



De hardheid van drinkwater: Hoe hard zijn de aanbevelingen?

Seminar Zachter drinkwater

Stowa – Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier - KWR

L. Palmen - Juli 2015

Inhoud

De hardheid van drinkwater: Hoe hard zijn de aanbevelingen?

1. Achtergrond : ontharding en norm en aanbeveling hardheid

2. Effecten totale hardheid (TH) en drivers voor TH-verlaging

A.h.v. algemene inzichten en specifieke cases

- o Hardheid en zeepverbruik : norm wasmiddelen fabrikant en Vewin
- o Kalkafzettendheid : onthardingsbeleid, merkbaarheid kwaliteitsverandering en chemicaliën keuze
- o Te beginnen met “overig” : Gezondheid, Duurzaamheid, Communicatie

3. Conclusie

Norm, streefwaarde en aanbeveling

Achtergrond

Wettelijke eisen :

- Totale hardheid $> 1,0$ mmol/L
Indien ontharding of ontzouting wordt toegepast
- Wettelijke eis bovengrens (2,5 mmol/L) i.g.v.
ontharding is vervallen in 2011

Streefwaarde rapport over overall drinkwaterkwaliteit

KWR (Q21) :

- Totale hardheid $< 1,8$ mmol/L

Aanbeveling Rapport “Update Mededeling 100” :

- Totale hardheid $< 1,8$ mmol/L
- Grond : milieuaspecten, energieverbruik, comfort en kosten klant

De hardheid van
drinkwater: hoe hard zijn
de aanbevelingen ?

Effecten TH en doelen TH verlaging

Achtergrond

Directe effecten TH :

- Kalkafzetting
- Zeepverbruik en kalkzeepafzetting

Doelen TH verlaging middels centrale ontharding :

- Publieke gezondheid : afgifte zware metalen lager bij hogere pH, en lager besmettingsrisico POU;
- Comfort : minder afzetting van kalk;
- Kosten : lager verbruik zeep en onthardingszout, lagere energie kosten, lagere onderhoudskosten aan warm water apparatuur
- Milieu impact : minder afgifte zware metalen, lager energieverbruik, lager zeep verbruik, minder onthardingszout POU

Ontharding

Achtergrond - Praktijk

- In Nederland wordt momenteel ca. 50% van water centraal onthard
- Meestal via pelletonharding
- Hardheid tussen 1 – 1,8 mmol/L, veelal ca. 1,5 mmol/L.

Systeengrenzen bij overweging voor centrale ontharding : Waterbedrijf + Klant

Redenen voor ontharding :
Publieke gezondheid
Comfort
Kosten
Milieu impact

Effecten TH :
Kalkafzetting
Zeepverbruik en
kalkzeepafzetting



Hardheid en gezondheid

Hardheid en gezondheid

Negatieve effecten?



- Veel onderzoek naar relatie tussen TH drinkwater en volksgezondheid en belang inname TH via drinkwater (WHO)
- Calcium : stevige botten
- Hardheid (vooral magnesium) mogelijke rol bloeddruk en hart- en vaatziekten
- Geen eenduidig resultaat: opname via voedsel afhankelijk van cultuur en omstandigheden

Conclusie Nederland :
Bijdrage van drinkwater aan totale inname is beperkt

Positieve effecten



- Afgifte zware metalen lager bij hogere pH
- pH verhoging mogelijk door ontharding, zonder overmatige kalkafzetting

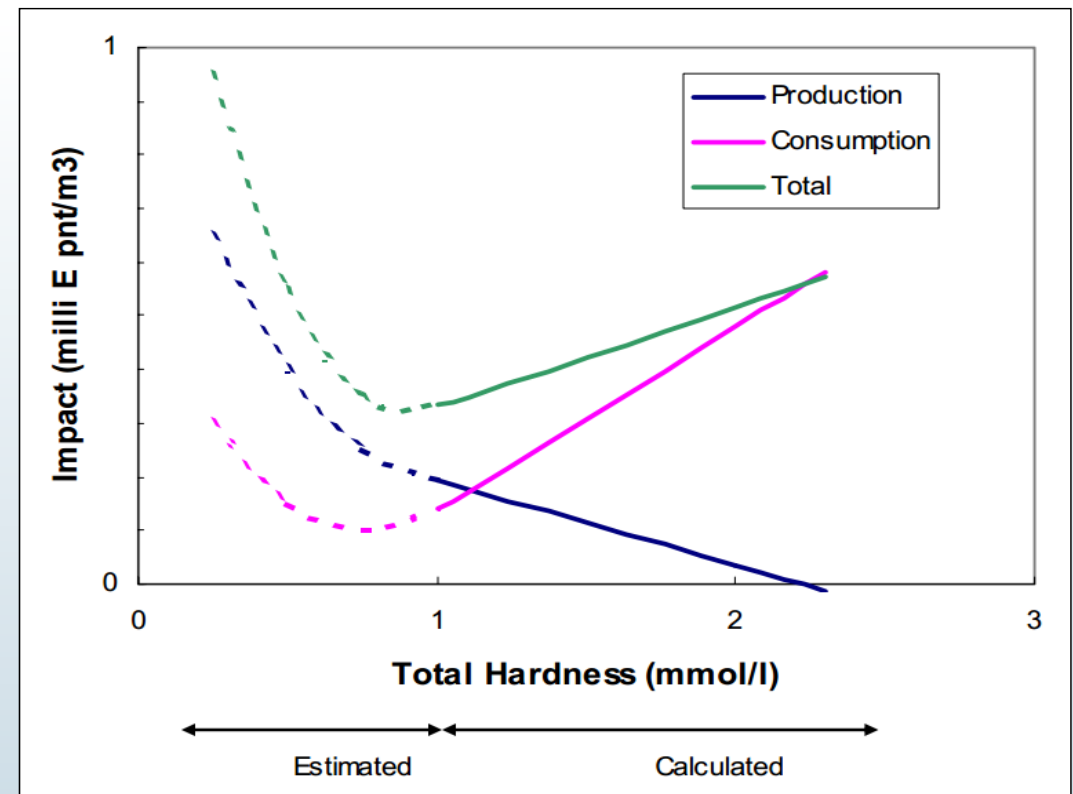
Hardheid en duurzaamheid

Hardheid en duurzaamheid

Algemeen + LCA Waternet (Regueira, 2000)

- LCA uitgevoerd voor case Waternet
 - 1 Pt = 1/1000 gem. jaarlijkse impact Europeaan
- LCA omvat :
 - Ontharding (waterbedrijf) : chemicaliën, granaat, energie
 - Systeem (klant) : afgifte lood en koper, wasmiddel consumptie, energieverbruik warm water

Conclusie : Casus specifiek, optimum hardheid zeker beneden 2,5 mmol/L en rond 1 mmol/L voor deze casus



(REGUEIRA, 2000); HOFMAN, ET AL., 2007)

Hardheid en communicatie

Hardheid en communicatie

Instelling hardheid als communicatiemiddel

“Overal zacht water”

“Overal water met dezelfde hardheid”

volgens welke schaal ? (zie zeep-case)



“Overal onthard water”

“Overal water met dezelfde kalkafzettendheid”

Hardheid en zeepverbruik

Hardheid en zeepverbruik

Textielwasmiddelen, vaatwasmiddelen, reinigingsmiddelen

Hardheidszouten in water binden met wasactieve stoffen uit zeep :

- Effectiviteit zeep neemt af, verbruik neemt toe
- Kalkzeep ontstaat
- Toevoeging van waterontharders of builders : vroeger fosfaat, tegenwoordig zeoliet
- Tegenwoordig nieuwe wasactieve stoffen (niet-ionogene, anionogene of kationogene oppervlakte-actieve stoffen) : minder gevoelig voor hoge waterhardheid.



Hardheid en zeepverbruik

Hardheidsgradaties : Vewin en NVZ

Voormalige NVZ schaal :

	0				0,7				1,4				1,8			2,1				2,9			3,2				4
VEWIN	zeer zacht				zacht				gemiddeld							vrij hard											hard
NVZ	zacht									gemiddeld						hard											

Actuele NVZ schaal :

	0	0,7	1,4	1,5	2,1	2,5	2,9	3,2	4
VEWIN	zeer zacht	zacht	gemiddeld	vrij hard			hard		
NVZ	zacht			gemiddeld		hard			

Hardheid en kalkafzettendheid

Hardheid en kalkafzettendheid

Invloedsfactoren en bepaling

Kalkafzetting beïnvloed door vele factoren :

- Calcium (totale hardheid)
- Waterstofcarbonaat
- Zuurgraad
- NOM
- Fosfaat
- Deeltjes
- Temperatuur
- TACC en PACC

Ontwikkeling methoden voor bepaling kalkafzetting
afgelopen jaren :

- $TACC_T$: theoretisch afzetbaar calciumcarbonaat bij
 T °C [mmol/L]
- $PACC_K$: praktisch afzetbaar calciumcarbonaat
[mmol/L]
 - vastgesteld middels kookproef
 - invloed micro kristallen

Overige parameters :

- SI : saturatie-index
- NI : nucleatie-index

Hardheid en kalkafzettendheid

Aanbeveling TACC en PACC

Ontwikkeling aanbevelingen voor waarden TACC en PACC afgelopen jaren

Geen noemenswaardige problemen met kalkafzetting als :

- $TACC_{90} < 0,6 \text{ mmol/L}$
- $PACC_K < 0,4 \text{ (– 0,6) mmol/L}$

Grote last van kalkafzetting als :

- $TACC_{90} > 1,2 \text{ mmol/L}$

*Perceptie en merkbaarheid van kalkafzetting
a.h.v. praktijk voorbeeld*



Hardheid en kalkafzettendheid

Merkbaarheid van kwaliteitsverandering – Casus WML

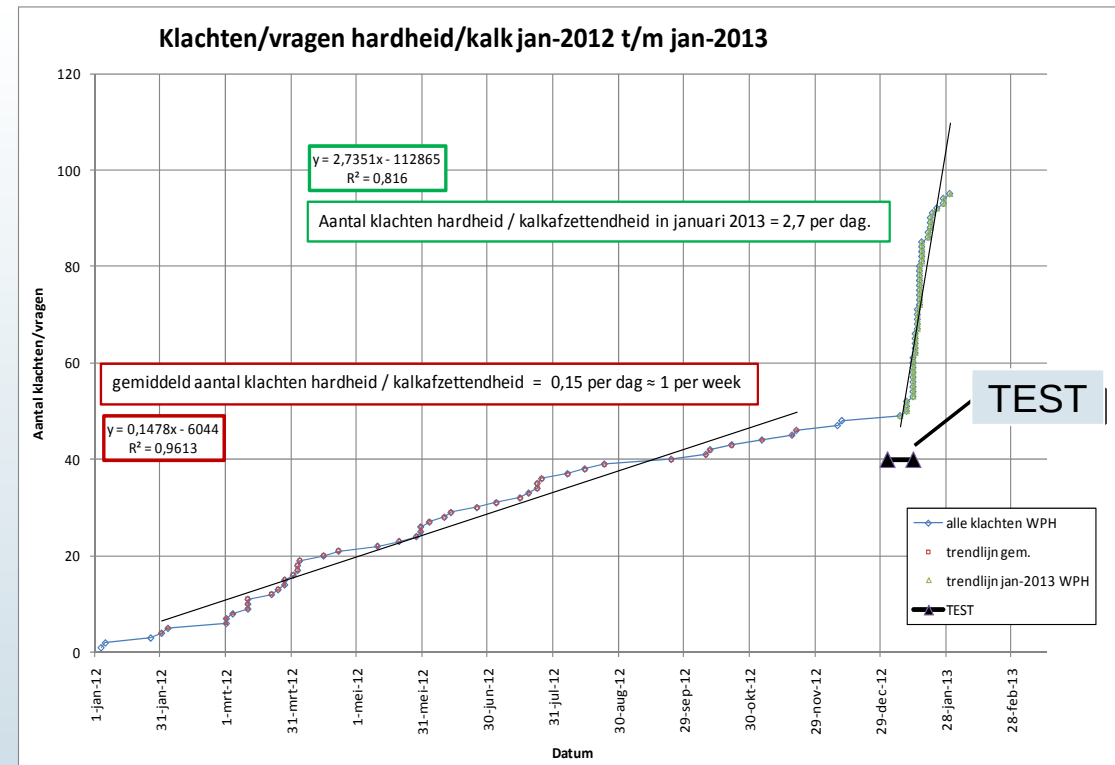
Test nieuwe putten (2 weken), voor back-up situaties, onaangekondigd

	Regulier	Back-up
TH [mmol/L]	2,1	2,8
HCO ₃ ⁻ [mg/L]	160	335
TACC ₉₀ [mmol/L]	0,35	0,95

Observatie : aantal vragen en klachten over hardheid en kalkafzettendheid nam toe

Conclusie :

- bevestiging van belang TACC naast TH
- (verandering) waterkwaliteit wordt door klant opgemerkt en gemeld



AANTAL VRAGEN/KLACHTEN OVER HARDHEID/KALK –
PRODUCTIELOCATIE (WML, 2013)

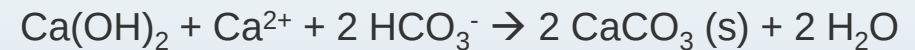
Hardheid en kalkafzettendheid

Ontwerp korrelreactoren : Natronloog of Kalkmelk ?

Bij keuze chemicaliën pelletontharding betrekken :

- verschil tussen TH en TACC
- invloed van TH en andere factoren op kalkafzetting

Verskil veroorzaakt door chemie :



	Ruw	Natronloog tot 1,8 mmol/L	Natronloog tot 1 mmol/L	Kalkmelk tot 1,8 mmol/L
TH [mmol/L]	3,7	1,8	1,0	1,8
HCO ₃ ⁻ [mg/L]	345	250	215	110
pH	7,3	7,6	8,1	7,9
TACC ₉₀ [mmol/L]	1,3	0,5	0,2	0,2
Dosering [mg/L]		95	135	190

Resumerend

Hoe Hard is de Hardheidsaanbeveling?

Totstandkoming aanbevelingswaarde

Verschillende motivaties en verschillende effecten van hardheidswijziging :

- Hardheid, kalkafzettendheid, zeepverbruik, milieu-impact, kosten, gezondheid, communicatie
- Vanwege verscheidenheid en veelheid van motivaties 'uitdagend' om aanbevelingswaarde te formuleren

(Bijna) alle overwegingen beschouwend – namelijk milieuaspecten, energieverbruik, comfort, kosten, en wasvoorschriften – gekomen tot aanbeveling :
bovengrenswaarde van maximaal 1,8 mmol/L.

Hoe Hard is de Hardheidsaanbeveling?

Redenen om aanbevelingswaarde te bediscussiëren

- Aanbeveling bestaat uit een *range* : 1 – 1,8 mmol/L
- Bovengrenswaarde : casus-onafhankelijk *compromis* van vele doelen en effecten
- *Concrete bovengrenswaarde* van 1,8 (i.p.v. bijvoorbeeld 1,7 of 1,85) gekoppeld aan wasvoorschriften, welke zijn *gewijzigd* :

Bovengrenswaarde wijzigen van 1,8 mmol/L naar 1,5 mmol/L ?

Hoe Hard is de Hardheidsaanbeveling?

Concluderend

Hoe hard is hardheidsaanbeveling ? → Hoe goed is hardheidsaanbeveling ?

- goede aanbevelingswaarde die een bruikbare *richting* aangeeft (*niet 1 maar ook niet 3 mmol/L*)
- rekening houdend met alle *verschillende doelen*, en *casus-onafhankelijk*
- geeft waterbedrijven voldoende ruimte om aan verschillende doelstellingen te werken, mede vanwege *range* tot bovengrenswaarde,
- welke aan *verandering* onderhevig kan zijn.

Dank voor jullie aandacht. Vragen ?

Luc.Palmen@kwrwater.nl



@KWR_Water

Back-up slides

Hardheid en zeepverbruik

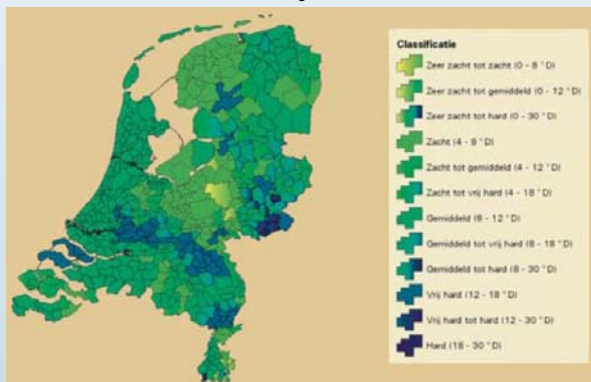
Verschillende websites...

Waterhardheidsgegevens

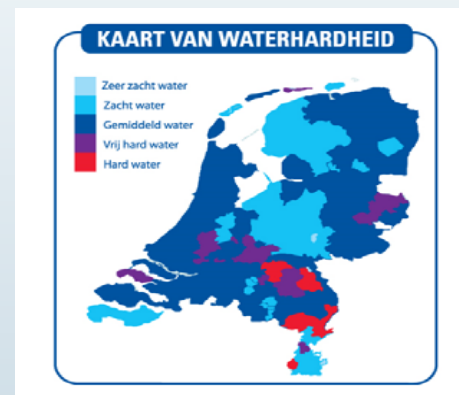
Hardheidsbereik	Waterhardheid in °dH (graden Duitse hardheid)	Waterhardheid in mmol/l (millimol per liter)
I – zacht	0 - 7	tot 1,3
II – middelhard	7 - 14	1,3 - 2,5
III – hard	14 - 21	2,5 - 3,8
IV – zeer hard	meer dan 21	meer dan 3,8

4-puntsschaal

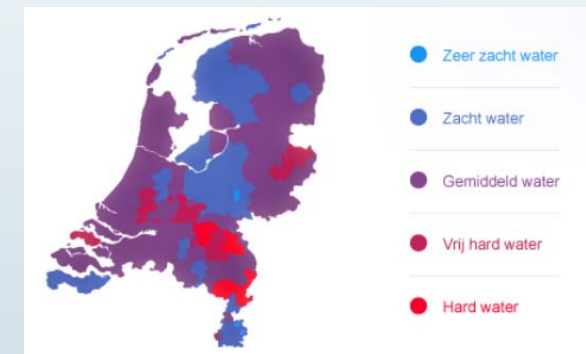
Achterhaalde kaartjes NL



Zacht water	80ml	120ml	200ml
Gemiddeld water	120ml	160ml	240ml
Hard water	160ml	200ml	280ml



- 3-puntsschaal zonder getallen;
- Achterhaalde kaart



- Geen schaal of 3-puntsschaal zonder getallen;
- Achterhaalde kaart

Hardheid en zeepverbruik

Hardheidsgradaties : Vewin en wijziging NVZ

5-puntsschaal Vewin :

Classificatie	Hardheid (°DH)	Hardheid (mmol/L)
Zeer zacht	0 – 4	0 – 0,7
Zacht	4 – 8	0,7 – 1,4
Gemiddeld	8 – 12	1,4 – 2,1
Vrij hard	12 – 18	2,1 – 3,2
Hard	> 18	> 3,2

Gewijzigde 3-puntsschaal :

Classificatie Hardheid	Dosering	Hardheidswaarden ~ 2012	Hardheidswaarden recent
Zacht	Minimaal	< 1,8 mmol/L (< 10 °DH)	< 1,5 mmol/L (< 8,4 °DH)
Gemiddeld	Gemiddeld	1,8 – 2,9 mmol/L (10 - 16 °DH)	1,5 – 2,5 mmol/L (8,4 - 14 °DH)
Hard	Maximaal	> 2,9 mmol/L (> 16 °DH)	> 2,5 mmol/L (> 14 °DH)

Hardheid en kalkafzettendheid

Merkbaarheid van kwaliteitsverandering

Casus WML :

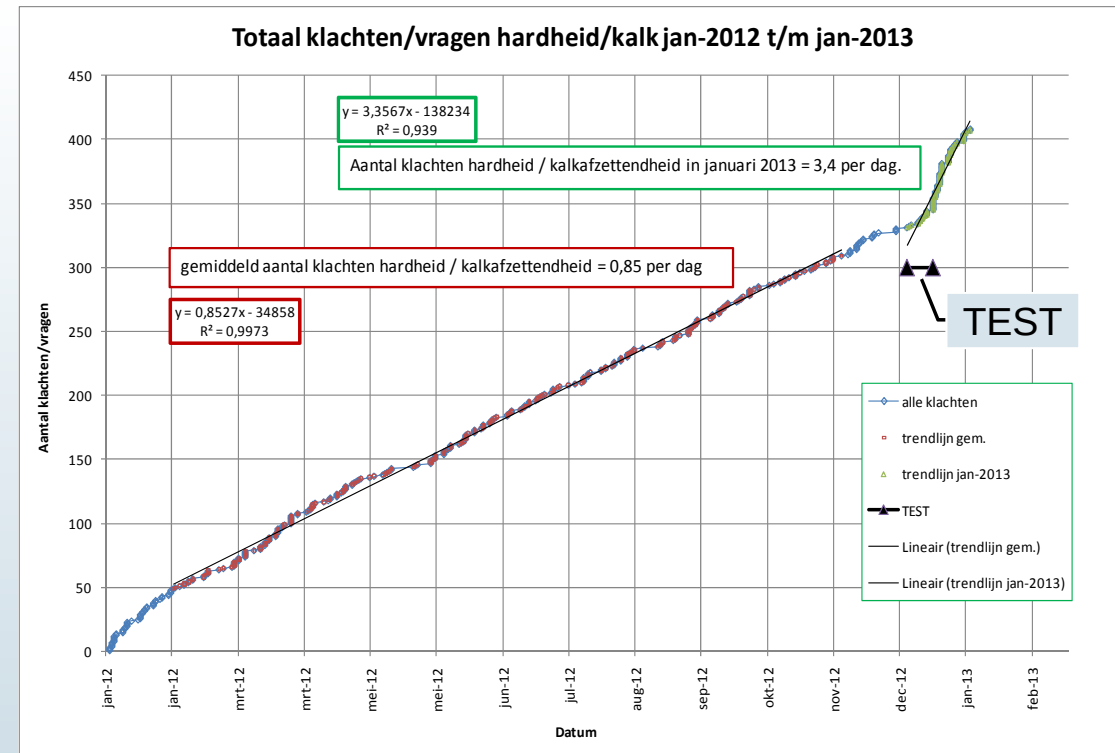
Test nieuwe putten voor back-up situaties

Waterkwaliteit :

	Regulier	Back-up
TH [mmol/L]	2,1	2,8
HCO ₃ ⁻ [mg/L]	160	335
TACC ₉₀ [mmol/L]	0,35	0,95

Test putten : bijna 2 weken

Communicatie klanten : onaangekondigd



AANTAL VRAGEN/KLACHTEN OVER HARDHEID/KALK (WML, 2013)

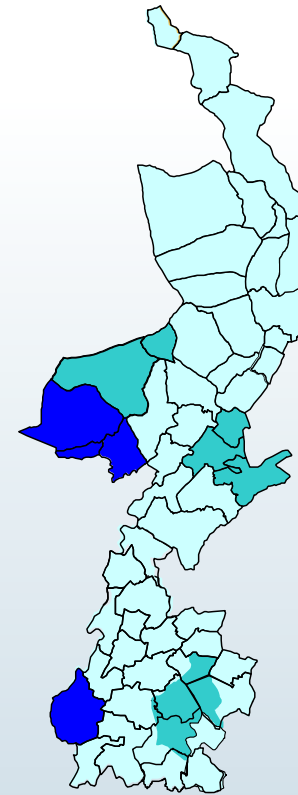
Hardheid en kalkafzettendheid

Onthardingsbeleid WML (2004 – 2005)

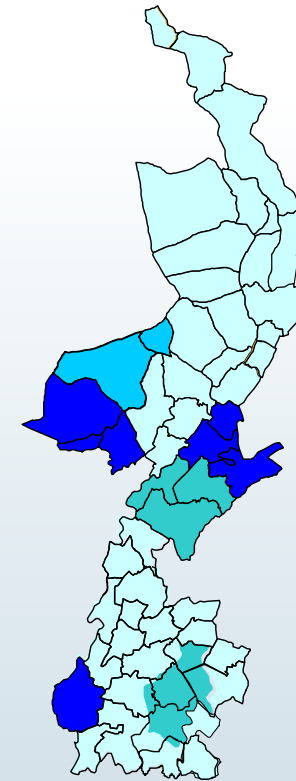
Drie pijlers WML onthardingsbeleid:

1. Totale hardheid
2. Kalkafzettendheid
 - TACC en PACC
3. Klantperceptie
 - Vastgesteld middels enquête
 - Aantal ontkalkingsactiviteiten per jaar

Conclusie : waterbedrijven betrekken naast hardheid ook kalkafzettendheid in conditioneringsbeleid



PACC_k



Aantal ontkalk-activiteiten
/ jaar

INPUT ONTHARDINGSBELEID WML (2005)

Samenvattend : is 1,8 een goed compromis ?

Criterium	Waarde	Verhouding tot aanbeveling (1,8)?
Wettelijke eis	> 1 mmol/L, indien ontharding of ontzouting	+
Gezondheid	Niet van toepassing voor Nederland	0
Kalkafzetting	Afhankelijk van waterkwaliteit en procesontwerp In ieder geval "lager", stel < 2 mmol/L	+ / 0
Zeep	< 1,8 mmol/L Of < 1,5 mmol/L ?	+ 0
Kosten : - Waterbedrijf - Consument	- Geen aanpassing TH is kostenbesparend - Zie "kalkafzetting" en "zeep"	0 / - + / 0
Duurzaamheid	Lager is beter. Regueira, 2000 : - in ieder geval < 2,5 mmol/L - Waternetcasus : ca. 1 mmol/L	+ -
Communicatie: "Overal zacht water"	< 1,4 mmol/L (Vewin schaal)	0 / -

Hoe Hard is de Hardheidsaanbeveling?

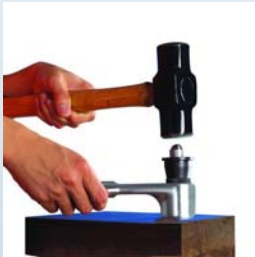
Hardheid aanbevelingen *in algemene zin*

Hoe hard is 'aanbevelen' in het algemeen ?

opperen – suggereren – aanbevelen – eisen – dwingen

Hoe meet je de Hardheid van Hardheidsaanbevelingen ?

Brinell hardheid?



Mohs hardheid ?



10 : diamant

1 : talk

Waterhardheid ?

Classificatie	Hardheid (mmol/L)
Zeer zacht	0 – 0,7
Zacht	0,7 – 1,4
Gemiddeld	1,4 – 2,1
Vrij hard	2,1 – 3,2
Hard	> 3,2

Hoe Hard is de Hardheidsaanbeveling?

Concluderend

Hoe hard is hardheidsaanbeveling ?

Aanbeveling is 'gemiddeld hard'

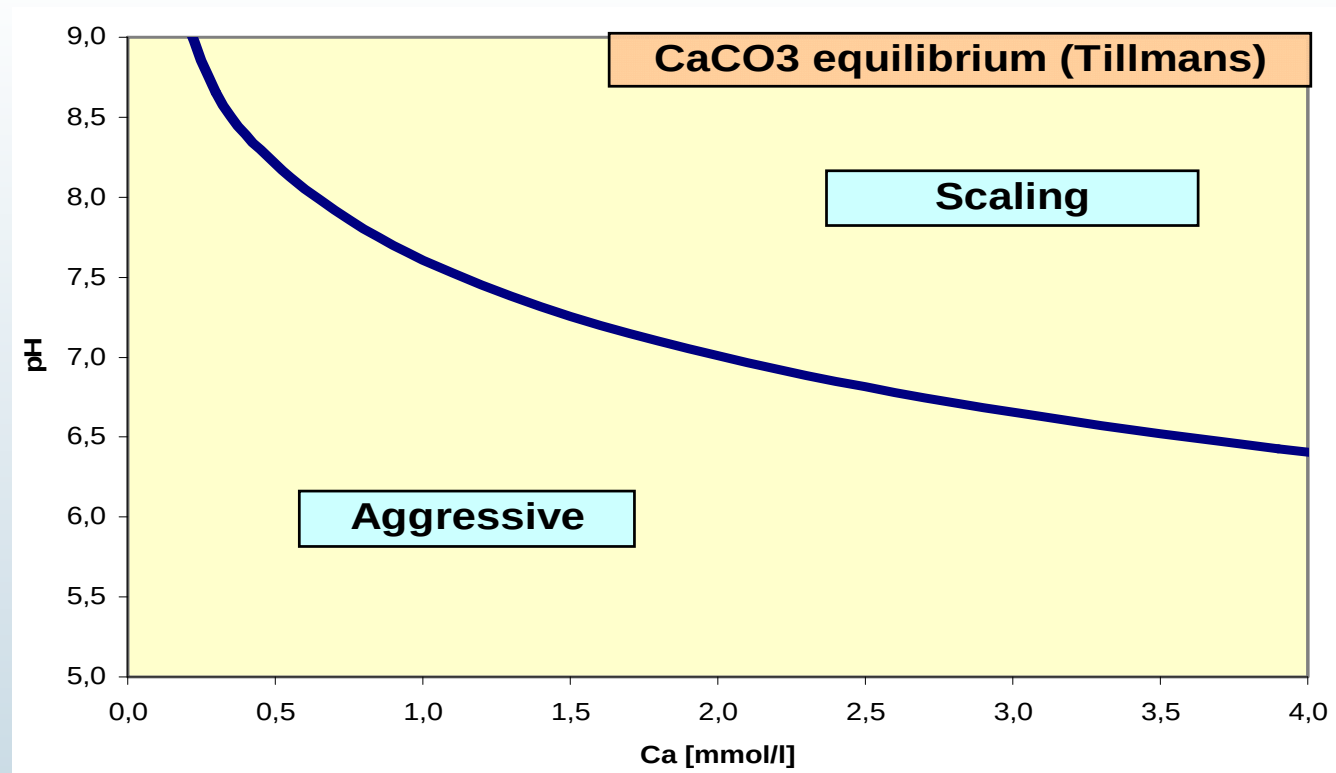
	0			0,7			1,4	1,5			2,1	2,5	2,9	3,2			4
VEWIN	zeer zacht			zacht			gemiddeld				vrij hard						hard

opperen–suggereren–aanbevelen–eisen–dwingen

Hoe goed is hardheidsaanbeveling ?

- goede poging die een bruikbare *richting* aangeeft (*niet 1 maar ook niet 3 mmol/L*)
- rekening houdend met alle *verschillende doelen*, en *casus-onafhankelijk*
- geeft waterbedrijven voldoende ruimte om aan verschillende doelstellingen te werken, mede vanwege *range* tot bovengrenswaarde,
- welke aan *verandering* onderhevig kan zijn.

Tillmans curve

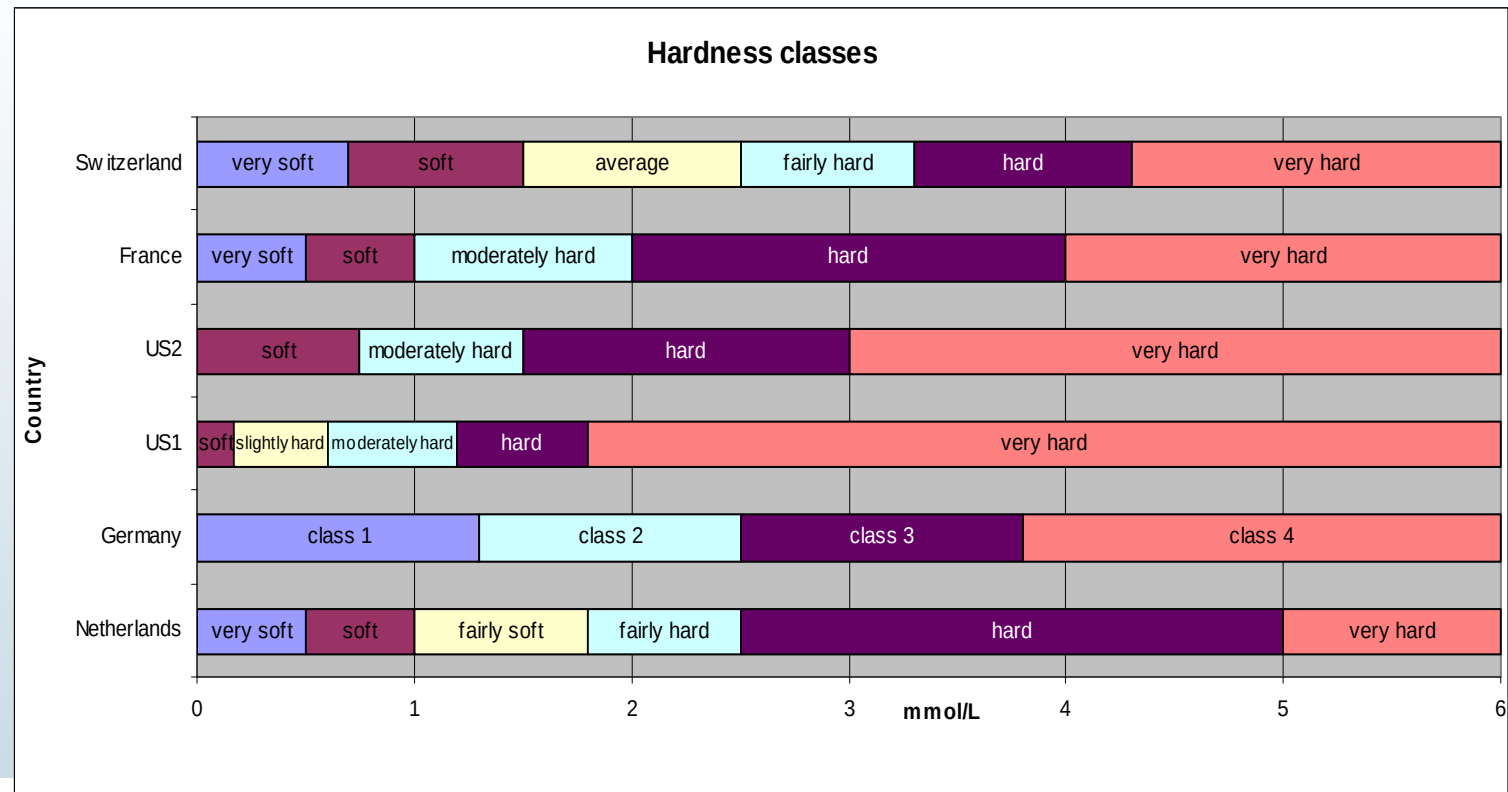


Hardheidsschalen GWRC

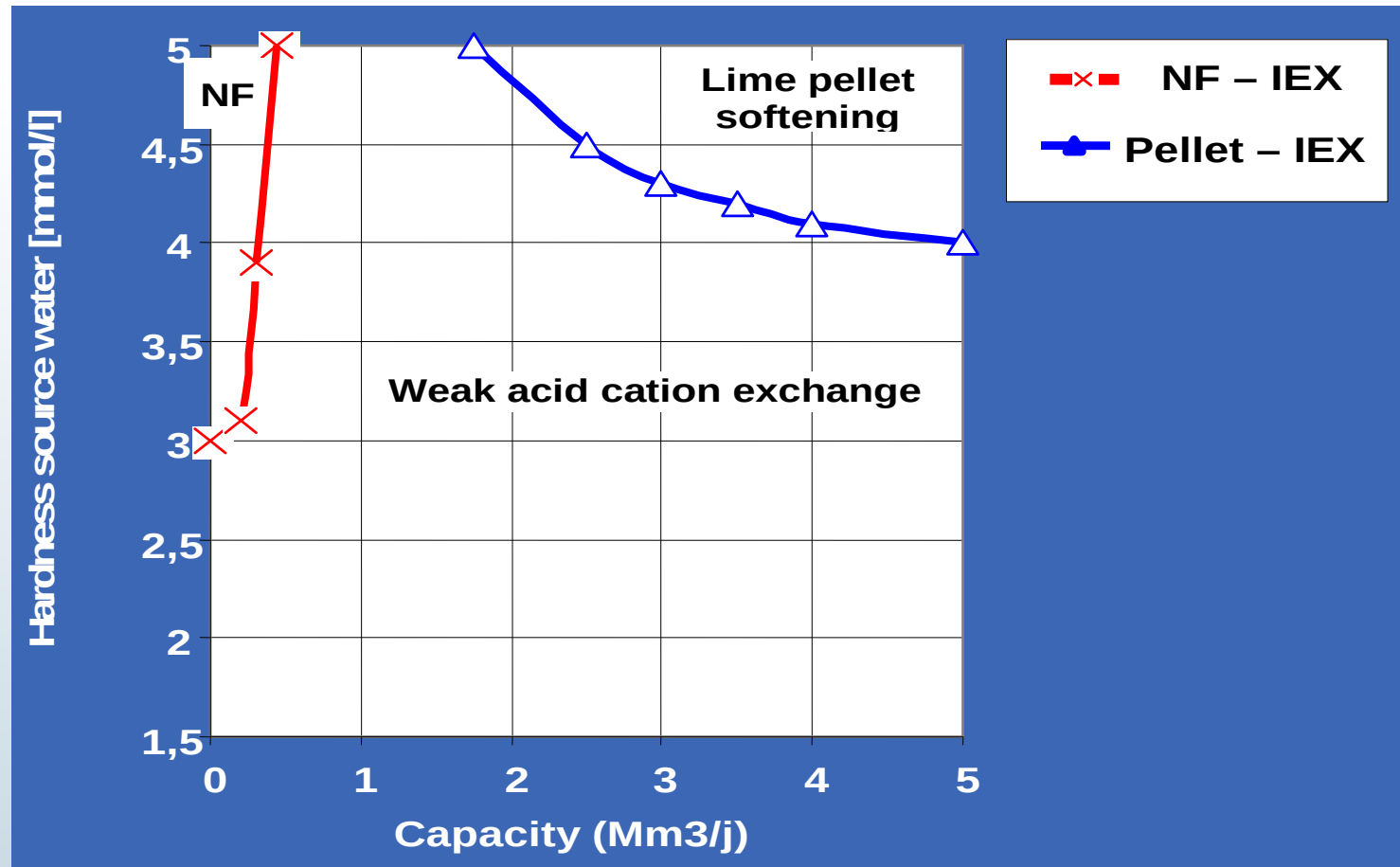
Bron: GWRC rapport

Hardness: Reasons and Criteria for Softening and Conditioning of Drinking Water?

?



Technologiekeuze ontharding



Tijdelijke en permanente hardheid

Bron: Ionenuisseling als alternatief voor korrelreactoren

BTO 2004.065

Ca:Mg tijdelijk: permanent		tijdelijke hardheid	permanente hardheid	Totaal
		70%	30%	
calcium- hardheid	80%	Ca(HCO ₃) ₂ 2,1	CaCl ₂ CaSO ₄ 0,3	2,4 mmol/l
magnesium- hardheid	20%	Mg(HCO ₃) ₂ 0,0	MgCl ₂ MgSO ₄ 0,6	0,6 mmol/l
Totaal		2,1 mmol/l	0,9 mmol/l	3,0 mmol/l

 pelletontharding
 Zwakzure kationwisseling
 Sterkzure kationwisseling of Nanofiltratie

NVZ - Zeep en hardheid

bron: NVZ (Nederlandse vereniging van zeepfabrikanten)
Juni 2014.

De hardheid van water wordt uitgedrukt in graden Duitse Hardheid (°DH). Hoe hoger dit getal is, hoe harder het water.

0 - 8,4 °DH: zacht water

8,4 -14 °DH: gemiddeld hard water

boven 14 °DH: hard water

nov-orchidee.nl

Juni 2014

Site nov-orchidee.nl die verwijst naar de Vewin schaal:

0-3 °D = zeer zacht / 3-9 °D = zacht water / 9-14 °D = matig hard water / 14-18 °D = hard water / daarboven is het water zeer hard.

Hardheidsschaal Wikipedia

- Getallen hardheidsschaal Wikipedia : 6-puntsschaal

In [Nederland](#) wordt de waterhardheid meestal uitgedrukt in [Duitse hardheid](#) (In het Duits, *deutsche Härte*, dH, soms: °dH, volgens de vijfde druk van [BINAS D°](#)). In België prefereert men de Franse hardheid (fH, soms °fH). Dit geeft de hoeveelheid calcium- en magnesiumionen in [drinkwater](#) aan. Kalksteenvorming vindt plaats vanaf 3 dH.

Waterleidingbedrijven hanteren de onderstaande indeling.

Bepaling watertype			
Duitse Hardheid	Franse Hardheid	Concentratie zouten	type water
0 tot 4 dH	0 tot 7 fH	0–20 mg/l	zeer zacht water
4 tot 8 dH	7 tot 15 fH	20–40 mg/l	zacht water
8 tot 12 dH	15 tot 22 fH	40–60 mg/l	gemiddeld water
12 tot 18 dH	22 tot 32 fH	60–80 mg/l	vrij hard water
18 tot 30 dH	32 tot 55 fH	80–120 mg/l	hard water
>30 dH	>55 fH	>120 mg/l	zeer hard water

Hardheidsschaal www.dutchwatertech.nl

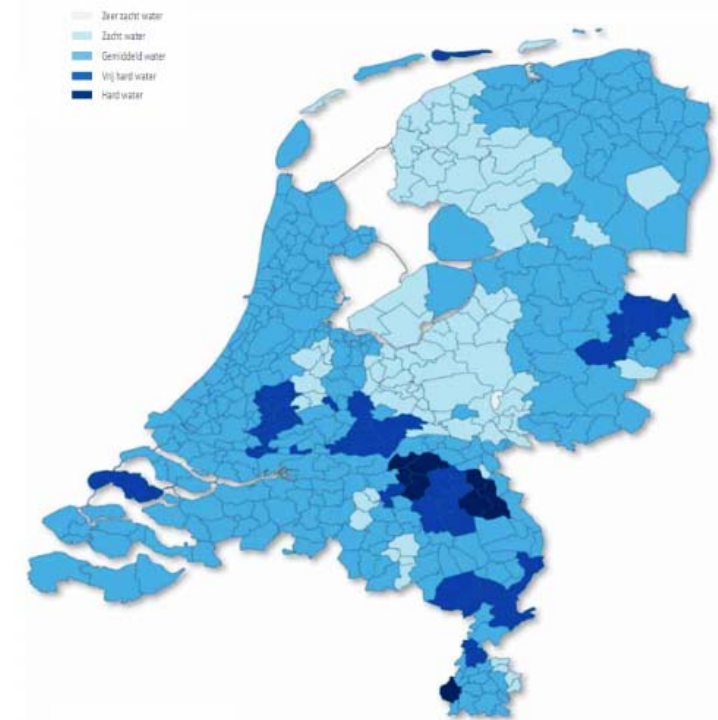
<http://hardheidwater.nl/cms/> en

www.dutchwatertech.nl

- Zelfde 6-puntsschaal als Wiki
- Maar (achterhaald) kaartje gebruikt de Vewin 5-puntsschaal

De meest gebruikte indeling voor hardheid water is in de tabel te vinden.

Watertype			
Duitse hardheid	Franse hardheid	Concentratie zouten	Type water
0 tot 4 dH	0 tot 7 fH	0-20 mg/l	zeer zacht water
4 tot 8 dH	7 tot 15 fH	20-40 mg/l	zacht water
8 tot 12 dH	15 tot 22 fH	40-60 mg/l	gemiddeld water
12 tot 18 dH	22 tot 32 fH	60-80 mg/l	vrij hard water
18 tot 30 dH	32 tot 55 fH	80-120 mg/l	hard water
>30 dH	>55 fH	>120 mg/l	zeer hard water



BROU: KWR Watercycle Research Institute