

Water kwaliteit: chemie



Dr.ir. J.Q.J.C. Verberk

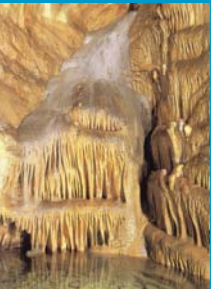
Zaal D

Hoe chemisch gaat het worden?

- Niet veel moeilijker dan deze chemie
- Enige belangrijke formule is:



- Evenwichtsreactie
 - Druipsteengrot



Begrijpen door toepassen

- Zelfde als bij vergeetmenietjes
 - Begrijp je alleen door het te gebruiken
- Waterchemie: Begrijpen door het toe te passen
 - Voorbeeld ontharding (pellet reactor)
 - Voorbeeld opharding (Suriname)

Wat is kalkafzettend water?



Wat is kalkagressief water?



Wat is hard water?



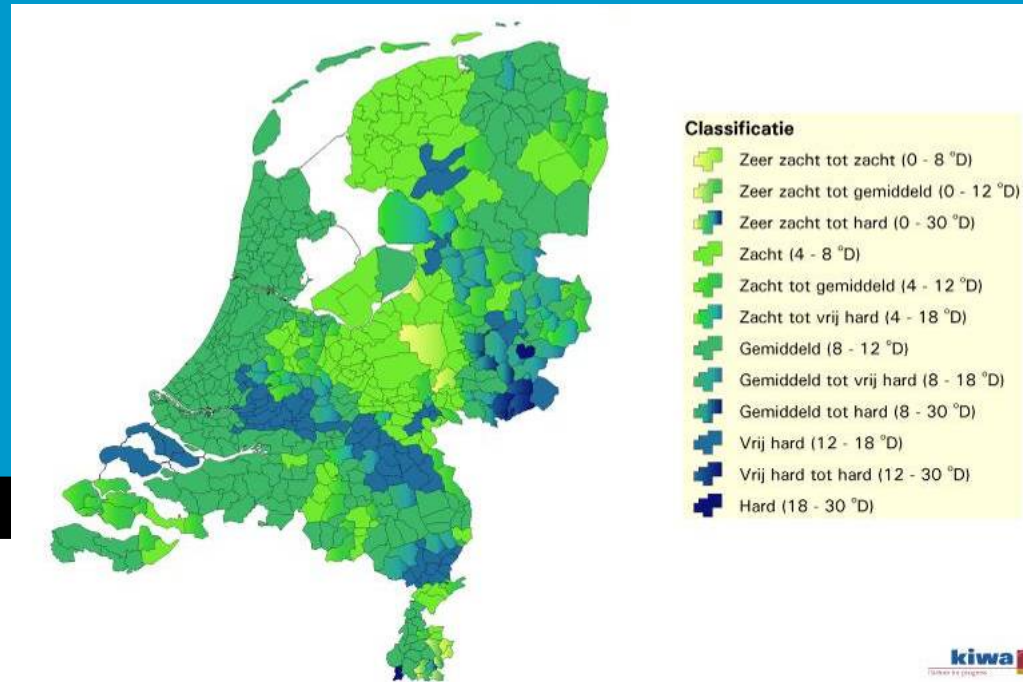
Hoe hard is hard water?

totale hardheid: $[Mg^{2+}] + [Ca^{2+}] = 1.5 \text{ mmol/l}$

	erg zacht	zacht	redelijk zacht	redelijk hard	hard	erg hard
mmol/l	< 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 1.8	1.8 – 2.5	2.5 - 5	> 5
eq/m ³	< 1	1 - 2	2 – 3.5	3.5 – 5	5 - 10	>10
°D	< 3	3 - 6	- 10	10 - 15	15 - 25	>25

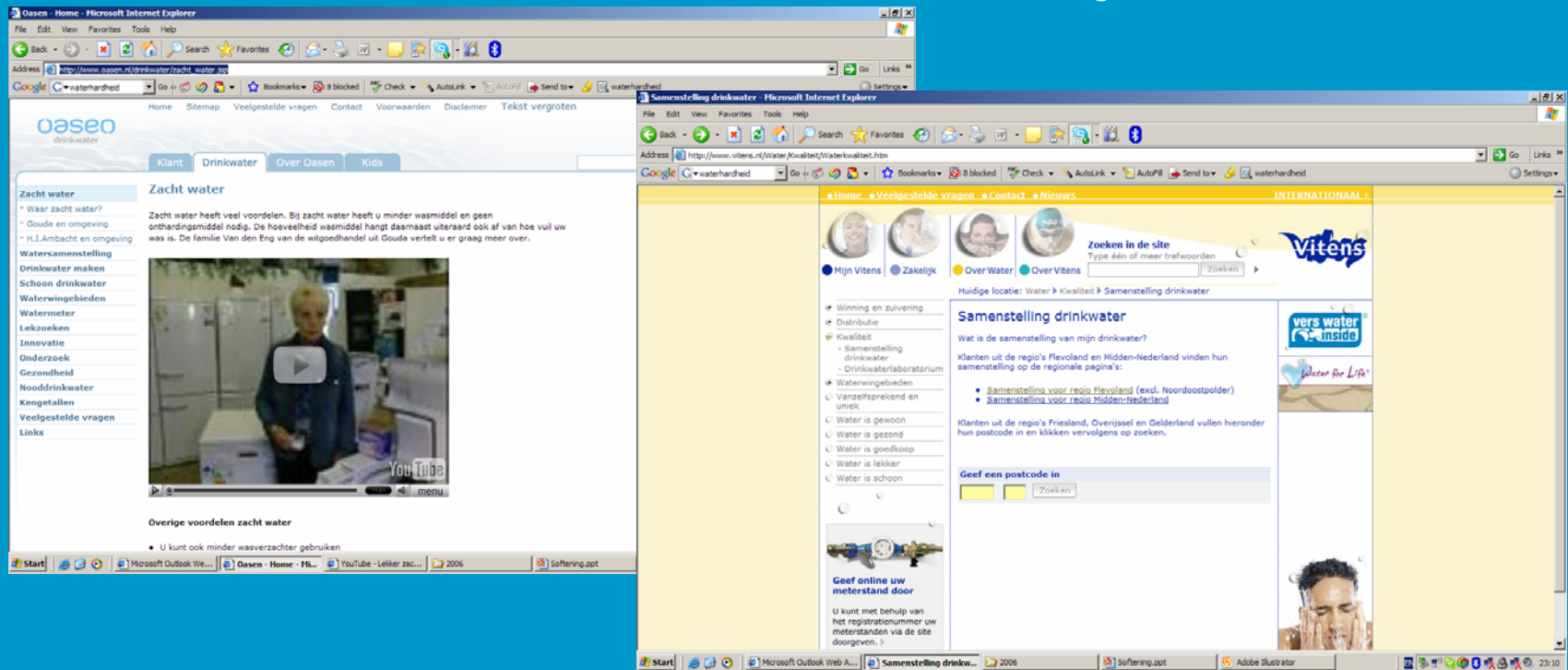
1°D = 2.8 eq/m³; 1 mmol/l = 2.0 eq/m³

Limburg: hard water
 Veluwe: zacht water
 Delft: 1.5 – 1.7 mmol/l



Hoe hard is jouw water?

Zie website van het lokale drinkwaterbedrijf



YouTube

Oasen - Home - Microsoft Internet Explorer provided by GITG TUDelft

File Edit View Favorites Tools Help

Address http://www.oasen.nl/drinkwater/zacht_water.jsp

Home Sitemap [Veelgestelde vragen](#) Contact Voorwaarden Disclaimer Tekst vergroten

oasen
drinkwater

Klant **Drinkwater** Over Oasen Kids

Zacht water

- Waar zacht water?
- Gouda en omgeving
- H.I.Ambacht en omgeving

Watersamenstelling

Drinkwater maken

Schoon drinkwater

Waterwingebieden

Watermeter

Lekzoeken

Innovatie

Onderzoek

Gezondheid

Nooddrinkwater

Kengetallen

Veelgestelde vragen

Links

Zacht water

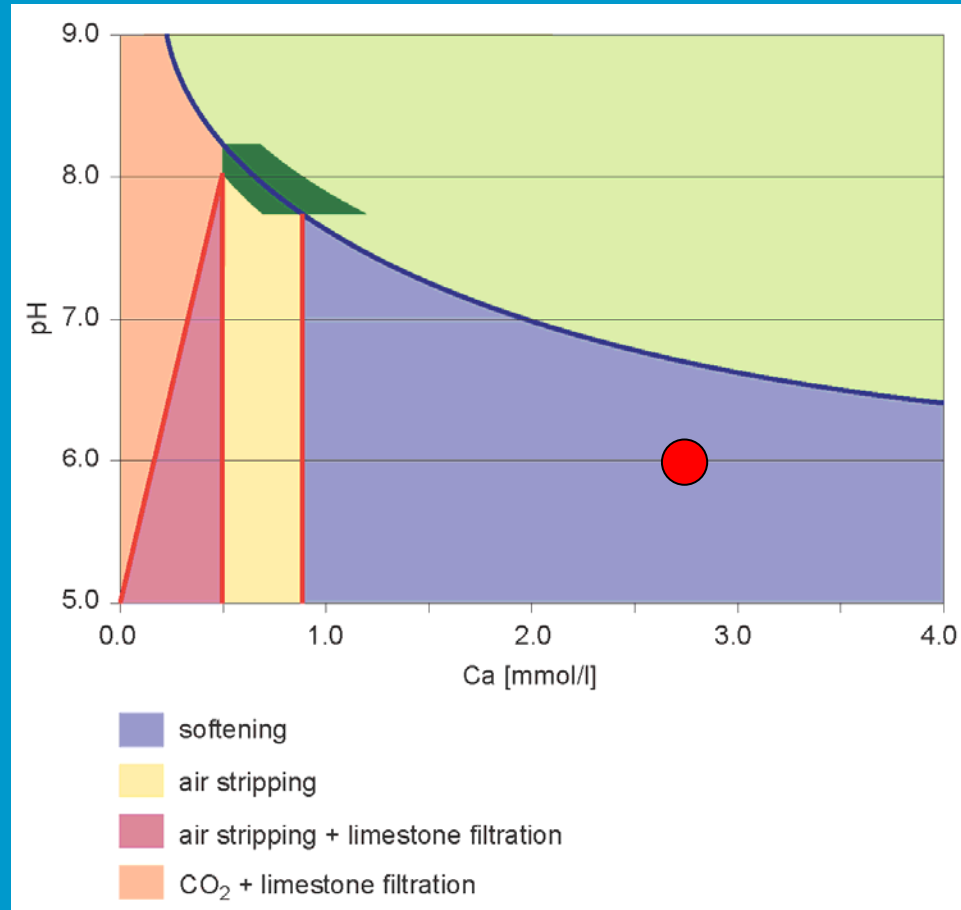
Zacht water heeft veel voordelen. Bij zacht water heeft u minder wasmiddel en geen onthardingsmiddel nodig. De hoeveelheid wasmiddel hangt daarnaast uiteraard ook af van hoe vuil uw was is. De familie Van den Eng van de witgoedhandel uit Gouda vertelt u er graag meer over.

Overige voordelen zacht water

- U kunt ook minder wasverzachter gebruiken

<http://www.oasen.nl/faq/index.jsp>

Relatie tussen Ca-pH in evenwicht (Tillmans uitgangspunt, $\text{Ca} = 0.5 \cdot \text{HCO}_3^-$)



Ontharden



Waarom ontharding?

Gezondheid

- Vermindere opname van zware metalen (Pb, Cu, Zn) van leidingmateriaal
- Geen huishoudelijke waterontharders

Milieu

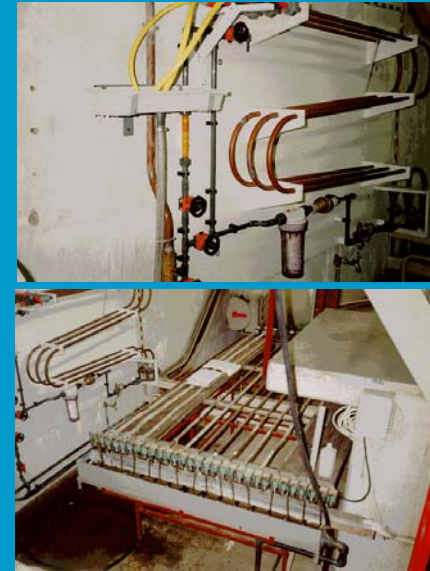
- Minder zware metalen (Cu) in afvalwaterzuivering
- Minder gebruik van wasmiddel en fosfaat
- Reductie concentraat huishoudelijke waterontharders

Economie

- Gebruik waspoeder
- Calciumneerslag en corrosie van huishoudelijke apparatuur
- Engergieverbruik huishoudelijke apparatuur

Visueel

- voorkomen van vlekken



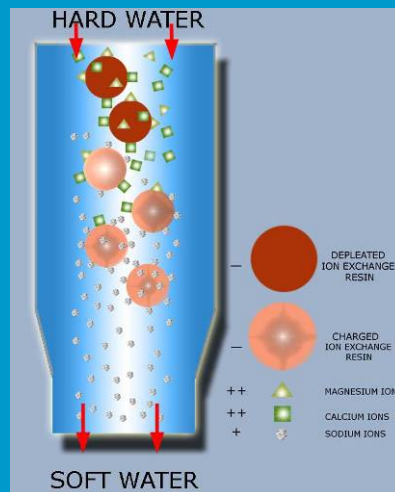
Onthardingsmethoden wereldwijd

Uitwisseling tussen Ca- (end Mg-)ionen voor Na-ions (ion exchange)

Verwijdering van Ca- en Mg-ionen door membraanfiltratie

Vorming van neerslagproducten van Ca- en Mg-ionen

- slibprocess (USA)
- pellet ontharding



Nederlandse uitvinding: de pelletreactor

Gefluidiseerd bed

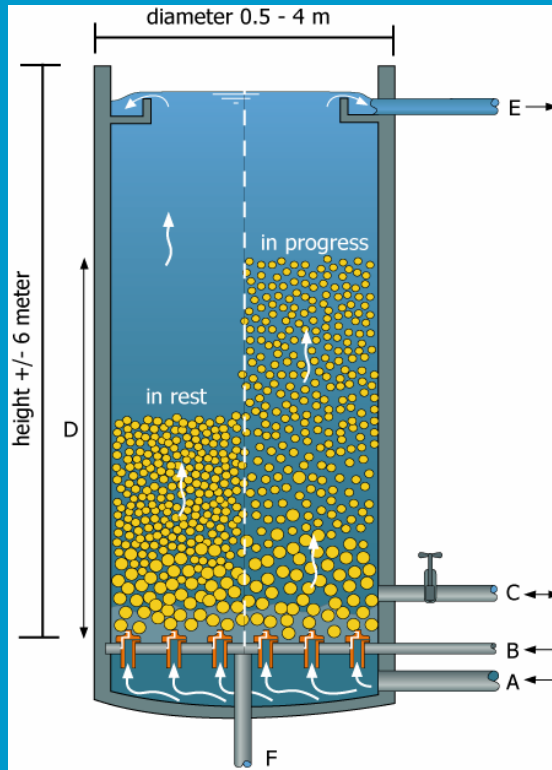
- Groot kristallisatieoppervlak
- Snelle reactie
- Kleine installatie
- Lage kosten
- Geen aanklitting van pelletkorrels

Kristallisatieproces

- Pure water vrij korrels



Principe pellet reactor

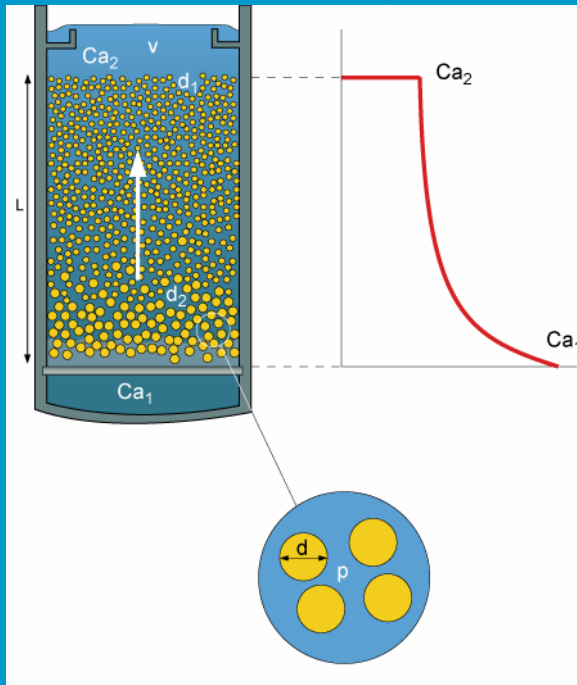


- A supply of hard water
- B supply of lye
- C periodic dosing of sand grains (0.1-0.4 mm)
- D forming pellets
- E outlet for softened water
- F periodic outlet of pellets (2 mm)

- dosering loog en entmateriaal
- opwaartse stroming
- fluidisatie
- afzetting CaCO_3 op entmateriaal
- grotere wordende pellets
- periodieke pelletafoer



Massa balans



$$\Delta d = f(\Delta c)$$

$$N_k \cdot \frac{\pi}{6} \cdot (d_2^3 - d_1^3) \cdot \rho_p = ([\text{Ca}]_1 - [\text{Ca}]_2) \cdot M \cdot Q$$

1. Evenwicht

$$\text{Ca}^{2+} = c_s = \frac{K_s}{[\text{CO}_3^{2-}]}$$

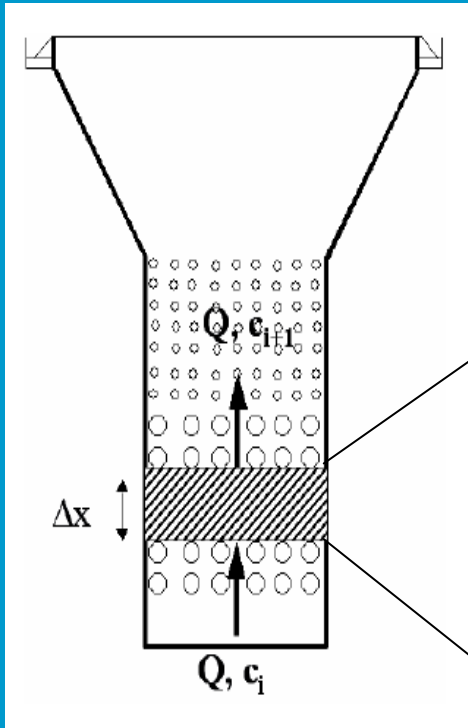
2. Kinetiek

$$-\frac{dc}{dt} = k \cdot S \cdot \left\{ \frac{[\text{CO}_3^{2-}]}{[\text{Ca}^{2+}] \cdot [\text{CO}_3^{2-}] - K_s} \right\}$$

3. Massa balans

$$\Delta d = f(\Delta c)$$

Model berekeningen voor maken ontwerp



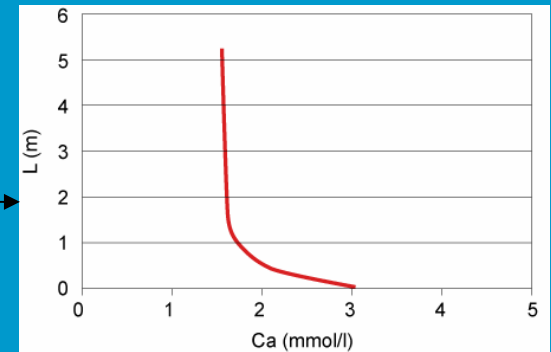
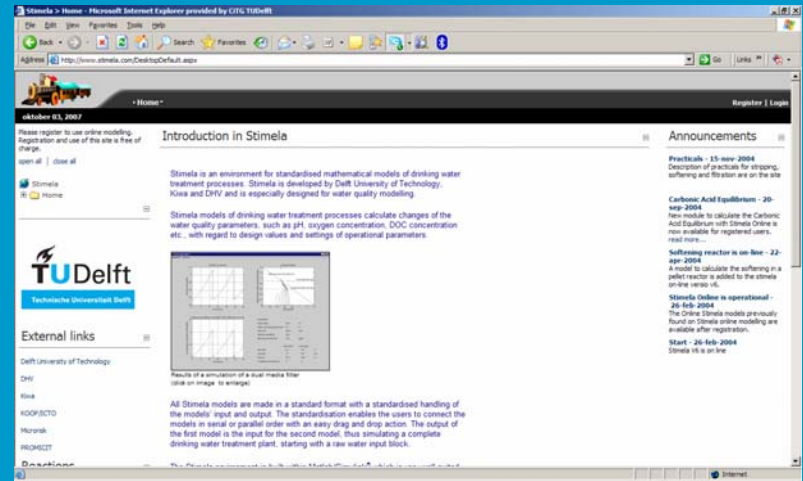
$$\frac{\partial c_{Ca}}{\partial t} = -\frac{Q}{A_T \epsilon_e} \frac{\partial c_{Ca}}{\partial x} - k_T a \left\{ c_{Ca} c_{CO3} - \frac{K_s}{f^8} \right\}$$

$$\frac{\partial m}{\partial t} = -\frac{Q}{A_T \epsilon_e} \frac{\partial m}{\partial x} - 2k_T a \left\{ c_{Ca} c_{CO3} - \frac{K_s}{f^8} \right\}$$

$$\frac{\partial p}{\partial t} = -\frac{Q}{A_T \epsilon_e} \frac{\partial p}{\partial x} - k_T a \left\{ c_{Ca} c_{CO3} - \frac{K_s}{f^8} \right\}$$

$$\frac{\partial BIS}{\partial t} = -\frac{Q}{A_T \epsilon_e} \frac{\partial BIS}{\partial x} - 2k_T a \left\{ c_{Ca} c_{CO3} - \frac{K_s}{f^8} \right\}$$

$$\frac{\partial c_{CaCO3}}{\partial t} = -\frac{Q_s}{A_T} \frac{\partial c_{CaCO3}}{\partial x} + \epsilon_e k_T a \left\{ c_{Ca} c_{CO3} - \frac{K_s}{f^8} \right\}$$



Amsterdam reactor

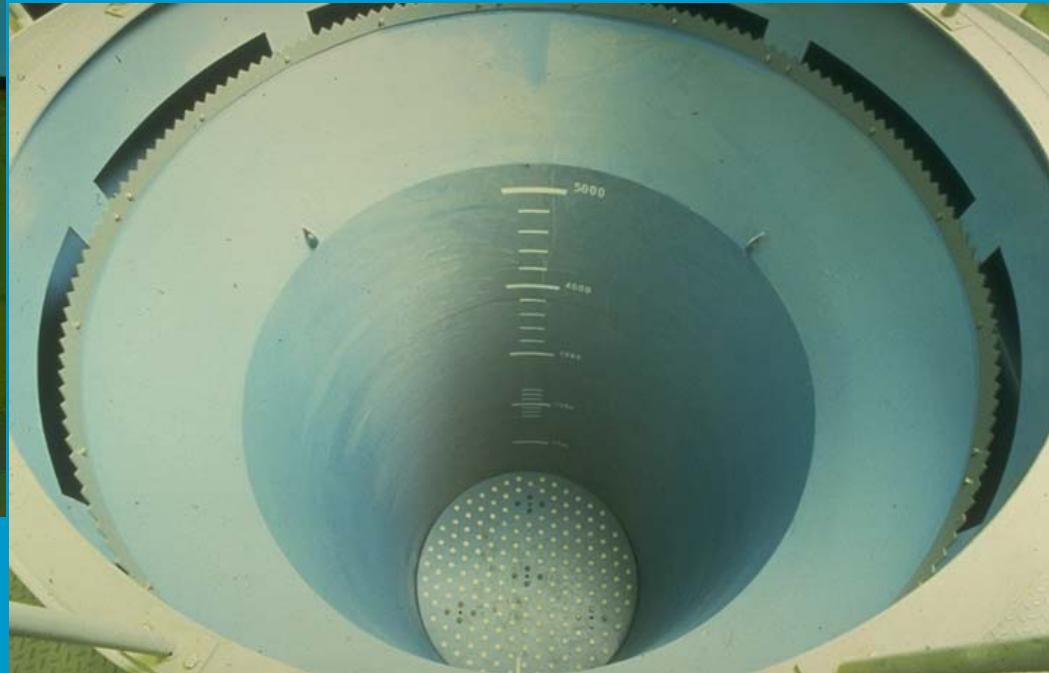
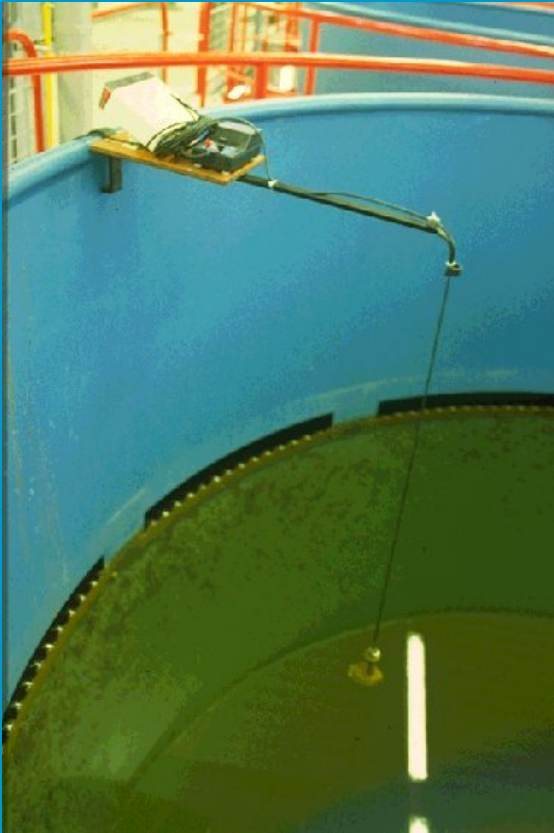




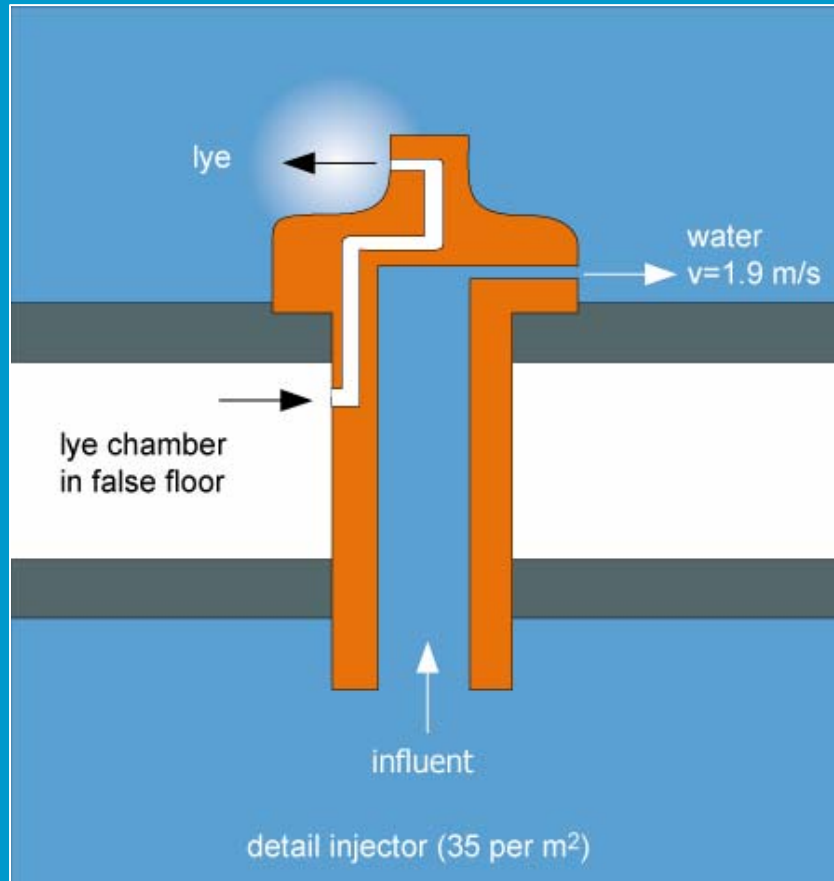
Klein oppervlak nodig



Bovenkant Amsterdam reactor



Speciale doseer nozzles



Pellet opslag



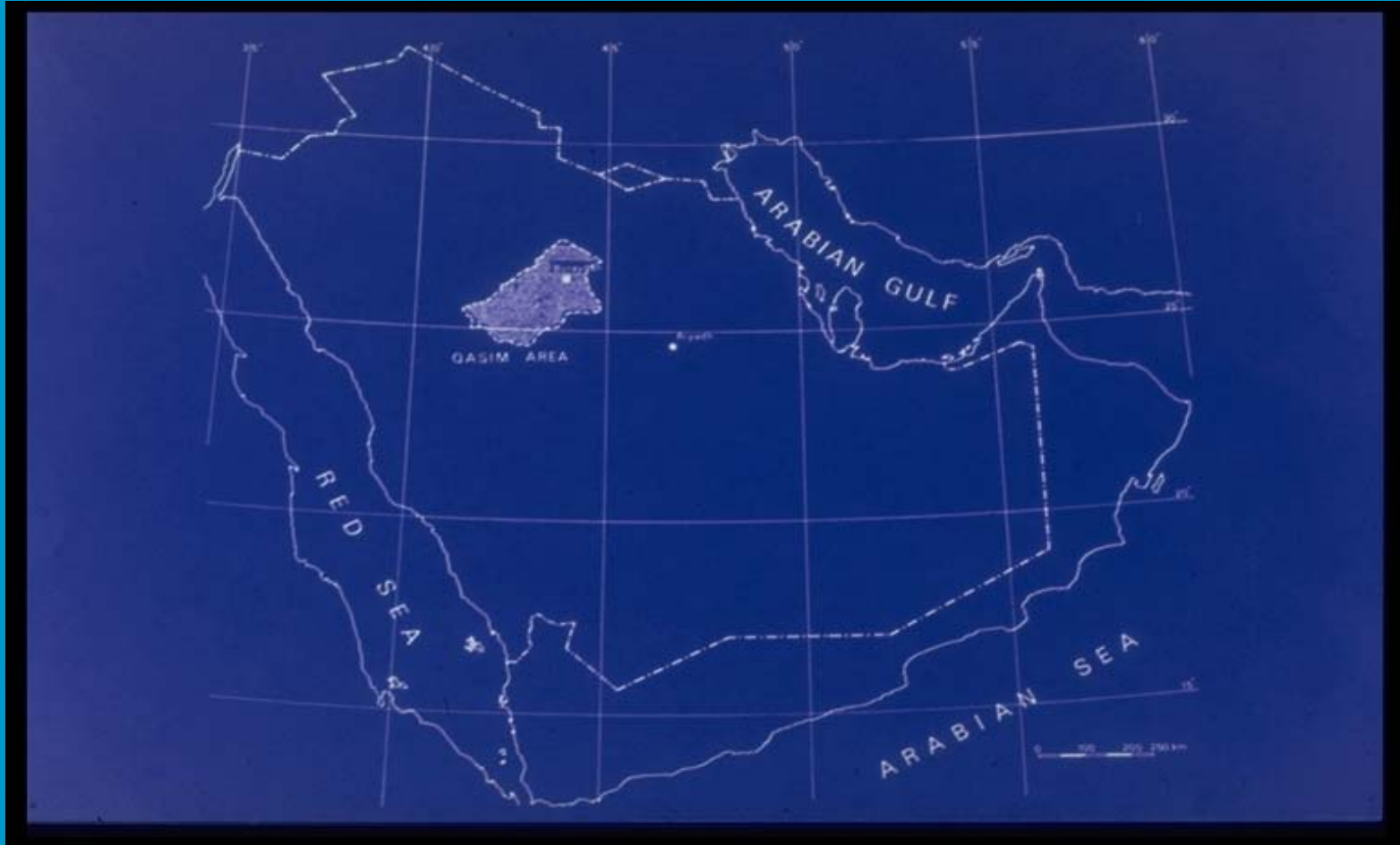
Oops!!



Oops!!



Export Nederlandse kennis









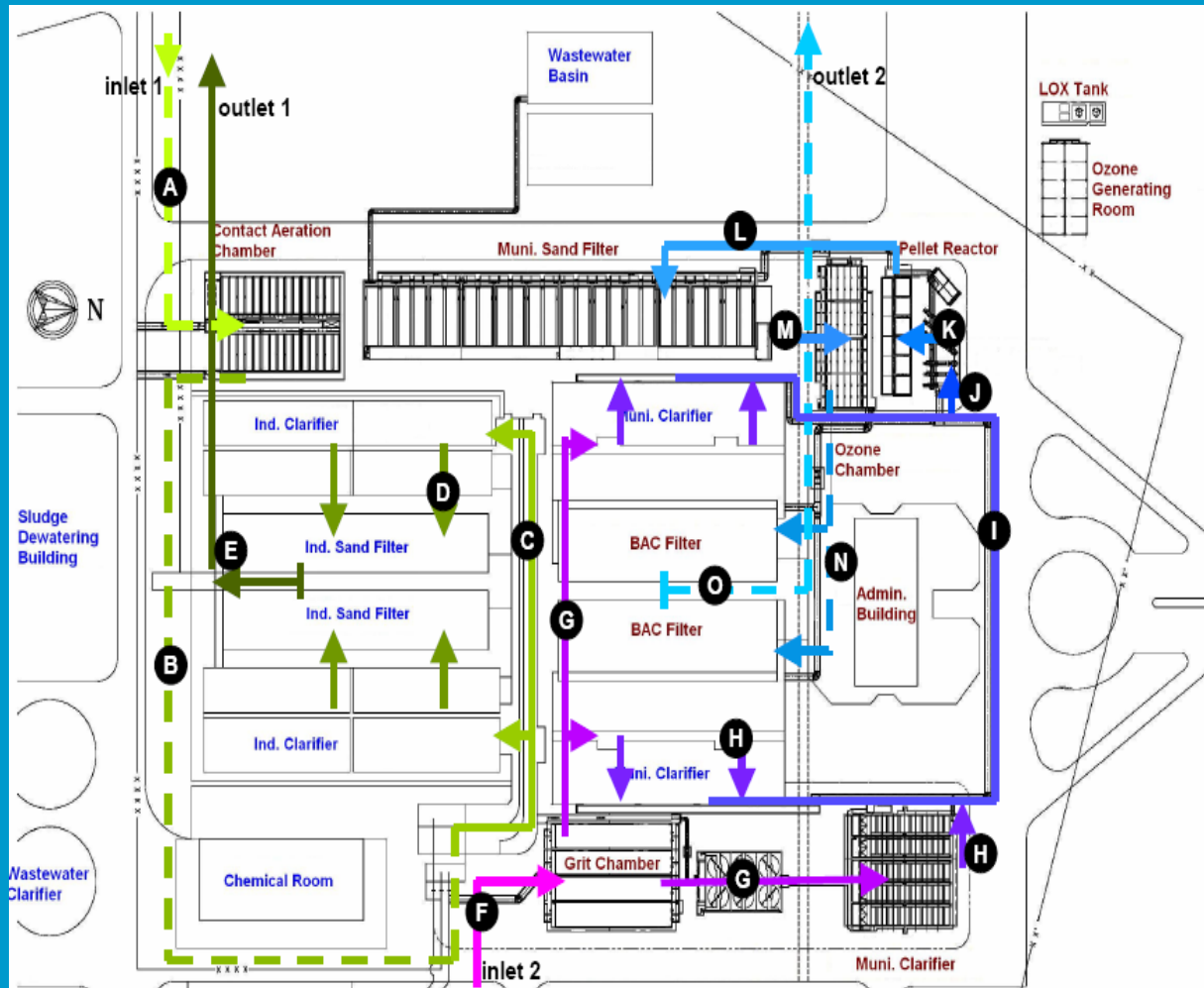


Ontharding Taiwan

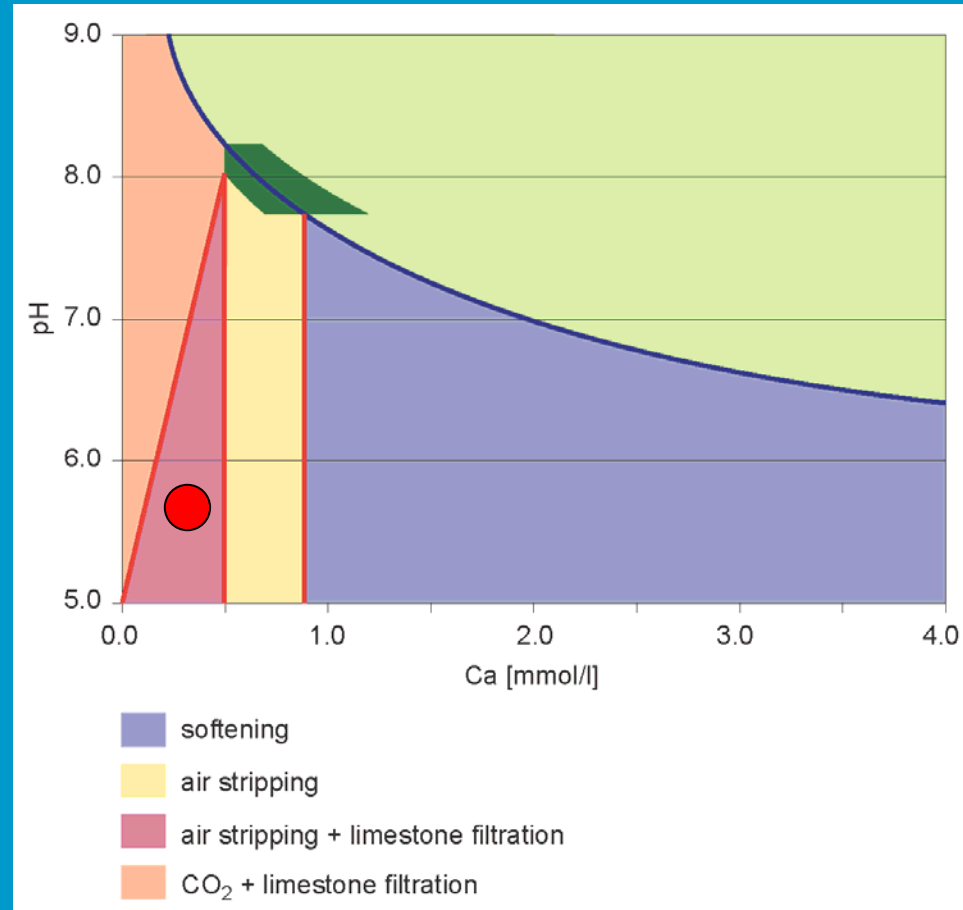
- Grootste onthardingsinstallatie in de wereld (130 Mm³/a)
- grote kwaliteitsvariatie in kwaliteit rivierwater, troebelheid tot wel 10.000 NTU
- Variatie in hardheid, 1 – 3 mmol/l.
- Vierkante reactoren in beton
- Flexibele loogdoseerinstallatie



Lay out installatie



Relatie tussen Ca-pH in evenwicht (Tillmans uitgangspunt, $\text{Ca} = 0.5 \cdot \text{HCO}_3^-$)



Conditionering agressief water

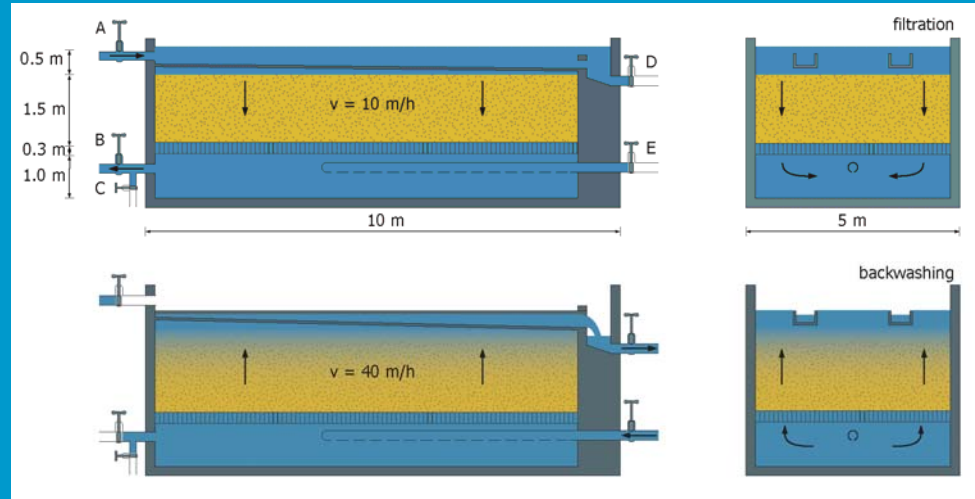


Waar vinden we agressief water?

- Zandgrond op de Veluwe
- Grondwater in Suriname
- Permeaat van membraanfiltratie



Marmerfiltratie op de Veluwe



Suriname



Suriname

- Area: 164,000 km²
- Inhabitants: 488,000
- Groundwater



Overstromingen en multidisciplinair project



CONTACT

magazine voor civiele techniek en geowetenschappen



Delftse waterstudenten gaan helpen in Suriname



Studenten helpen Suriname...



Karakteristieken Surinaams grondwater

- Lage pH
- Lage buffercapaciteit [HCO_3^-]
- Lage hardheid [$\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$]

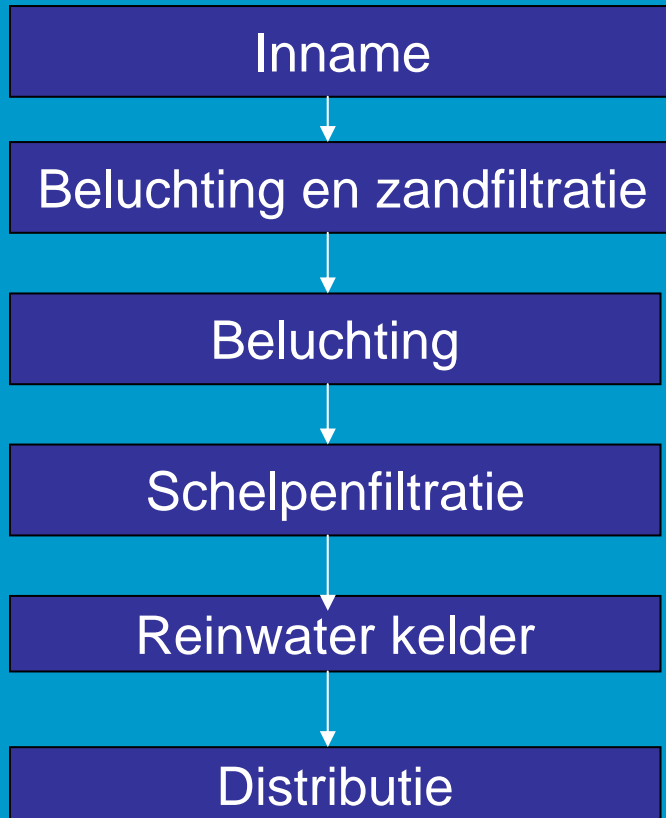
Gevolg:

- Corrosie van ijzer buizen
- Corrosie van betonnen materiaal
- Weinig buffering bij pH fluctuaties
- Niet voldoen aan WHO standaarden

PS Republiek



Zuiveringsschema ps Republiek



Debiet: 300 m³/h
Aantal filters: 3
Bedhoogte (m): 1.8

Aantal filters: 2
Bedhoogte (m): 1.5-1.8

Waterkwaliteit ps Republiek

	WHO	ruw water	Na zandfiltratie	Na schelpenfiltratie
pH (-)	$6.5 < \text{pH} < 8$	4.9	4.72	5.07
Ca ²⁺ (mmol/l)	$1.5 < \text{TH} < 2.5$	0.16	0.02	0.07
Mg ²⁺ (mmol/l)		0.03	0.09	0.04
HCO ₃ ⁻ (mmol/l)	> 2	0.16	0.07	0.18

Gebrekkig onderhoud



Lopend MSc onderzoek



Tot slot:

Mogelijke BSc en stage projecten

- Opharding water in Suriname
- Conditionering permeaat desalination installatie (Nederlandse Antillen)
- Ontzouting met wind
- Bouw onthardingsreactor Taiwan