

MINDER HARD MEER PROFIJT



RAPPORT

2014
46

MINDER HARD - MEER PROFIJT

RAPPORT

2014

46

ISBN 978.90.5773.663.6



COLOFON

UITGAVE Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer
Postbus 2180
3800 CD Amersfoort

BEGELEIDINGSCOMMISSIE

John Boogaard, PWN
Arjen Grent, Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier
Jarno de Jonge, Waterschap de Dommel
Bert Palsma, STOWA
Coert Petri, Waterschap Rijn en IJssel
Stephan van de Wetering, Brabant Water
Ignaz Worm, PWN
George Zoutberg, Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier

UITVOERDERS

Mirabella Mulder, Mirabella Mulder Waste Water Management

OMSLAGFOTO

"Kesselstein k" by Stefan Diller, D-Wuerzburg - fotografiert
von Stefan Diller (www.elektronenmikroskopie.info). Licensed under Creative
Commons Attribution-Share Alike 3.0 via Wikimedia Commons -
http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Kesselstein_k.jpg#mediaviewer/File:Kesselstein_k.jpg

DRUK Kruyt Grafisch Adviesbureau
STOWA STOWA 2014-46
ISBN 978.90.5773.663.6

COPYRIGHT De informatie uit dit rapport mag worden overgenomen, mits met bronvermelding. De in het rapport ontwikkelde, dan wel verzamelde kennis is om niet verkrijgbaar. De eventuele kosten die STOWA voor publicaties in rekening brengt, zijn uitsluitend kosten voor het vormgeven, vermenigvuldigen en verzenden.

DISCLAIMER Dit rapport is gebaseerd op de meest recente inzichten in het vakgebied. Desalniettemin moeten bij toepassing ervan de resultaten te allen tijde kritisch worden beschouwd. De auteurs en STOWA kunnen niet aansprakelijk worden gesteld voor eventuele schade die ontstaat door toepassing van het gedachtegoed uit dit rapport.

TEN GELEIDE

In de waterketen wordt steeds vaker en intensiever samengewerkt, geheel in de geest van het Bestuursakkoord Water. Veel voorbeelden hiervan liggen op het terrein van de gemeente en het waterschap. Dat drinkwaterbedrijven en waterschappen samen ook initiatieven kunnen ontplooiën, blijkt uit dit rapport.

In een deel van Nederland wordt zacht drinkwater gedistribueerd. Het grootste deel van Nederland krijgt “gemiddeld hard” of “hard” drinkwater. Drinkwater ontharden kost geld, maar levert ook voordelen op. Meer comfort en een lager energie- en wasmiddelengebruik voor de consument en lagere afvalwaterzuiveringskosten voor het waterschap. Hoe groot het voordeel precies is, hangt af van de winningslocatie en productie van het drinkwater, het gedrag van de consument en de specifieke omstandigheden van de rioolwaterzuiveringsinstallatie.

In dit rapport is de economische haalbaarheid van het ontharden van drinkwater bepaald voor de specifieke situatie van PWN en HHNK. Hiervoor zijn de benodigde kosten voor PWN in kaart gebracht. Daarnaast zijn de voordelen voor het waterschap en de burger op waarde geschat. Indien slechts 4% van de bevolking daadwerkelijk minder wasmiddelen gaat gebruiken, zijn de maatschappelijke baten al even hoog als de kosten!

Op andere locaties waar nu “gemiddeld hard” of “hard” water wordt geleverd, is het voordeel afhankelijk van de lokale situatie van de drinkwaterwinning en productie. Bij het doorrekenen van de kansrijke locaties blijkt dat indien meer dan 4% van de huishoudens de dosering van wasmiddelen verlaagt, de kosten- en energiebalans al gunstig is.

Deze resultaten geven voldoende aanleiding om kosten en baten van ontharden van drinkwater op lokale schaal uit te werken en op te pakken waar mogelijk. Het succes van een introductie van zacht drinkwater valt of staat bij de participatie van de consument. Daarvoor is een gerichte en effectieve bewustwordingscampagne nodig, waarbij watersector, consumentenplatforms en fabrikanten (van wasmachines en wasmiddelen) zijn betrokken.

Bij een daadwerkelijke succes kan op de kansrijke locaties (65% van Nederland) voor bijna 5 miljoen huishoudens, 56 m³ besparing en energiebesparing equivalent aan 50.000 huishoudens worden gerealiseerd!

Wij hopen dat dit rapport u inspireert en u verdere mogelijkheden voor een beter en goedkoper waterbeheer in Nederland verkent en implementeert.

Joost Buntsma
STOWA

DE STOWA IN HET KORT

STOWA is het kenniscentrum van de regionale waterbeheerders (veelal de waterschappen) in Nederland. STOWA ontwikkelt, vergaart, verspreidt en implementeert toegepaste kennis die de waterbeheerders nodig hebben om de opgaven waar zij in hun werk voor staan, goed uit te voeren. Deze kennis kan liggen op toegepast technisch, natuurwetenschappelijk, bestuurlijk-juridisch of sociaalwetenschappelijk gebied.

STOWA werkt in hoge mate vraaggestuurd. We inventariseren nauwgezet welke kennisvragen waterschappen hebben en zetten die vragen uit bij de juiste kennisleveranciers. Het initiatief daarvoor ligt veelal bij de kennisvragende waterbeheerders, maar soms ook bij kennisinstellingen en het bedrijfsleven. Dit tweerichtingsverkeer stimuleert vernieuwing en innovatie. Vraaggestuurd werken betekent ook dat we zelf voortdurend op zoek zijn naar de 'kennisvragen van morgen' – de vragen die we graag op de agenda zetten nog voordat iemand ze gesteld heeft – om optimaal voorbereid te zijn op de toekomst.

STOWA ontzorgt de waterbeheerders. Wij nemen de aanbesteding en begeleiding van de gezamenlijke kennisprojecten op ons. Wij zorgen ervoor dat waterbeheerders verbonden blijven met deze projecten en er ook 'eigenaar' van zijn. Dit om te waarborgen dat de juiste kennisvragen worden beantwoord. De projecten worden begeleid door commissies waar regionale waterbeheerders zelf deel van uitmaken. De grote onderzoekslijnen worden per werkveld uitgezet en verantwoord door speciale programmacommissies. Ook hierin hebben de regionale waterbeheerders zitting.

STOWA verbindt niet alleen kennisvragers en kennisleveranciers, maar ook de regionale waterbeheerders onderling. Door de samenwerking van de waterbeheerders binnen STOWA zijn zij samen verantwoordelijk voor de programmering, zetten zij gezamenlijk de koers uit, worden meerdere waterschappen bij één en het zelfde onderzoek betrokken en komen de resultaten sneller ten goede van alle waterschappen.

De grondbeginselen van STOWA zijn verwoord in onze missie:

Het samen met regionale waterbeheerders definiëren van hun kennisbehoeften op het gebied van het waterbeheer en het voor én met deze beheerders (laten) ontwikkelen, bijeenbrengen, beschikbaar maken, delen, verankeren en implementeren van de benodigde kennis.

BEGRIPPENLIJST

Term	Betekenis
CZV	Chemisch Zuurstof Verbruik
CED	Cumulative Energy Demand, dit is de LCA-benaming voor de impactanalyse methode om de GER-waarde te berekenen. De CED geeft de primaire energie weer, die benodigd is voor een hoeveelheid finaal product. Het gaat om de totale primaire energie die de productie van een stof vergt over de hele voorketen, waarbij alle energiestromen worden geteld, inclusief de chemische energie die is ingesloten in de ruwe materialen (de verbrandingswaarde).
Distributiepompstation	Een distributiepompstation distribueert drinkwater naar een leveringsgebied. Kenmerkend verschil met een drinkwaterproductiebedrijf is dat het geen proces zuivering kent. Een distributiepompstation ontvangt drinkwater van een drinkwaterproductiebedrijf, rechtstreeks of via het transportnet.
Drinkwaterproductiebedrijf	Een drinkwaterproductiebedrijf zuivert ruwwater, bijvoorbeeld duinwater, tot drinkwater. Kenmerkend zijn de volgende processen: zuivering, drinkwateropslag en drinkwatertransportpompen. Een drinkwaterproductiebedrijf distribueert drinkwater naar een leveringsgebied.
% Gedragsverandering consumenten	% van de consumenten wat daadwerkelijk minder wasmiddel gaat doseren conform de gebruiksaanwijzing op de wasmiddeletiketten
GER-waarde	Gross Energy Requirement, de bruto energie-inhoud van een stof, uitgedrukt in primaire energie, volgend uit een energieanalyse. Zie ook CED.
Hardheid	Water wordt hard of zacht genoemd afhankelijk van de concentratie kalk- en/of magnesiumzouten. De hardheid van water wordt uitgedrukt in graden. Eén graad hardheid (1°dH), volgens de Duitse standaard, betekent dat er in één liter water 10 milligram calciumoxide aanwezig is oftewel 0,178 mmol CaO.
Inwonerequivalent (i.e. 150 g TZV)	Maat voor de belasting van het afvalwater (verontreiniging) die een inwoner gemiddeld per dag produceert.
PACC	Om het kalkafzettend vermogen van het water te bepalen, werd een gestandaardiseerde kookproef ontwikkeld. Met deze kookproef wordt het Praktisch Afzetbare CalciumCarbonaat (PACCk) gemeten.
Primaire energie	Een energiehoeveelheid uitgedrukt in de vorm zoals wordt aangetroffen in de oorspronkelijk gewonnen energiedrager (bijv. steenkool, olie, aardgas en uranium).
RWZI	Rioolwaterzuiveringsinstallatie: installatie voor het zuiveren van gemeentelijk afvalwater
TACC90	Theoretisch Afzetbaar CalciumCarbonaat bij 90 °C
TACC10	Theoretisch Afzetbaar CalciumCarbonaat bij 10 °C

MINDER HARD - MEER PROFIJT

INHOUD

TEN GELEIDE

STOWA IN HET KORT

BEGRIPPENLIJST

1	INLEIDING	
1.1	Aanleiding	1
1.2	Doelstelling	2
1.3	Leeswijzer	4
2	ACHTERGRONDEN	5
2.1	Wat is hard water?	5
2.2	Huidige drinkwaterproductie	5
2.3	Voor- en nadelen van ontharding van drinkwater	7
2.3.1	De consument	7
2.3.2	Milieuaspecten	9
2.4	Invloed van dieper ontharden op de rioolwaterzuivering	10
3	UITGANGSPUNTEN	12
3.1	Dieper ontharden drinkwater	12
3.2	Consumentengedrag	13
3.2.1	Energieverbruik opwarming water	13
3.2.2	Minder gebruik wasmiddel	13
3.3	Invloed dieper ontharden op de RWZI	14
4	BEREKENINGEN	16
4.1	Financiële aspecten	16
4.2	Energieverbruik	16
5	CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN	18
5.1	Conclusies	18
5.2	Aanbevelingen	19
	REFERENTIES	21
	BIJLAGEN	21
	1. Dosering en CZV-waarden van wasmiddelen	23
	2. Uitwerking casestudie PWN-HHNK	25

1

INLEIDING

1.1 AANLEIDING

De drinkwaterbedrijven hebben sinds de jaren negentig een forse inspanning geleverd om het drinkwater centraal te ontharden (zie figuur 1). In de huidige situatie wordt circa 50% van het drinkwater onthard tot zacht of gemiddeld drinkwater. "Zacht" drinkwater wordt anno 2012 geleverd aan circa 20% van de huishoudens en bedrijven in Nederland. Tien procent van het gedistribueerde drinkwater is in 2012 "hard" drinkwater. Het overige gedistribueerde drinkwater is in 2012 van een "gemiddelde kwaliteit" qua hardheid (KWR, 2010). Technieken die momenteel gebruikt worden om het drinkwater centraal te ontharden zijn nanofiltratie, omgekeerde osmose, ionenwisselaars en dosering van natronloog of kalkmelk in spaarbekkens of in korrelreactoren. Dosering van kalkmelk of natronloog kan alleen de hardheid van het drinkwater verlagen, de overige technieken verwijderen ook zouten, kleur en andere componenten.

Als de drinkwaterbedrijven zachter water leveren, dan heeft dit voordelen voor de huishoudens en bedrijven in Nederland. Zowel financieel als qua comfort. Verwarmingselementen van apparaten verkalken minder waardoor het aardgas- en elektriciteitsverbruik daalt. De vaat blinkt mooier. In badkamers ontstaat minder kalkaanslag en het is makkelijker te verwijderen. Bovendien zijn in zachter water zepen effectiever. Hierdoor kan minder wasmiddel gedoseerd worden voor het wassen van textiel.

Door drinkwater centraal dieper te ontharden naar de categorie "zacht", kan er minder wasmiddel worden gedoseerd conform de gebruiksvoorschriften op de wasmiddelen. In welke mate dit het geval is hangt af van het type wasmiddel. Volgens een STOWA-onderzoek uit 1998 wordt 13% van het zuurstofverbruik in het afvalwater op de RWZI veroorzaakt door wasmiddelen vanuit huishoudens (STOWA 98-40). Indien huishoudens dus daadwerkelijk minder wasmiddelen gebruiken als zij zacht drinkwater geleverd krijgen, daalt het zuurstofverbruik op de RWZI. Hierdoor verbruikt het zuiveringsproces minder energie en wordt er minder slib geproduceerd. Wasmiddelen en zuiveringsprocessen zijn veranderd sinds 1998. De vraag is in welke mate dit het geval is en of de aannamen uit 1998 nog juist blijken te zijn ten aanzien van de zuurstofvraag van wasmiddelen in het influent van RWZI's in Nederland en de invloed hiervan op de zuiveringsprocessen.

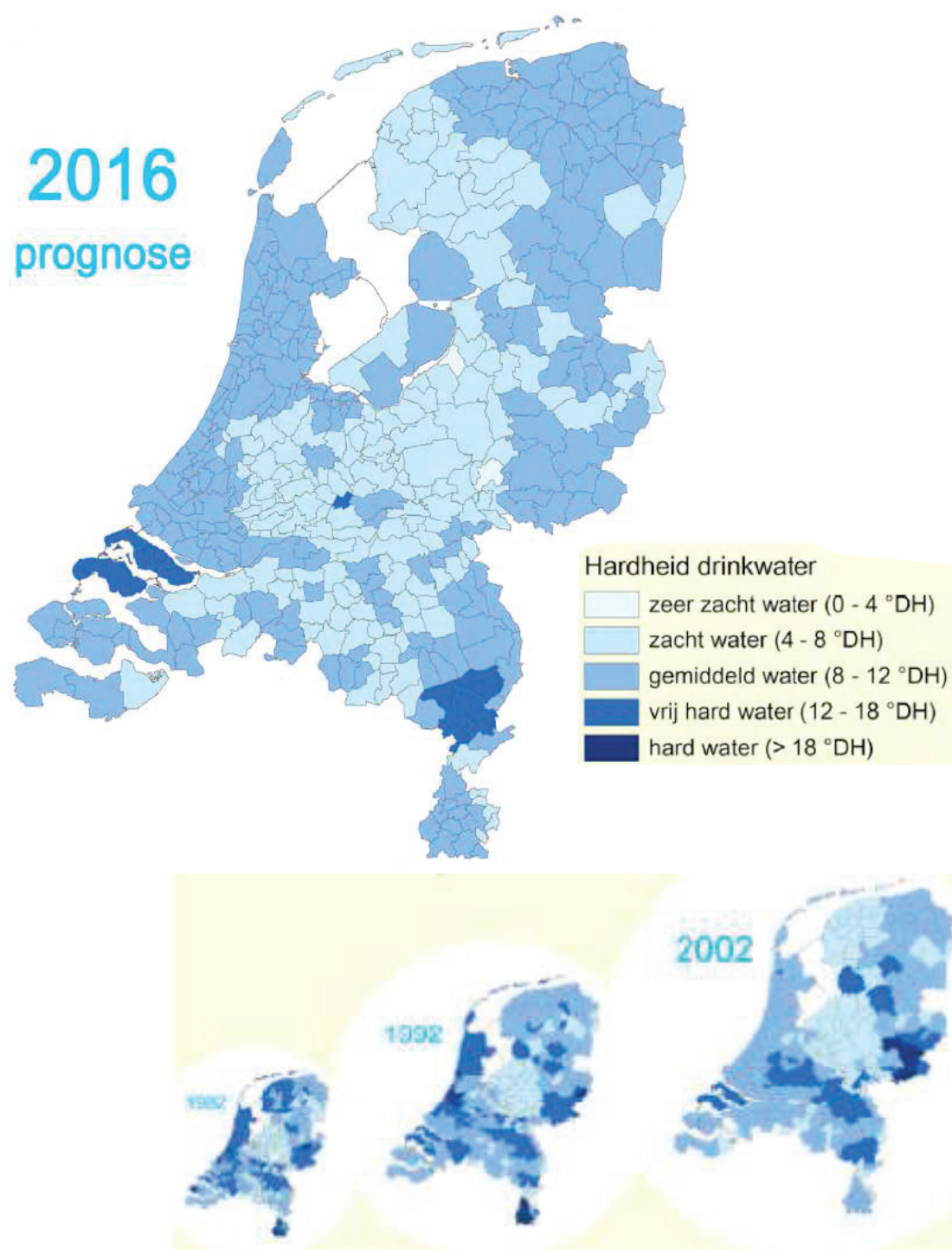
Zoals hiervoor genoemd, levert een centrale verlaging van de hardheid kostenbesparing op bij huishoudens en bedrijven, door minder energieverbruik en een langere leeftijd van apparaten die water verwarmen. Ook deze vermeende voordelen zullen op hun merites moeten worden beoordeeld o.a. in het kader van het Bestuursakkoord Water, waarin partijen in de waterketen kostenbesparende mogelijkheden onderzoeken en realiseren om samen te werken.

1.2 DOELSTELLING

Het doel van deze studie is om de voor- en nadelen van het centraal dieper ontharden van drinkwater tot “zacht water” in kaart te brengen voor de Nederlandse situatie. Hiervoor zal worden ingeschat, welke inspanning door de drinkwaterbedrijven moet worden geleverd om in geheel Nederland zacht drinkwater te leveren. Deze inspanning zal worden vergeleken met de voor- en nadelen voor de consument en de waterketen. Deze zaken zullen in kaart worden gebracht zowel op het gebied van kosten als milieu-impact.

Deze studie is een verkenning naar de mogelijkheden en de voor- en nadelen van de levering van zacht drinkwater in Nederland aan huishoudens en bedrijven. Het doel van deze studie is niet om specifieke uitgangspunten aan te leveren voor lokale drinkwaterbedrijven en/of leveringsgebieden. Het rapport biedt hier wel handvaten voor in de vorm van berekeningswijzen en uitgangspunten. Hiervoor is een voorbeeldcase voor de situatie PWN-HHNK uitgewerkt. In deze casus wordt de winst geïdentificeerd door levering van zacht drinkwater door PWN in plaats van drinkwater met een gemiddelde hardheid.

FIGUUR 1 VERDELING HARDHEID DRINKWATER OVER NEDERLAND IN 2016 TEN OPZICHTE VAN 1982, 1992 EN 2002 (BRON KWR)



1.3 LEESWIJZER

In hoofdstuk 2 wordt ingegaan op de achtergronden van deze studie. In dit hoofdstuk wordt het begrip hard water nader gedefinieerd en worden de voor- en nadelen van ontharding van drinkwater onder de loep genomen voor de drinkwaterbedrijven en de burger. Daarnaast wordt in dit hoofdstuk beschreven wat de invloed kan zijn van centrale ontharding op de zuiveringsprocessen in RWZI's in Nederland.

In hoofdstuk 3 worden de uitgangspunten en aannamen samengevat voor de berekeningen ten aanzien van kosten en primair energieverbruik. In dit hoofdstuk wordt ingegaan op de aanpassingen, die nodig zijn in de productie van drinkwater om het drinkwater verder te ontharden naar de categorie "zacht water". Daarnaast worden voor- en nadelen van de diepere ontharding voor de consument en de RWZI gekwantificeerd.

In hoofdstuk 4 wordt berekend wat de financiële kosten en baten zijn van het centraal dieper ontharden en de invloed op het primaire energieverbruik, gebaseerd op de informatie gepresenteerd in hoofdstuk 2 en de uitgangspunten in hoofdstuk 3.

De conclusies en aanbevelingen worden samengevat in hoofdstuk 5.

Op basis van de uitgangspunten gepresenteerd in dit rapport is tevens een casestudie uitgevoerd naar de situatie van drinkwaterbedrijf PWN en het Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier. De uitwerking van deze case is opgenomen in bijlage 2.

2

ACHTERGRONDEN

2.1 WAT IS HARD WATER?

De hardheid is de hoeveelheid kalk, die erin het water zit in de vorm van calcium en magnesium. In Nederland wordt de waterhardheid uitgedrukt in Duitse hardheid (in deutsche Härte, dH, °dH, of D °). Een Duitse Hardheidsgraad komt overeen met 10 mg CaO/l oftewel 0,178 mmol CaO per liter. Waterleidingbedrijven hanteren de indeling zoals weergegeven in tabel 2.1.

TABEL 2.1

HARDHEIDSKLASSE DRINKWATER

Hardheidsklasse	Duitse Hardheidsgraden (dH)	mmol/l
Zeer zacht water	< 4	≤ 0,7
Zacht water	4 – 8	0,7 – 1,4
Gemiddeld water	8 – 12	1,4 – 2,1
Hard water	12 – 18	2,1 – 3,2
Zeer hard water	> 18	≥ 3,2

Als er in de bodem van een waterwingebied veel calcium en magnesium voorkomt, is het opgepompte water van nature hard. In 1970 is de eerste onthardingsinstallatie in Ridderkerk in gebruik genomen, waarmee het water onthard werd tot 2-3 mmol/l (11-17 dH). De Commissie Centrale Ontharding van KIWA beveelt al in 1971 aan om centrale ontharding van drinkwater toe te passen. Tot 1984 is ontharding tot 1,5 mmol/l (8,4 dH) echter niet toegestaan, vanwege twijfels over gezondheidsaspecten van onthard water voor de consument.

De WHO heeft zich uitgebreid gebogen over het belang van de inname van calcium en magnesium via drinkwater. Over het algemeen is aangetoond dat calcium voor de volksgezondheid van belang is. De wetenschappelijke literatuur meldt tegenstrijdige resultaten over het mogelijk beschermende effect van hard water voor hart- en vaatziekten. In Nederland is de bijdrage aan de totale inname van calcium en magnesium via drinkwater beperkt. Wanneer ook leef- en eetgewoonten worden meegenomen, blijkt in Nederland geen relatie tussen de totale hardheid van water en het voorkomen en voorkomen van hart- en vaatziekten te kunnen worden aangetoond. Deze conclusie is getrokken uit een grootschalig epidemiologisch onderzoek uitgevoerd onder ruim 120.000 Nederlanders uit verschillende delen van het land, die gedurende tien jaar zijn gevolgd (KWR, 2013; RIVM, 2010).

2.2 HUIDIGE DRINKWATERPRODUCTIE

In 2012 werd in Nederland 1136 miljoen m³ drinkwater geproduceerd door 10 verschillende drinkwaterbedrijven (Benchmark drinkwaterbedrijven 2012). De leveringsgebieden van deze drinkwaterbedrijven zijn weergegeven in figuur 2.

FIGUUR 2 LEVERINGSGBIEDEN DRINKWATERBEDRIJVEN IN NEDERLAND (BENCHMARK DRINKWATERBEDRIJVEN 2012)



In 2016 zal de verdeling van verschillende klassen drinkwater naar verwachting als volgt zijn (bron REWAB-database en KWR 2010):

- circa 25%: “zacht water” (< 1,4 mmol/l);
- nog eens circa 25% valt net niet in de categorie “zacht water” en heeft een hardheid van circa 1,5 mmol/l¹;
- circa 45%: “gemiddelde kwaliteit” (< 2,1 mmol/l);
- circa 5%: “hard water” (< 3,2 mmol/l).

De geografische verdeling van deze verschillende kwaliteiten drinkwater in 2016 is weergegeven in figuur 1.

Om deze leveringen te bereiken zal circa 60% van het drinkwater onthard worden (bron REWAB-database en KWR 2010). Met name indien hier natronloog of kalkmelk voor gebruikt wordt, is het relatief eenvoudig om dieper te ontharden door een hogere dosering. In het geval van nanofiltratie, omgekeerde osmose of ionenwisselaars is dit over het algemeen niet mogelijk zonder aanvullende investeringen.

2.3 VOOR- EN NADELEN VAN ONTHARDING VAN DRINKWATER

2.3.1 DE CONSUMENT

De belangrijkste voordelen van minder hard drinkwater liggen bij de consument in de vorm van:

- 1 Efficiënter gebruik van wasmiddelen en vaatwasmiddelen.
- 2 Minder en eenvoudiger te verwijderen kalkaanslag in de keukens, de badkamer en het toilet.
- 3 Minder kalkaanslag op verwarmingselementen van CV-ketels, boilers, wasmachines, waterkokers, etc., waardoor het energieverbruik voor het opwarmen van water gereduceerd wordt, de onderhoudskosten lager zijn en de levensduur langer is.
- 4 Minder vliesjes in de thee.

Ad 1 en 2 Door zachter water zou de consument minder reinigingsmiddelen en wasmiddelen hoeven te gebruiken. Minder reinigingsmiddelen vanwege minder kalkaanslag aan het sanitair en minder wasmiddelen vanwege de hogere waskracht per gram wasmiddel. Ten aanzien van reinigingsmiddelen blijkt dat het gebruik van deze middelen nagenoeg onafhankelijk is van het aantal personen in een huishouden en dat gebruiksvoorschriften niet worden opgevolgd. Gemiddeld bedraagt de bijdrage van reinigingsmiddelen in de woning 1,5% van de totale zuurstofbehoefte van afvalwater naar een RWZI (STOWA 98-40). Antikalkreinigers zijn hier een beperkt onderdeel van. Vermindering van deze middelen is daarom verwaarloosbaar qua invloed op de zuurstofbehoefte van afvalwater. Voor vaatwasmiddelen kan bij zachter water minder zout worden gedoseerd, maar conform opgave van producenten gebruikt het overgrote deel van de consumenten een all-in-one vaatwastablet, waarin al zout zit. De hardheid van het water speelt voor de consument hier dus geen rol. Wel voor de producent. Wellicht is er een samenwerking te vinden tussen producenten van vaatwasmiddelen en de waterketenpartners om een vaatwastablet te ontwikkelen die gericht is op zacht water.

1 Deze verdeling is gebaseerd op de situatie anno 1 januari 2014, waarin PWN nog geen diepere ontharding toepast. Per 1 januari 2015 heeft PWN het voornemen om het drinkwater te ontharden tot < 1,4 mmol/l (zie uitwerking casestudie bijlage 2). PWN produceert circa 8% van het Nederlandse drinkwater.

In 1998 is berekend dat 13% van de totale zuurstofbehoefte van afvalwater naar de RWZI is toe te schrijven aan wasmiddelen (STOWA 98-40). Een mindere dosering van wasmiddel zou hierdoor invloed kunnen hebben op het zuiveringsproces. Door de vermindering van het gebruik van wasmiddelen is minder beluchtingsenergie nodig en wordt minder slib geproduceerd in de RWZI. Wasmiddelen zijn sinds 1998 qua samenstelling sterk veranderd. In deze studie zijn daarom de uitgangspunten ten aanzien van de zuurstofbehoefte van wasmiddelen en het huidige gebruik van wasmiddelen ten opzichte van 1998 herijkt en is de invloed hiervan op het zuiveringsproces doorgerekend (zie paragraaf 3.3).

Het gedrag van de consument is bepalend voor de mate waarin bovengenoemde voordelen optreden. Als de consument dezelfde hoeveelheid wasmiddelen blijft doseren, is er nauwelijks besparing in de waterketen. PWN heeft recent onderzoek gedaan naar de bereidwilligheid van consumenten om minder wasmiddel te doseren. Hieruit komt naar voren dat maximaal 25% waarschijnlijk minder wasmiddel gaat gebruiken als het water zachter wordt (PWN, 2014). Omdat niet duidelijk is hoeveel mensen dit daadwerkelijk gaan doen, zal op de deelname vanuit de consumenten een gevoeligheidsanalyse worden uitgevoerd variërend van 5% deelname tot 25% deelname (zie hoofdstuk 4).

Ad 3 Kalkafzetting (de vorming van ketelsteen oftewel calciumcarbonaat) treedt vooral op bij verwarming van water. Dit komt doordat de oplosbaarheid van calciumcarbonaat lager is bij hogere temperaturen. Dit effect wordt nog versterkt doordat de reactiesnelheid hoger is bij hoge temperaturen. Kalkafzetting kan op basis van de volgende parameters in kaart worden gebracht:

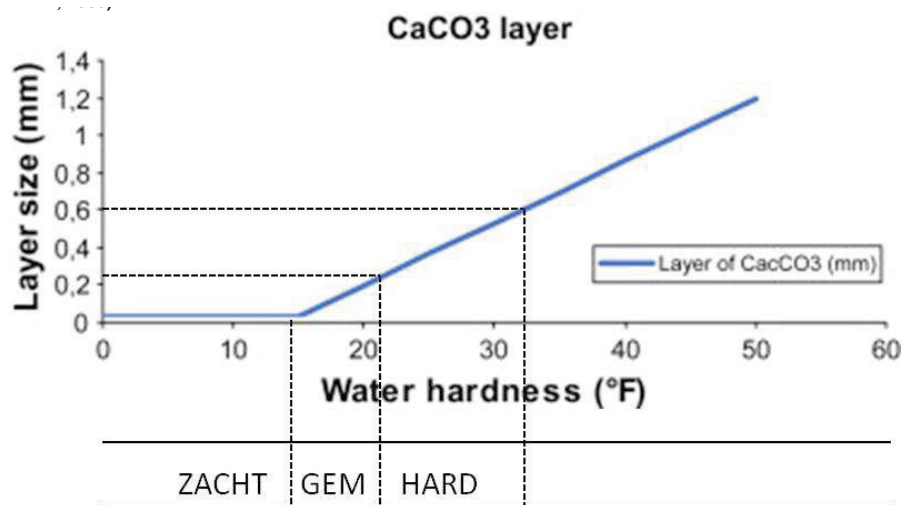
- PACC (Praktisch Afzetbaar CalciumCarbonaat)
- TACC90 (Theoretisch Afzetbaar CalciumCarbonaat bij 90 °C)
- TACC10 (Theoretisch Afzetbaar CalciumCarbonaat bij 10 °C)

Over het algemeen geldt dat bij een $TACC_{90} < 0,6$ mmol/l en een $PACC < 0,2$ mmol/l problemen met kalkafzetting niet of nauwelijks zijn te verwachten (KIWA, 2000; KWR 2013).

Van Bruggen et al hebben in 1999 een verband gelegd tussen de hoeveelheid kalkafzetting op verwarmingselementen en de waterhardheid. Het verband hiertussen is weergegeven in figuur 3.

FIGUUR 3

VERBAND TUSSEN KALKAFZETTING EN DE WATERHARDHEID (BEWERKT; VAN BRUGGEN ET AL, 2009)



Van Bruggen concludeert dat bij gebruik van zacht water geen kalkafzetting meer plaatsvindt. Dit komt overeen met de conclusies van KWR (2013). In het onderzoek van Van Bruggen is tevens bekeken wat de invloed van kalkafzetting is op het extra energieverbruik van huishoudens en bedrijven die verwarmd worden met aardgas of elektriciteit: dit bedraagt 10% per mm kalkaanslag. Dit betekent dat de besparing voor de Nederlandse situatie klein is als zachter water wordt geleverd. Slechts 5% van het drinkwater in 2016 zal nog “hard” zijn (zie paragraaf 2.2). Dit leidt conform figuur 3 tot maximaal 6% reductie van het energieverbruik voor deze kleine hoeveelheid (geen vorming van 0,6 mm kalkaanslag). Circa 45% van het drinkwater dat geleverd wordt in 2016 valt in de categorie “gemiddeld”. Voor deze categorie kan een maximale energiebesparing worden behaald van 2,5 % (zie figuur 3: maximale reductie van kalkaanslag bedraagt 0,25 mm).

2.3.2 MILIEUASPECTEN

In deze case zullen niet alleen de kosten en baten in de waterketen in financiële zin worden bepaald, maar ook de invloed van ontharding op het primaire energieverbruik in de waterketen. Hiervoor zal de energiebehoefte in de vorm van fossiele brandstoffen zoals elektriciteit en aardgas worden bepaald en de energie die nodig is voor het produceren van wasmiddel en benodigde hulpstoffen zoals natronloog en polymeer in de waterketen.

Een belangrijk milieuaspect, dat beïnvloed kan worden door ontharding, is de afgifte van de zware metalen koper en lood door waterleidingen. Beide metalen komen beter in oplossing bij een lagere pH. De toepassing van lood in drinkwaterleidingen is verboden sinds 1955 en komt nog maar op zeer beperkte schaal voor. Koper wordt tot op heden echter zeer veel toegepast, als materiaal zodanig en als legering met nikkel of zink. Koperafgifte door waterleidingen leidt tot verhoogde gehalten koper in huishoudelijk afvalwater. Op de rioolwaterzuivering wordt dit gedeeltelijk verwijderd met het zuiveringsslib. Dit zuiveringsslib kan, onder andere vanwege het hoge koper- en zinkgehalte, niet worden afgezet in de landbouw en wordt daarom volgens de vigerende wetgeving in Nederland verbrand. De assen vanuit deze verbranding worden nuttig toegepast. Een lager gehalte aan metalen bevordert deze nuttige toepassing. Via de effluenten van RWZI's en riooloverstorten komt koper in het milieu terecht. Het kopergehalte in Nederlands oppervlaktewater is op veel locaties boven de hieraan gestelde grenswaarden, waardoor verstoring van het aquatisch milieu optreedt. Naast effluenten van RWZI's en riooloverstorten zijn landbouw en luchtvervuiling belangrijke bronnen (KWR, 2013).

De verlaging van de hardheid van het water zorgt indirect voor een stijging van de pH, waardoor het koperoplossend vermogen van de drinkwaterleidingen afneemt. De verlaging in koperemissie kan oplopen door invoering van centrale ontharding tot 30% (Hofman, 2006). In 1999 is door PWN een forse winst gerapporteerd op de vermindering van de hoeveelheid koper in het drinkwater. Het gemeten theoretisch koperoplossend vermogen is met invoering van een diepere ontharding tot gemiddeld 1,5 mmol/l ongeveer gehalveerd, waardoor de hoeveelheid koper in het drinkwater met 25% is verminderd. De verminderde koperafgifte door waterleidingen is ook waargenomen in een afname van de kopergehalten in het zuiveringsslib en het effluent van de RWZI's. Deze is in het geval van PWN met 16% gedaald (Kiwa 2000). Voor Brabant Water is na de invoering van centrale ontharding een daling van 25% waargenomen in de kopergehalten in het zuiveringsslib van RWZI Den Bosch (verlaging van de hardheid van 2,2 mmol/l naar 1,7 mmol/l; Royal Haskoning, 2011). In andere cases van Brabant Water, Dunea en WML worden minder grote dalingen gerapporteerd: in de ordegrrootte van 10%. Of deze dalingen veroorzaakt worden door de invoering van de centrale ontharding

wordt in deze gevallen betwijfeld, gezien de grote variatie van $\pm 50\%$ van koper in influenten en zuiveringsslibben (bron: persoonlijke communicatie contactgroep centrale ontharding).

Waternet heeft in 2010 een massabalans voor emissie van koper naar het watermilieu opgesteld. Hieruit blijkt dat een significante bijdrage van de kopervracht in het influent van RWZI's afkomstig is van huishoudens (circa 65%). Dit wordt niet alleen veroorzaakt door koperen leidingen, maar ook door het gebruik van persoonlijke verzorgingsproducten en voedselname. Dit beeld komt overeen met landelijke cijfers op basis van de emissieregistratie. De belangrijkste emissieroute naar het watermilieu is in Amsterdam de overstort van ongezuiverd afvalwater vanuit het riool en effluenten van de RWZI's (Waternet, 2014). Het percentage aan koperemissies vanuit steden en landelijke gebieden via de afvalwaterketen verschilt sterk. In Amsterdam is er relatief veel koperemissie vanuit overstorten vanuit het riool, terwijl dit in landelijke gebieden zeer beperkt is. In Amsterdam is de aanpak van overstorten zeer effectief om de koperemissies naar het watermilieu te verlagen. Diepere ontharding van drinkwater van waarden $< 1,8 \text{ mmol/l}$ naar waarden $< 1,5 \text{ mmol/l}$ leidt over het algemeen niet tot substantiële emissieverlaging van koperemissies naar het watermilieu (KNW, 2014).

Verlaging van de koperemissie treedt op in een aantal gevallen waarin de hardheid van het drinkwater flink wordt teruggebracht (van $> 2,5$ à $3,0 \text{ mmol/l}$ naar $< 1,5$ - $1,7 \text{ mmol/l}$). Dit is echter niet bij alle verlagingen van hardheid in dezelfde mate geconstateerd. Bij een relatief kleine verlaging van de waterhardheid treden over het algemeen nauwelijks effecten op. In 2016 is minder dan 5% van het drinkwater dat geleverd wordt van harde kwaliteit ($> 2,1 \text{ mmol/l}$). Na 2016 worden daarom verwaarloosbare effecten verwacht ten aanzien van de vermindering van de aanvoer van koper.

2.4 INVLOED VAN DIEPER ONTHARDEN OP DE RIOOLWATERZUIVERING

Als huishoudens en bedrijven zacht drinkwater krijgen aangeleverd, kan dit invloed hebben op het zuiveringsproces. Deze invloed kan bestaan uit:

- 1 Minder zuurstofvraag en slibproductie doordat minder was- en reinigingsmiddelen worden gebruikt door de consument.
- 2 Verlaging van het kopergehalte in het geproduceerde effluent en slib
- 3 Vermindering van de hoeveelheid aanwezige kalkionen in het afvalwater. Dit heeft mogelijk op de nitrificatie en de ontwaterbaarheid van slib.

Ad 1 De consument gebruikt naar verwachting niet minder vaatwas- en reinigingsmiddelen, maar kan wel aangespoord worden tot het gebruik van minder wasmiddelen (zie paragraaf 2.3.1).

Ad 2 Ten aanzien van de vermindering van de aanvoer van koper worden na 2016 verwaarloosbare effecten verwacht (zie paragraaf 2.3.2).

Ad 3 Door het zachter worden van het water zijn minder tweewaardige positieve ionen zoals calcium in het afvalwater aanwezig. Dit kan het kalk-koolzuurevenwicht beïnvloeden waardoor de stikstofverwijdering minder optimaal verloopt en de ontwaterbaarheid van het zuiveringsslib verslechtert. Effecten op de stikstofverwijdering door levering van zachter drinkwater zijn tot op heden niet aangetoond. Waarschijnlijk spelen andere omstandigheden zoals ontwerp, procesvoering en belasting een grotere rol.

Volgens recent onderzoek wordt de ontwatering van slib wel beïnvloed door aanwezigheid van tweewaardige positieve ionen zoals magnesium en calcium in combinatie met een hoge fosfaatconcentratie. De fosfaatconcentratie in ontwaterd slib neemt in Nederlandse RWZI's toe door de invoering van biologische defosfatering vanaf begin 2000. Ook neemt door toenemende ontharding de hoeveelheid calcium in het water af. Beide effecten kunnen leiden tot een minder efficiënt aanhechting van polymeer en een lagere ontwaterbaarheid. Hierdoor stijgt het polymeerverbruik en daalt het drogestofgehalte van het ontwaterde slib, wat hogere kosten met zich mee brengt ten aanzien van de verwerking en afzet van het ontwaterde slib van RWZI's.

In de afgelopen jaren is er een enorme inspanning verricht door de drinkwaterbedrijven om de waterhardheid te verlagen. Of dit heeft geleid tot een slechtere ontwaterbaarheid of dat andere factoren hiervoor verantwoordelijk zijn, blijft de vraag. Genoemd worden bijvoorbeeld ook de invoering van de biologische fosfaatverwijdering en de verminderde aandacht voor de slibontwatering. Ook blijkt de keuze en de kwaliteit van het polymeer en de aanmaak en rijping van grote invloed zijn op de prestaties van de slibontwatering (STOWA 2014-08). Voor dit onderzoek kan niet ingeschat worden of een relatief kleine extra verlaging van de hardheid invloed heeft op reeds verslechterde ontwaterbaarheid. Vooralsnog wordt hier niet van uitgegaan.

3

UITGANGSPUNTEN

3.1 DIEPER ONTHARDEN DRINKWATER

Op basis van de informatie uit de voorgaande hoofdstukken is ingeschat dat na 2016 circa 65% van het gedistribueerde drinkwater kan voldoen aan de kwaliteit “zacht water” op basis van :

- 25% van het drinkwater is in 2016 zacht (< 1,4 mmol/l)
- 25% van het drinkwater kan dieper onthard worden van 1,5 mmol/l naar 1,4 mmol/l
- 15% van het drinkwater kan dieper onthard worden van 1,6 mmol/l naar 1,4 mmol/l

Vanuit een worst case benadering is ervoor gekozen, dat de diepere ontharding plaats vindt door extra dosering van natronloog. Hierbij wordt ervan uitgegaan dat er geen extra investeringen hoeven te worden gedaan, gezien de beperkte benodigde aanvullende dosering. Omdat het over een kleine hoeveelheid extra loog gaat, zijn overige effecten zoals extra afvalproductie in de vorm van calciumslib of pellets en pompenergie verwaarloosbaar ten opzichte van de kosten en milieu-impact voor natronloog². De uitgangspunten voor de berekening voor het dieper ontharden van het drinkwater zijn samengevat in tabel 3.1. Voor de totale kosten wordt vanuit een worst case benadering rekening gehouden met een post onvoorzien van 15% voor o.a. transport van natronloog en overige kleine kostenposten zoals afvalproductie, pompenergie etc..

TABEL 3.1 UITGANGSPUNTEN DIEPER ONTHARDEN DRINKWATER

Onderwerp	Hoeveelheid	Kosten	Primair energieverbruik
Verlaging 1,5 naar 1,4 mmol/l voor 25% van de totale drinkwaterproductie			
Te behandelen hoeveelheid drinkwater	284 miljoen m ³ /jaar	Nvt	nvt
Gewenste hardheidverlaging	0,10 mmol/l	Nvt	nvt
Extra jaarlijkse dosering natronloog (50%) ⁽¹⁾	1780 m ³	€ 260,-/ m ³ ⁽²⁾	17,4 GJ _p /m ³ ⁽³⁾
Verlaging 1,6 naar 1,4 mmol/l voor 15% van de totale drinkwaterproductie			
Te behandelen hoeveelheid drinkwater	170 miljoen m ³ /jaar	Nvt	nvt
Gewenste hardheidverlaging	0,20 mmol/l	Nvt	nvt
Extra jaarlijkse dosering natronloog (50%) ⁽¹⁾	2133 m ³	€ 260,-/ m ³ ⁽²⁾	17,4 GJ _p /m ³ ⁽³⁾

⁽¹⁾ Gebaseerd op een dosering van 0,000052 m³ natronloog 50%/mol voor verlaging van de totale hardheid met 0,1 mmol/l en een inefficiëntie van 20% door aanwezige CO₂ in het water (persoonlijke communicatie Ignaz Worm)

⁽²⁾ Gebaseerd op een soortelijk gewicht van 1530 kg/m³ en een prijs van € 170/ton 50% natronloog; te vermeerderen met een 15% opslag voor extra natronloogtransporten, afvalproductie, pompenergie c.a.

⁽³⁾ Gebaseerd op een soortelijk gewicht van 1530 kg/m³ en GER-waarde van 11,4 GJ_p/ton 50% natronloog inclusief transport (STOWA 2012-06 en STOWA 2012-30)

Bovenstaande betekent dat 65% van al het drinkwater in 2016 in de categorie “zacht water” valt. Voor de overige 35% zijn (ingrijpende) investeringen nodig voor verdere verlaging van de hardheid van het drinkwater. Hiervoor zal geïnvesteerd moeten worden in extra onthardingsinstallaties. Ook dit scenario is indicatief bepaald. Het veranderen van consumentengedrag

2 De kosten bedragen minder dan 5% ten opzichte van de extra natronloogdosering en de milieu-impact minder dan 1%.

is immers veel eenvoudiger indien met een landelijke campagne kan worden gestuurd op het gebruik van minder wasmiddel, aangezien de kwaliteit van het drinkwater qua hardheid dan overall gelijk is. Voor de huidige projecten kost de invoering van centrale ontharding door realisatie van korrelreactoren circa € 8 - € 12 per inwoner³. Aangezien voor deze laatste 35% de kosten naar verwachting hoger zullen zijn, is gerekend met een hoger bedrag van € 15 per inwoner. Verder is uitgegaan van een extra elektriciteitsverbruik van 0,02 kWh/m³ conform STOWA 2008-17. Voor het natronloogverbruik is uitgegaan van een gemiddelde verlaging van 1,9 mmol/l naar 1,4 mmol /l.

3.2 CONSUMENTENGEDRAG

3.2.1 ENERGIEVERBRUIK OPWARMING WATER

Ten aanzien van vermindering van het energieverbruik van huishoudens en bedrijven die verwarmd worden met aardgas of elektriciteit geldt een beperkte afname, indien zacht water wordt geleverd:

- 45% van de consumenten krijgen in 2016 “gemiddeld water”; hiervoor wordt een afname verwacht van 2,5%; oftewel een afname van 9,6 m³ gas per huishouden en 10 kWh, wat gelijk staat aan € 8,25 en 0,4 Gjp per huishouden⁴
- 5% van de consumenten krijgen in 2016 “hard water”; wordt een afname verwacht van 6%; oftewel een afname van 23 m³ gas per huishouden en 24 kWh, wat gelijk staat aan € 20 en 0,9 Gjp per huishouden

Minder onderhoudskosten voor warmwatertoestellen, waterkokers, etc. worden niet verwacht gezien de beperkte hardheidsverlaging (Van Bruggen, 2009; KIWA, 2010).

3.2.2 MINDER GEBRUIK WASMIDDEL

Voor dit project is verder onderzoek gedaan naar de doseervoorschriften van wasmiddelen en de hoeveelheid chemisch zuurstof verbruik die per wasbeurt naar de RWZI wordt geloosd. Voor dit onderzoek zijn in totaal 19 wasmiddelen getest bestaande uit algemeen verkrijgbare wasmiddelen in de supermarkt, te weten:

- 6 vloeibare wasmiddelen
- 2 geconcentreerde vloeibare wasmiddelen
- 8 poedervormige wasmiddelen
- 1 tablet wasmiddel
- 2 wasverzachters

De doseervoorschriften maken onderscheid tussen de graad van vervuiling van het wasgoed en de hardheid van het water. Over het algemeen wordt de volgende klassering aangehouden voor een gemiddelde vervuiling van het wasgoed:

- 1 Zacht water
- 2 Gemiddeld water
- 3/4 Hard water / zeer hard water

De geconcentreerde wasmiddelen en tablets maken geen onderscheid tussen categorie 1 en 2. De gemiddelde vermindering van dosering conform de doseervoorschriften bij zacht water in plaats van gemiddeld tot hard water bedraagt (zie bijlage 1):

- 3 Bestaand uit kosten voor exploitatie (energie, chemicaliën, afvoer van pellets en slib, onderhoud, personeel etc.) en afschrijving van de installaties over 15 jaar
- 4 Gebaseerd op 385 m³ gas en 400 kWh voor verwarming en warm tapwater (CBS, 2012)

- 10% voor vloeibare wasmiddelen
- 23% voor poedervormige wasmiddelen
- 0% voor geconcentreerde vloeibare en tablet wasmiddelen
- 33% voor wasverzachter

De uitgangspunten voor de case voor de besparingen van de consument kunnen nu worden uitgerekend op basis van de uitgangspunten weergegeven in tabel 3.2.

TABEL 3.2 **UITGANGSPUNTEN OPBRENGSTEN CONSUMENT DOOR MINDER WASMIDDELVERBRUIK DOOR DIEPER ONTHARDEN PER PERSOON PER JAAR (UITGAANDE DAT 100% VAN DE CONSUMENTEN MINDER WASMIDDEL GAAT DOSEREN)**

Onderwerp	Hoeveelheid	Kosten	Primair energieverbruik
Totaal wasmiddelgebruik	7000 g ⁽²⁾ à € 2,50 per kg	€ 17,50	0,33 GJ _p ⁽¹⁾
Totaal gebruik wasverzachter	3000 g ⁽²⁾ à € 1,50 per kg	€ 4,50	0,33 GJ _p ⁽¹⁾
Vermindering wasmiddel gebruik	1085 g ⁽³⁾ à € 2,50 per kg	€ 2,71	0,05 GJ _p
Vermindering gebruik wasverzachter	990 g à € 1,50 per kg	€ 1,49	0,11 GJ _p
Totale besparingen pp per jaar		€ 4,20	0,16 GJ_p

⁽¹⁾ Gebaseerd op 3,1 MJp voor de productie van wasmiddel of wasverzachter per was; 4,5 wasbeurten per week Saouter en van Hoof 2005; Saouter en White, 2002; Unilver, 200%) en 2,2 personen per huishouden (CBS, 2012) oftewel 106 wassen per persoon per jaar

⁽²⁾ Referentie: Unilever, 2005; Saouter en van Hoof 2005; Saouter en White, 2002

⁽³⁾ Gebaseerd op gemiddeld gebruik poedervormig wasmiddel 50%; vloeibaar wasmiddel 40%; geconcentreerd vloeibaar wasmiddel of tablets 10%

Tabel 3.2 rekt de besparing uit per persoon per jaar. De totale landelijke besparing hangt af van hoeveel consumenten daadwerkelijk minder wasmiddel gaan gebruiken. Uit onderzoek blijkt dat maximaal 25% van de consumenten waarschijnlijk minder wasmiddel gaat gebruiken als het water zachter wordt (PWN, 2014).

3.3 INVLOED DIEPER ONTHARDEN OP DE RWZI

In deze paragraaf wordt berekend wat in de huidige situatie de zuurstofbehoefte is van wasmiddelen in het afvalwater (zie tabel 3.3 en 3.4).

TABEL 3.3 **VERSCHIL IN UITGANGSPUNTEN WASSEN HUISHOUDENS HUIDIGE SITUATIE EN STOWA 98-40**

	STOWA 1998	Huidige situatie
Aantal wassen per huishouden per dag	0,28	0,64 ⁽¹⁾
Aantal personen per huishouden	2,3	2,2 (CBS, 2012)
Gram wasmiddel per persoon per dag	21,9	19,2 ⁽¹⁾
Verdeling wasmiddelen	Vloeibaar: 12% Poeder: 88% Tabs: 0%	Vloeibaar: 40% Poeder: 50% Tabs/geconcentreerd vloeibaar: 10% ⁽¹⁾
CZV-waarde wasmiddelen (g CZV/g wasmiddel)	Vloeibaar: 1,2 Poeder: 0,77 Tabs: nvt	Vloeibaar: 0,43 Poeder: 0,30 Tabs: 0,47
zie bijlage 1		Geconcentreerd vloeibaar: 0,76 ⁽¹⁾

⁽¹⁾ Unilever 2005; Saouter en van Hoof 2005; Saouter en White, 2002

Met name de CZV-waarden en het gebruik van verschillende typen wasmiddelen zijn gewijzigd. Dit resulteert in een andere bijdrage van wasmiddelen aan het inwonerequivalent zoals berekend in 1998. De verschillen zijn weergegeven in tabel 3.4

TABEL 3.4 VERSCHIL BIJDRAGE WASMIDDELEN CONFORM HUIDIGE SITUATIE EN STOWA 98-40

Wasmiddel	CZV-waarde STOWA 1998 g O ₂ per v.e.	CZV-waarde huidige situatie g O ₂ per v.e. ⁽¹⁾
Poeder wasmiddel	15,6	4,4
Vloeibaar wasmiddel	3,2	5,7
Geconcentreerd vloeibaar wasmiddel en tabs	-	0,6
Wasverzachter	0,9	3,9
Waswater	4,8	4,8
Totaal	24,5	19,4

⁽¹⁾ Gebaseerd op gemiddeld gebruik poedervormig wasmiddel 50%; vloeibaar wasmiddel 40%; geconcentreerd vloeibaar wasmiddel of tablets 10%

Het totale zuurstofverbruik van huishoudelijk afvalwater bedraagt 148,8 g O₂/persoon per dag (STOWA 98-40). Uit tabel 3.4 blijkt dat ten opzichte van 1998 het aandeel van wasmiddelen (exclusief waswater) is gedaald van 13,2% naar 9,8%. Voor de invloed op het influent van de RWZI is in dit rapport gerekend met een bijdrage van wasmiddelen van 15,1 g CZV/v.e.⁵.

Door vermindering van de dosering van wasmiddelen wordt de CZV-vracht naar de RWZI minder. Hierdoor is minder elektriciteit nodig voor beluchting en vindt er minder biologische slibaan groei plaats. Daarnaast vindt er minder slibproductie plaats omdat in wasmiddelen inerte bestanddelen zitten die niet worden afgebroken. De belangrijkste bestanddelen zijn zeolieten in poedervormige wasmiddelen, die zijn ingezet als ontharder in plaats van de fosfaten die momenteel verboden zijn in wasmiddelen. De concentratie zeolieten bedraagt 20-30% in poedervormige wasmiddelen (Saouter en van Hoof 2002, Unilever 2005).

De berekening van de daling van de CZV-vracht en de aanvoer van zeolieten naar de RWZI wordt bepaald door de hoeveelheid wasmiddel die minder gedoseerd mag worden. Deze zijn verschillend voor de verschillende typen wasmiddelen (zie tabel 3.3). In bijlage 1 is deze mindere dosering onderbouwd. Gecombineerd met het gemiddelde gebruik van verschillende typen wasmiddelen⁶ leidt dit tot een maximale afname van de CZV-vracht van 2,93 g O₂/v.e. en 0,55 g zeolieten/v.e, als 100% van de consumenten minder wasmiddel gaan doseren.

De uitgangspunten voor het berekenen van de invloed van wasmiddelen op het zuiveringsproces zijn samengevat in tabel 3.5

TABEL 3.5 VERSCHIL INVLOED WASMIDDELEN CONFORM HUIDIGE SITUATIE EN STOWA 98-40

Onderwerp	g O ₂ /v.e.	Effect	Opbrengst	Primaire energie
Minder beluchttingsenergie door minder wasmiddelengebruik	- 2,93 ⁽¹⁾	2,2 kg O ₂ /kWh	€ 0,10/kWh	0,009 GJ _p /kWh
Minder biologische slibaan groei door minder wasmiddelengebruik	- 2,93 ⁽¹⁾	0,3 g ds/g O ₂	€ 300/ton ds ⁽³⁾	4,9 GJ _p /ton ds ⁽⁴⁾
Minder inerte slibaan groei door minder wasmiddelengebruik	Nvt	0,55 g ds/v.e. ⁽²⁾	€ 300/ton ds ⁽³⁾	4,9 GJ _p /ton ds ⁽⁴⁾

⁽¹⁾ Gebaseerd op gemiddeld gebruik poedervormig wasmiddel 50%; vloeibaar wasmiddel 40%; geconcentreerd vloeibaar wasmiddel of tablets 10%; De gemiddelde vermindering van dosering conform de doseervoorschriften bedraagt 10% voor vloeibare wasmiddelen; 23% voor poedervormige wasmiddelen, 0% voor geconcentreerde vloeibare en tablet wasmiddelen en 33% voor wasverzachter (zie bijlage 1)

⁽²⁾ Gebaseerd op 25% zeolieten in poedervormig wasmiddel en een gemiddeld gebruik van poedervormig wasmiddel van 50%; vloeibaar wasmiddel 40%; geconcentreerd vloeibaar wasmiddel of tablets 10%

⁽³⁾ Gebaseerd op € 36/ton ds voor polymeer, € 7/ton ds voor energie slibontwatering en € 257/ton ds voor (vloeibaar) slibtransport en slibeindverwerking (info Benchmark Waterschappen 2009 en 2012)

⁽⁴⁾ Gebaseerd op gebruik van 12 kg polymeer/ton ds, 0,07 kWh/ton ontwaterd slib en 0,8 MJp per kg ontwaterd slib voor slibeindverwerking (Benchmark Waterschappen 2012, STOWA 2012-30)

5 19.4 g O₂/v.e - 4,8 g O₂/v.e aan waswater= 15.1 g O₂/v.e

6 Gemiddeld gebruik poedervormig wasmiddel 50%; vloeibaar wasmiddel 40%; geconcentreerd vloeibaar wasmiddel of tablets 10%

4

BEREKENINGEN

In dit hoofdstuk zijn twee scenario's doorgerekend:

- 1 Productie "zacht water" voor 65% van de drinkwaterhoeveelheid van Nederland
- 2 Productie "zacht water" voor 100% van de drinkwaterhoeveelheid van Nederland

4.1 FINANCIËLE ASPECTEN

De jaarlijkse kosten voor het dieper ontharden van drinkwater bedragen circa € 1,1 miljoen per jaar bedragen voor scenario 1 en € 88,5 miljoen voor scenario 2. Hier tegenover staan de besparingen van de consument op energieverbruik in warmwatertoestellen, minder inkoop van wasmiddelen en de besparingen van zuiveringskosten door minder gebruik van wasmiddelen door consumenten. Deze baten hangen af van hoeveel consumenten daadwerkelijk hun gedrag aanpassen en minder wasmiddel doseren conform de gebruiksetiketten van de wasmiddelen en zijn samengevat in tabel 4.1.

TABEL 4.1

SAMENVATTING FINANCIËLE ASPECTEN⁽¹⁾

% gedragsverandering consument	Kosten/jaar [€/jaar]	Baten RWZI [€/jaar]	Baten consument [€/jaar]
Scenario 1			
2%	€ 1,1 miljoen	€ 45.000	€ 1,1 miljoen
5%	€ 1,1 miljoen	€ 110.000	€ 2,8 miljoen
10%	€ 1,1 miljoen	€ 220.000	€ 5,5 miljoen
25%	€ 1,1 miljoen	€ 540.000	€ 14 miljoen
100%	€ 1,1 miljoen	€ 2,2 miljoen	€ 55 miljoen
Scenario 2			
2%	€ 88,5 miljoen	€ 65.000	€ 2,1 miljoen
5%	€ 88,5 miljoen	€ 170.000	€ 5,1 miljoen
10%	€ 88,5 miljoen	€ 330.000	€ 10 miljoen
25%	€ 88,5 miljoen	€ 830.000	€ 26 miljoen
100%	€ 88,5 miljoen	€ 3,3 miljoen	€ 103 miljoen

⁽¹⁾ Gebaseerd op 7,57 miljoen huishoudelijke à 2,2 personen per huishouden (Benchmark Waterschappen 2012; CBS 2012)

Uit bovenstaande tabel blijkt, dat bij 50% gedragsverandering de case budgetneutraal is voor scenario 1 zonder de baten voor de consument mee te rekenen. Indien de baten voor de consument wel worden meegenomen is scenario 1 al neutraal bij 2% gedragsverandering. Voor scenario 2 is bij circa 85% gedragsverandering door de consument de business case budgetneutraal.

4.2 ENERGIEVERBRUIK

De jaarlijkse primaire energie voor het dieper ontharden van drinkwater voor scenario 1 bedraagt 73.000 GJ_p en 350.000 GJ_p voor scenario 2. Hier tegenover staan de besparingen van

de consument op minder inkoop van wasmiddelen en de besparingen van zuiveringsenergie door minder gebruik van wasmiddelen door consumenten. Deze baten hangen af van hoeveel consumenten daadwerkelijk het gedrag aanpassen en minder wasmiddel doseren, zie tabel 4.2.

TABEL 4.2 – SAMENVATTING ENERGIEVERBRUIK IN GJP/JAAR (1)

% gedragsverandering consument	Lasten GJ _p /jaar	Baten RWZI GJ _p /jaar	Baten consument GJ _p /jaar
Scenario 1			
2%	73.000	1.400	45.000
5%	73.000	3.600	110.000
10%	73.000	7.200	220.000
25%	73.000	18.100	550.000
100%	73.000	72.500	2,2 miljoen
Scenario 2			
2%	350.000	2.200	85.000
5%	350.000	5.600	210.000
10%	350.000	11.200	420.000
25%	350.000	27.900	1,0 miljoen
100%	350.000	111.500	4,2 miljoen

(1) Gebaseerd op 7,57 miljoen huishoudelijke à 2,2 personen per huishouden (Benchmark Waterschappen 2012; CBS 2012)

Uit bovenstaande tabel blijkt, dat bij 100% gedragsverandering scenario 1 energieneutraal is zonder de baten voor de consument mee te rekenen. Voor scenario 2 is er zonder de baten voor de consument geen energieneutrale business case. Indien de baten voor de consument wel worden meegerekend is scenario 1 reeds bij 4% gedragsverandering energieneutraal en scenario 2 bij 8%.

5

CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

5.1 CONCLUSIES

Het doel van deze studie is om de voor- en nadelen van het centraal dieper ontharden van drinkwater tot de kwaliteit “zacht water” in kaart te brengen voor de Nederlandse situatie. Hiervoor zijn de voor- en nadelen in kaart gebracht voor de consument en de waterketen. Zowel op het gebied van kosten als energieverbruik.

Het belangrijkste effect op de waterketen is dat consumenten minder wasmiddel kunnen gebruiken. Hierdoor kan de vracht aan vervuilende stoffen naar de RWZI dalen, waardoor de RWZI minder energie verbruikt en minder slib produceert. Ten opzichte van een STOWA-onderzoek uit 1998 blijkt dat de aanvoer van zuurstofbindende stoffen uit deze wasmiddelen naar de RWZI is gedaald van 13,1 % naar 9,8 %. Uit een onderzoek naar consumentengedrag door PWN blijkt dat maximaal 25% voornemens is minder wasmiddel te gebruiken indien het aangeboden drinkwater in de categorie zacht valt.

Overige effecten zoals minder kalkaanslag in warmwatertoestellen en de badkamer en de vermindering van koper in het drinkwater, treden minder op. Dit komt omdat al een grote daling van de hardheid van het drinkwater is bewerkstelligd. Hierdoor kunnen alleen voordelen voor consumenten en bedrijven worden gehaald in gebieden waar nu hard water wordt geleverd (< 5% van de totale drinkwaterlevering in Nederland in 2016).

In dit onderzoek zijn 2 scenario's doorgerekend:

- 1 Productie “zacht water” voor 65% van de drinkwaterhoeveelheid van Nederland
- 2 Productie “zacht water” voor 100% van de drinkwaterhoeveelheid van Nederland

De resultaten zijn samengevat in de tabellen 5.1 en 5.2

TABEL 5.1 SAMENVATTING FINANCIËEL EN BEREKENINGEN ENERGIEVERBRUIK SCENARIO 1⁽¹⁾

% gedragsverandering consument	Lasten GJ _p /jaar	waterketen €/jaar	Baten GJ _p /jaar	waterketen €/jaar	Baten GJ _p /jaar	consument €/jaar
2%	73.000	€ 1,1 miljoen	1.400	€ 45.000	34.000	€ 1,1 miljoen
5%	73.000	€ 1,1 miljoen	3.600	€ 110.000	85.000	€ 2,8 miljoen
10%	73.000	€ 1,1 miljoen	7.200	€ 220.000	169.000	€ 5,5 miljoen
25%	73.000	€ 1,1 miljoen	18.100	€ 540.000	420.000	€ 14 miljoen
100%	73.000	€ 1,1 miljoen	72.500	€ 2,2 miljoen	1,7 miljoen	€ 55 miljoen

⁽¹⁾ Gebaseerd op 7,57 miljoen huishoudelijke à 2,2 personen per huishouden (Benchmark Waterschappen 2012; CBS 2012)

TABEL 5.2 SAMENVATTING FINANCIËEL EN BEREKENINGEN ENERGIEVERBRUIK SCENARIO 2 ⁽¹⁾

% gedragsverandering consument	Lasten GJ _p /jaar	waterketen €/jaar	Baten GJ _p /jaar	waterketen €/jaar	Baten GJ _p /jaar	consument €/jaar
2%	350.000	€ 88,5 miljoen	2.200	€ 65.000	85.000	€ 2,1 miljoen
5%	350.000	€ 88,5 miljoen	5.600	€ 170.000	210.000	€ 5,1 miljoen
10%	350.000	€ 88,5 miljoen	11.200	€ 330.000	420.000	€ 10 miljoen
25%	350.000	€ 88,5 miljoen	27.900	€ 830.000	1,0 miljoen	€ 26 miljoen
100%	350.000	€ 88,5 miljoen	111.500	€ 3,3 miljoen	4,2 miljoen	€ 103 miljoen

⁽¹⁾ Gebaseerd op 7,57 miljoen huishoudelijke à 2,2 personen per huishouden (Benchmark Waterschappen 2012; CBS 2012)

Voor scenario 1 geldt dat als meer dan 4% van de consumenten het gedrag aanpast en minder wasmiddel doseert, een financieel en energetisch break-evenpoint wordt bereikt. De totale kosten en baten voor de waterketen en de consument wegen dan op tegen de toegenomen lasten in de drinkwaterzuivering. Als de baten van de consument niet worden meegenomen, zal bij circa 50% gedragsverandering een financieel evenwicht ontstaan en pas bij circa 100% op het gebied van energieverbruik.

Voor scenario 2 geldt dat deze financieel niet realistisch is. Circa 85% van de consumenten moet minder wasmiddel gaan doseren om de business case financieel budgetneutraal te maken. De verwachtingen zijn dat slechts 25% dit daadwerkelijk gaat doen (PWN, 2014). Op het gebied van energieverbruik wordt echter al een neutrale case behaald, indien 8% van de consumenten minder wasmiddel gaat gebruiken.

Uit de uitgewerkte casestudie PWN-HHNC, zie bijlage 2, blijkt dat het dieper ontharden van 1,5 mmol/l naar 1,4 mmol/l voor deze lokale situatie zowel financieel als energetisch aantrekkelijk is. Dit komt overeen met de conclusies, die getrokken worden voor scenario 1.

5.2 AANBEVELINGEN

1. Dit onderzoek en de berekeningen zijn verkennend en gebaseerd op expert judgement. Op basis van lokale informatie zullen casestudies moeten worden opgesteld om te behalen voor- en nadelen en kostenberekeningen te bepalen. Dit rapport biedt hiervoor handvaten voor te hanteren uitgangspunten en berekeningswijzen.
2. Uit dit onderzoek blijkt dat het financieel en energetisch aantrekkelijk is om al het drinkwater dat in 2016 onthard wordt, dieper te ontharden naar een zachte kwaliteit. Het is financieel onaantrekkelijk om al het drinkwater in Nederland te ontharden naar de categorie “zacht water”. Dit betekent, dat maar een deel van de huishoudens en bedrijven daadwerkelijk “zacht water” zouden krijgen (circa 65%). Om tot de berekende voordelen te komen zullen deze consumenten hun gedrag moeten aanpassen. Hiervoor is een goede voorlichting noodzakelijk, specifiek gericht op de consumenten en bedrijven die zacht water (gaan) krijgen.
3. Voor vaatwasmiddelen kan bij zachter water minder zout worden gedoseerd, maar conform opgave van producenten gebruikt het overgrote deel van de consumenten een all-in-one vaatwastablet waarin al zout zit. De hardheid van het water speelt voor de consument hier dus geen rol. Wel voor de producent. Aanbevolen wordt om samenwerking te zoeken met producenten van vaatwasmiddelen en de waterketenpartners om een tablet te ontwikkelen wat gericht is op zacht water.
4. Verschillende bedrijven zijn bezig met de ontwikkeling van een “slimme” wasmachine. Op basis van de vervuilingsgraad van het textiel en de hardheid van het water, bepaalt deze machine zelf de benodigde dosering wasmiddel, de hoeveelheid water, de temperatuur en de lengte van een wasbeurt. Invoering van dit soort “slimme” wasmachines zorgt ervoor dat huishou-

dens en bedrijven automatisch de juiste dosering van wasmiddel volgen. De besparingen van het leveren van zacht water worden hierdoor vele malen groter dan nu berekend op basis van 25% verandering van consumentengedrag. Het wordt aanbevolen om vanuit de waterschappen en drinkwaterbedrijven met deze sector in gesprek te gaan over de (on)mogelijkheden.

REFERENTIES

Bruggen, van der, et al, 2009, Cost-benefit analysis of central softening for production of drinking water, Journal of Environmental Management 91 (2009) 541-549

Hofman, J., 2006, Twenty years of experience with central softening in The Netherlands: Water quality – Environmental benefits – Costs

Kiwa NV, 2000, Effecten van ontharding in het voorzieningsgebied van PWN - Nulmeting medio 1999 en effectmeting medio rapport, december 2000, rapport nr. 2000 KOA 2000.225 (C)

KNW, 2014, Proceedings congres Conditioneren: de optimale samenstelling van drinkwater, 17 juni 2014

KWR, 2010, Drinkwaterkwaliteit Q21, rapportnummer BTO 2010.04.

KWR, 2013, Conditionering: de optimale samenstelling van drinkwater
Kiwa-Mededeling 100 – Update 2013, oktober 2013, rapport nr. KWR 2013.069

PWN, 2012, Leveringsplan 2012

PWN, 2014, Attitude-onderzoek wasmiddelengebruik Waterleidingbedrijf PWN Definitief april 2014

RIVM, 2010, Antenne Drinkwater 2010, Informatie en ontwikkelingen

Royal Haskoning, 2011, Centrale ontharding drinkwater in ketenperspectief - Effecten op de waterketen, Brabant Water en Waterschap Brabantse Delta, Definitief rapport 14 april 2011

Saouter en van Hoof, 2002, LCA Case studies Laundry Detergents Procter & Gamble, International Journal LCA (2) 2002

Saouter E, White P, 2002, Laundry detergents: cleaner clothes and a cleaner environment, Corporate Environmental Strategy (9) 2002

STOWA, 1998, Huishoudelijk afvalwater - Berekening van de zuurstofvraag, rapport nr. 98-40

STOWA, 2008, Op weg naar een klimaatneutrale waterketen, rapportnummer 2008-17

STOWA, 2012, GER-waarden en milieu-impactscores productie van hulpstoffen in de waterketen, rapport nr. 2012-06

STOWA, 2012, Handleiding model milieuimpact en energiebehoefte van RWZI's, rapport nr. 2012-30

STOWA, 2014, Efficiëntie polymeergebruik slibontwatering, rapportnr. 2014-08

Unie van Waterschappen, 2012, Bedrijfsvergelijking Zuiveringsbeheer 2012 (BVZ 2012), versie 24 september 2013 Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier

Unilever, Wasmiddelen, 2005

VEWIN, Benchmark drinkwaterbedrijven 2012

Waternet, 2014, Koper in de watercyclus – Wat is de bijdrage van drinkwater?, presentatie KNW-congres, 17 juni 2014

Zeolieten: Megawaspoeders, Natuur en techniek, 1997

BIJLAGE 1

DOSERING EN CZV-WAARDEN VAN WASMIDDELEN

Berekening per wasbeurt		CZV g/g	STOWA 98-40	Dosering Zacht	Dosering Gemiddeld	Dosering Hard/zeer hard	Omrekening vloeibaar	Omrekening poeder	Omrekening tabs	Dosering zacht	Dosering middel	Dosering hard
gemiddelde vervuiling 4,5 kg wasgoed				1	2	3/4	1 ml = x g	1 ml maatdop = x g	1 tab = x g	g CZV	g CZV	g CZV
Wasmiddel				ml	ml	ml						hard
A	vloeibaar	0,67		60	75	90	1,20			48,2	60,3	72,4
B	vloeibaar	0,63		75	75	90	1,20			56,7	56,7	68,0
C	vloeibaar	0,31		66	66	85	1,20			24,6	24,6	31,6
D	vloeibaar	0,31		66	66	85	1,20			24,6	24,6	31,6
E	vloeibaar	0,56		50	70	85	1,20			33,6	47,0	57,1
F	vloeibaar	0,50		75	75	100	1,20			45,0	45,0	60,0
	gemiddeld	0,50	1,2						Gemiddeld	38,8	43,0	53,5
									Gemiddeld	10%	minder doseren door zacht water	
G	vloeibaar geconcentreerd	0,53		35	35	52	1,20			22,3	22,3	33,1
H	vloeibaar geconcentreerd	0,98		35	35	52	1,20			41,2	41,2	61,2
										31,7	31,7	47,1
I	poeder	0,38		60	80	105		0,83		18,8	25,1	32,9
J	poeder	0,42		60	80	100		0,84		21,3	28,4	35,4
K	poeder	0,30		70	95	12		0,73		15,3	20,7	2,6
L	poeder	0,42		85	115	145		0,48		17,1	23,1	29,1
M	poeder	0,40		60	80	100		0,84		20,3	27,0	33,8
N	poeder	0,51		60	80	100		0,84		25,8	34,4	43,0
O	poeder	0,47		235	280	325		0,39		43,3	51,6	59,9
P	poeder	0,50		53	71	89		0,85		22,4	30,0	37,6
	gemiddeld	0,43	0,77						Gemiddeld	23,0	30,0	34,3
									Gemiddeld	23%	minder doseren door zacht water	
Q	tabs	0,47		2	2	3			33	66	66	99
									Gemiddeld	0%	minder doseren door zacht water	
R	wasverzachter	0,29		35	27,5		1,20			12,2	9,6	9,6
S	wasverzachter	0,36		60	40		1,20			25,9	17,3	17,3
	gemiddeld	0,33	0,19						Gemiddeld	19,1	13,4	13,4
									Gemiddeld	30%	minder doseren door zacht water	

BIJLAGE 2

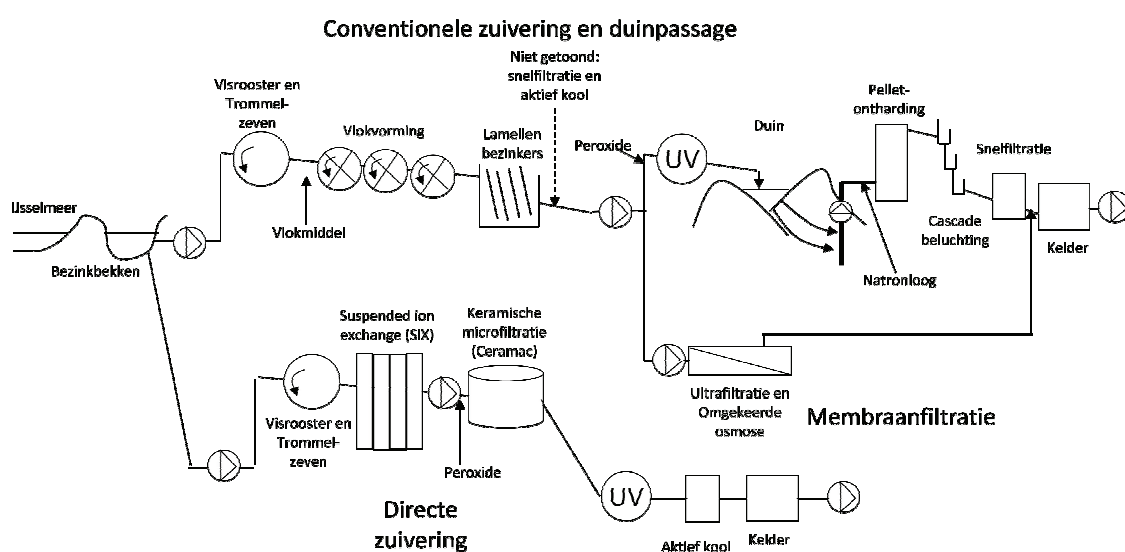
UITWERKING CASESTUDIE PWN-HHNK

ACHTERGRONDEN PWN

Het water wat door PWN anno nu wordt geleverd heeft een totale hardheid ($[Ca^{2+}] + [Mg^{2+}]$) van 1,5 mmol en valt daarom in de hardheidscategorie “gemiddeld water”. Dieper ontharden tot de categorie “zacht water” ($\leq 1,4$ mmol/l), is mogelijk door extra natronloogdosering in de al aanwezige pelletonthardingsreactoren of het spaarbekken van Andijk.

Het productieproces van drinkwater van PWN is weergegeven in figuur 1.

FIGUUR 1 DRINKWATERPRODUCTIE PWN (VEREENVOUDIGDE WEERGAVE)



Ignaz Worm, 15 maart 2013

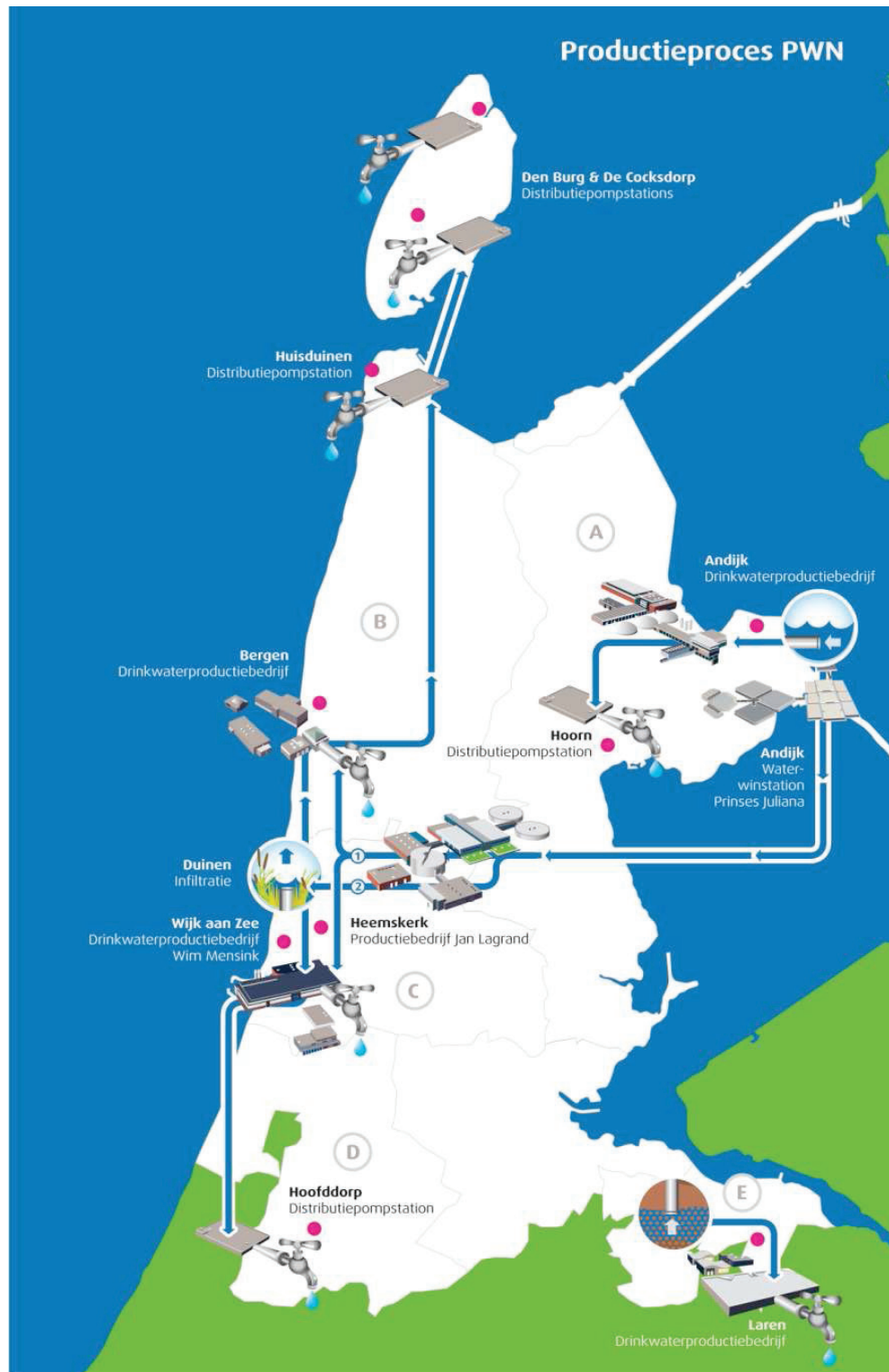
PWN levert per jaar circa 105 miljoen m³ drinkwater aan huishoudens en bedrijven in Noord-Holland (zie figuur 2). Hiervan wordt 88 miljoen m³ drinkwater door PWN zelf geproduceerd (zie tabel 1) en wordt 17 miljoen m³ drinkwater ingekocht bij Waternet.

TABEL 1 MAXIMALE JAAR- EN UURCAPACITEIT DRINKWATERPRODUCTIEBEDRIJVEN PWN IN 2012 ^[5]

Drinkwaterproductiebedrijf	Maximale productie (miljoen m ³ /jaar)	Maximale productie (m ³ /h)
Andijk	23,5	3250
Bergen	22,5	4200
Wim Mensink	37,5	6500
Laren	1,5	2950
Huizen	3,5	
Totaal	88,5	16.900

FIGUUR 2

DRINKWATERPRODUCTIE EN -DISTRIBUTIE PWN



Legenda

- | | |
|---|---|
| (A) dpb Andijk incl. pb Hoorn | ① Levert aan Bergen en Wim Mensink |
| (B) dpb Bergen | ② Levert aan de duinen voor infiltratie |
| (C) dpb Wim Mensink | |
| (D) dpb Mensink / dpb Leiduin via dpb Hoofddorp | |
| (E) dpb Laren / Weesperkarspel | |

Ontharding van drinkwater vindt sinds 1999 plaats op verschillende manieren:

- Productiebedrijf Wim Mensink (Wijk aan Zee): door pelletreactoren. In deze reactoren bevindt zich rivierzand. Het water stroomt van onder naar boven door de reactor. Door toevoeging van natronloog zet zich calciumcarbonaat af op het zand. De pellets in de reactor groeien hierdoor aan. Bij een bepaalde grootte worden de pellets afgetapt en wordt er nieuw zand ingebracht. De afgetapte pellets worden nuttig toegepast in de bouw, staalproductie of landbouw.
- Productiebedrijf Andijk: door toevoeging van natronloog aan het bekken. Samen met het sediment in het water, bezinkt het calciumcarbonaat op de bodem van het bekken wat periodiek verwijderd moet worden.
- Productiebedrijf Heemskerk: door omgekeerde osmose. Het concentraat van de omgekeerde osmose wordt geloosd op zee. Het water uit deze locatie wordt opgemengd met het water van productiebedrijf Bergen en Wim Mensink.

De hardheid van het drinkwater van PWN bedraagt 1,5 mmol per liter oftewel 8,4 dH. Hierdoor valt het drinkwater in de hardheidsklasse gemiddeld water. Ontharding tot 1,4 mmol per liter zou betekenen dat er zacht water wordt geleverd in het hele leveringsgebied van PWN.

Na invoering van de centrale ontharding in 1999 door PWN is het kalkafzettend vermogen al laag. De TACC₉₀- en PACC-waarden zijn in 2000 na ontharding gemeten op verschillende locaties af pompstation en in het leidingnet. Alle monsters voldoen aan TACC₉₀ < 0,5 mmol/l en een PACC < 0,05 mmol/l. Op basis van dit onderzoek wordt daarom nauwelijks kalkafzetting in warmwatertoestellen verwacht [6]. Het dieper ontharden van het drinkwater zal daarom op dit punt ook geen verbetering opleveren.

De pH van het drinkwater was voor invoering van ontharding in 1999 per productiebedrijf nagenoeg constant en hoger dan de KIWA [4]-aanbeveling pH > 7,5. Met invoering van ontharding is de pH van het water op alle productiebedrijven verhoogd met tot een waarde 7,8-8,3. Deze pH-verhoging heeft geleid tot een lager koperoplossend vermogen [6]. Aangezien er voor deze case sprake is van een zeer beperkte extra natronloogdosering van 0,006 liter per m (zie paragraaf 3.2) worden geen aanvullende effecten meer verwacht ten aanzien van een toename van het koperoplossend vermogen.

ACHTERGRONDEN HHNK

Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier (HHNK) zuivert op 15 RWZI's in Noord-Holland het afvalwater van inwoners en bedrijven. De totale jaarlijkse afvalwateraanvoer naar deze RWZI's bedraagt 100 miljoen m³/jaar en 1,4 miljoen vervuilingseenheden (1 v.e. à 150 g TZV). Van deze 1,4 miljoen v.e. is 1,1 miljoen v.e. afkomstig van 466.000 huishoudens. In totaal wordt er 17.000 ton drogestof aan zuiveringsslib per jaar geproduceerd. Dit zuiveringsslib wordt ontwaterd op 7 locaties (Den Helder, Wervershoof, Alkmaar, Geesterambacht, Beemster, Katwoude en Beverwijk). Het steekvaste ontwaterde slib wordt vervolgens gedroogd in Beverwijk, waarna het gedroogde slib wordt afgezet bij de cementindustrie [2].

SPECIFIEKE AANNAMEN CASE PWN-HHNC:

- Ten aanzien van de daling van koper is met de invoering van de centrale ontharding door PWN in 1999 naar een maximale hardheid van 1,5 mmol/l al een groot effect bewerkstelligd op het koperoplossend vermogen. Een verdere daling van het koperoplossendvermogen wordt niet verwacht, indien de hardheid wordt verlaagd naar maximaal 1,4 mmol/l, aangezien hiervoor een zeer beperkte extra natronloogdosering van 0,006 liter per m³ is benodigd.

- Ten aanzien van de invloed op slibontwatering is met de invoering van de centrale ontharding door PWN in 1999 naar een maximale hardheid 1,5 mmol/l al een groot effect bewerkstelligd. Een verder effect op de slibontwatering wordt niet verwacht, indien de hardheid wordt verlaagd naar maximaal 1,4 mmol/l, aangezien hiervoor een zeer beperkte extra natronloogdosering van 0,006 liter per m³ is benodigd.

UITGANGSPUNTEN DIEPER ONTHARDEN DRINKWATER DOOR PWN

Om in het hele leveringsgebied van PWN water te leveren van 1,4 mmol/l zal gemiddeld circa 500 m³ meer natronloog gedoseerd moeten worden aan de totale jaarproductie van 84 miljoen m³ drinkwater ⁷. Er hoeven hiervoor geen extra investeringen te worden gedaan, aangezien PWN over voldoende pelletreactoren beschikt. Omdat het over een zeer kleine hoeveelheid extra loog gaat, zijn overige effecten zoals extra afvalproductie in de vorm van calciumslib of pellets en pompenergie verwaarloosbaar.

De kosten en het primaire energieverbruik bestaan voor het dieper ontharden uit het natronloogverbruik. De uitgangspunten voor de berekening voor het dieper ontharden van het drinkwater voor PWN zijn samengevat in tabel 2. Voor de totale kosten wordt rekening gehouden met een post onvoorzien van 15%.

TABEL 2 UITGANGSPUNTEN DIEPER ONTHARDEN DRINKWATER PWN

Onderwerp	Hoeveelheid	Kosten	Primair energieverbruik
Totale drinkwaterproductie	84 miljoen m ³ /jaar	nvt	nvt
Gewenste hardheidverlaging	0,10 mmol/l	nvt	nvt
Extra jaarlijkse dosering natronloog (50%) ⁽¹⁾	527 m ³	€ 260/ m ³ ⁽²⁾	17,4 GJ _p /m ³ ⁽³⁾

⁽¹⁾ Gebaseerd op een dosering van 0,000052 m³ natronloog 50%/mol voor verlaging van de totale hardheid met 0,1 mmol/l en een inefficiëntie van 20% door aanwezige CO₂ in het water (persoonlijke communicatie Ignaz Worm)

⁽²⁾ Gebaseerd op een soortelijk gewicht van 1530 kg/m³ en een prijs van €170/ton 50% natronloog; te vermeerderen met een 15% opslag voor extra afvalproductie, pompenergie c.a.

⁽³⁾ Gebaseerd op een soortelijk gewicht van 1530 kg/m³ en GER-waarde van 11,4 GJ_p/ton 50% natronloog inclusief transport [7,8]

UITGANGSPUNTEN WASMIDDELENVERBRUIK CONSUMENT

Conform hoofdrapport. In tabel 3 zijn de uitgangspunten samengevat.

TABEL 3 UITGANGSPUNTEN OPBRENGSTEN DIEPER ONTHARDEN DRINKWATER CONSUMENT PER PERSOON PER JAAR (UITGAANDE DAT 100% VAN DE CONSUMENTEN MINDER WASMIDDEL GAAT DOSEREN)

Onderwerp	Hoeveelheid	Kosten	Primair energieverbruik
Totaal wasmiddelgebruik	7000 g [10, 11,12]	€ 17,50 à € 2,50 per kg	0,33 GJ _p ⁽¹⁾ à 3,1 MJ _p per was
Totaal gebruik wasverzachter	3000 g [10, 11,12]	€ 4,50 à € 1,50 per kg	0,33 GJ _p ⁽¹⁾ à 3,1 MJ _p per was
Vermindering wasmiddel gebruik	1085 g	€ 2,71 à € 2,50 per kg	0,05 GJ _p
Vermindering gebruik wasverzachter	990 g	€ 1,49 à € 1,50 per kg	0,11 GJ _p
Totale besparingen per persoon per jaar		€ 4,20	0,16 GJ _p

⁽¹⁾ Gebaseerd op 3,1 MJ_p voor de productie van wasmiddel of wasverzachter per was; 4,5 wasbeurten per week [10,11,12] en 2,2 personen per huishouden (CBS, 2012) oftewel 106 wassen per persoon per jaar

⁽²⁾ Gebaseerd op gemiddeld gebruik poedervormig wasmiddel 50%; vloeibaar wasmiddel 40%; geconcentreerd vloeibaar wasmiddel of tablets 10%

⁷ PWN levert circa 105 miljoen m³ drinkwater per jaar ; 84 miljoen m³ hiervan is afkomstig uit IJsselmeerwater

UITGANGSPUNTEN INVLOED DIEPER ONTHARDEN OP DE RWZI'S VAN HHNK

Conform hoofdrapport. De specifieke uitgangspunten voor het berekenen van de invloed van wasmiddelen op het zuiveringsproces voor de case PWN/HHNK zijn samengevat in tabel 4

TABEL 4 UITGANGSPUNTEN BEREKENEN INVLOED MINDER WASMIDDELENGEBRUIK OP HET ZUIVERINGSPROCES IN HET BEHEERGEBIED VAN HHNK

Onderwerp	g O ₂ /v.e.	Effect	Opbrengst	Primaire energie
Minder beluchttingsenergie door minder wasmiddelengebruik	- 2,93 ⁽¹⁾	2,2 kg O ₂ /kWh	€ 0,08/kWh	0,009 GJ _p /kWh
Minder biologische slibaangroei door minder wasmiddelengebruik	- 2,93 ⁽¹⁾	0,3 g ds/g O ₂	€ 257/ton ds ⁽³⁾	10,3 GJ _p /ton ds ⁽⁴⁾
Minder inerte slibaangroei door minder wasmiddelengebruik	Nvt	0,55 g ds/v.e. ⁽²⁾	€ 257/ton ds ⁽³⁾	10,3 GJ _p /ton ds ⁽⁴⁾

⁽¹⁾ Gebaseerd op gemiddeld gebruik poedervormig wasmiddel 50%; vloeibaar wasmiddel 40%; geconcentreerd vloeibaar wasmiddel of tablets 10%; De gemiddelde vermindering van dosering conform de doseervoorschriften bedraagt 10% voor vloeibare wasmiddelen; 23% voor poedervormige wasmiddelen, 0% voor geconcentreerde vloeibare en tablet wasmiddelen en 33% voor wasverzachter (zie bijlage 1)

⁽²⁾ Gebaseerd op 25% zeolieten in poedervormig wasmiddel en een gemiddeld gebruik van poedervormig wasmiddel van 50%; vloeibaar wasmiddel 40%; geconcentreerd vloeibaar wasmiddel of tablets 10%

⁽³⁾ Gebaseerd op € 203/ton ds voor droging inclusief afzet; € 48/ton ds voor polymeer en € 6/ton ds voor energie slibontwatering [info Benchmark 2009 en 2012 en persoonlijke informatie George Zoutberg, HHNK]

⁽⁴⁾ Gebaseerd op gebruik van 16 kg polymeer/ton ds en 0,07 kWh/ton ontwaterd slib voor slibontwatering; productie van 660 m3 aardgas en 1185 kWh elektriciteit per ton ds voor slibdroging [persoonlijke informatie George Zoutberg, HHNK en 8]

Resultaten

Op basis van de informatie uit de voorgaande hoofdstukken wordt berekend dat de jaarlijkse kosten voor het dieper ontharder van drinkwater door PWN circa € 160.000 per jaar bedragen. Hier tegenover staan de besparingen van de consument op minder inkoop van wasmiddelen en de besparingen van zuiveringskosten door minder gebruik van wasmiddelen door consumenten. Deze baten hangen af van hoeveel consumenten daadwerkelijk hun gedrag aanpassen en minder wasmiddel doseren conform de gebruiksetiketten van de wasmiddelen en zijn samengevat in tabel 5.

TABEL 5 SAMENVATTING FINANCIËLE ASPECTEN IN €

% gedragsverandering consument	Kosten/jaar [k€/jaar]	Baten RWZI ⁽¹⁾ [k€/jaar]	Baten consument [€/jaar] ⁽¹⁾
2%	€ 160.000	€ 4.000	€ 90.000
5%	€ 160.000	€ 9.000	€ 220.000
10%	€ 160.000	€ 18.000	€ 430.000
25%	€ 160.000	€ 44.000	€ 1,1 miljoen
100%	€ 160.000	€ 175.000	€ 4,3 miljoen

⁽¹⁾ Gebaseerd op 466.000 huishoudelijke aansluiting van HHNK à 2,2 personen per huishouden [2; CBS 2012]

Uit bovenstaande tabel blijkt dat bij 90% gedragsverandering de case budgetneutraal is zonder de baten voor de consument mee te rekenen. Als de baten voor de consument wel worden meegerekend is de case budgetneutraal bij 4% gedragsverandering.

Op basis van de informatie uit de voorgaande hoofdstukken wordt berekend dat de jaarlijkse primaire energie voor het dieper ontharder van drinkwater door PWN 10.500 GJ_p bedraagt. Hier tegenover staan de besparingen van de consument op minder inkoop van wasmiddelen en de besparingen van zuiveringsenergie door minder gebruik van wasmiddelen door consumenten. Deze baten hangen af van hoeveel consumenten daadwerkelijk het gedrag aanpassen

en minder wasmiddel doseren conform de gebruiksetiketten van de wasmiddelen en zijn samengevat in tabel 4.2.

TABEL 6 SAMENVATTING ENERGIEVERBRUIK IN GJP/JAAR

% gedragsverandering consument	Lasten GJ _p /jaar	Baten RWZI ⁽¹⁾ GJ _p /jaar	Baten consument ⁽¹⁾ GJ _p /jaar
2%	10.500	200	4.000
5%	10.500	500	8.000
10%	10.500	1.000	16.000
25%	10.500	2.500	40.000
100%	10.500	10.000	160.000

⁽¹⁾ Gebaseerd op 466.000 huishoudelijke aansluiting van HHNK à 2,2 personen per huishouden [2; CBS 2012]

Uit bovenstaande tabel blijkt dat bij 100% gedragsverandering de case energieneutraal is zonder de baten voor de consument mee te rekenen. Als de baten voor de consument wel worden meegerekend is de case energieneutraal bij 6% gedragsverandering.

AFBAKENING CASE

De baten van de consument worden vooral bepaald door gedragsverandering en daarmee een goede voorlichting. PWN bedient meer huishoudens dan HHNK: respectievelijk 628.000 huishoudelijke aansluitingen ten opzichte van 466.000 huishoudelijke aansluitingen. Dit verschil wordt veroorzaakt door huishoudens die zich bevinden in het beheergebied van het Hoogheemraadschap van Rijnland en Waternet. Indien geen voorlichting aan deze huishoudens wordt gegeven, zal hun gedrag niet veranderen. Een aanbeveling zou kunnen zijn om deze case samen met het Hoogheemraadschap van Rijnland en Waternet op te pakken, waardoor de totale baten voor de RWZI en de consument circa 30% hoger uitvallen, uitgaande van dezelfde kostenstructuur voor afvalwaterzuivering in de beheergebieden van het Hoogheemraadschap van Rijnland en Waternet als HHNK.

CONCLUSIES

Het doel van deze studie is om de economische haalbaarheid van het ontharden van drinkwater te bepalen voor de specifieke situatie van PWN en HHNK. Hiervoor zijn de benodigde kosten voor PWN in kaart gebracht. Daarnaast zijn de voordelen in de waterketen en de burger op waarde geschat.

Het water wat door PWN wordt geleverd heeft een totale hardheid van 1,5 mmol/l en valt daarom in de hardheidscategorie “*gemiddeld water*”. Ontharding tot de kwaliteit “*zacht water*” vergt de inzet van extra natronloog. In deze case is het belangrijkste effect dat consumenten dan minder wasmiddel kunnen gebruiken. Hierdoor daalt de vracht aan vervuילende stoffen naar de RWZI, waardoor de RWZI minder energie verbruikt en minder slib produceert. Overige effecten zoals minder kalkaanslag in warmwatertoestellen en de badkamer en de vermindering van koper in het drinkwater, treden nauwelijks op. PWN heeft in 1999 een grote daling van de hardheid van het drinkwater bewerkstelligd, waardoor deze voordelen toen al zijn behaald.

Uit een onderzoek naar consumentengedrag door PWN blijkt dat maximaal 25% voornemens is minder wasmiddel te gebruiken indien het aangeboden drinkwater in de categorie zacht valt [9]. Op basis van dergelijk onderzoek is het moeilijk voorspellingen te doen over hoeveel consumenten dit daadwerkelijk gaan doen. Als 4% van de consumenten het gedrag aanpast en

minder wasmiddel doseert, wordt een break-evenpoint bereikt. De totale kosten en baten voor de waterketen en de consument wegen dan op tegen de toegenomen lasten in de drinkwaterzuivering. Qua energieverbruik wordt een break-evenpoint bereikt als 6% van de consumenten het gedrag aanpast. Als de baten van de consument niet worden meegenomen, zal pas bij circa 90-100% gedragsverandering een financieel en energetisch neutraal evenwicht ontstaan. E.e.a. is samengevat in tabel 7.

TABEL 7 SAMENVATTING FINANCIËEL EN BEREKENINGEN ENERGIEVERBRUIK ⁽¹⁾

% gedragsverandering consument	Lasten GJ _p /jaar	waterketen €/jaar	Baten GJ _p /jaar	waterketen €/jaar	Baten GJ _p /jaar	consument €/jaar
2%	10.500	€ 160.000	200	€ 4.000	4.000	€ 90.000
5%	10.500	€ 160.000	500	€ 9.000	8.000	€ 220.000
10%	10.500	€ 160.000	1.000	€ 18.000	16.000	€ 430.000
25%	10.500	€ 160.000	2.500	€ 44.000	40.000	€ 1,1 miljoen
100%	10.500	€ 160.000	10.000	€ 175.000	160.000	€ 4,3 miljoen

⁽¹⁾ Gebaseerd op 466.000 huishoudelijke aansluiting van HHNK à 2,2 personen per huishouden [2; CBS 2012]

AANBEVELINGEN

De baten van de consument worden vooral bepaald door gedragsverandering en daarmee een goede voorlichting. PWN bedient meer huishoudens dan HHNK. Deze huishoudens bevinden zich in het beheergebied van Waternet en het Hoogheemraadschap van Rijnland. Indien geen voorlichting aan deze huishoudens wordt gegeven, zal hun gedrag niet veranderen. Een aanbeveling zou kunnen zijn om deze case samen met Waternet en het Hoogheemraadschap van Rijnland op te pakken, waardoor de baten voor de RWZI en de consument circa 30% hoger uitvallen, uitgaande van dezelfde kostenstructuur als HHNK.

REFERENTIES

[1] STOWA, 1998, Huishoudelijk afvalwater - Berekening van de zuurstofvraag, rapport nr. 98-40

[2] Unie van Waterschappen, 2012, Bedrijfsvergelijking Zuiveringsbeheer 2012 (BVZ 2012), versie 24 september 2013 Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier

[3] RIVM, 2010, Antenne Drinkwater 2010, Informatie en ontwikkelingen

[4] KWR, 2013, Conditionering: de optimale samenstelling van drinkwater
Kiwa-Mededeling 100 – Update 2013, oktober 2013, rapport nr. KWR 2013.069

[5] PWN, 2012, Leveringsplan 2012

[6] Kiwa NV, 2000, Effecten van ontharding in het voorzieningsgebied van PWN - Nulmeting medio 1999 en effectmeting medio rapport, december 2000, rapport nr. 2000 KOA 2000.225 (C)

[7] STOWA, 2012, GER-waarden en milieu-impactscores productie van hulpstoffen in de waterketen, rapport nr. 2012-06

[8] STOWA, 2012, Handleiding model milieuimpact en energiebehoefte van RWZI's, rapport nr. 2012-30

[9] PWN, 2014, Attitude-onderzoek wasmiddelengebruik Waterleidingbedrijf PWN Definitief rapport, april 2014

[10] Unilever, Wasmiddelen, 2005

[11] Saouter en van Hoof, 2002, LCA Case studies Laundry Detergents Procter & Gamble, International Journal LCA (2) 2002

[12] Saouter E, White P, 2002, Laundry detergents: cleaner clothes and a cleaner environment, Corporate Environmental Strategy (9) 2002

[13] Zeolieten, 1997, megawaspoeders, Natuur en techniek