



Zentrale Enthärtung

Marc Huber

Herbsttagung Brunnenmeisterverband Baselland und Umgebung

Grundlagen Wasserhärte

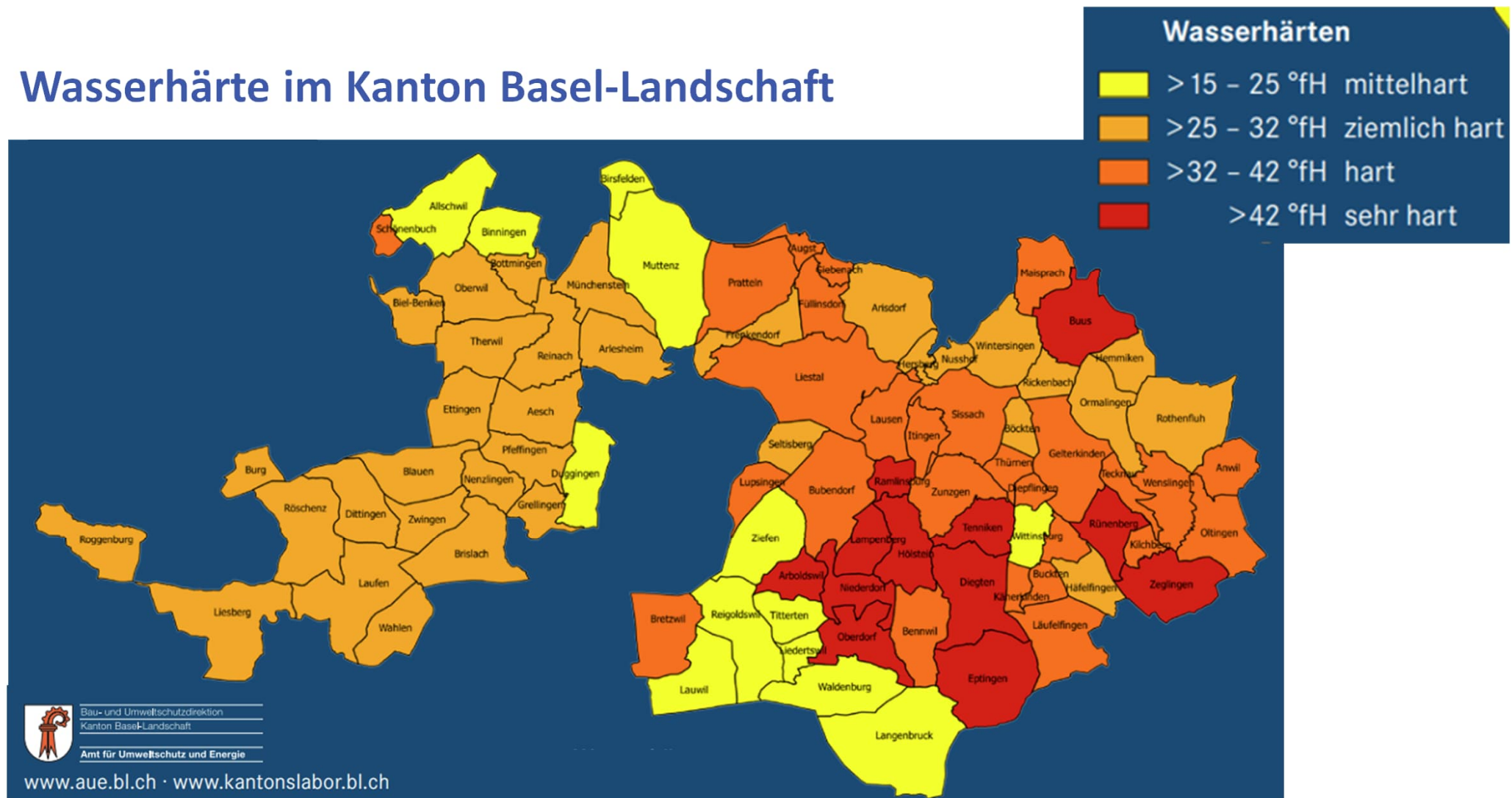
- Gesamthärte = Summe von Kalk und Magnesium
- Härte wird in Härtegraden ausgedrückt (°fH)

1 °fH entsprechen 10 mg/l Kalziumkarbonat

1 °fH entsprechen 0.56 °dH

1 °dH entsprechen 1.78 °fH

Wasserhärte im Kanton Basel-Landschaft



Vor- und Nachteile von hoher Härte

Vorteile:

- Kalk und Magnesium wichtig für die Gesundheit
- Korrosionsrisiko bei hartem Wasser tendenziell tief

Nachteile:

- Verkalkung von Plattenbelägen, Wassererwärmern, Waschautomaten, WC-Spülkästen, WC-Schüssel, Strahlregler, Duschbrausen, Armaturen und Leitungen
- Höherer Waschmittelverbrauch
- Höherer Reinigungsmittelverbrauch
- Höherer Energieverbrauch Warmwasser

Dezentrale Enthärtung im Haushalt – Position SVGW

Aus qualitativer Sicht bedarf das von der Wasserversorgung gelieferte Trinkwasser keiner Nachbehandlung.

Bei Wasser mit einer Gesamthärte unter 32 °fH empfiehlt der SVGW im Wohnungsbereich keine Enthärtung.

Unzureichend unterhaltene Enthärtungsanlagen sind oft die Ursache von Qualitätsproblemen und Keimwachstum.

Quelle: W10027 d Merkblatt; Enthärtungsanlagen – Ionenaustauscher (SVGW)

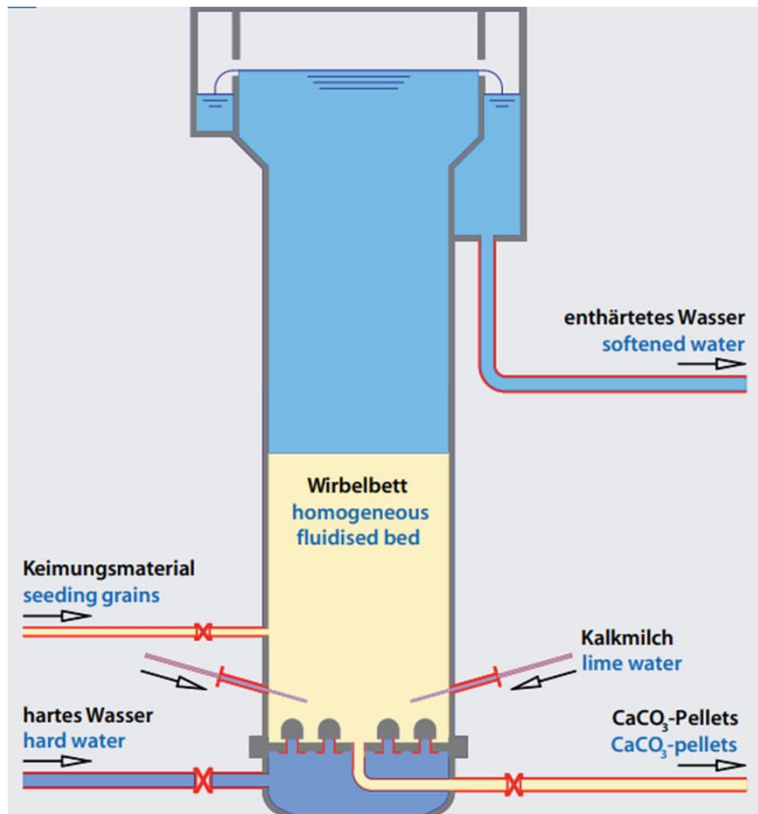
Dezentrale Enthärtung im Haushalt - Technologie

- Enthärtungsanlagen auf Ionenaustauscherbasis (Austauscherharz + Kochsalzlösung)
- Aufbereitetes Wasser enthält Natrium
- Resthärte ca. 7-15 °fH
- Regeneration verbraucht Wasser

Zentrale Enthärtung - Technologie

- Ausfällung von Kalk und Magnesium (Schnellentkarbonisierung)
- Membranverfahren (Umkehrosmose / Nanofiltration)
- Ionenaustausch (CARIX-Verfahren)
- Konventioneller Ionenaustausch

Fällung (Schnellentkarbonisierung)



Quelle: Kasprzyk et al., Rastatt – Zentrale
Trinkwasserenthärtung mit Kalkmilch, bbr 01/2012

Kalk-Pellets

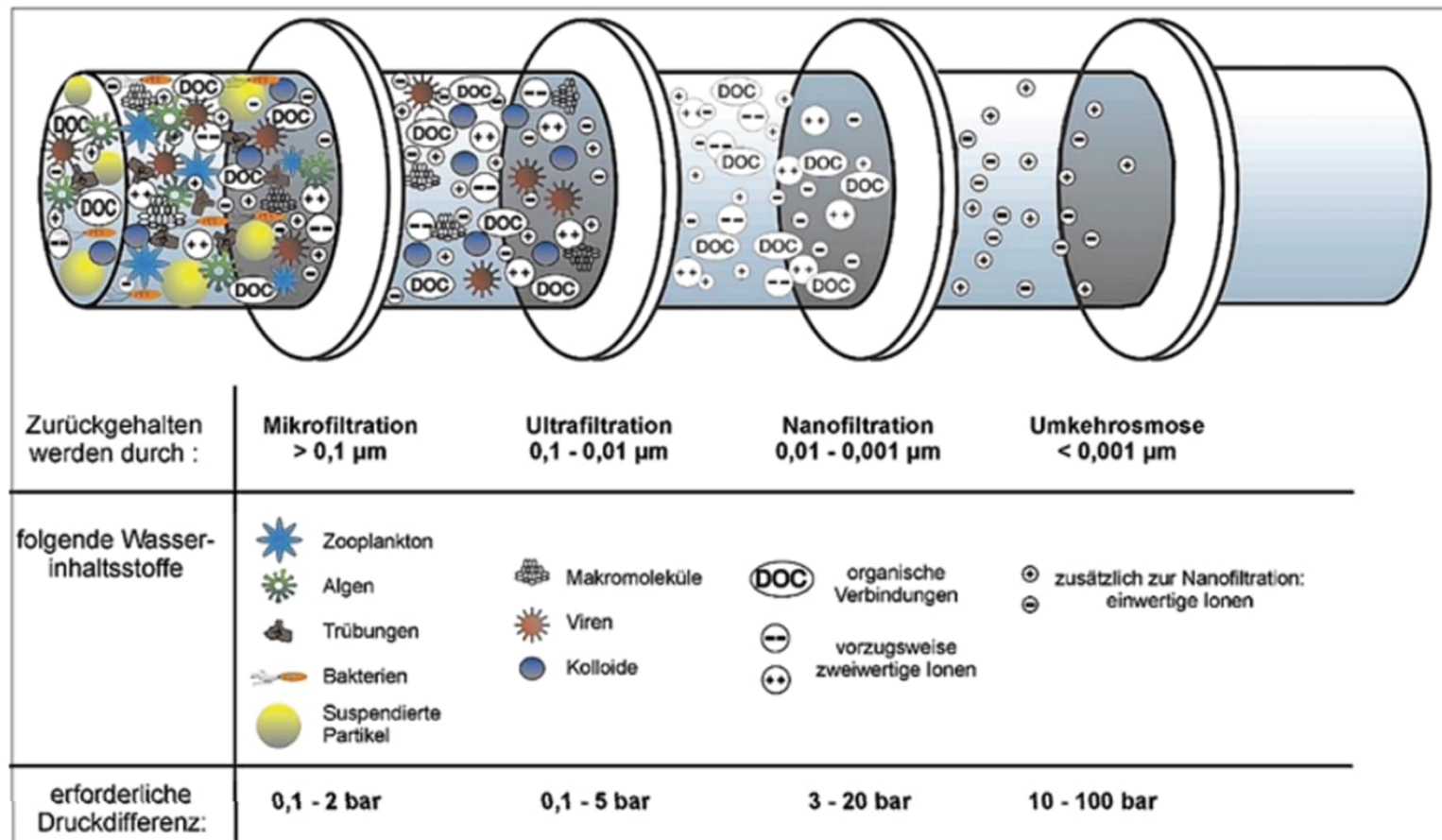


Quelle: www.stadtwerke-rastatt.de



Quelle: Kasprzyk et al., Rastatt – Zentrale
Trinkwasserenthärtung mit Kalkmilch, bbr 01/2012

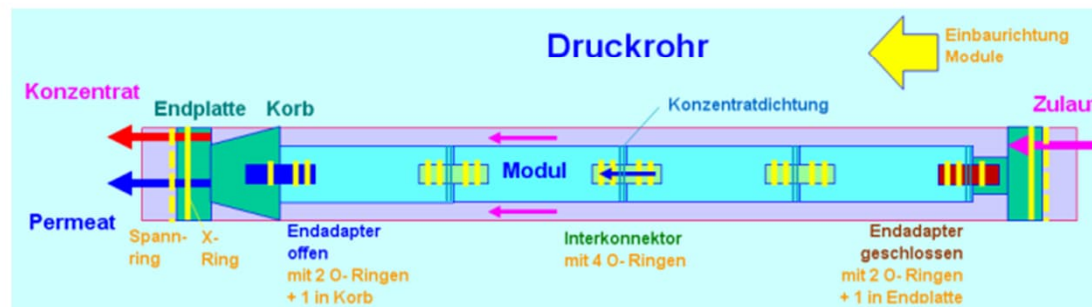
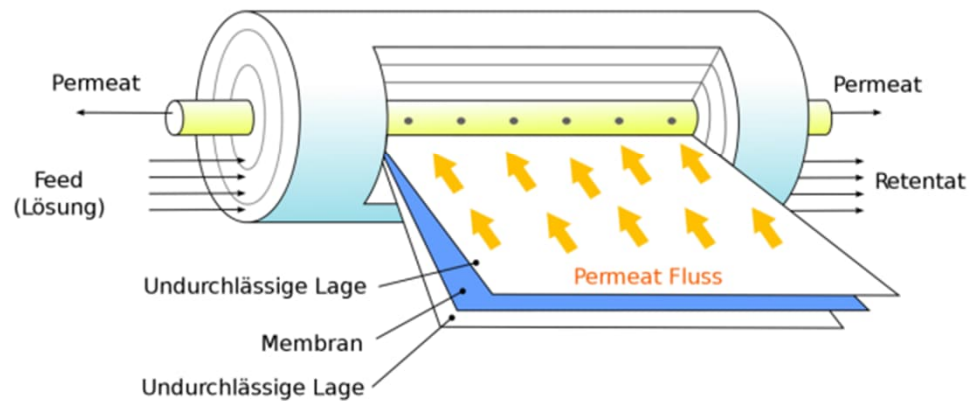
Umkehrosmose / Nanofiltration



Quelle: DVGW-Technologiezentrum
Wasser [TZW] in DVGW Technologie-
Report Nr. 3/08

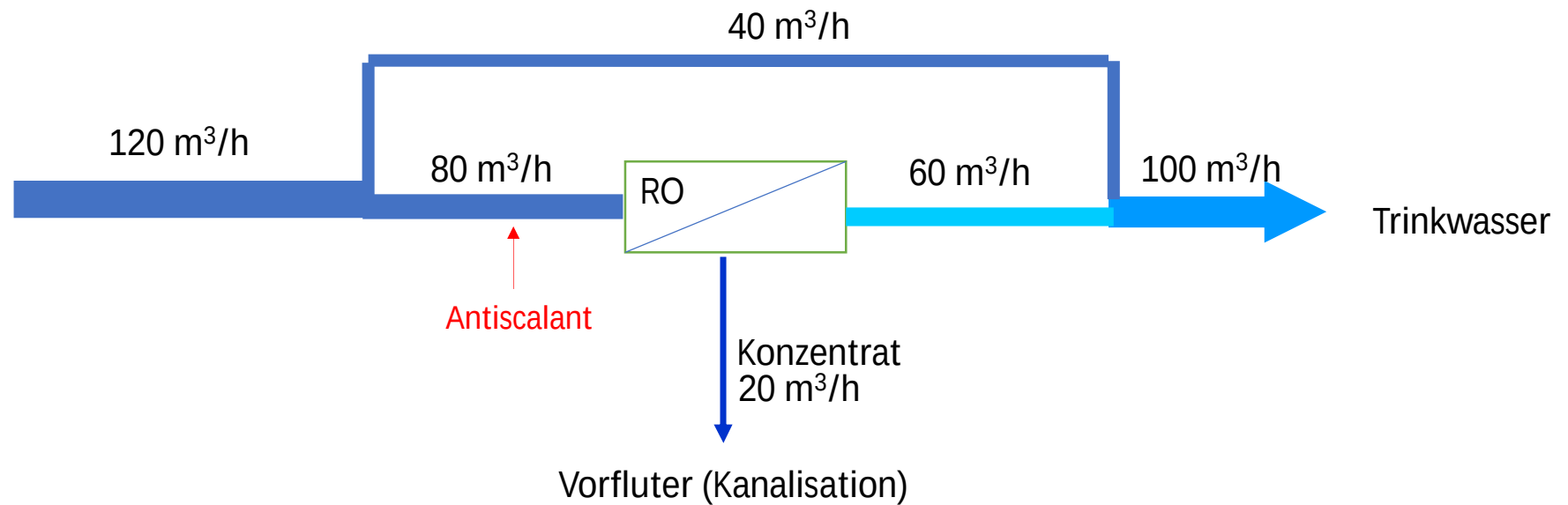
Umkehrosmose / Nanofiltration

Membranelement (Modul)



Quelle: Vortrag H. Thaler, von Roll
BHU Umwelttechnik
GmbH

Umkehrosmose / Nanofiltration

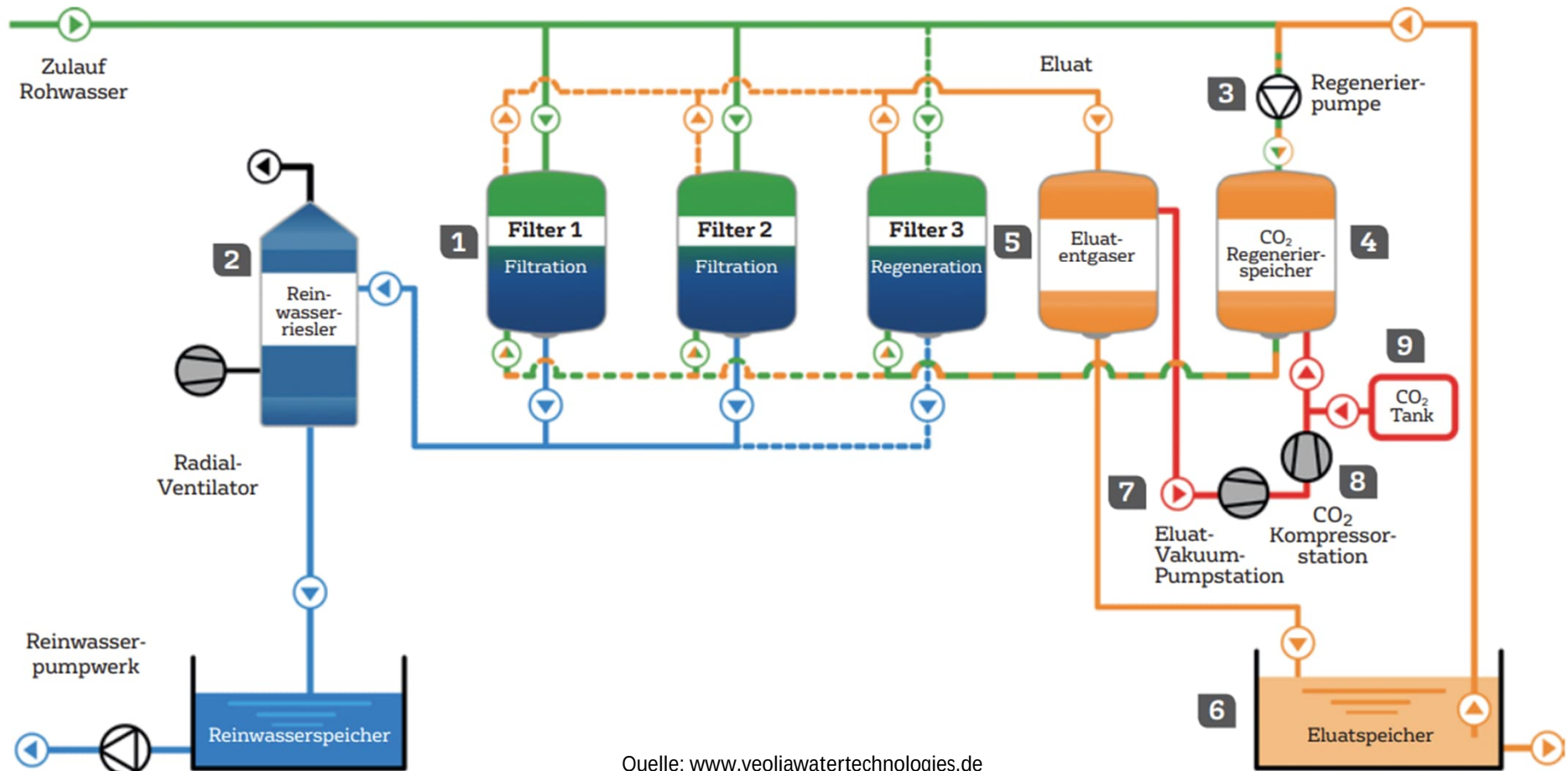


Notwendigkeit Entsäuerung

Calcitsättigung bei 10.3 °C		Ionenstärke = 7.79 mM
pH ₀ = 7.00 bei T = 10.3 °C		
pH = 7.00 bei T = 10.3 °C pH_C = 7.41 Sättigungs-pH		⇒ Das Wasser ist calcitlösend. pH < pH_C - 0.03
pH _A = 7.59 nach CO ₂ -Austausch		
pH _L = 7.53 STROHECKER / LANGEЛИER		
SI _{Calcit} = -0.59 (Sättigungsindex)		
Calcitlöse- / -abscheidekapazität = 40.8 mg/L		
0.408 mM Calcit werden aufgelöst.		
freie Kohlensäure	34.5 mg/L	
- Kohlensäure im Calcit-Gleichgewicht	8.7 mg/L	
= überschüssige (aggressive) Kohlensäure	25.8 mg/L	
halb gebundene Kohlensäure	131.7 mg/L CO ₂	
ganz gebundene Kohlensäure	0.1 mg/L CO ₂	



CARIX-Verfahren



Quelle: www.veoliawatertechnologies.de

Zentrale Enthärtung in der Schweiz



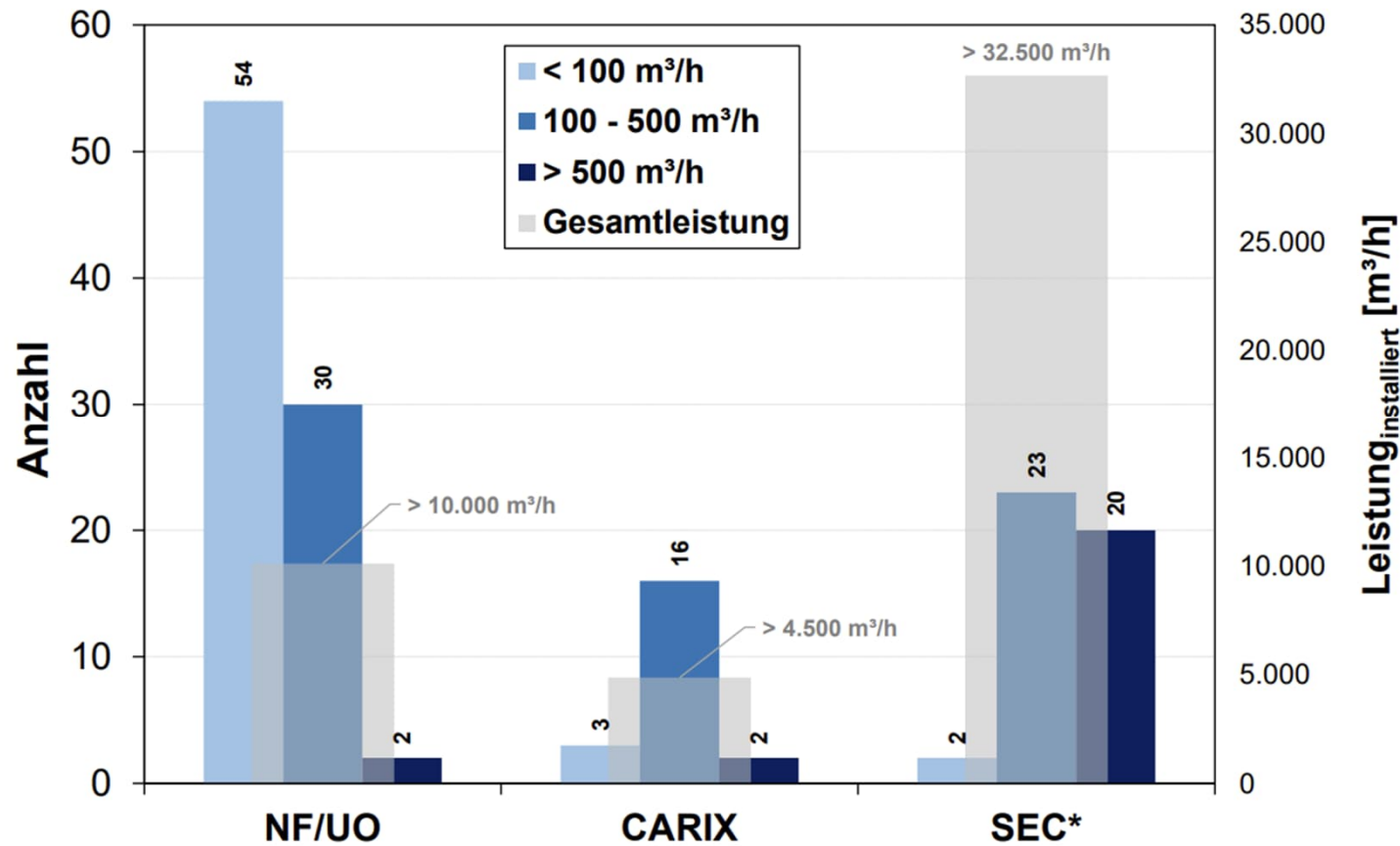
Zermatt

Quelle: www.membrattec.ch



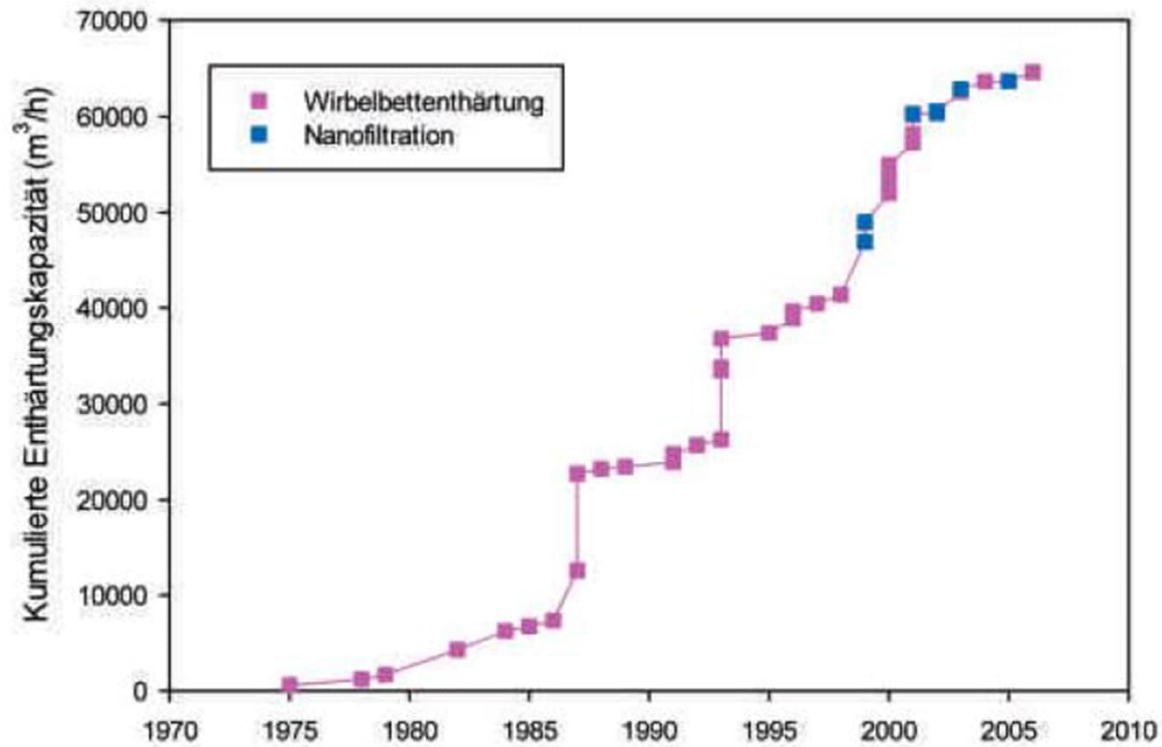
Günsberg

Zentrale Enthärtung in Deutschland



Quelle: Projektergebnisse des BMBF-Verbundprojekts KonTriSol, Tuczinski et al.

Zentrale Enthärtung in den Niederlanden



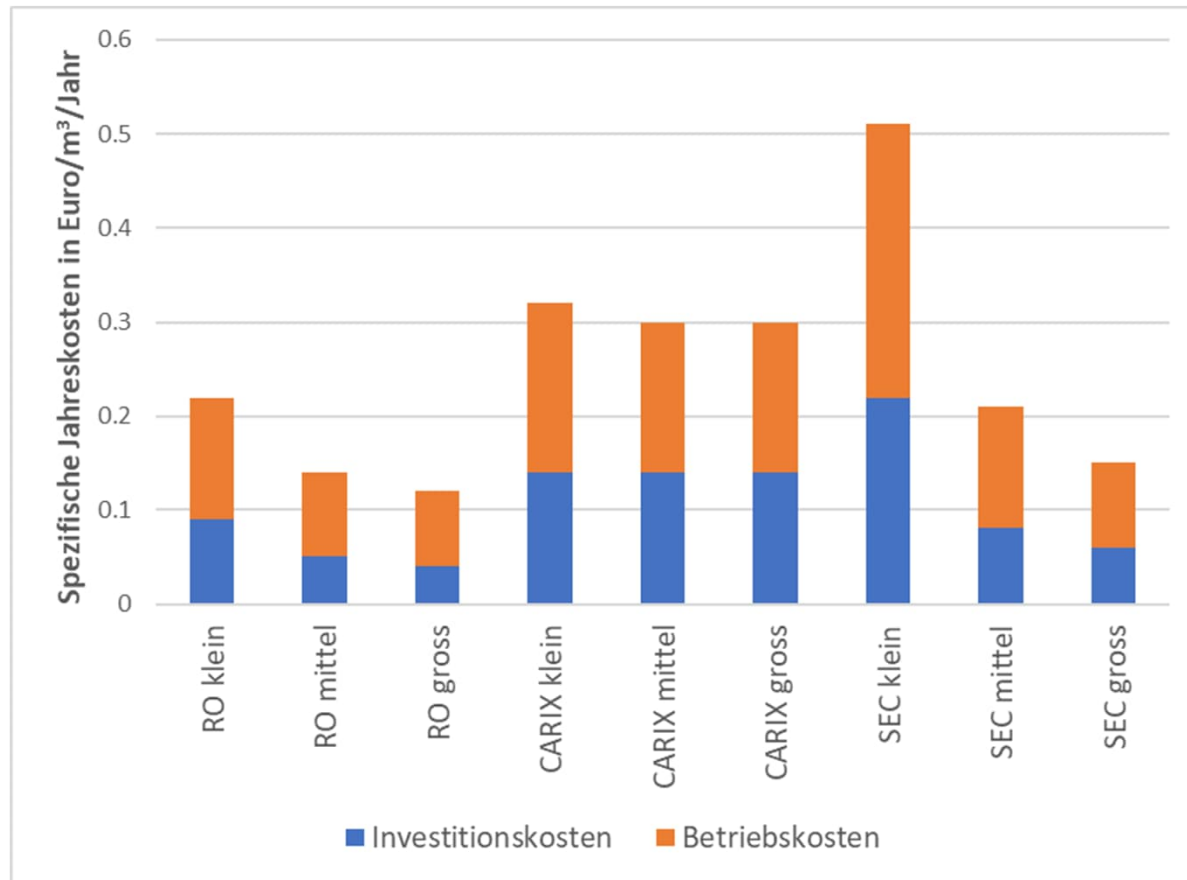
Quelle: GWA 8/2011

Qualitativer Vergleich Technologien

	RO	CARIX	SEC
Robustheit des Verfahrens	mässig	hoch	mässig
Komplexität des Verfahrens	gering	mässig	mässig
Wasserausbeute	am geringsten	mässig	hoch
Energieverbrauch	hoch	mässig	mässig
Abwasserinhaltsstoffe	Salze aus TW + AS	Salze aus TW + CO ₂	Ionen wie TW
Direkt- oder Indirekteinleitung erforderlich	ja	ja	evtl. Für Klarwasser
Personal- und Wartungsaufwand	gering	gering	mässig - hoch

Quelle: Adaptiert von Projektergebnisse des BMBF-Verbundprojekts KonTriSol, Tuczinski et al.

Vergleich spezifische Jahreskosten für Deutschland



klein: 0,625 Mio. m³ Trinkwasserabgabe p.a.
mittel: 2,5 Mio. m³ Trinkwasserabgabe p.a.
groß: 5 Mio. m³ Trinkwasserabgabe p.a.

Quelle: Zahlen aus BMBF-Verbundprojekt
KonTriSol, Strehl et al.