

15 maart 2015

## Ontharding duurzamer en goedkoper met pure kalkkorrels

*Marc Schetters (ARCADIS, Waternet, TU Delft), Jan Peter van der Hoek (Waternet, TU Delft), Eric Baars (Waternet), Bas Hof's (KWR), Hay Koppers (Reststoffenunie)*

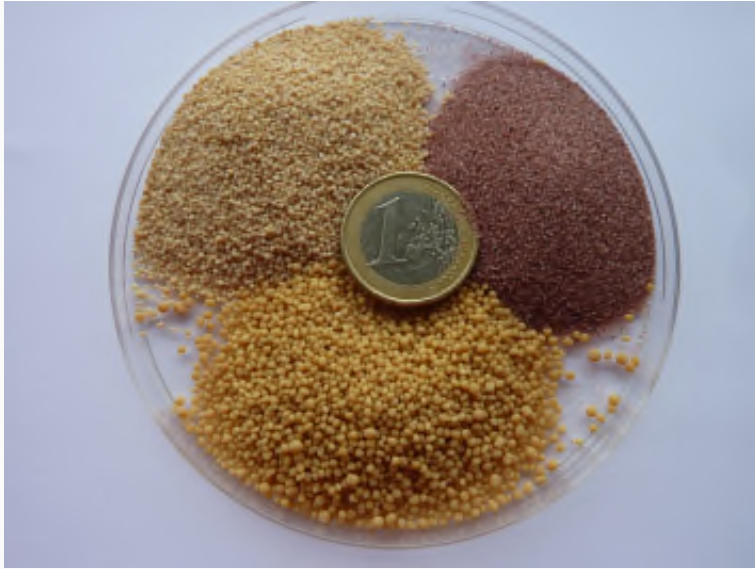
Drinkwater wordt onthard in reactoren met zand en chemicaliën. Daarbij ontstaan kalkkorrels (of eigenlijk korrels van zand met een laagje kalk). Dit restmateriaal wordt gebruikt in de bouw of de landbouw. Zou het niet slim zijn om in plaats van zand zuivere kalkkorrels te gebruiken als entmateriaal? Dan ontstaat een meer hoogwaardige reststof van pure kalkkorrels (calcietpellets) met meer mogelijkheden. Het verslag van een onderzoek en de eerste positieve praktijkresultaten.

### Samenvatting

Circa 50 procent van het Nederlandse drinkwater wordt onthard in pelletreactoren door daarin een onthardingschemicalie en zand als entmateriaal te doseren. Daarbij ontstaat een reststof in de vorm van calciumcarbonaat pellets met een kern van zand (kalkkorrels). Dit restproduct wordt als grondstof in verschillende sectoren hergebruikt.

Vervanging van de zandkern door een kern van calciet (calciumcarbonaat) leidt tot een zuivere kalkkorrel of calcietpellet. Daarmee ontstaan mogelijkheden voor hoogwaardige afzet in industrieën. Door de kalkkorrels te malen en te zeven kunnen de kalkkorrels ook als entmateriaal hergebruikt worden. Onderzoek op de drinkwaterzuivering Weesperkarspel heeft aangetoond dat met de vervanging van granaatzand als entmateriaal door vermalen calcietpellets een milieuvoordeel van 5 procent en een kostenvoordeel van 0,5 procent kan worden bereikt, zonder dat de waterkwaliteit negatief wordt beïnvloed, zelfs bij voor het onthardingsproces kritische lage temperaturen (1 tot 4 graden Celsius).

In Nederland wordt ongeveer 50 procent van het drinkwater onthard in pelletreactoren. Bij dit proces ontstaat een reststof in de vorm van kalkkorrels. Deze korrels bestaan uit een kern van zand, het entmateriaal, en een schil van calciumcarbonaat afkomstig uit het ruwe drinkwater (en mogelijk deels uit kalkmelk). Dit restproduct wordt als grondstof in verschillende sectoren hergebruikt zoals de bouw-, agrarische- en minerale grondstoffensector. Vervanging van de zandkern door een kern van calciet (calciumcarbonaat) leidt tot een zuivere kalkkorrel (we noemen deze hier calcietpellets), die uit één component bestaat. Daarmee ontstaan mogelijkheden voor hoogwaardige afzet in industrieën als glas en papier, en stijgt de opbrengst van de reststof.



**Rechtsboven: granaatzand (van 0,25 millimeter doorsnede), veel gebruikt als entmateriaal; linksboven: zuivere kalkkorrels (van 0,5 millimeter doorsnede), gebruikt in dit onderzoek; onder: het 'restmateriaal', pure kalkkorrels (calciet pellets) van 1 millimeter doorsnede**

Door de calcietpellets te malen en te zeven zouden ze ook als entmateriaal in het onthardingsproces hergebruikt kunnen worden. Dit is te prefereren boven winning en levering vanuit buitenlandse marmergroeves. Het hergebruiken en afzetten van gemalen calcietpellets kan namelijk leiden tot een kostenbesparing bij de drinkwaterbedrijven, een toename van de duurzaamheid bij zowel de drinkwaterbedrijven als de industrie en levert een bijdrage aan de circulaire economie. Bij Waternet, het watercyclus bedrijf van de gemeente Amsterdam en het waterschap Amstel, Gooi en Vecht, is in samenwerking met de TU Delft, de Reststoffenunie, KWR Watercycle Research Institute en de drinkwaterbedrijven Dunea en PWN onderzoek gedaan naar de mogelijkheden van het hergebruiken van calcietpellets als entmateriaal.



Het malen van calcietpellets

## Proefinstallatie

In januari 2013 is het onderzoek van start gegaan in de proefinstallatie van de drinkwaterzuivering Weesperkarspel (Waternet). Hier zijn twee identieke pellet reactoren met een diameter van 30 centimeter en een hoogte van 6 meter getest. De eerste reactor was gevuld met granaatzand (met een dichtheid van 4.113 kilogram per kubieke meter en een doorsnede van 0,25 millimeter), de tweede met calciet (met een dichtheid van 2.670 kilogram per vierkante meter en een doorsnede van 0,5 millimeter) als entmateriaal. In beide reactoren werd natronloog gedoseerd als onthardingschemicalie.

Na een opstartperiode van een maand waren er voldoende calcietpellets geproduceerd, zodat de pellets tot entmateriaal gemalen konden worden. Het malen van de vochtige pellets bleek niet mogelijk omdat de korrels in de maalmachine aan elkaar kleefden. De pellets konden wel gemalen worden door de pellets tenminste 24 uur in een oven op 100 graden Celsius te drogen of door de pellets met een overmaat aan water de maalmachine in te brengen. In beide gevallen bleek het mogelijk de pellets met een doorsnede van 1 millimeter te malen tot entmateriaal van 0,4 tot 0,6 millimeter met een maalrendement van 40 procent. De microbiologische analyses gaven een eerste indicatie dat droog en nat malen mogelijk is zonder besmetting.

Vanaf het moment dat de reactor met calciet aangevuld werd met gemalen calcietpellets als entmateriaal zijn de prestaties van de twee reactoren met elkaar vergeleken. De operationele parameters (bedhoogte, debiet, loogdosering, pellet aftap diameter) van de beide reactoren waren identiek gedurende de meetperiode van half februari tot begin april. In deze periode was de watertemperatuur tussen de 1 en 4 graden Celsius en de hardheid van het water 2,3 mmol/l. In deze periode zijn de natronloogdosering, de aftap korreldiameter en het reactordebiet gevarieerd om te verifiëren of de onthardingsreactoren onder verschillende omstandigheden vergelijkbaar presteren voor granaatzand en calciet (zowel commercieel beschikbare calciet als gemalen en gezeefd

calcietpellets) als entmateriaal. Dit resulteerde in een variatie van de totale hardheid in het effluent van beide reactoren tussen de 0,5 en 1,6 mmol/l. Op basis van de totale hardheid, pH, SI, theoretisch afzetbaar calciumcarbonaat (TACC) en troebelheid viel geen onderscheid te maken in de prestaties van de reactor met granaatzand en gemalen calciet.

## Duurzaamheid en kosten

Wat betekent het inzetten van zuivere calcietpallets qua duurzaamheid en kosten? Om het eerste te kunnen beoordelen is naast het proefinstallatieonderzoek het gebruik van granaatzand, commercieel verkrijgbaar calciet en gemalen calcietpellets op bedrijfsschaal (Weesperkarspel) met elkaar vergeleken op basis van een levenscyclusanalyse. Hiervoor is het softwarepakket Simapro gebruikt en is de score uitgedrukt in EcoPunten, waarbij 1 EcoPunt gelijk is aan 1/1000ste van de totale impact op het milieu van een gemiddelde Europeaan. Granaatzand wordt uit Australië aangevoerd, per schip. Commercieel verkrijgbaar calciet per vrachtwagen uit Italië. Door de gemalen calcietpellets lokaal te produceren wordt het transport geminimaliseerd.

De impact van het hergebruik van de pellets in andere industrieën wordt bepaald door de vervanging van de grondstof die in deze industrieën gebruikt worden. Pellets met een granaatzandkern vervangen de grondstof zand. Pellets met een calcietkern vervangen de hoogwaardigere grondstof calciet. Daarnaast is de transportafstand van de grondstof calciet groter dan voor zand. Door het hergebruik van calciet pellets kan de industrie gebruik maken van lokaal calciet en is het niet noodzakelijk calciet uit andere landen te importeren. Hierdoor neemt de impact op het milieu van zowel Waternet als de hele keten af. De totale winst die te behalen is door over te schakelen op gemalen calcietpellets ten opzichte van granaatzand als entmateriaal, is ongeveer 10.600 EcoPunten. Dit betekent een milieuwinst van 5 procent voor de hele zuivering van Weesperkarspel.

Naast deze levenscyclusanalyse is ook voor de kosten-batenanalyse een vergelijking gemaakt tussen granaatzand, commercieel calciet en gemalen calciet. Voor de kosten is uitgegaan van 365 euro per ton voor granaatzand, 150 euro per ton voor Italiaanse calciet en 50 euro per ton voor Hollands calciet (voor malen en zeven, inclusief arbeid). De pellets met granaatzandkern leveren geen opbrengst (netto kosten van 0), en voor de opbrengst van pellets met calcietkern is uitgegaan van een netto-opbrengst van 15 euro per ton. De kosten-batenanalyse laat zien dat voor de zuivering van Weesperkarspel de overstap naar gemalen calciet de hoogste opbrengst oplevert, ongeveer 38.000 euro per jaar. Dit staat gelijk aan een vermindering van de jaarlijkse operationele kosten met 0,5 procent.

### **Overzicht van kosten en baten voor verschillende entmaterialen**

	Granaatzand	Calciet	Gemalen calciet
Dichtheid (kg/l)	4,1	2,7	2,7
Korrelgrootte (mm)	0,25	0,5	0,5
Verbruik (ton/jaar)	150	750	750
Kosten (€/jaar)	55.000	113.000	38.000
Pellets voor industrie (ton/jaar)	1.900	2.200	1.400
Opbrengst pellets (€/jaar)	0	33.000	21.000
Netto (€/jaar)	-55.000	-25.000	+38.000
<b>Totaal verschil (€/jaar)</b>	<b>Referentie</b>	<b>- 25.000</b>	<b>+ 38.000</b>

## Risicoanalyse

Een Failure Mode, Effects and Critically Analysis (FMECA) is uitgevoerd naar de implementatie van het gebruik van gemalen calciet als entmateriaal op de gehele zuivering Weesperkarspel. Bij zo'n analyse worden alle mogelijke faalmechanismen van alle processtappen geïdentificeerd en geëvalueerd. Uit de FMECA kwam naar voren dat met name het hygiënische aspect van het opslaan, verwerken en transporteren van de pellets en het entmateriaal een belangrijk aandachtspunt vormt. Het grootste deel van de risico's kon worden ondervangen door een goede monitoring tijdens de opstartfase en het achter de hand hebben van back-up plannen.

## Conclusies

Uit het uitgevoerde vergelijkende onderzoek op pilotschaal blijkt dat zowel commercieel verkrijgbaar calciet als gemalen calcietspellets vergelijkbaar presenteren als het huidige granaatzand dat wordt ingezet bij drinkwaterzuivering. Het deel van de calcietspellets dat niet tot entmateriaal wordt verwerkt (ongeveer 90 procent), kan afgezet worden in Nederlandse industrieën.

Voor de zuivering Weesperkarspel (Waternet) bleek uit een kosten-baten analyse dat hierdoor operationele kosten verlaagd kunnen worden met 38.000 euro (0,5 procent), en uit een levenscyclusanalyse dat de milieu-impact met 5 procent verkleind kan worden.

Het hergebruiken en afzetten van gemalen calcietspellets kan leiden tot een kostenbesparing bij de drinkwaterbedrijven, een toename van de duurzaamheid bij zowel de drinkwaterbedrijven als de industrie en levert een bijdrage aan de circulaire economie.

Sinds januari 2014 is de zuivering Weesperkarspel overgegaan op commercieel calciet als entmateriaal. Medio 2014 heeft er een succesvolle proef op bedrijfsschaal plaatsgevonden met het malen en zeven van de calcietspellets en heeft de zuivering enkele weken gedraaid met gemalen calcietspellets als entmateriaal. Begin 2015 zal er een proef met gemalen calcietspellets als entmateriaal plaatsvinden met de kritische lage

temperaturen van het water in de winter. Daarnaast lopen er verschillende initiatieven voor het realiseren van een hoogwaardige afzet van de calciëtpellets.

*Dit artikel is mede gebaseerd op de scriptie waarmee Marc Schetters zijn masterstudie voltooide aan de TU Delft. De scriptie was een van de genomineerden voor de Waternetwerk Scriptieprijs 2014. Koninklijk Nederlands Waternetwerk (KNW) reikt elk jaar twee prijzen uit voor de beste bachelor- en masterscriptie over een watergerelateerd thema aan een Nederlandse of Vlaamse onderwijsinstelling. Scripties moeten door begeleidende docenten worden ingezonden. [www.waternetwerk.nl](http://www.waternetwerk.nl)*

*Dit artikel is ook gepubliceerd in het kenniskatern van H<sub>2</sub>O, Water Matters (editie 1, maart 2015), online te vinden via [www.vakbladh2o.nl/watermatters](http://www.vakbladh2o.nl/watermatters).*

## Literatuur

1. Palmen, L., Oorthuizen, W., Koppers, H., Hofs, B. (2012). Calciet als alternatief entmateriaal bij ontharding produceert hoogwaardige kalkkorrel, H<sub>2</sub>O 2012, 45, 10, 35–37.
2. Schetters, M. J. A. , Hoek, J. P. van der, Kramer, O. J. I. , Kors, L. J., Palmen, L. J., Hofs B. and Koppers, H. (in press 2015). Water Science & Technology, Circular economy in drinking water treatment: reuse of grinded pellets as seeding material in the pellet softening process, In Press, doi:10.2166/wst.2014.494.