

Blødgørings-teknologier til central blødgøring

Teknologi (mest relevante pt.)		Typisk effektivitet		Typisk anlægskapacitet
		Calcium	Magnesium	m ³ /time
1	Kalkpille (pellet)	70 - 90 %	< 5 %	50 – 2000
2	LPRO membranfiltrering	95 %	95 %	5 – 500
3	Traditionel ionbytning	99 %	99 %	5 – 200
4	CARIX ionbytning	50 - 75 %	50 - 75 %	25 – 800
5	Elektrolytisk kalkfældning	< 50 %	< 50 %	10 – 300
(6)	(Plastic Air Softening (PAS))	< 50 %	< 50 %	5 - 100

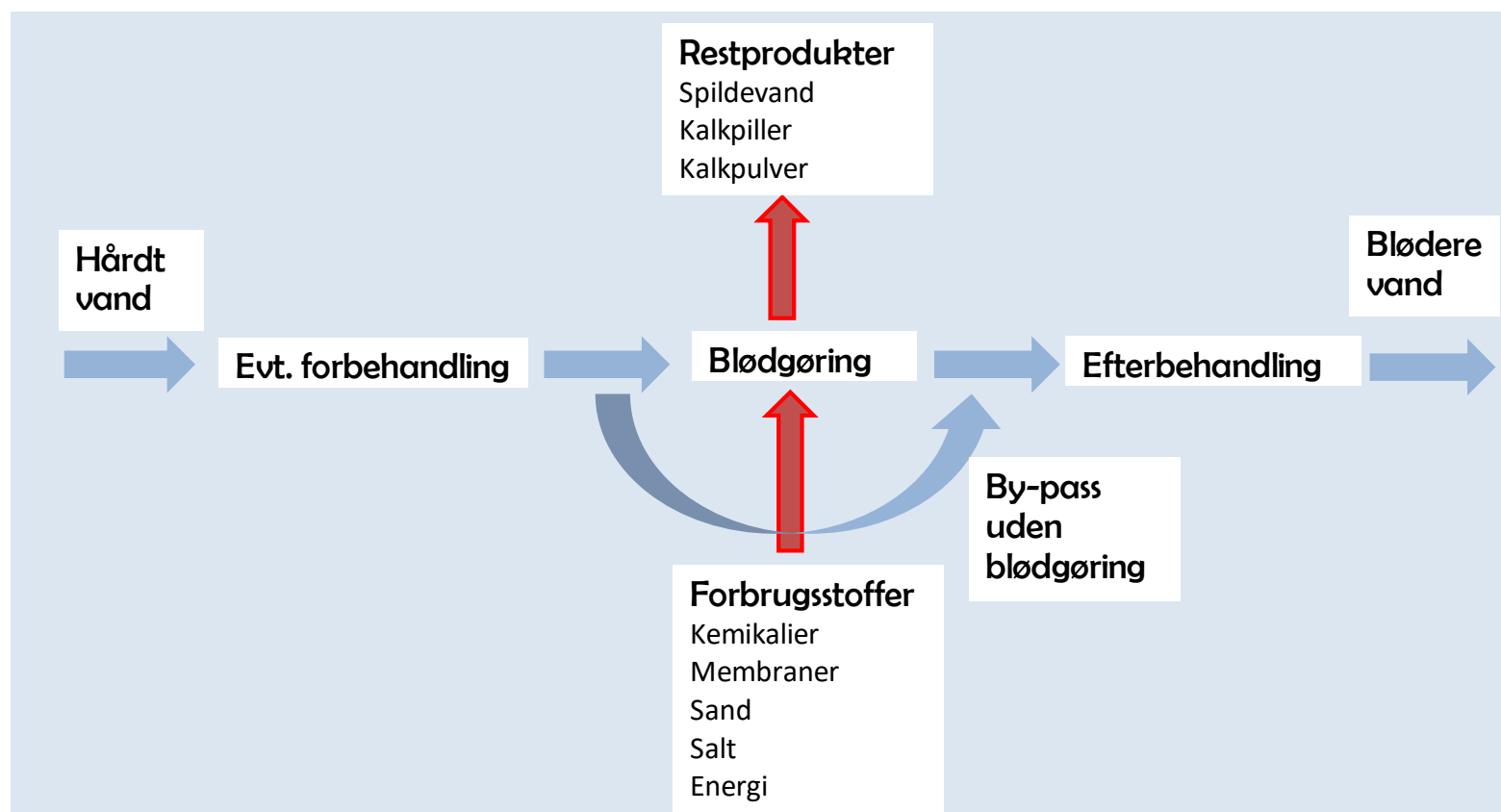
Teknologier, der ikke blødgør, men har eller kan have en effekt på kalkudfældningen:

- Kuldioxid dosering (V),
- Ultralyd/'kalkknuser' (?)
- Magnet (?)

Princip for blødgøring

Typisk spildevandsmængde ved blødgøring - i forhold til produktionen:

- Membranfiltrering og CARIX: 3 - 12 %
- Kalkpilleanlæg, elektrolyse, PAS og ionbytning: 1 - 4 %

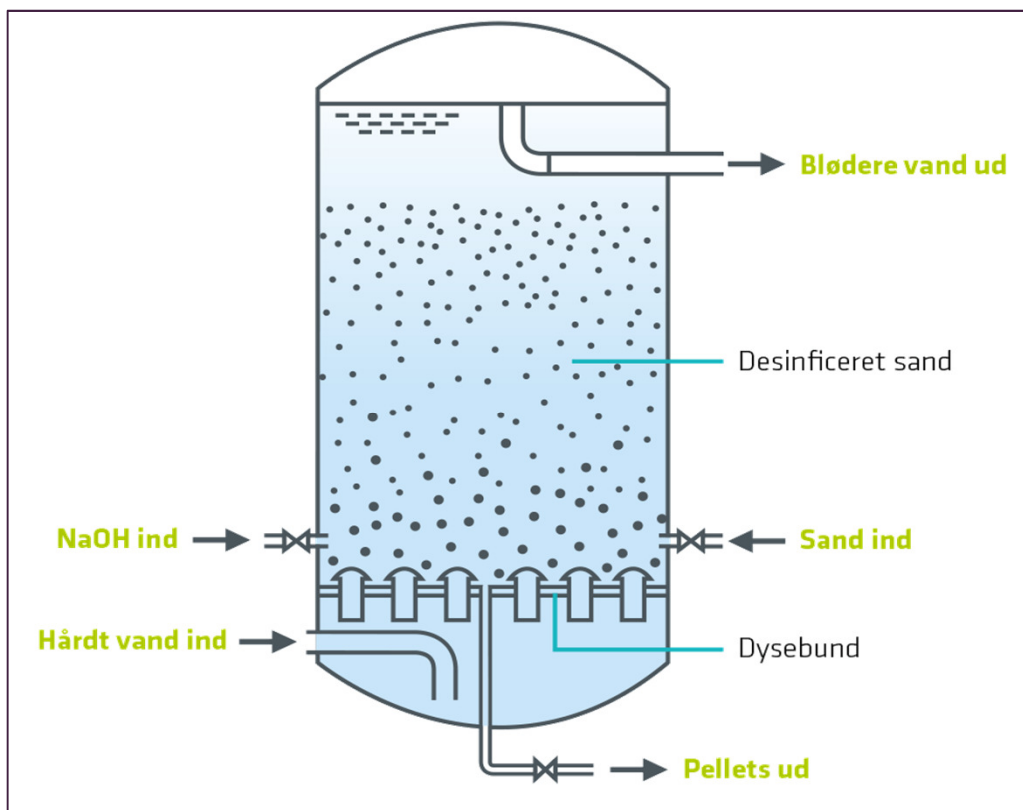
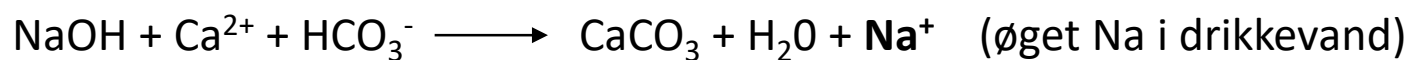


Typisk by-pass:

- Membranfiltrering og ionbytning: 40 - 60 %
- Kalkpilleanlæg, elektrolyse, PAS og CARIX: 0 - 25 %

Kalkpille (pellet) blødgøring princip

Tilsætning af lud eller kalk:

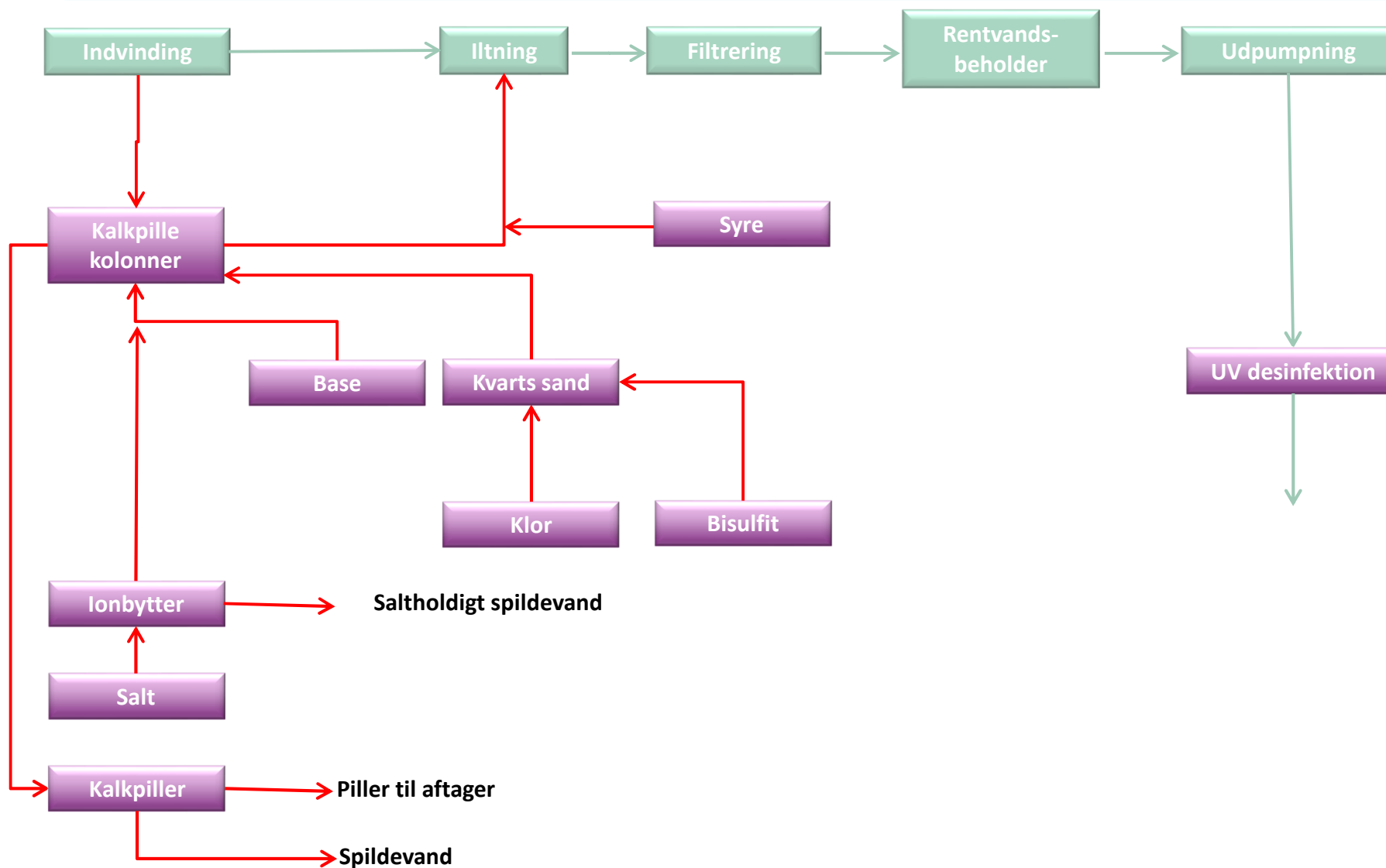


- Lav spildevandsprod. (1%)
- Lavt energiforbrug
- Fjerner ikke magnesium

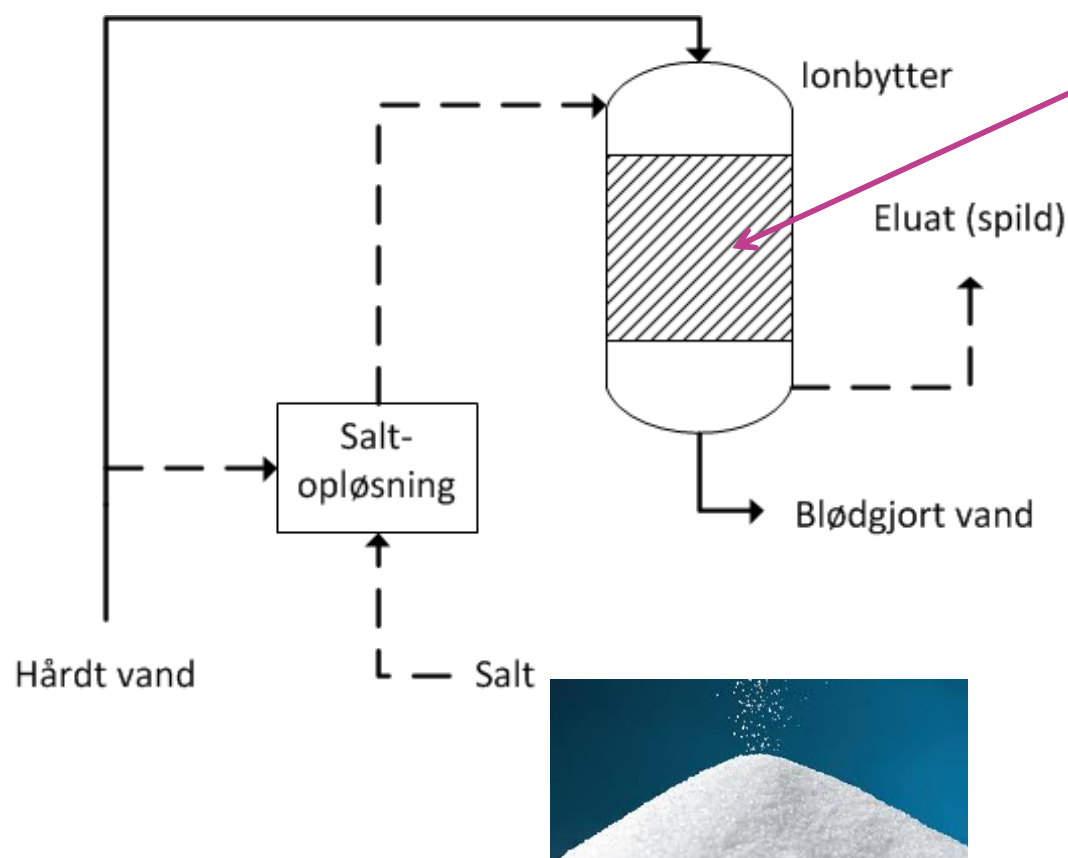


- Relativ stor kemikalietilsætning
- Tilfører natrium
- Pasningskrævende
- Bedst funktion ved stabil drift
- 60 -100 % driftsområde
- Højdekrævende

Principdiagram for kalkpille blødgøring



Traditionel ionbytning - princip



Ionbytter materiale

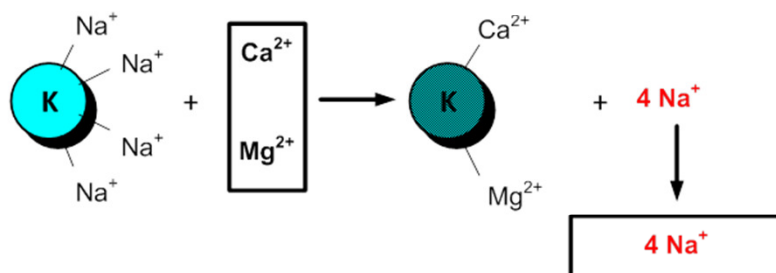


- Lav spildevandsprod.(1 – 4 %)
- Lavt energiforbrug
- Billig i drift og anlæg
- Let at passe
- 25 – 100 % driftsområde



- Relativ stor kemikalietilsætning
- Tilfører natrium til vandet
- Fjerner ikke hydrogencarbonat
- Risiko for aggressivt vand ved trykiltning uden gasafblæsning
- Afledning med over 1 g/l Cl

Ionbytning princip



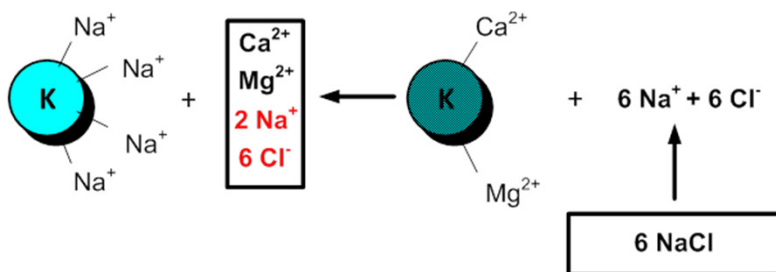
Blødgøring:

Ved blødgøringen tilføres Natrium (Na) til rentvand.

Ved blødgøring fra f.eks. 30°dH til 12°dH øges Na med ca. 150 mg/l i vandet.

+ 8,2 mg/l Na til rentvand per $^\circ\text{dH}$ reduktion

Eksempel fra kalkpilleanlæg: Natriumindhold i rentvand = $65 + 82 = 147 \text{ mg/l Na}$



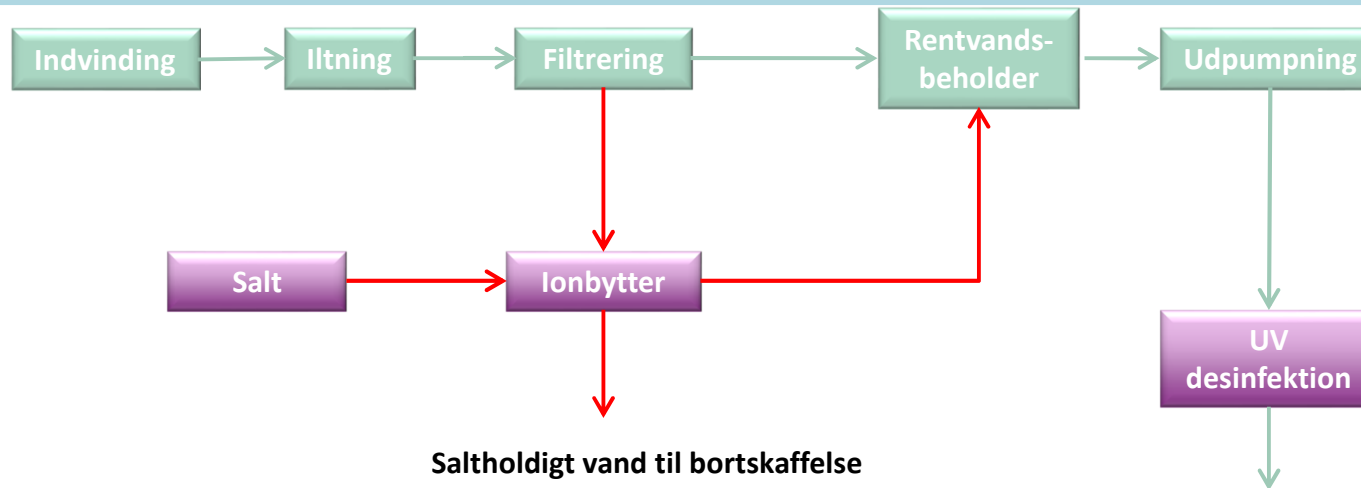
Regenerering:

Regenereringen foretages med kogsaltopløsning (NaCl). Spildvandet indeholder både den fjernede hårdhed og overskud af $\text{Na} + \text{Cl}$ fra regenereringen.

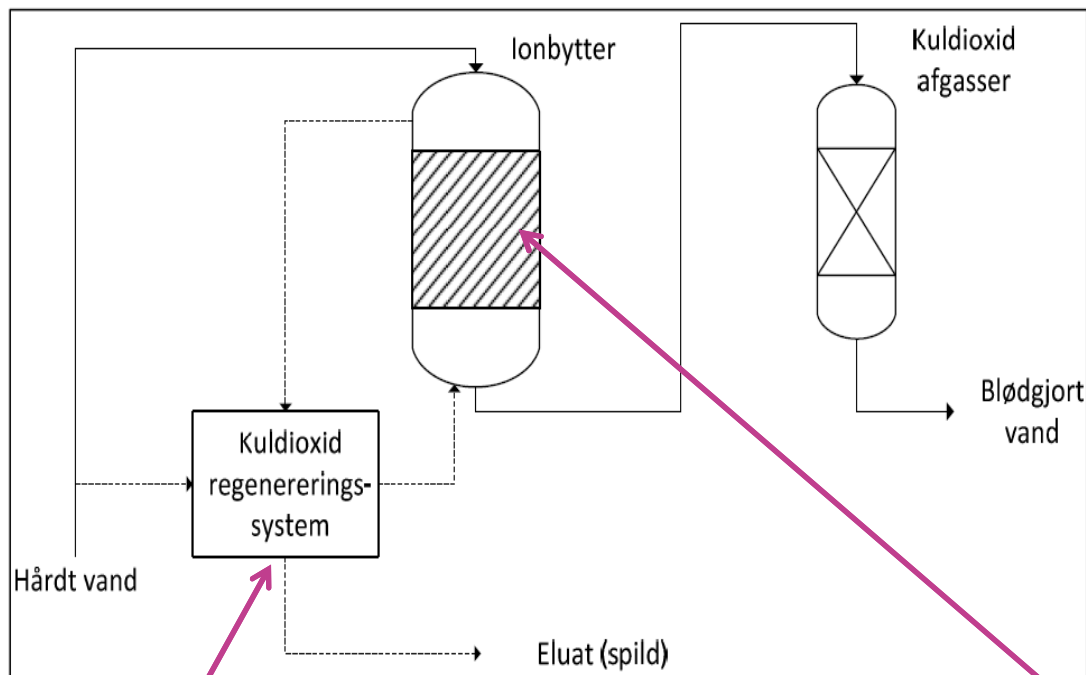
Vejl. forbrug af salt: $30 - 40 \text{ g/m}^3/^\circ\text{dH}$ reduktion

Eksempel fra kalkpilleanlæg: saltforbrug = $122.500 \text{ kg NaCl/år}$ ($0,35 \text{ kg/m}^3 \text{ vand}$)

Ionbytter blødgøring



CARIX ionbytning princip



- Kun kuldioxid
- Afløbskvalitet
- Reducerer nitrat
- 25 – 100 % driftsområde

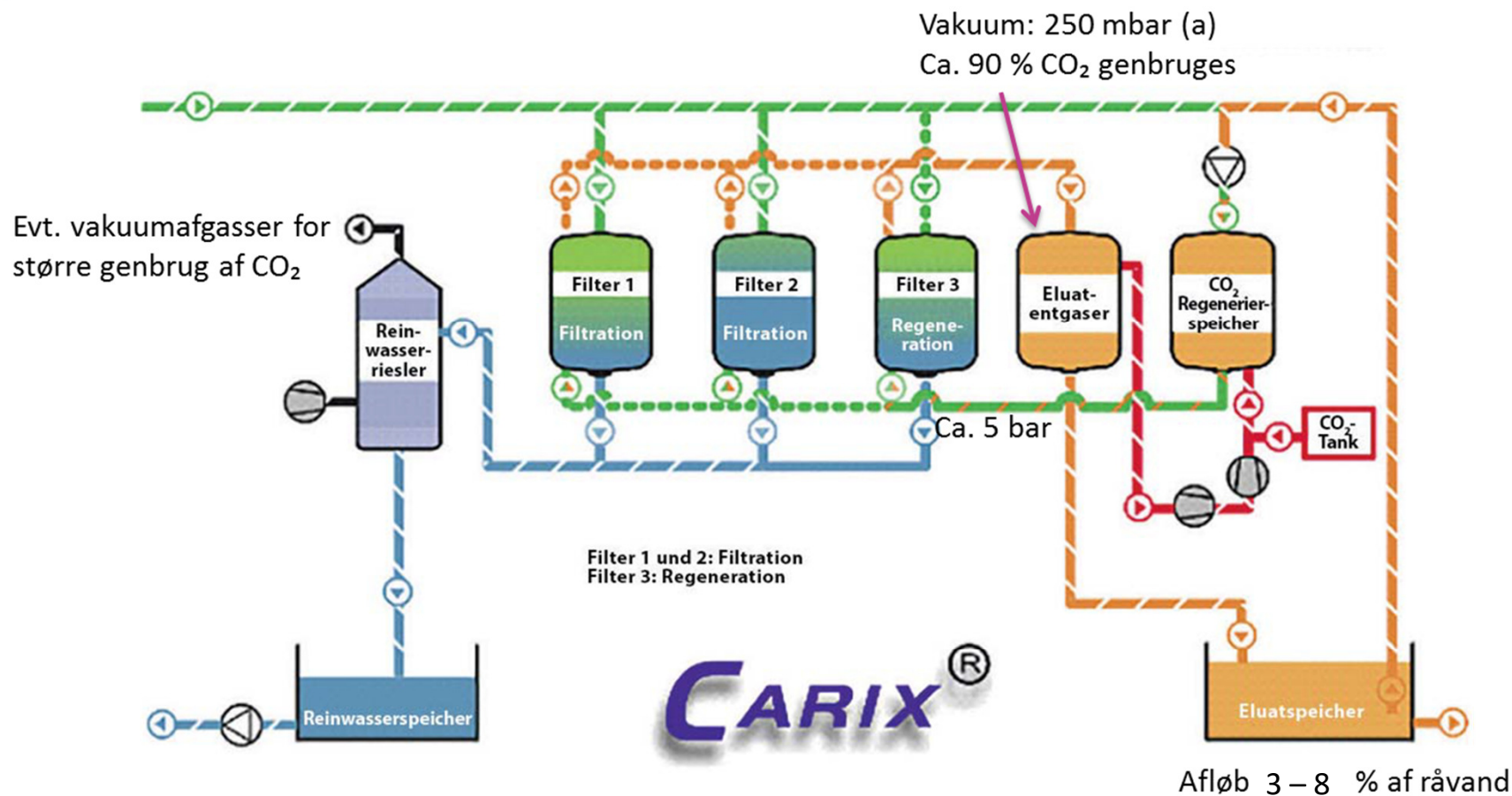


- Spildevandsproduktion (3 - 8%)
- Energiforbrug (0,2–0,4 kWh/m³)

Ionbytter materiale

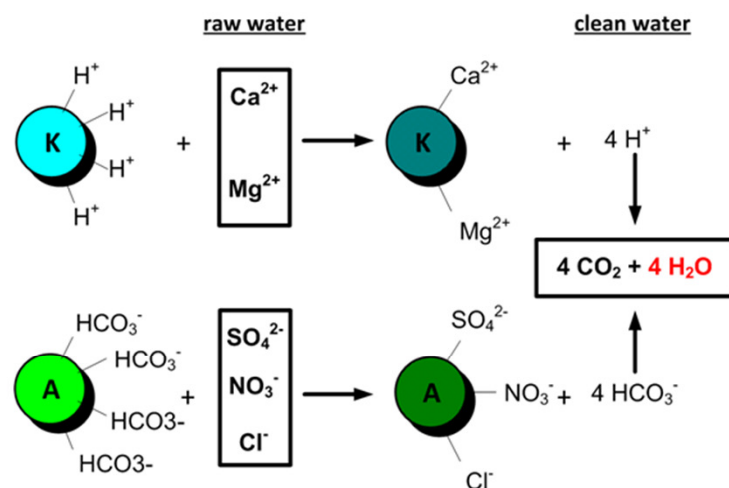


CARIX ionbytning princip



- Typisk CO₂ forbrug: 0,1 – 0,4 kg/m³ (højest værdi uden genbrug af CO₂ fra rentvandet)
- Typisk energi forbrug: 0,2 – 0,4 kWh/m³ (højest værdi med genbrug af CO₂ fra rentvandet)

CARIX ionbytning princip



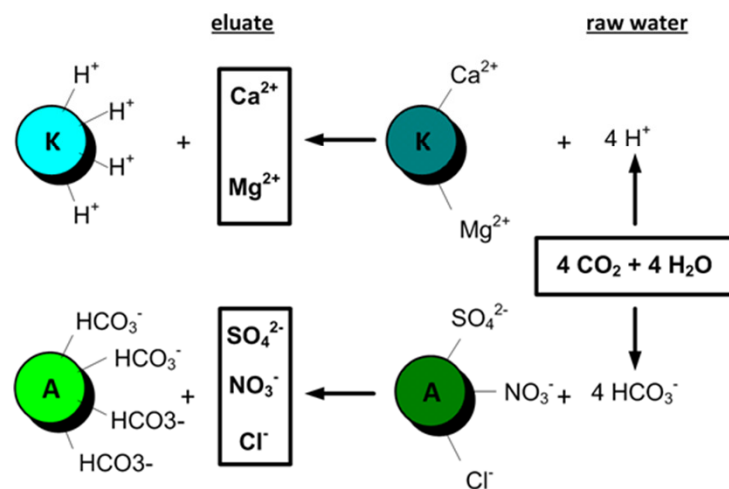
Delvis afsaltning:

Ved ionbytning dannes der kuldioxid (kulsyre) i rentvandet.

Vandets hårdhed samt indhold af klorid, sulfat og nitrat reduceres.

Kuldioxid i rentvandet afgasses efter CARIX.

Dvs. rentvandet tilføres ikke rester af kemikalier fra bløddøringsprocessen.

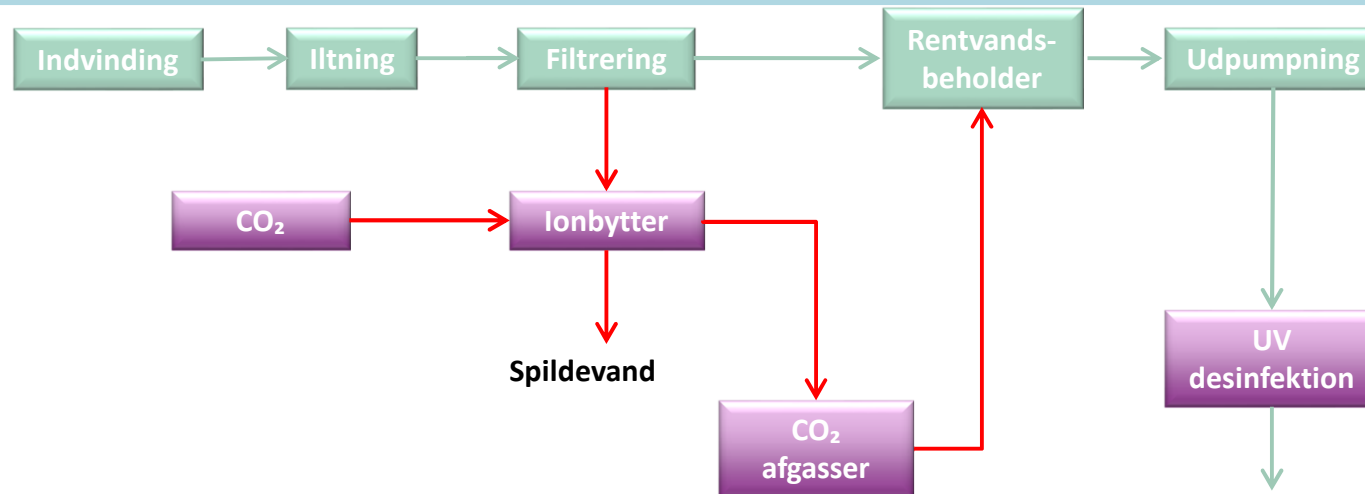


Regenerering:

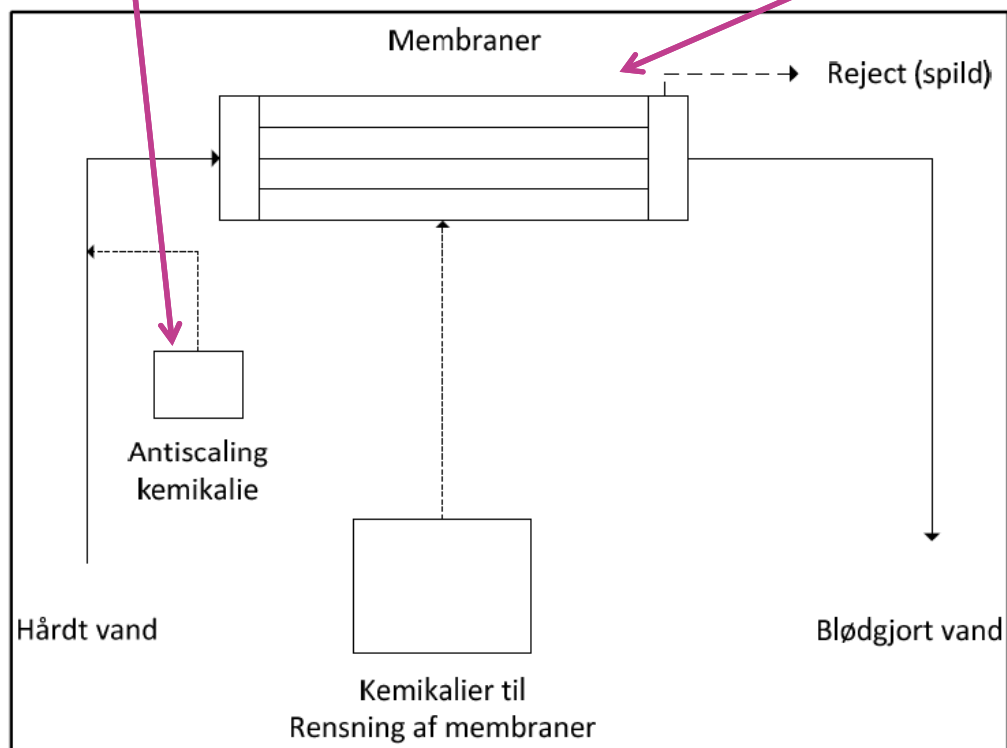
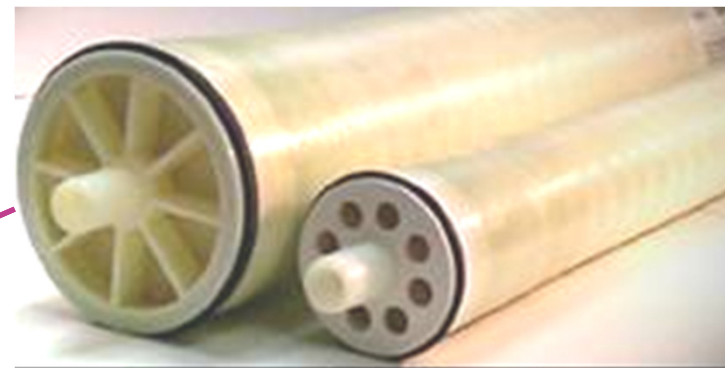
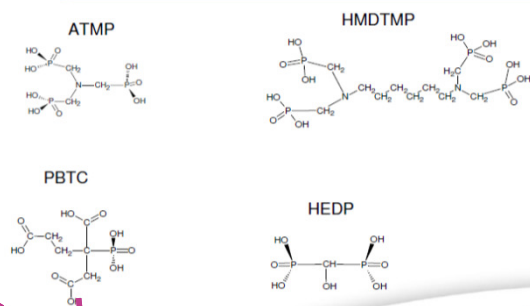
Til regenereringen benyttes kun kuldioxid CO_2 .

Spildvandet indeholder kun de ekstra ioner der er fjernet fra råvandet ved ionbytningen.

CARIX ionbytning



Membranfiltrering - princip

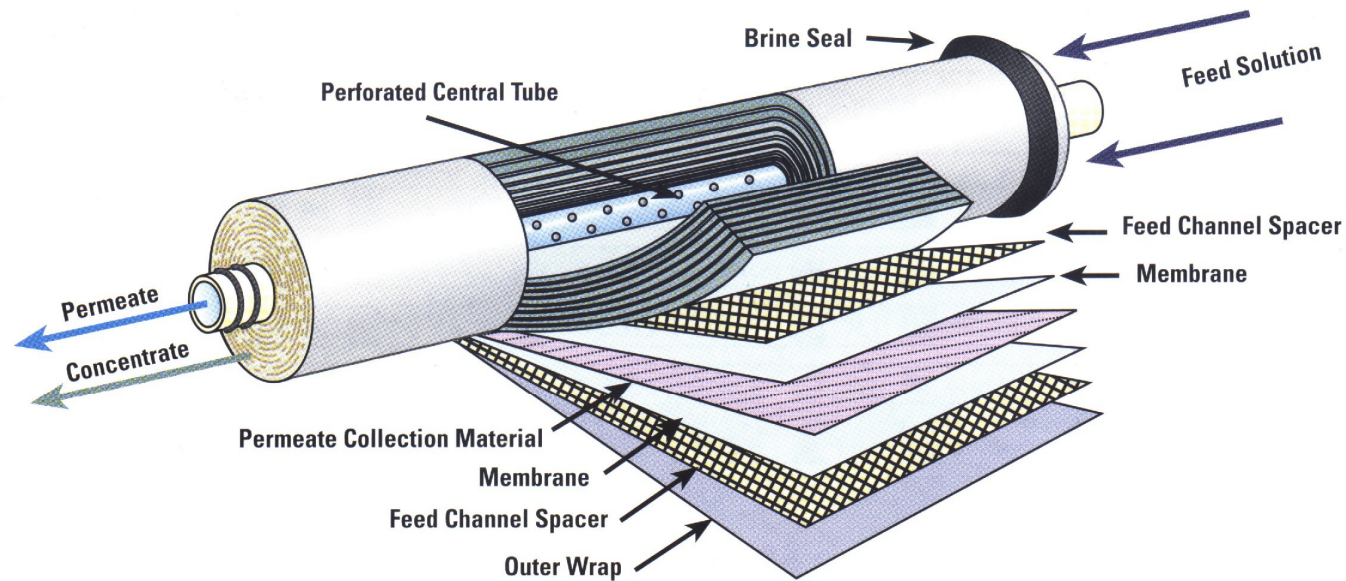
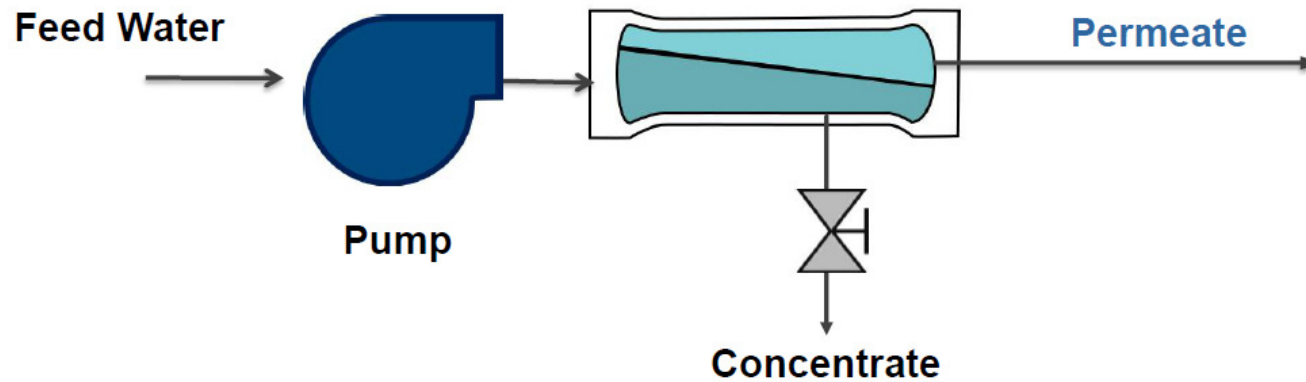


- Begrænset kemikalietilsætning
- Barriere for mikrobiel forurening
- Kompakt



- Stor spildevandsprod. (10 - 20%)
- Stort energiforbrug
- Afledning til recipient kan være problematisk (og "no go" hvis der skal betales spildevandsafgift)
- 75 – 100 % driftsområde

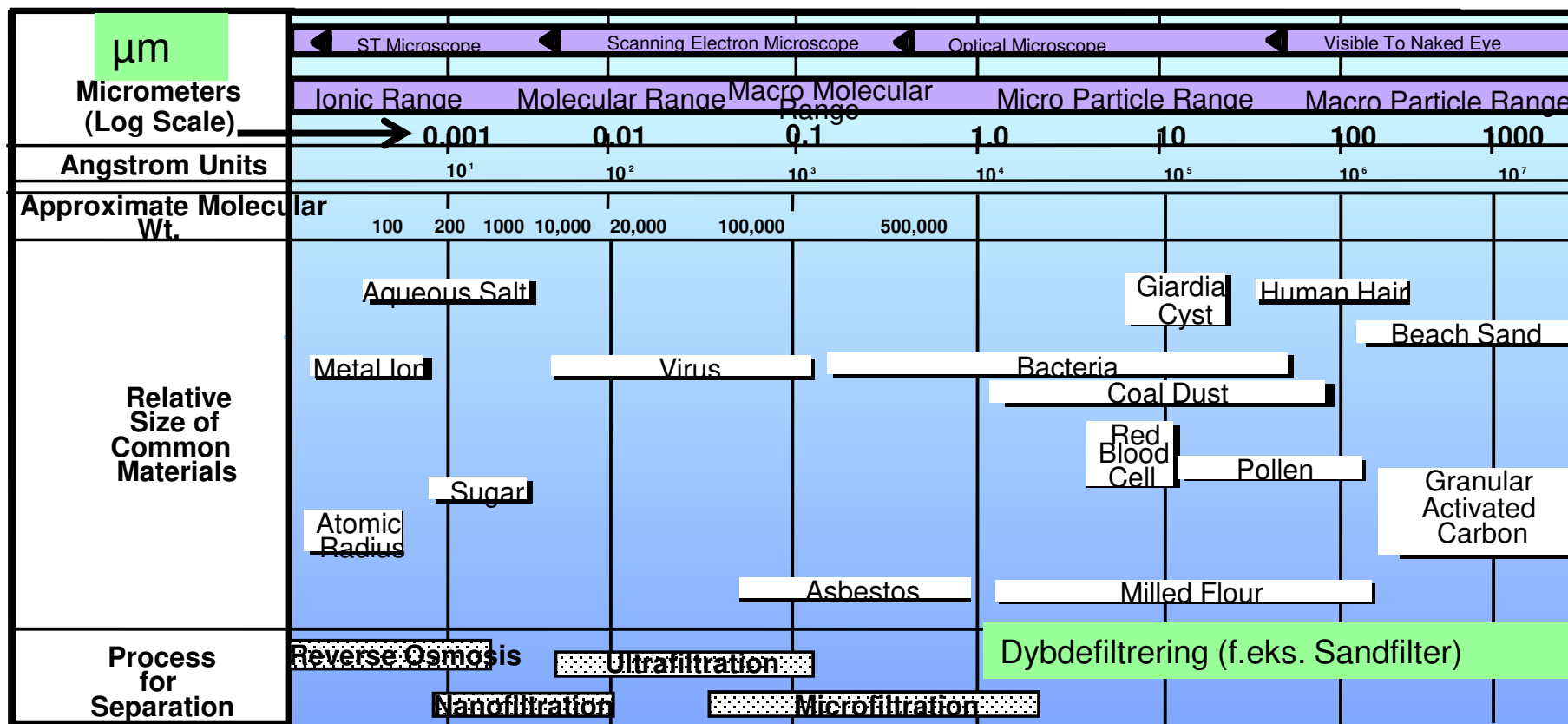
Membranfiltrering - princip



Tryk og effektivitet

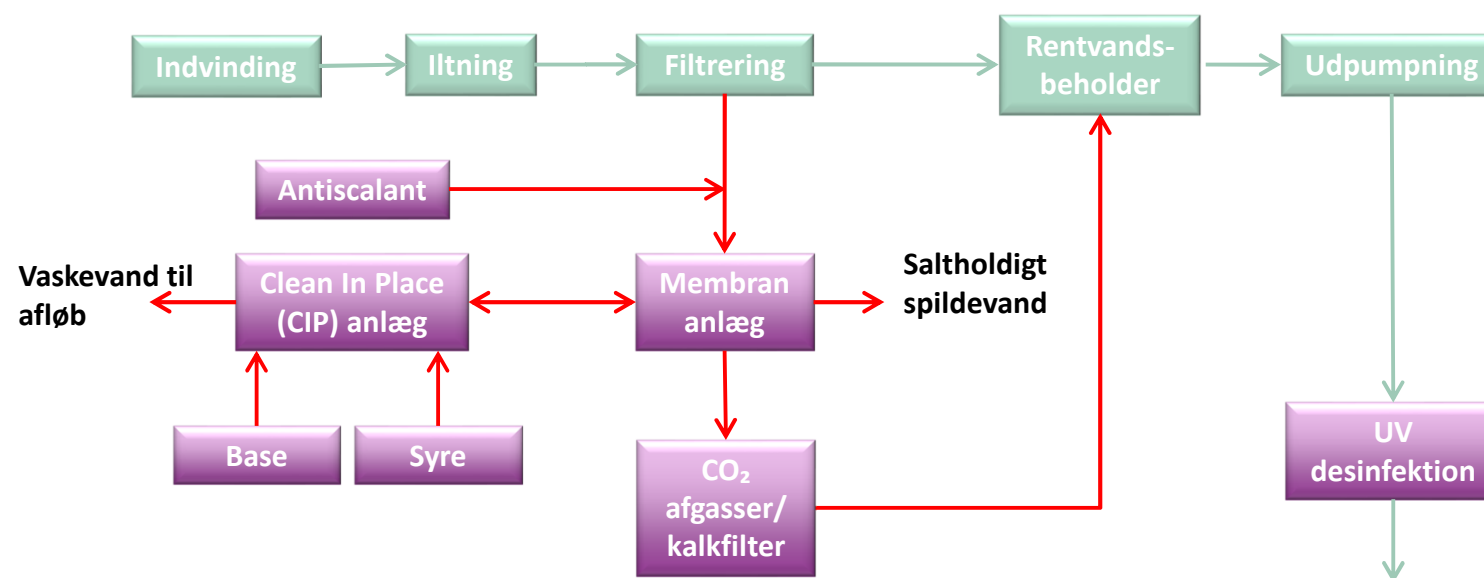
LPRO membranfiltrering
(Low Pressure Reverse Osmosis)

Membranproces	Typisk tryk (bar)	Eks. På stoffer der fjernes
Omvendt osmose		
Saltvand	50 - 75	Na,Cl, Ca, Mg, SO ₄ , NO ₃
Brakvand	8 - 20	
Nanofiltrering	4 - 15	Ca, Mg, SO ₄ , pesticider
Ultrafiltrering	2 - 7	Bakterier, suspenderet stof
Mikrofiltrering	0,1 - 3	Suspenderet stof



Membranfiltrering

LPRO membranfiltrering



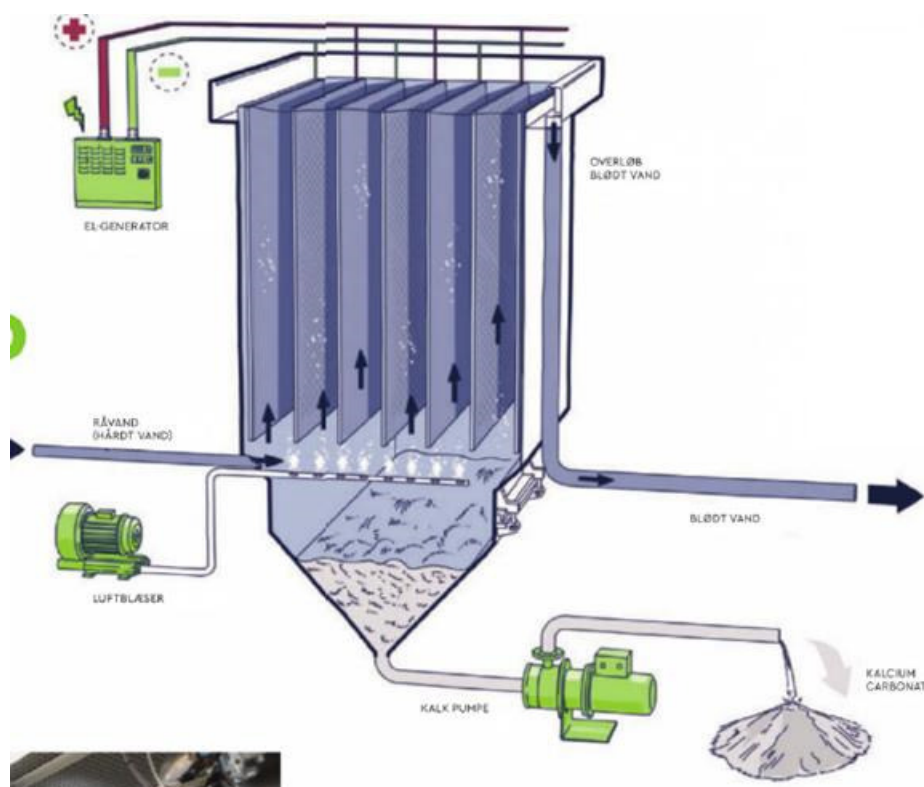
Elektrolytisk afkalkning

Anode (oxidation): $\text{HCO}_3^- + \text{H}^+ \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$

Katode (reduktion): $\text{Ca}^{2+} + \text{HCO}_3^- + \text{OH}^- \rightarrow \text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O}$

$\text{Cl}^- \rightarrow \text{Cl}_2 + e^-$

$\text{H}^+ + e^- \rightarrow \text{H}_2$



Udgangspunkt for benyttelse:

NVOC < 2 mg/l og

Cl < 45 mg/l

(ellers risiko for TriHaloMethaner)

Br < 100 µg/l

(ellers risiko for forhøjet bromat)

- Der kan dannes klor, bromat, brint og trihalomethaner.
- Opholdstid ca. 1½ time
- Meget stort energiforbrug: 0,8 – 1,2 kWh/m³
- Under 50% reduktion af hårdhed
- Afblesning af CO₂ efter afkalkning
- Ingen kemikalietilsætning
- 'Ingen' spildevand
- Nem drift

Elektrolytisk blødgøring



Flere fuldsalanlæg i Frankrig
Pilotanlæg testet i bl.a. Ringsted og Vandcenter Syd

Plastic Air Softening



- Nul kemikalietilsætning
- 'Ingen' spildevand
- Nul biprodukter i drikkevand



- Opholdstid ca. 1 time
- Stort energiforbrug: ca. 0,5 - 1 kWh/m³
- Under 50% reduktion af hårdhed
- Under udvikling

