Kapillar-Membranen im Dead-End Verfahren aufbereitet. Die Ultrafiltrationsmodule der Aufbereitungsanlage bestehen aus mehreren tausend Hohlfasern, die geordnet in einem Druckrohr untergebracht sind. Diese Ultrafiltrationsmodule sind straßenweise angeordnet, um immer nur eine bestimmte Anzahl zu betreiben bzw. zu spülen. Die Anzahl der Membranmodule und Aufbereitungsstraßen ist vom gewünschten Durchsatz, von den Wasserinhaltsstoffen und der Wassertemperatur abhängig.

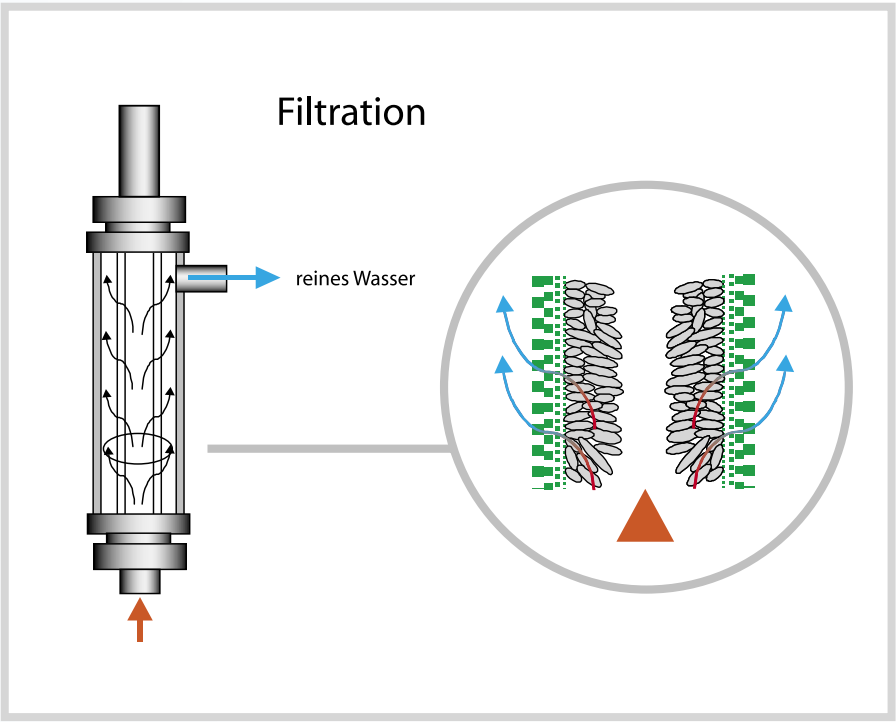


Filtration und Spülvorgang

Nebenstehende Skizzen erläutern das Prinzip einer Membranfiltration und deren Spülung.

Ablauf der Filtration:

Das Rohwasser wird von unten in das Filtrationsmodul eingespült. Der dargestellte Prozess entspricht dabei dem Dead-End-Verfahren.
Im Filtrationsprozess werden Filterrückstände an der Hohlfaserinnenseite angelagert, während das Filtrat an der Hohlfaseraußenseite austritt. Das gereinigte Wasser wird zwischen den Hohlfasern gesammelt und entsprechend abgeleitet.



Ablauf der Filterspülung:

Vorspülung (Forward Flush)

- Reinigung der Hohlfaserinnenseite
- Durchspülung der Hohlfaser

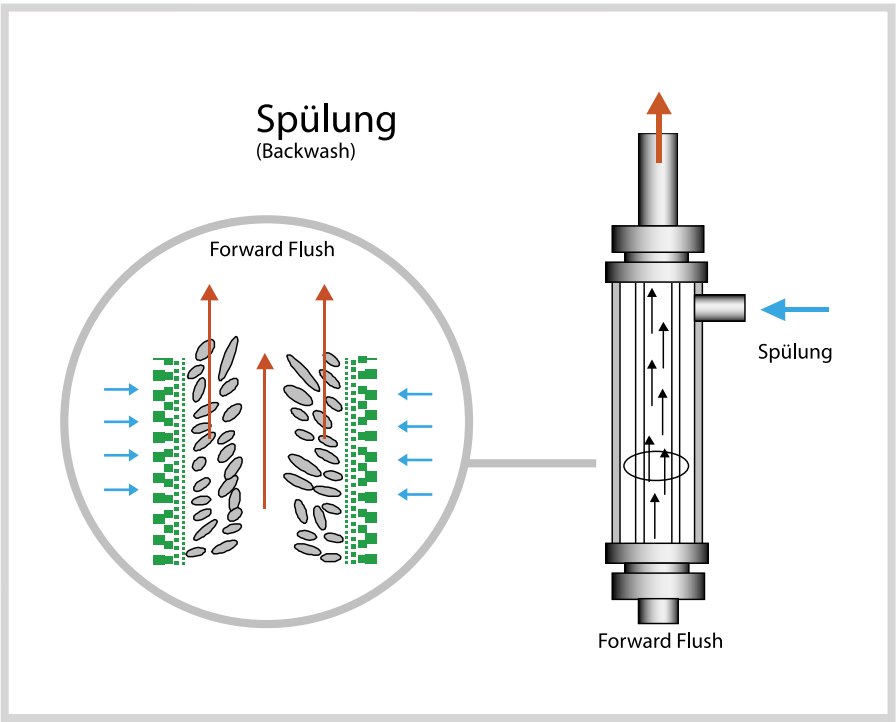
Hauptspülung

- Reinigung der Filterporen durch Umkehr der Fließrichtung des Wassers von außen nach innen

Nachspülung (Forward Flush)

- Gleicher Vorgang wie bei der Vorspülung zur Entfernung etwaiger Schmutzreste

Der komplette Spülvorgang wird vollautomatisch ausgeführt.



Filtration und Spülvorgang

Grundsätzlich unterscheidet man zwei verschiedene Arten der Spülung:
Die Wasserspülung und die chemische Spülung.

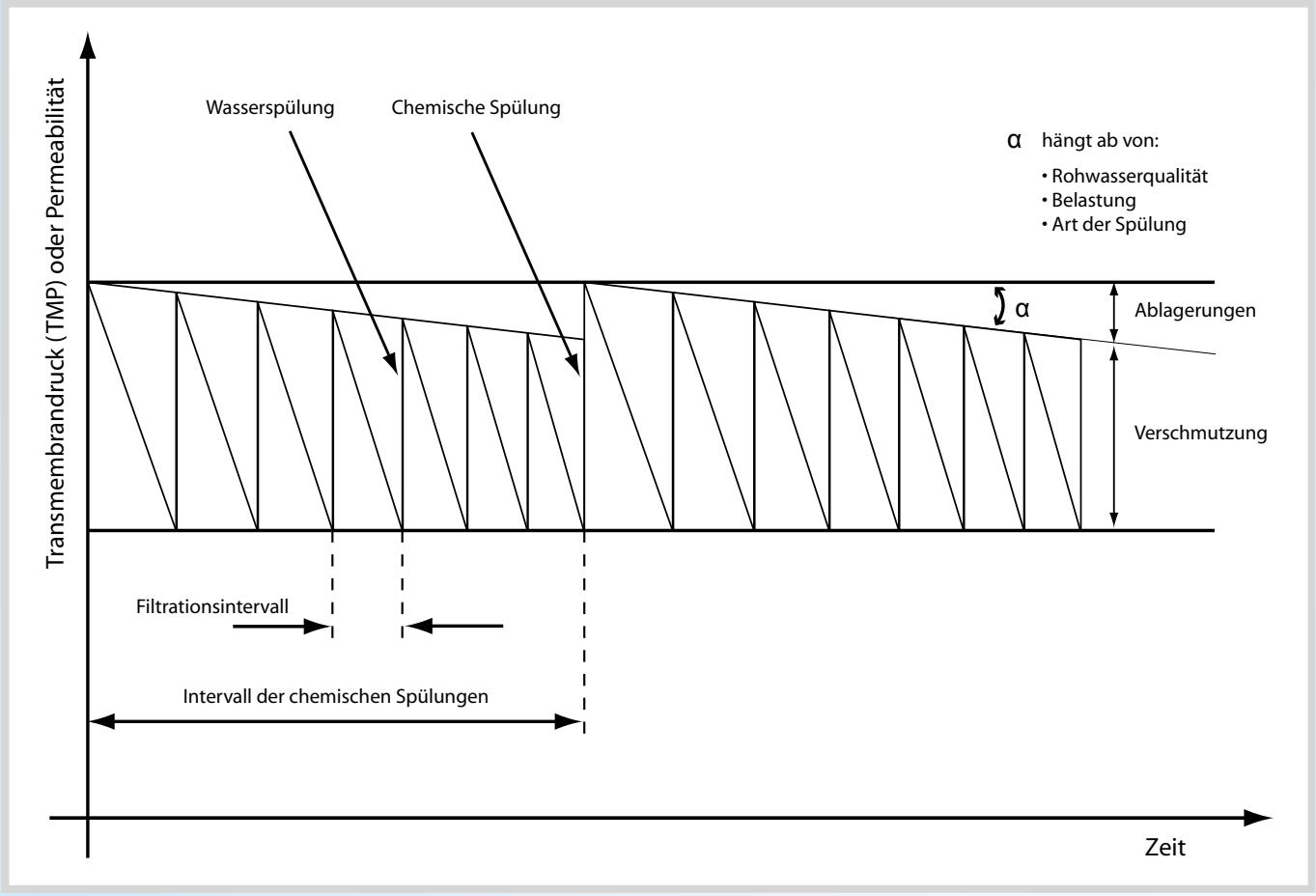
Nach einer bestimmten Anzahl von Wasserspülungen mit Filtrat ohne weitere Zusätze, erfolgt automatisch eine chemische Spülung. Bei der chemischen Spülung wird dem Wasser zusätzliches Reinigungs- oder Desinfektionsmittel zudosiert, um eventuellen Ablagerungen oder Verkeimungen entgegenzuwirken.

Der gesamte Vorgang der Spülung dauert etwa 30 bis 80 Sekunden und kann straßenweise erfolgen, während andere Modulstraßen im normalen Filtrationsbetrieb bleiben. Die Einwirkzeit bei der chemischen Spülung beträgt etwa 10 bis 15 Minuten.

Die Notwendigkeit einer Spülung ergibt sich aus der Überwachung der Druckdifferenz. Überschreitet dieser Druck den Sollwert, erfolgt die Spülung vollautomatisch. Normalerweise wird jedoch die über die Anlagensteuerung zeitlich vorgegebene Spülung vorher durchgeführt.

Die anfallenden Spülabwässer können über eine entsprechende Aufbereitung wiederverwendet werden. Häufig ist es jedoch der Fall, dass die Spülabwässer in die Kanalisation oder Vorflut eingeleitet werden. Abwässer aus der chemischen Spülung müssen vor Einleitung neutralisiert werden.

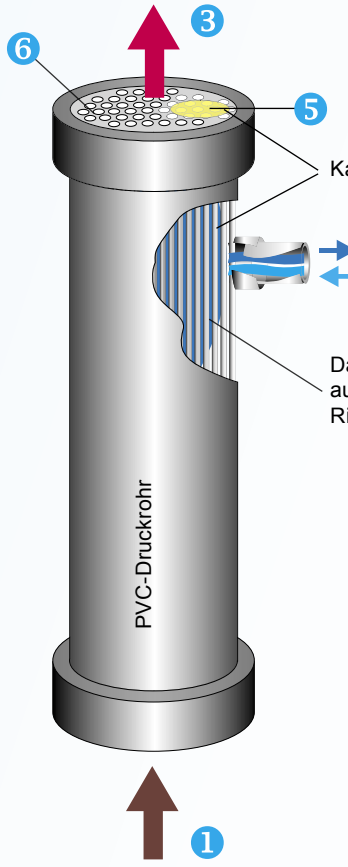
Die untenstehende Grafik stellt schematisch die zeitlichen Abläufe der Filtration, sowie die der Spülung dar.



Filtertypen in der Anwendung:

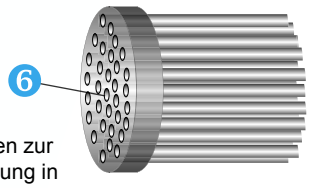
Modulaufbau

PVC-Druckrohr
Vergussharz
Multibore-Hohlfasern 7 x 0,9 mm Ø
Ablauf Reinwasser



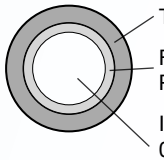
1. Rohwasser (Feed)
2. Filtrat (Permeat)
3. Schlammwasser (Konzentrat)
4. Spülwasser

5



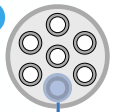
Kapillaren zur
Befestigung in
Harz eingegossen

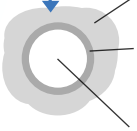
6 Singlebore-
Membran



Trägermaterial
Filtrationsschicht mit
Poren 0,01 - 0,05 µm
Innendurchmesser
0,5 - 2 mm
je nach Verwendung

6 Multibore-
Membran





Trägermaterial
Filtrationsschicht mit
Poren 0,01 - 0,05 µm
Innendurchmesser
0,9 mm

Ultrafiltration im Vergleich

Konventionelle Filtration	Ultrafiltration
Raumhöhe 2,5 bis 5,0 m	Räumhöhe ca. 2,0 m
Große Einbringöffnung erforderlich	Türbreite von 80 cm ausreichend
Kein garantierter Keimrückhalt	Keimfreies Wasser
Filterverkeimungen möglich	Filterverkeimungen unmöglich
Große Kanalleitung oder Spülabwasserspeicher	Kleine Kanalleitung
Filtrat mit ca. 150 Partikel/ml	Filtrat mit ca. 1 Partikel/ml
Durchbruch bei Überlast, Schmutz im Filtrat	Konstante Filtratqualität, Anlage bleibt bei Überlast stehen

UV- und Chlordioxid-Desinfektion	
Keine 100 %-ige Entkeimung (Barriere)	Gesicherte Keimfreiheit im Filtrat
Legionellen in Amöben werden nicht abgetötet, keine Effizienz bei Parasiten (Kryptosporidien)	Vollständiger Rückhalt aller Parasiten
Totalausfall der Entkeimung möglich, alle Keime werden unbehandelt durchgelassen	Auch bei Anlagenstillstand werden keine Keime durchgelassen
Sehr schlechte bis gar keine Entkeimung bei Trübung (Verschmutzung)	Entfernt Trübungen vollständig, keinerlei Beeinträchtigung der Entkeimung durch die Trübung
Verbleib der abgetöteten Keime (Leichen) im System	Vollständige Entnahme der Keime aus dem Wasser
Bei Chlordioxid Entkeimungswirkung im Verteilsystem. Bei UV-Desinfektion lediglich Schädigung der Keim-DNS (Regeneration möglich)	Vollständige Entnahme der Keime, das Verteilsystem bleibt unbeeinflusst

© Copyright - W.E.T. GmbH 2008 - Veröffentlichung oder Weitergabe, auch nur auszugsweise, ist nur mit Zustimmung des Verfassers zugelassen

Verfasser und Herausgeber:

W.E.T. GmbH

Krumme Fohre 70
D-95359 Kasendorf

Fon: +49 (0) 9228 / 9 96 09-0
Fax: +49 (0) 9228 / 9 96 09-11

E-Mail: info@wet-gmbh.com
Internet: www.wet-gmbh.com

W.E.T. GmbH
WASSER . ENERGIE . TECHNOLOGIE