

Ontharding

1. Inleiding

Het vraagstuk van het ontharden van water is reeds oud. In Amerika bestaan bedrijven die geruime tijd geleden begonnen zijn water centraal te ontharden. In Engeland wordt door een vijftigtal bedrijven onthard water geleverd. Daarnaast vinden onthardingstoestellen bij de waterverbruikers toenemende belangstelling. In Nederland wordt veelal hard water geleverd, zodat ook in ons land een begin is gemaakt met het toepassen van onthardingstoestellen.

Dit is aanleiding geworden voor de Nederlandse Waterleidingbedrijven, verenigd in de VEWIN, aan het vraagstuk van ontharding opnieuw aandacht te schenken. Zeer onlangs werd een Commissie Centrale Ontharding ingesteld, die op 18 oktober 1968 haar eerste vergadering hield. Hierover deed de VEWIN het volgende bericht verschijnen.

Het Bestuur van de VEWIN heeft het KIWA dezer dagen gevraagd een commissie in het leven te roepen met de opdracht het vraagstuk van de centrale ontharding van drinkwater in al zijn facetten te bestuderen en daarover te rapporteren. Deze commissie is thans samengesteld en zal binnenkort haar werkzaamheden aanvangen.

In november 1966 had het bestuur van de VEWIN aan haar leden reeds een rondschriven doen toekomen waarin voorlopige richtlijnen werden gegeven ten aanzien van het al dan niet verlenen van toestemming tot het aanbrengen van o.a. onthardingstoestellen in drinkwaterinstallaties.

De aanleiding tot dit rondschriven was de toenemende belangstelling bij de aangeslotenen voor het plaatsen in drinkwaterinstallaties van onthardingstoestellen. Zoals bekend, is naast de toename van het aantal industrieën dat over onthard water dient te beschikken ook vooral de behoefte aan onthard water bestemd voor huishoudelijk gebruik sterk groeiende.

In bovengenoemd rondschriven is omtrent de factoren die tot de snelle toename van het aantal bij de aangeslotenen geplaatste onthardingsinstallaties hebben geleid onder andere het volgende opgemerkt.

a. De warmwatertoestellen worden in steeds grotere aantallen gebruikt.

In deze toestellen kan, en dit is van verschillende factoren afhankelijk, in meerdere of mindere mate afzetting van ketelsteen plaatshebben.

De bezwaren daarvan zijn:

1. warmteverlies en daardoor verhoogde energiekosten voor gebruiker (in geisers);
2. verhoogde slijtage door oververhitting (geisers en boilers);
3. noodzakelijke verhoging van de frequentie van de controle; de schoonmaak is bewerklijker en daardoor duurder.

b. Wanneer bij het wassen van textiel in hard water de

klassieke zeep worden gebruikt, vormt zich een kalkneerslag. Vooral in automatische wasmachines en spoelcentrifuges heeft deze neerslag een ongunstige invloed op het wasresultaat.

Bij het gebruik van die toestellen wordt namelijk minder ruim gespoeld en niet gewrongen doch gecentrifugeerd, waardoor een groot deel van de neerslag op het wasgoed wordt afgefilterd en daarin achterblijft.

De indertijd uitgesproken verwachting, dat de opkomst van de synthetische wasmiddelen het hardheidsprobleem in de wasbehandeling zou oplossen is niet uitgekomen. Alle commerciële wasinrichtingen gebruiken nog de klassieke zeep. De belangrijkste reden hiervoor schijnt te zijn dat die zeep een beter wasresultaat geven — mits geen hard water wordt gebruikt — dan de moderne wasmiddelen.

c. In toenemende mate wordt ook het werk in de keuken gemechaniseerd, waardoor onder meer het aantal geïnstalleerde afwasmachines stijgt. Gebleken is, dat deze apparaten ook bij gebruik van wasmiddelen die geen neerslagen met hard water kunnen geven slechte resultaten geven. De hoge temperatuur die het water moet hebben, leidt tot ketelsteenvorming op glaswerk en bestek en door het cumulatieve effect van dit proces worden deze voorwerpen binnen korte tijd ontoonbaar.

d. Voor bepaalde industriële processen kan uitsluitend geheel of gedeeltelijk onthard of gedemineraliseerd water worden gebruikt. Gebruik van hard water voor ketelvoeding en bij koelprocessen kan grote bezwaren en soms gevaar opleveren.

Daar, afhankelijk van de omstandigheden, aan het gebruik van onthardingsinstallaties voor de gebruikers risico's zijn verbonden, heeft het KIWA vrij spoedig nadat de toenemende belangstelling van de aangeslotenen voor onthard water werd geconstateerd, een werkgroep ingesteld.

Deze werkgroep verricht onderzoekingen om te komen tot eisen waaraan de onderhavige toestellen bij eventuele toepassing zullen moeten voldoen en tot het opstellen van voorschriften inzake de installatie en de aansluiting ervan. Vooruitlopend op het werk van genoemde werkgroep is in de richtlijnen die door de VEWIN eind 1966 aan de leden zijn verstrekt, getracht een voorlopig antwoord te geven welk standpunt door de waterleidingbedrijven speciaal ten aanzien van de behandeling door derden van het voor huishoudelijk verbruik bestemde water zou moeten worden ingenomen.

Naast het probleem van de waterbehandeling door derden dient echter, gezien het toenemende belang dat de aangeslotenen hebben bij water dat niet alleen speciaal voor de consumptie is bereid, maar tevens een geschikte hoedanigheid heeft voor gebruik voor andere doeleinden in het huishouden en voor gebruik in bepaalde industrieën, het vraagstuk van de centrale ontharding van leidingwater zowel uit hygiënisch en technisch als uit nationaal economisch oogpunt te worden bestudeerd.

Zoals bekend, verscheen in 1956 de door dr. W. Kauffman, in leven Hoofd van het Laboratorium van de Intercommunale Waterleiding Gebied Leeuwarden, geschreven Mededeling nr. 3 van de Raad van Bijstand van de Samenwerkende Waterleidinglaboratoria, getiteld: „Het gebruik van huishoudelijke onthardingsapparaten als oplossing van het probleem der ontharding”?

De conclusies die in deze Mededeling naar voren kwamen waren onder meer:

1. de uit technisch en economisch oogpunt meest juiste oplossing van het vraagstuk van de ontharding is centrale ontharding door het waterleidingbedrijf;
2. het is raadzaam dat de waterleidingbedrijven die hard water distribueren zich gaan bezinnen op hun toekomstige taak tot centrale ontharding.
3. Voor deze bezinning is het nodig dat de ontharding in verband met de plaatselijke omstandigheden en de samenstelling van het water in technisch en economisch opzicht wordt bestudeerd.

De Raad van Bijstand achtte het toentertijd prematuur de bedrijven te adviseren, indien de samenstelling van het gedistribueerde water daartoe aanleiding gaf, tot centrale ontharding over te gaan. De Raad sprak er zich ook niet over uit welke hardheid nog toelaatbaar werd geacht.

Thans heeft de Raad zich opnieuw beraden over het hardheidsprobleem, dat aan het grootste deel van het in Nederland gedistribueerde leidingwater is verbonden en speciaal over de vraag in hoeverre de eerderevermelde conclusies thans nog geldigheid hebben.

Hij heeft daartoe verschillende onderzoekingen gedaan en veel gegevens verzameld.

Daar echter aan het vraagstuk van de centrale ontharding niet alleen hygiënische en technische, maar daarnaast ook belangrijke economische en beleidsaspecten zijn verbonden, voelde de Raad zich niet competent tot het uitbrengen van een ter zake goed gefundeerd rapport. Naar de mening van de Raad was het gewenst dat het bestuur van de VEWIN aan het KIWA zou vragen een commissie in te stellen met de opdracht het vraagstuk van de centrale ontharding in al zijn facetten te bestuderen en daarover te rapporteren. Dit is thans geschied.

Deze commissie is als volgt samengesteld:

Voorzitter: Ir. C. van der Veen, Directeur Gemeentewaterleidingen Amsterdam;

Leden: drs. A. Boes, Hoofd Scheikundig-Bacteriologische Afdeling NV Intercommunale Waterleiding Gebied Leeuwarden;

Ir. L. van der Burg, Chef Technologische Afdeling Gemeentelijk Energiebedrijf Dordrecht;

Drs. J. B. J. Hagemeier, Administrateur NV Waterleiding Maatschappij Gelderland;

Ir. J. L. van Sloten, Adjunct-Directeur NV Waterleidingmaatschappij „Midden-Zeeland”;

de heer A. de Weerd, Bedrijfseconoom Gemeentelijk Energiebedrijf Dordrecht;

Ir. M. Ch. J. van der Weijden, Hoofd Inspectie Gemeentewaterleidingen Amsterdam;

Ir. W. C. Wijntjes, Hoofd Distributie Duinwaterleiding 's-Gravenhage;

Ir. D. Kuiper, Chemicus KIWA NV;

Secretariaat: KIWA NV Sir Winston Churchill-laan 273, Rijswijk (ZH).

Het ligt voor de hand thans allereerst het werk van de beide genoemde commissies, „waterontharders” en „centrale ontharding” af te wachten alvorens conclusies te trekken. In dit stadium loont het evenwel de moeite het vraagstuk van het ontharden van water te overzien en een aantal facetten daarbij extra te belichten.

2. Hardheid van water

Hard water manifesteert zich doordat het een overmaat van zeep vereist om schuim te produceren waarbij als bijproduct een grijze stof neerslaat die de wasbak verontreinigt. Hard water veroorzaakt tevens ketelsteen in warmwaterbuizen, boilers, gewone ketels en stoomketels. Hardheid van water wordt veroorzaakt door de aanwezigheid van kationen van een aantal metalen, te weten calcium, magnesium, strontium, ijzer (II) en mangaan. De voornaamste hiervan zijn: calcium en magnesium. In tabel I zijn deze kationen gegroepeerd naast de voornaamste reeks van anionen waarmee zij zijn geassocieerd.

TABEL I

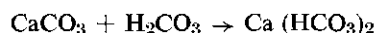
kationen die hardheid veroorzaken	anionen
Ca ⁺⁺	HCO ₃ ⁻
Mg ⁺⁺	SO ₄ ⁻
Sr ⁺⁺	Cl ⁻
Fe ⁺⁺	NO ₃ ⁻
Mn ⁺⁺	SiO ₃ ⁻

Voor het gemak beperk ik mij hoofdzakelijk tot de elementen calcium en magnesium in mijn beschouwingen. Het zou in het kader van dit betoog te ver voeren al te diep in te gaan op de zuiver chemische aspecten van het ontharden.

Terzijde valt te vermelden dat door ontharden tevens strontium, dat radio-actief besmet kan zijn, kan worden verwijderd. Dit is belangrijk met het oog op het beperken van de schadelijke gevolgen van een fall out.

Regen uit de wolken is zuiver H₂O, dat tijdens het vallen bepaalde stoffen die zich in de lucht bevinden, in zich opneemt zoals stikstof, zuurstof en koolzuur. In de buurt van industrie kan dat tevens zwaveldioxyde en ammoniak zijn. Vlak langs de kust is een smalle strook waar door verstoven zeewater keukenzout alsmede o.a. calcium- en magnesiumzouten worden opgenomen.

Het water dat in de bodem dringt, ondergaat allerlei chemische en biochemische processen die samenhangen met de aard van de grond. Organisch materiaal dat in de grond aanwezig is, ondergaat bacteriële omzetting, met als eindproduct voornamelijk koolstofdioxyde (CO₂). Dit vormt met water koolzuur (H₂CO₃) dat in staat is allerlei mineralen en andere bestanddelen in de bodem aan te tasten. Een van de bodembestanddelen is kalk (CaCO₃). Dit wordt als volgt aangetast:



d.w.z. het onoplosbare calciumcarbonaat CaCO₃ wordt omgezet in het oplosbare calciumbicarbonaat, dat juist genoemd wordt calciumwaterstofcarbonaat: Ca(HCO₃)₂. Op soortgelijke wijze wordt o.a. het zich in de bodem bevindende magnesiumcarbonaat MgCO₃ omgezet in magnesiumbicarbonaat, of juist magnesiumwaterstofcarbonaat, Mg(HCO₃)₂.

Het water dat door de bodem siepelt lost op deze wijze

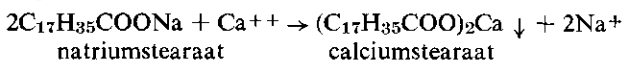
calcium en magnesium ionen op en verkrijgt daardoor een zekere hardheid. Als er veel kalk in de bodem zit, bestaat de kans dat er zeer hard water wordt gevormd. In oppervlaktewater kunnen hardheid veroorzakende kationen mede afkomstig zijn uit op dit water geloosde huishoudelijke en industriële afvalstoffen.

De in water opgeloste calcium- en magnesiumzouten splitsen zich in ionen, waarvan in tabel I een overzicht is gegeven. De meest voorkomende hardheid veroorzakende kationen zijn calcium en magnesium, zoals hiervoor reeds werd vermeld. Daarnaast komt veelal natrium als kation voor; dit veroorzaakt evenwel geen hardheid. De meest voorkomende anionen zijn HCO_3^- , SO_4^{2-} en Cl^- .

Voor de volledigheid zij er aan herinnerd dat de elektrisch positief geladen deeltjes kationen worden genoemd; bij het doorsturen van een elektrische stroom bewegen zij zich naar de negatief geladen elektrode: de kathode. De elektrisch negatief geladen deeltjes heten anionen; zij begeven zich naar de positief geladen anode.

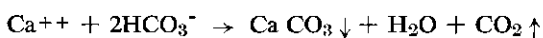
In water is een heel samenstel van verschillende anionen en kationen aanwezig; bij de analyse is zelfs niet meer uit te maken welke ionen oorspronkelijk als zouten bij elkaar hebben behoord.

Hardheid veroorzakende kationen reageren met zogenaamde klassieke zeep, die zijn vervaardigd uit dierlijke en plantaardige vetten c.q. oliën. Calcium c.a. dat in water is opgelost, vormt met zeep een neerslag doordat de calcium ionen bij voorbeeld de natrium ionen verdrijven:



Eerst als alle calcium en magnesium is neergeslagen, begint de schuimwerking van de zeep. Zeep is derhalve een onthardingsmiddel van het water, doch een zeer kostbaar middel.

Wat gebeurt er nu wanneer water in een ketel wordt verhit? In het bijzonder wanneer de temperatuur boven 70° Celcius komt, gaan de Mg^{++} - en Ca^{++} -ionen reageren met de HCO_3^- -ionen volgens de vergelijking:



CO_2 ontsnapt als gas en het onoplosbare calciumcarbonaat CaCO_3 en magnesium hydroxyde Mg(OH)_2 zetten zich tegen de wand van de ketel als ketelsteen af.

In werkelijkheid is het proces ingewikkelder, mede doordat ook andere stoffen daaraan kunnen deelnemen. Zo komt siliciumdioxide SiO_2 , al dan niet gebonden aan verschillende componenten, in veel watersoorten voor. Wanneer dit gehalte hoog is, maakt het de ketelsteen hard, welke daardoor moeilijk is te verwijderen.

Voor een algemeen inzicht is evenwel de hiervoor geschetste procesgang voldoende.

Bij verhitten van water zal volgens bovenstaande chemische vergelijkingen slechts zoveel calcium en magnesium neerslaan als er overeenkomt met de hoeveelheid in het water aanwezige waterstofcarbonaat. Daarom wordt deze hoeveelheid calcium en magnesium aangeduid als *bicarbonaat hardheid* of kortweg carbonaat hardheid. Bij langdurig koken verliest het water dus deze hardheidseigenschap (ten koste van het vormen van ketel-

steen) die daarom ook wel tijdelijke hardheid wordt genoemd.

De *totale hardheid* wordt berekend naar de totale hoeveelheid calcium- en magnesiumionen.

Het verschil tussen de totale- en bicarbonaathardheid is de *blijvende hardheid*, d.w.z. blijvend óók na koken.

Bij volledig indampen van water slaan niet alleen alle calcium- en magnesiumzouten neer, maar ook alle andere in water voorkomende zouten, zoals bijvoorbeeld NaCl . Natriumzouten reageren niet met zeep, vormen geen ketelsteen en vallen daardoor niet onder het begrip hardheid. Ontharden is dus iets anders dan ontzouten c.q. demineraliseren.

De hardheid van water wordt uitgedrukt in hardheidsgraden. Ongelukkigerwijze gebeurt dat volgens verschillende systemen zodat er weinig eenheid is. Het verdient de voorkeur de hardheid uit te drukken in milli-equivalenten per liter.

In Nederland wordt de hardheid nog vaak uitgedrukt in Duitse graden ($^\circ\text{D}$), waarbij 1°D overeenkomt met 10 mg Calciumoxyde (CaO) per liter.

In Frans sprekende landen wordt de Franse graad toegepast, waarbij 1 Franse hardheidsgraad overeenkomt met 10 mg CaCO_3 per liter. Daaruit volgt dat:

$$1^\circ\text{F} = 0,56^\circ\text{D}.$$

In Amerika en tegenwoordig ook Engeland werkt men met een eenheid voor hardheid die overeenkomt met 1 mg CaCO_3 per 1000 g water, uitgedrukt als 1 p.p.m. (part per million), dat is het tiende deel van de Franse eenheid. Men dient erop te letten dat p.p.m. niet hetzelfde is als mg per liter, daar 1000 g water slechts overeenkomt met een liter als het soortelijk gewicht van de vloeistof (water) gelijk aan de eenheid is.

De samenhang tussen de verschillende systemen is in tabel II aangegeven:

TABEL II

	Amerikaanse eenheid (p.p.m. CaCO_3)	Franse graad	Duitse graad
Amerikaanse eenheid	1	0,10	0,056
Franse graad	10,0	1	0,56
Duitse graad	17,9	1,79	1

Men dient de tabel zo te lezen dat 1 Amerikaanse eenheid gelijk is aan 0,10 Franse graden en 0,056 Duitse graden, etcetera.

De wijze waarop de totale hardheid en de bicarbonaat-hardheid kunnen worden bepaald is onder meer aangegeven onder XXIX en XXX van bijlage B behorende bij het Waterleidingbesluit van 1960.

Hierbij wordt de hardheid aangegeven in milli-equivalenten per liter (m.eq. per l). Hieronder verstaat men het aantal mg per liter van de aanwezige soort kationen gedeeld door het equivalentgewicht. Het equivalentgewicht

1 gramion
is gelijk aan $\frac{1}{\text{waardigheid}}$. Daaruit volgt dat voor calcium

$$1 \text{ m.eq./l} = \frac{40}{2} = 20 \text{ mg Ca}^{++} \text{ per liter. Voor}$$

$$\text{magnesium is } 1 \text{ m.eq./l} = \frac{24}{2} = 12 \text{ mg Mg}^{++} \text{ per liter.}$$

20 mg Ca⁺⁺ per liter en 12 mg Mg⁺⁺ per liter = 2,8° D.
1° D = 0,36 m.eq. per liter.

Het verdient de voorkeur het laatste systeem aan te houden, vooral ook internationaal, waardoor een einde kan komen aan de bestaande verwarring.

Men onderscheidt vaak de volgende totale hardheidsgraden:

- < 1 m.-eq. per liter (< 3° D) zeer zacht
- 1 - 2 m.-eq. per liter (3 - 6° D) zacht
- 2 - 3,5 m.-eq. per liter (6 - 10° D) vrij zacht
- 3,5 - 5,5 m.-eq. per liter (10 - 15° D) vrij hard
- 5,5 - 9 m.-eq. per liter (15 - 25° D) hard
- > 9 m.-eq. per liter (< 25° D) zeer hard

Het spreekt voor zich dat een dergelijke indeling op min of meer subjectieve maatstaven berust.

Een schaal die wordt gebruikt door de Werkgroep Huis-houdelijke Ontharders is:

- > 1 m.-eq. per liter (> 3° D) zeer zacht
- 1 - 3 m.-eq. per liter (3 - 9° D) zacht
- 3 - 5 m.-eq. per liter (9 - 14° D) vrij hard
- > 5 m.-eq. per liter (> 14° D) hard

3. De problemen door hard water

Zoals gezegd geeft hard water met klassieke zeep een neerslag waardoor veel zeep oneconomisch wordt gebruikt, terwijl bovendien de neerslag in wastafels en baden onaangenaam is en extra werk geeft. Zij die in dit opzicht zacht water gewend zijn, beschouwen hard water als van mindere kwaliteit.

Bij textielwas zet de neerslag zich af op de vezels en maakt deze hard en stug, terwijl aan de helderheid van de was afbreuk wordt gedaan. Bovendien veroorzaakt de neerslag een sterk verhoogde slijtage.

Synthetische zeep hebben deze bezwaren niet of slechts gedeeltelijk; deze zeep vinden echter nog lang geen algemene toepassing zelfs niet in de wasserijen naar het schijnt.

Daarnaast ontstaat, zoals vermeld, door hard water ketelsteen. Dit zet zich af in ketels en boilers en vermindert daarmee het nuttig effect van de toegevoerde verwarmingsenergie. Bovendien kan zich ketelsteen vormen in heetwaterpijpen en ter plaatse van kranen en beweegbare andere onderdelen, waardoor deze minder goed gaan werken. Ook in koud water kan onder bepaalde omstandigheden calcium- en magnesiumcarbonaat neerslaan. In buisleidingen kan dat de stromingsweerstand verminderen; kranen, kleppen en afsluiters kunnen er minder veilig door worden.

Bij geisers (watertemperatuur 60-70° C) is door het afzetten van ketelsteen herhaald schoonmaken van de verwarmingsspiralen en kranen nodig. Ook is er een grotere kans op lekkage.

In boilers (watertemperatuur 85-90° C) kan ketelsteenafzetting op verwarmingselementen aanleiding zijn tot doorbranden. In wasmachines met verwarming tot 90° C kan zich naast ketelsteen ook kalkzeep afzetten op de verwarmingselementen.

Bij het wassen en spoelen van vaatwerk heeft hard water de neiging meer vlekken te vormen dan zacht water. Bij vaatwasmachines wordt daarom meestal een waterontharder aanbevolen. Dit geldt ook voor het spoelen van films en foto's.

Peulvruchten schijnen in zacht water beter gaar te worden terwijl thee, met zacht water gezet, een betere kwaliteit heeft.

In de industrie is hard water voor vele processen niet aanvaardbaar en moet in zo'n geval worden onthard, in het bijzonder water dat voor de productie van stoom wordt gebruikt. Thomas R. Camp*) geeft hiervoor de volgende waarden op:

TABEL III - Suggested limits of tolerances for boiler feed water pressure (p/si)

	0-150	150-250	250-400	> 400
total hardness (ppm as CaCO ₃)	80	40	10	2
Silica, SiO ₂ , ppm	40	20	5	1
Bicarbonate HCO ₃ ⁻ , ppm	50	30	5	0
Carbonate, CO ₃ ⁻² , ppm	200	100	40	20
pH value, minimum	8,0	8,4	9,0	9,6

Voor een aantal andere processen geeft hij de waarden vermeld in tabel IV.

TABEL IV - Suggested water quality*) tolerances for industrial use hardness (as CaCO₃) ppm

Canning (legumes)	25-75
Carbonated beverages	250
Cooling	50
Laundering	50
Paper and Pulp groundwood	180
Kraft pulp	100
Soda and sulfite	100
High grade light papers	50
Rayon (viscose) pulp production	8
Manufacture	55
Tanning	50-135

*) Alleen de waarden voor hardheid worden hier vermeld.

De hardheid van het in Nederland geproduceerde water wordt door de VEWIN jaarlijks in een kaart vastgelegd. In afb. 1 zijn de hardheid-gegevens voor 1967 weergegeven. Hieruit blijkt dat in het Westen en Noorden van het land over het algemeen hard water wordt geleverd. In de overige delen van het land is het leidingwater overwegend zachter; zeer zacht water komt betrekkelijk weinig voor. De cijfers hebben betrekking op de totale hardheid.

4. Ontharden

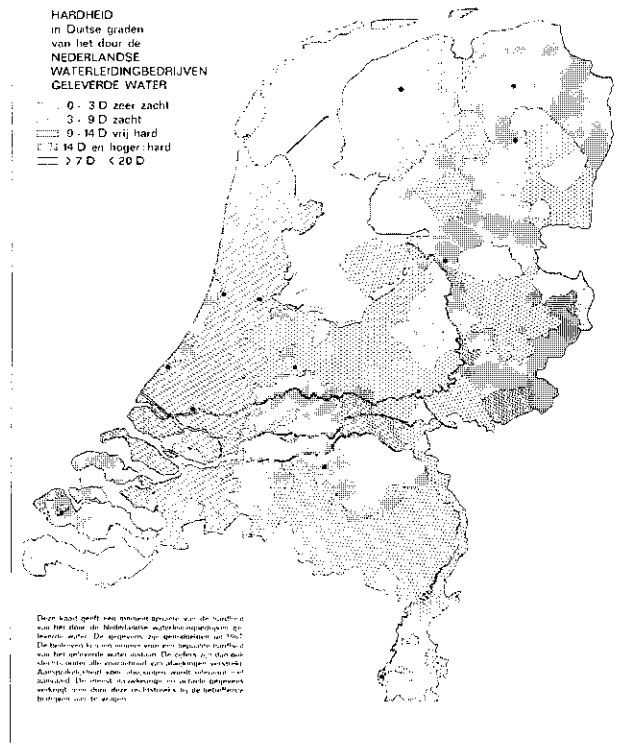
De principes van het ontharden worden thans in het kort aangetipt. Voor een uitvoeriger verhandeling wordt verwezen naar de zeer gedegen voordracht van dr. E. L. Molt voor de vierde vakantie cursus januari 1952.

A. Door toevoegen van chemicaliën

Als regel wordt kalk Ca(OH)₂ (calciumhydroxyde) en soda Na₂CO₃ (natriumcarbonaat) toegevoegd, soms kalk alleen afhankelijk van het doel dat men wil bereiken.

Het principe is zeer eenvoudig: onafhankelijk van de verbindingen waarin calcium en magnesium in het te ontharden water voorkomen, slaat de calcium in het hier behandelde onthardingsproces steeds neer als CaCO₃ (calciumcarbonaat) en het magnesium als Mg (OH)₂

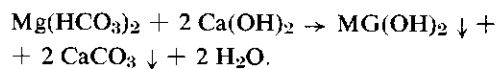
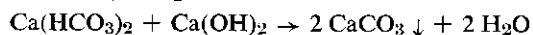
*) Camp, Thomas R., Water and Its Impurities, New York, Reinhard Publishing Corporation, 1963, pp 139-141.



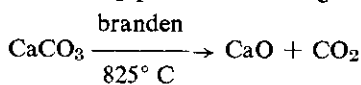
(magnesiumhydroxyde). Dit zijn niet de meest onoplosbare verbindingen van calcium en magnesium, maar wel de vrijwel niet oplosbare verbindingen die op een goedkope wijze kunnen worden geprecipiteerd. Zoals uit het vervolg zal blijken is het mogelijk de bicarbonaathardheid van calcium zowel als magnesium op te heffen door toevoegen van $\text{Ca}(\text{OH})_2$. Voor het verwijderen van de blijvende hardheid is voor calcium de toevoeging van Na_2CO_3 vereist.

Om de blijvende hardheid van magnesium weg te nemen is zowel $\text{Ca}(\text{OH})_2$ als Na_2CO_3 nodig.

1. Verwijdering bicarbonaathardheid



Hier doet zich het „wonder” voor dat hardheid verwijderd wordt door calcium toe te voegen. Tevens kan men het neergeslagen calciumcarbonaat in een oven branden en daardoor calciumoxyde verkrijgen dat door menging met water als calciumhydroxyde in het onthardingsproces weer is te gebruiken.



Er slaat meer CaCO_3 neer dan men nodig heeft voor de regeneratie; de afvoer van het teveel (sludge) is één van de problemen die aan deze onthardingsmethode vast zit. Uit de tweede chemische vergelijking is te zien dat voor het neerslaan van het magnesium per molecuul twee keer zoveel $\text{Ca}(\text{OH})_2$ nodig is als bij calcium. Dit is zo omdat 1 molecuul $\text{Ca}(\text{OH})_2$ zou leiden tot de vorming van MgCO_3 , dat echter te oplosbaar is. Een tweede

molecuul $\text{Ca}(\text{OH})_2$ is nodig om het onoplosbare $\text{Mg}(\text{OH})_2$ te vormen, dat neerslaat.

Opmerking

Het toevoegen van $\text{Ca}(\text{OH})_2$ heeft nog een tweede effect. Het reageert namelijk met het vrije CO_2 en vormt eveneens calciumcarbonaat dat neerslaat volgens:

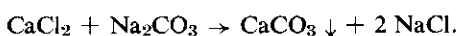
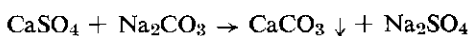


2. Verwijdering blijvende hardheid.

a. calcium

Blijvende hardheid veroorzakende calcium kan voorkomen in de vorm van o.a. calciumsulfaat (CaSO_4) en calcium chloride (CaCl_2).

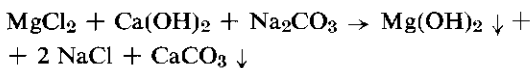
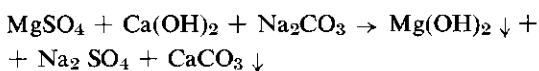
De Ca^{++} kationen kunnen tot precipitatie worden gebracht door toevoeging van Na_2CO_3 :



In tegenstelling met het opheffen van de bicarbonaathardheid, blijven hier natriumzouten in het water aanwezig na ontharden zodat het vaste stofgehalte van het water (de indamprest) hier niet daalt.

b. magnesium

Hier moeten zowel $\text{Ca}(\text{OH})_2$ als Na_2CO_3 worden toegevoegd.

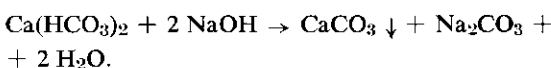


Het gehalte aan vaste stoffen wordt ook hier niet verminderd, zelfs iets verhoogd.

Opmerking

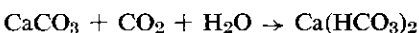
In plaats van kalk: $\text{Ca}(\text{OH})_2$ kan men ook loog: NaOH toepassen.

Men krijgt dan als voorbeeld de volgende reactie:



Bij het hiervoor beschreven kalk-soda proces bestaat de mogelijkheid dat een geringe hoeveelheid CaCO_3 en $\text{Mg}(\text{OH})_2$ tijdens het proces niet neerslaat maar als het ware in oververzadigde oplossing blijft en pas later zou precipiteren. Dit zou het merkwaardige gevolg hebben dat kalk afzettingen in het leidingstelsel zouden blijven voorkomen ondanks het ontharden.

Om de potentieel aanwezige later te precipiteren CaCO_3 en $\text{Mg}(\text{OH})_2$ onschadelijk te maken, worden deze aan het eind van het onthardingsproces omgezet in de oplosbare calcium- en magnesiumbicarbonaten door CO_2 toe te voegen:



Dit proces wordt in de Angelsaksische literatuur aangeduid met de naam „rearbonation”, dat zou kunnen worden vertaald met „opharden” van het water. Dit vindt als regel plaats juist voor dat het water in de filters gaat,

om te voorkomen dat op de filterkorrels kalk afzettingen ontstaan.

Met de „recarbonation” is men tevens in staat de pH te corrigeren. Deze kan na het kalk-soda proces waarden tot 11 bereiken; door de „recarbonation” kan dit worden teruggebracht tot bijvoorbeeld 7,5 à 8,5.

Het kalk-soda proces is heel eenvoudig toe te passen in die gevallen waar men reeds tot een coagulatie van het te zuiveren water heeft besloten. De bouw van de nodige installaties vindt dan toch al reeds plaats en de onthardingskosten beperken zich in hoofdzaak tot het toevoegen van $\text{Ca}(\text{OH})_2$ en Na_2CO_3 en de verhoogde exploitatiekosten.

B. Ontharding door ionen-wisseling

Ook hier wordt slechts heel algemeen het principe van de methode behandeld, zonder in te gaan op de uitwerking daarvan in allerlei apparaturen. Hiervoor wordt verwezen naar de vakliteratuur.

Reeds in de vorige eeuw, namelijk in 1850, ontdekte Way naar aanleiding van filtratieproeven met vloeibare mest, dat sommige minerale bestanddelen van de bodem, in het bijzonder gehydrateerde silicaten (zeolieten) de eigenschap hebben bepaalde kationen, die zij als het ware vasthouden, op bepaalde wijze in te wisselen tegen andere kationen zodra die door middel van een oplossing in de buurt worden gebracht. Zo kunnen bijvoorbeeld in oplossing zijnde Ca^{++} - en Mg^{++} -ionen worden ingewisseld tegen Na^+ -ionen.

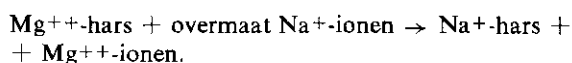
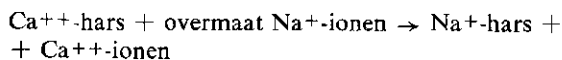
In de loop der jaren is veel research verricht om stoffen te ontwikkelen die bij uitstek geschikt zijn als „wisselaars” van ionen. Vooral kunststofharsen bleken daarbij voordelen te hebben.

Men krijgt dan bijvoorbeeld:



Op deze wijze kunnen calcium en magnesium kationen uit het water worden gehaald en gewisseld met natrium kationen. Zo worden calcium- en magnesiumbicarbonaten veranderd in natriumbicarbonaat, calcium- en magnesiumsulfaten wijzigen in natriumsulfaat en calcium- en magnesiumchloride wordt natriumchloride. Met andere woorden het water wordt totaal onthard tot een hardheid die de waarde nul benadert. Het vaste stof gehalte (de indamprest) ondervindt daarbij evenwel weinig verandering.

Na verloop van enige tijd, afhankelijk van de toegepaste apparatuur, raakt de ionen-wisselaar verzadigd met Ca^{++} - en Mg^{++} -ionen en werkt niet meer. De elementen kunnen geregenereerd worden door een overmaat aan opgelost keukenzout (NaCl) toe te voegen. De Na^+ -kationen vervangen dan de Ca^{++} - en Mg^{++} -ionen van de ionen-wisselaar en wel als volgt:



De vrijgemaakte Ca^{++} - en Mg^{++} -ionen worden met het

teveel aan NaCl naar de riolering afgevoerd. Na regeneratie fungeert de ionen-wisselaar weer voor een bepaalde periode.

In de technische ontwikkeling van de ionen-uitwisselaars heeft een zeer grote vooruitgang plaatsgevonden, waardoor de uitwisselcapaciteit per volume-eenheid sterk is toegenomen.

Met betrekkelijk kleine apparatuur kan men daardoor relatief grote hoeveelheden water behandelen. Het meest modern zijn daarbij ionen-uitwisselaars vervaardigd uit kunstharsen.

B. A. Adams en E. L. Holmes ontwikkelden de ionen-wisselaar omstreeks 1935 nog een stap verder, door ook harsen te vervaardigen die anionen kunnen uitwisselen. Ook deze harsen zijn in de loop der jaren sterk geperfectioneerd.

Men kan nu calcium- en magnesiumverbindingen, maar ook andere zouten in twee opeenvolgende stappen behandelen:

1. hierbij wordt in een kationen-wisselaar het metaalkation (bijvoorbeeld Ca^{++}) uitgewisseld tegen een waterstofion H^+ , waardoor een zuur ontstaat;
2. vervolgens wordt in een anionen-wisselaar de zuurrest (bijvoorbeeld SO_4^{--}) uitgewisseld tegen een OH^- anion; H^+ en OH^- geven tezamen H_2O .

In de twee opeenvolgende stappen is daarmee het totale zout verwijderd en het resultaat is dat het water volkomen gedemineraliseerd is (bevat geen indamprest).

Dit laatste proces gaat derhalve verder dan wat onder ontharden van water wordt verstaan. Ter onderscheiding met het eigenlijke ontharden spreekt men van demineraliseren van het water.

Bij de in de handel gebrachte onthardingsapparaten gebaseerd op het principe van ionen-wisseling, kan de regeneratie met zout plaatsvinden op verschillende wijzen. Bij eenvoudige apparaten wordt met de hand geregenereerd door het zout in de harshouder te brengen. Na bepaalde tijd kan het worden weggespoeld waarna het apparaat weer kan worden gebruikt.

Daarnaast bestaan ontharders met een pekelvat, waarin een hoeveelheid zout wordt opgeslagen voldoende voor enige keren regenereren. Telkens wordt dan automatisch een hoeveelheid pekel geprepareerd voldoende voor één regeneratie. Met behulp van een ejecteur wordt deze vulling in de ontharder gebracht op het moment dat regeneratie gewenst is. Dit systeem wordt ook volautomatisch geleverd. Daarbij wordt geregenereerd volgens een vast tijdschema of na het doorstromen van een vastgestelde totale hoeveelheid water. De tijd tussen twee opeenvolgende regeneraties kan naar wens worden ingesteld. In Amerika kan men een service abonnement nemen waarbij de leverancier van tijd tot tijd de uitgeputte elementen vervangt door nieuwe, die hij centraal regenerereert.

C. Fosfaatsluizen

Zeer in het kort zij hier vermeld dat bepaalde fosfaten calcium- en magnesiumionen vastleggen tot verbindingen die zich niet als een laag ketelsteen afzetten. Er zijn betrekkelijk eenvoudige en goedkope apparaten in de handel, zogenaamde fosfaatsluizen, waarmee deze gunstige werking wordt verkregen.

Uit overwegingen van gezondheid is het gewenst, dat aan consumptiewater niet teveel fosfaten worden toegevoegd. Het gehalte aan fosfaten in drinkwater mag niet meer dan 5 mg P_2O_5 per liter bedragen. Daar de dosering van fosfaatsluizen veelal niet zeer nauwkeurig is, kan het toelaatbare maximum worden overschreden. Daarom kunnen fosfaatsluizen niet worden aanvaard als het water voor consumptie bestemd is.

Voor huishoudelijk niet consumptief gebruik worden zogenaamde fosfaatsluizen nog wel toegepast.

5. Vergelijking van de onthardingssystemen

Alvorens de vraag te behandelen of ontharden aanbeveling verdient, afhankelijk van de omstandigheden, worden de beide voornaamste processen: toevoegen van kalk-soda en ionen-uitwisselen, met elkaar vergeleken.

Voor huishoudelijk gebruik komt alleen een ionen-wisselaar in aanmerking vanwege zijn afmetingen en het gebruik.

Een punt van nadere beschouwing is daarbij de bacteriologische kwaliteit van het afgeleverde water. Vooral wanneer het leidingwater organische stof bevat, kan er nagroei ontstaan waardoor het uitwisselend materiaal wordt bedekt met een bacteriehuidje. Hierdoor kan de capaciteit van de ionen-wisselaar teruglopen maar vooral ontstaat hierdoor de kans op een te hoog kiemgetal. Bij het huishoudelijk toepassen van ionen-wisselaars voor drinkwater moet daarom een ernstig vraagteken worden geplaatst.

Voor de beheerders van waterleidingbedrijven ontstaat hierdoor een netelig probleem. Het door deze bedrijven afgeleverde water moet in de eerste plaats veilig zijn om te drinken. Om dit zo veel mogelijk te kunnen waarborgen, oefenen de bedrijven als regel een zekere controle uit op de drinkwaterinstallaties in de percelen. Daarbij worden gewoonlijk de Algemene Voorschriften voor Drinkwaterinstallaties gebruikt (AVWI-1960). Deze geven technische voorschriften over het plaatsen van drinkwaterinstallaties. Men kan aannemen dat als regel voor het plaatsen van een ontharder door een afnemer toestemming van het leverende waterleidingbedrijf is vereist. Indien het vermoeden bestaat dat daardoor de bacteriologische kwaliteit van het water onvoldoende wordt, kan het bedrijf toestemming weigeren.

Het is interessant bespiegelingen te houden of deze bevoegdheid in deze toepassing ook door de wetgever is bedoeld en door de rechter zal worden gehonoreerd in gevallen die tot een juridisch conflict zouden leiden.

Voor een uitvoeriger behandeling van dit probleem in zijn algemeenheid, verwijs ik naar ir. C. van der Veen: De taak van Inspectie, een voordracht gehouden voor het Koninklijk Instituut van Ingenieurs op 23 april 1968, gepubliceerd in H_2O nr. 3 van 6 februari 1969.

Hier volsta ik met in het kort als mijn mening te geven dat het waterleidingbedrijf zich niet aan een zekere toezichhoudende taak als hierboven omschreven, kan onttrekken en de plaatsing van die ontharders welke gevaar kunnen geven voor de volksgezondheid niet behoort toe te staan. Dat betekent dat in zulke gevallen dergelijke ontharders wel mogen worden gebruikt voor het bereiden van huishoudelijk gebruikswater, maar niet van drinkwater.

In dit verband is het interessant te citeren uit de circu-

laire van 4 november 1966 van de VEWIN aan de bij haar aangesloten bedrijven betreffende de te volgen gedragslijn bij het toestaan van ontharders:

Behandeling van mede voor consumptie bestemd water

1. Indien het te behandelen water voor menselijke consumptie kan worden gebruikt, moet in de eerste plaats onderscheid worden gemaakt tussen onthardingsinstallaties met behulp van ionenwisseling enerzijds en toestellen door middel waarvan chemicaliën aan het water worden toegevoegd (onder andere fosfaatsluizen) anderzijds.

2. Indien het een aanvraag voor plaatsing van een onthardingsinstallatie (ionenwisselaar) betreft, moet zowel de aanvrager als — in een later stadium — de afnemer worden gewezen op de risico's die aan het in gebruik hebben en aan het bedienen van zulk een installatie zijn verbonden, alsmede op hun verantwoordelijkheid voor alle gevolgen vandien.

Een goede voorlichting is hier van groot belang.

3. Persisteert de aanvrager bij zijn wens de ionenwisselaar te plaatsen, dan zal het bedrijf nader moeten beslissen of het al dan niet toestemming zal geven.

Indien wél toestemming wordt gegeven ware ten overvloede zowel aan de aanvrager als aan de afnemer schriftelijk mede te delen dat het bedrijf geen aansprakelijkheid aanvaardt voor schade die aan de drinkwaterinstallatie mocht ontstaan of aan de gezondheid van de gebruikers mocht worden toegebracht als gevolg van het hebben en het gebruiken van het desbetreffende toestel.

De circulaire zegt vervolgens dat voor gebouwen waarin meer gezinnen wonen of andere mensen dan de eigenaar verblijven (flatgebouwen, kantoorgebouwen, hotels, ziekenhuizen etc.) de toestemming tot het plaatsen van waterbehandelingstoestellen steeds moet worden geweigerd.

Deze gedragslijn betekent dat aan het toepassen van ontharders van water voor consumptie zeer strenge beperkingen worden gesteld.

Bij centraal ontharden, dat wil zeggen door het waterleidingbedrijf zelf, zal het kalk of kalk-soda proces als regel het meest aangewezen zijn, zeker wanneer het water toch al wordt gecoaguleerd. Als de hardheid voornamelijk uit bicarbonaat hardheid bestaat, geldt dat des te meer omdat dan met toevoeging van slechts kalk $Ca(OH)_2$ kan worden volstaan en het proces nog goedkoper wordt.

In het geval dat het ruwe water niet behoeft te worden gecoaguleerd en de hardheid voornamelijk uit blijvende hardheid bestaat, zal men naast het kalk-soda procédé toepassing van een ionen-wisselaar moeten overwegen.

Voor industriële toepassing zal men geval voor geval moeten nagaan welke van de twee methoden het meest economisch is, c.q. of demineralisatie de voorkeur verdient. Hier gelden voor dat deel van het water dat als drinkwater wordt gebruikt dezelfde restricties als hiervoor bij huishoudelijk gebruik werden vermeld.

In alle gevallen zal men moeten nagaan wat het ontharden betekent voor het buizenet waardoor het water wordt getransporteerd. Bij centraal ontharden beslaat dat naast de binnenleidingen ook het gehele distributienet van het bedrijf. Behalve de invloed van kalkafzettingen

gen c.a. van niet onthard water moet aandacht worden besteed aan mogelijk oplossen van metalen door onthard water uit de materialen waaruit het leidingnet is opgebouwd. De vraag is dan tot welke hardheidsgraad onthard dient te worden. Dit komt in het volgende hoofdstuk uitvoeriger aan de orde. Eerst daarna kan op de vraag: „welk onthardingssysteem past men toe?” beter worden geantwoord.

Eerst dient nog te worden gewezen op een belangrijk facet van het centrale ontharden. De geprecipiteerde hoeveelheden CaCO_3 en Mg(OH)_2 vormen tezamen een slibmassa (sludge), die van tijd tot tijd moet worden opgeruimd. Bij waterleidingbedrijven van enige omvang kan het slibprobleem ongerief veroorzaken omdat het moeilijk is deze afval een bestemming te geven. Een deel van de kalk kan men gebruiken om zelf Ca(OH)_2 te vervaardigen. De rest moet worden opgeruimd, zo mogelijk nog nuttig worden gebruikt.

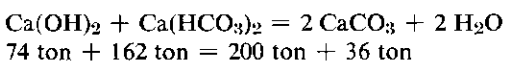
Het probleem wordt verzwaard doordat het vullen van terreinen met slib (lagooning) en het lozen op open water steeds minder aanvaard wordt. De hoofdfilterinstallaties van Chicago lozen dagelijks ongeveer 51 miljoen gallon (rond 200.000 m^3) „washwater and sludge” in Lake Michigan. Het is duidelijk dat Chicago's slibprobleem heel wat groter zou zijn als Lake Michigan niet vlak bij huis lag of wanneer het deponeren van slib op deze wijze niet was toegestaan.

Het afvoeren van slib naar rivieren waar benedenstrooms water door waterleidingbedrijven wordt onttrokken is niet erg zinvol. Men praat dit wel goed met de slogan „the solution to pollution is dilution”. Aan de „dilution” komt evenwel een eind.

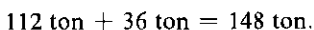
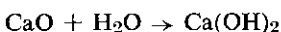
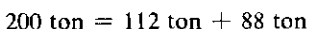
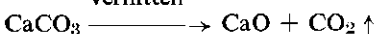
Als men in de nabijheid van zee is, kan men het slib daarin deponeren. Op de duur is ook dat waarschijnlijk niet zonder bezwaren.

Slib uitsluitend in de vorm van CaCO_3 kan men met behulp van bepaalde systemen verwerken tot zogenaamde pellets, kleine tamelijk harde bolletjes. Deze zijn vrij goed hanteerbaar en kunnen, als ze niet te veel verontreinigingen bevatten, als kunstmest worden toegepast. Zij leveren dan nog iets op zelfs. P. W. Doe vermeldt bijvoorbeeld*) dat in de 15 m g d (rond 70.000 m^3 per dag) Fylde Water Board's Broughton Treatment Plant de opbrengst over de periode juni tot oktober 1967 £ 674 bedroeg.

Zoals hiervoor reeds opgemerkt, kan men in een dergelijk geval een deel van de geprecipiteerde CaCO_3 weer gebruiken om Ca(OH)_2 te vervaardigen. Dit leidt tot de volgende berekening:



verhitten



Dit betekent, als men afziet van magnesium, dat 148 ton

*) British Waterworks Association Journal, Nov. 1968 number 446, p. 6.

Ca(OH)_2 wordt teruggewonnen terwijl slechts de helft, namelijk 74 ton nodig is. In werkelijkheid wordt niet 100 % teruggewonnen maar 90-95 %, zodat het teveel aan Ca(OH)_2 in plaats van 74 ton globaal 60 tot 65 ton t.o.v. 74 ton bedraagt.

Als regel zal het weinig voorkomen dat men alleen door ontharding veroorzaakt slib krijgt. Meestal is het een mengsel van slib en allerlei door de coagulatie mede verwijderde verontreinigingen. In zo'n geval geeft ontharden een vergroting van de hoeveelheid slib. Bij zeer hard water kan dat kwantitatief echter toch van betekenis zijn.

Naast de hiervoor genoemde methoden wordt slib in voorkomende gevallen ingedikt, door bezinking of centrifuge, geperst, verwerkt tot koeken door filtratie onder vacuum, chemisch behandeld en zelfs onderworpen aan een „freezing — thawing” procédé.

Ik zal niet op de technische aspecten ingaan; daarmee is een afzonderlijke Vakantiecursus te vullen. Voldoende zij hier op het probleem van de slibverwerking de aandacht te hebben gevestigd.

6. Wat is de meest gewenste hardheid en welk onthardingssysteem is te prefereren?

In het voorgaande is gewezen op de nadelen die aan hard water zijn verbonden. Echter ook zeer zacht water kan bezwaren opleveren; bijvoorbeeld door het oplossen van voor de gezondheid schadelijke metalen (Pb) uitleidingen. De vraag doet zich voor: wat is de meest geschikte hardheid die water onder normale omstandigheden dient te hebben, zodanig dat van de voordelen zoveel mogelijk wordt geprofiteerd en schadelijke gevolgen uitgesloten worden.

Met deze vraag houdt zich de Commissie Centrale Ontharding thans bezig.

Om een antwoord te kunnen geven, worden de volgende factoren onderzocht:

I. minimum grens

Hierbij spelen een rol:

- aantasting van leidingen: lood — koper — asbest cement — PVC — gietijzer c.q. staal en beton;
- wassen met zeep;
- smaak;
- industriële behoeften.

II. maximum grenzen

Hierbij moeten de volgende punten onder ogen worden gezien:

- boilers;
- geisers;
- wasmachines;
- afwasmachines;
- autowasmachines c a.;
- afzetting in kranen, keerkleppen, afsluiters;
- corrosie koperen buizen.

Over de genoemde factoren zijn maar fragmentarische gegevens beschikbaar. Globaal kan men zeggen dat een minimale bicarbonaathardheid van 4° D en een totale hardheid van 6° D vermoedelijk acceptabel is. Ten einde

de nadelen van hard water zoveel mogelijk te beperken zal de minimale hardheid tevens de meest gewenste hardheid zijn.

Bij de vraag naar de meest gewenste hardheid spelen tevens de kosten een rol. Daarbij gaat het niet alleen om de kosten die voor ontharding worden gemaakt, doch tevens om de besparingen die daarbij worden verkregen. Omdat de verschillende watersoorten die geleverd worden zeer uiteenlopen en ook de bewerkingsmethoden niet dezelfde zijn, is het moeilijk een kostenvergelijking op te zetten, vooral nu de gegevens die de Commissie Centrale Ontharding wil verzamelen nog ontbreken.

In Engeland zijn reeds een vijftigtal bedrijven die waterontharding toepassen. Volgens gegevens van de Water Research Association zouden de extra kosten voor waterontharden, indien coagulatie en sedimentatie reeds worden toegepast in het zuiveringsproces, rond 2,5 pence per 1,000 gallons bedragen, dat is rond 2 cent per m³. De totale kosten van coagulatie, sedimentatie en ontharding zijn gemiddeld 6,5 pence per 1,000 gallons, dat is 4,8 cent per m³.

Op de Wasserfachliche Aussprachetagung „Wassergüte“ van de DVGW en VGW in 1965 berekent dr. L. Gerb dat het ontharden volgens het kalkproces op 4,2-6,1 Pfennig per m³ komt, dat is rond 4 tot 5½ cent per m³. Volgens inlichtingen verstrekt door dr. Wolf namens de DVGW werd door deze Duitse vereniging enige jaren terug voor een dagverbruik van 25.000 m³ water berekend dat de kosten van ontharding 5 tot 8 Pfennig per m³ zouden zijn. Daarbij werd uitgegaan van toepassen van het kalksodaproces; bij ionenwisselaars liggen de kosten aanmerkelijk hoger.

Dit laatste hoeft overigens niet altijd het geval te zijn; onder speciale omstandigheden zijn ionenwisselaars voor centrale ontharding wel toegepast. In het algemeen zal echter toevoegen van chemicaliën voordeliger zijn.

Voor Nederlandse omstandigheden zullen de kosten van centrale ontharding per geval variëren. Ter bepaling van de gedachten neem ik aan dat de gemiddelde kosten in orde van grootte 5 cent per m³ zullen bedragen.

In Nederland wordt door de gezamenlijke drinkwaterbedrijven globaal 800 miljoen m³ water geleverd. Stel dat 75 % hiervan in aanmerking komt voor ontharding, zo bedragen daarvan de kosten jaarlijks:

$$0,75 \times 800.000.000 \times f 0,05 = f 30.000.000,—.$$

Bij 13 miljoen Nederlanders komt dat neer op rond f 2,50 per inwoner per jaar. Worden de kosten verhaald op de 75 % van de bevolking waarvoor het water wordt onthard, dan is het per inwoner rond f 3,— per jaar. (Zou deze raming 100 % te laag zijn, dan bedragen de kosten in de orde van grootte toch nog niet meer dan rond f 5,— per inwoner per jaar).

Men kan dit getal in de eerste plaats gaan vergelijken met de situatie die zou ontstaan wanneer ¾ van de bevolking d.i. rond 2½ miljoen gezinnen, individueel een waterontharder zou aanschaffen, even los van de verdere consequenties daaraan verbonden.

Gaat men uit van een zeer eenvoudig, niet automatisch werkend apparaat, dan zullen daarvan de kosten van aanschaf en installatie zeker op f 400,— mogen worden geschat. Daarmede is een investering gemoeid van totaal $2.500.000 \times f 400,— = f 1.000.000.000,—$. De jaarlijkse

kosten worden als men 7 % rente rekent en een afschrijvingstermijn van 10 jaar rond f 150.000.000,—.

Daarbij komt dan nog het jaarlijkse onderhoud, alsmede de exploitatiekosten.

Voorts is nog niet gerekend met de onthardingskosten voor industriële toepassing, welke bij centrale ontharding gedeeltelijk achterwege kunnen blijven.

Bij toepassen van huisontharders voor het vervaardigen van consumptiedrinkwater zouden volautomatische ontharders moeten worden geëist waarvan de kosten van installatie en aanschaf rond f 1500,— zullen zijn. De jaarlijkse kosten zouden dan meer dan f 500.000.000,— gaan bedragen. In zulk een geval zou het ontharden vermoedelijk als gevolg van de hoge kosten beperkte toepassing vinden.

Naast deze cijfers, die overigens slechts een orde van grootte aanduiden, wijs ik nog op de volgende aspecten. Bij centraal ontharden wordt één kwaliteit drinkwater vervaardigd: uit iedere aangesloten kraan komt dezelfde soort water. Het toepassen van ontharders „huis aan huis“ is echter volgens de thans geldende door de VEWIN verstrekte richtlijnen voor drinkwater slechts in bepaalde gevallen mogelijk. Op de kwaliteit van het water dat na behandeling uit de kraan komt, bestaat slechts beperkte controle, terwijl afhankelijk van de toegepaste ontharders het water anders van samenstelling zal zijn. Onder ongunstige omstandigheden kan het water nadelig voor de gezondheid zijn. Men moet zich afvragen of een dergelijke situatie, waarbij ontharders een uitgebreide toepassing zouden vinden, erg gelukkig is, ook al heeft men de aangeslotenen schriftelijk op de bezwaren gewezen.

Ionenwisselaars belasten daarnaast het huishoudelijk afvalwater met een niet te verwaarlozen hoeveelheid keukenzout; weliswaar mist men het slibprobleem van het centraal ontharden, maar dan ook alleen door toepassing van het principe „the solution to pollution is dilution“.

Keren wij terug tot de hiervoor gegeven cijfers. Deze zijn uit de aard der zaak globaal. Toch staat wel vast dat centraal ontharden aanzienlijk goedkoper is dan individueel ontharden, zelfs indien slechts een deel van de bevolking, zeg: een kwart, er toe zou komen zelf onthardingsapparaten aan te schaffen. De, zeer belangrijke, technische aspecten zijn hierbij nog buiten beschouwing gelaten.

Vergelijkt men de kosten van centraal ontharden op zichzelf met de verkregen besparingen door ontharden, dan slaat de schaal eveneens door naar centraal ontharden al valt dat moeilijk exact in cijfers weer te geven. Het Manual „Water Quality and Treatment“, van de American Waterworks Association, berekent in 1951 dat voor iedere dollar uitgegeven voor het centraal ontharden van water de consument aan zeep alleen al 3,75 dollars spaart. Een deel van de thans gebruikte zeep zijn synthetisch bereid, doch het is geen gewaagde veronderstelling dat de balans wat zeep betreft alleen al in het economische voordeel van centraal ontharden doorslaat. Daarnaast komen als economische voordelen al dan niet in geld te waarden:

geen ketelsteenafzettingen (industrie);

minder onderhoud, reparaties en mankementen aan boilers en geisers;

minder afzettingen op kranen, afsluiters, kleppen;

een beter produkt, onder meer door minder „viezigheid” bij het wassen, minder slijtage aan textiel. Wat betreft het onderhoud aan boilers en geisers verstrekte het gemeentelijk energiebedrijf te Dordrecht de volgende interessante gegevens.

bicarbonaat hardheid water in m.-eq./l	% vervanging binnenwerk per jaar	
	voor geisers	voor boilers
0	—	—
2	10	4
4	26	9
6	47	19
8	—	32
10	—	47

De kosten van vervanging van het binnenwerk van een boiler c.q. een geiser kunnen ruwweg worden gesteld op f 70,—.

Dat betekent dat bijvoorbeeld voor water met een bicarbonaathardheid van 4 m.-eq./l (d.i. ongeveer 11° D) de kosten per geiser jaarlijks $\frac{1}{4} \times f 70,— =$ rond f 20,— bedragen en per boiler f 7,— per jaar.

Deze getallen moet men vergelijken met de kosten voor centraal ontharden ad f 3,— per persoon per jaar, dit wil zeggen voor een gemiddeld Nederlands gezin f 10,— à f 15,— per jaar.

Men kan zich in het licht van deze cijfers de vraag stellen waarom het water in Nederland slechts zelden wordt onthard. Een duidelijke verklaring is hiervoor niet te geven. Wel zijn er enige moeilijkheden verbonden aan centraal ontharden:

1. het verrichten van relatief grote investeringen en een verhoging van de waterprijs;
2. de slibberging, als probleem van afval en ruimtelijke ordening;
3. het overschakelen in een bedrijf van hard naar zachter water;
4. het kunstmatig veranderen van de kwaliteit van het aangeboden water.

Ad 1

In de zich wijzigende maatschappij die technologisch met zulke reuzensprongen vooruitgaat, moeten de waterleidingbedrijven zorgen bij te blijven door water te leveren van uitstekende kwaliteit. Goed genoeg is niet voldoende. De prijsverhoging van het water door centraal ontharden (f 3,— per jaar per Nederlander) kan redelijkerwijs geen bezwaar zijn. De vereiste investeringen zijn niet zo hoog dat een financieel krachtig bedrijf deze niet zou kunnen dragen. De restricties welke in dit opzicht worden gesteld aan de overheidsbedrijven kunnen remmend werken; dit is een ongewenste situatie doch geen argument. Jaarlijks investeren de Nederlandse waterleidingbedrijven rond f 300.000.000,—. Men kan becijferen dat voor centraal ontharden in totaal een investering nodig zou zijn in orde van grootte gelijk aan het investeringsbedrag van de gezamenlijke Nederlandse waterleidingbedrijven van één jaar.

Ad 2

Het slibprobleem is hiervoor al aangesneden en blijft een lastige zaak voor een bedrijf. Een doorslaggevende factor mag het niet zijn; financieel is het dat zeker niet. Wellicht is het mogelijk het slib in „heuvels” op te slaan in het

kader van de aanleg van recreatiegebieden in Nederland waar men vaak gaarne een gevarieerd terrein heeft.

Ad 3

Dit moet onder strikt toezicht van competente chemici, zo mogelijk zeer geleidelijk, geschieden met het oog op ontregeling van de kwaliteit van het water of onvoorziene consequenties voor leidingnet en apparaten.

Ad 4

Indien men het gebruik van de particuliere ontharders niet wil verbieden, kan men zich afvragen:

geeft men de voorkeur aan een bedrijfszekere verandering in de kwaliteit van het water, onder centraal toezicht van de Volksgezondheidsinspectie en met de intensieve kwaliteitscontrole die de chemische diensten van de bedrijven uitvoeren;

of tolereert men een ontharder per aansluiting, zonder feitelijke controle op de kwaliteit van het verkregen water, met alle gevaren van dien.

Slot

Zoals reeds betoogd, zal voor het beantwoorden van de vraagstukken die samenhangen met het ontharden van water in Nederland allereerst het rapport moeten worden afgewacht van de KIWA commissie „Centrale Ontharding”.

Ik heb in deze voordracht getracht het terrein te verkennen, zonder al te veel in conclusies te treden. Toch tekent het beeld zich wel af.

Wanneer de tendens zich voortzet dat het publiek onthard water op prijs stelt, dan verdient het in de meeste gevallen centraal ontharden zeker de voorkeur. Dit is goedkoper en uit een oogpunt van volksgezondheid veiliger. De kosten kunnen redelijkerwijs geen bezwaar zijn.

Het is tijd dat de waterleidingbedrijven zich tezamen en stuk voor stuk op dit punt ernstig bezinnen.

Het gevaar bestaat namelijk dat men op een zeker moment achter de feiten aan komt te lopen.

Kaufmann, in de hiervoor vermelde KIWA-publikatie, noemt in dit verband een door Olson beschreven situatie omstreeks 1947 in de stad „Madison” in de Verenigde Staten waar water wordt gedistribueerd met 17,7° D hardheid. In 1947 waren er 9500 onthardingsapparaten in de huizen geïnstalleerd (op een totaal van 18-19.000 aansluitingen op het waterleidingnet). De investeringskosten daarvan bedroegen rond \$ 1.075.000,—. In 1940 had de stad een aanbod ontvangen voor een centrale onthardingsinstallatie voor \$ 750.000,—.

Tenslotte:

1. er spelen ook nog imponderabele factoren. In sommige streken waar zacht water is, plaatsen verbruikers toch een ontharder. Het is een „gadget” van de moderne maatschappij, een statussymbool (heeft u ook al een ontharder?). Ook bij centrale ontharding zal men trouwens ontharders voor bepaalde doeleinden blijven plaatsen, bijvoorbeeld voor wasserijen, industrieën etc. De ontharder (ionenwisselaar c.a.) behoudt dus een nuttige functie.

2. wij zagen dat men moet streven naar een optimaal gunstige hardheid, bijvoorbeeld 2 m.-eq. per liter (5° D). Dat betekent dat zeer zacht water opgehard zou moeten worden. Ontharden is daarom een niet zo goede naam. Ik zou voortaan liever willen spreken van conditioneren op hardheid.