

## De invloed van mangaan op biofilm en sediment in het distributiesysteem

*Stephan van de Wetering (Brabant Water), Paul van der Wielen (KWR Water Research Institute)*

**KWR en Brabant Water hebben onderzocht wat voor invloed een lage hoeveelheid tweewaardig mangaan in het reinwater heeft op sedimentsamenstelling, gedrag en biofilm in een distributienet. Hiervoor is een door Brabant Water ontwikkelde proefopstelling op productielocatie Welschap gebruikt, met biofilmmonitoren van KWR. De mangaanafzetting en afzetting van andere zware metaalionen, de biofilmhoeveelheid en sedimentconcentratie waren hoger in het reinwater met mangaandosering dan zonder. Daarnaast veranderden sedimentsamenstelling en -gedrag. Deze bevindingen werden bevestigd met eenzelfde proefopstelling op praktijklocatie Vessem. Het is aannemelijk dat deze verschijnselen ook in het distributiesysteem zullen plaatsvinden en daar zullen resulteren in een verhoogde troebelheid en opwervelpotentie.**

De mangaanconcentraties in het reinwater op de productielocaties van Brabant Water zijn meestal lager dan 1 microgram mangaan (Mn) per liter. Het mangaangehalte in het reinwater van sommige productielocaties van Brabant Water is de afgelopen jaren echter opgelopen tot 10 µg/l door een hogere filtratiesnelheid in de zuivering, de toegenomen watervraag en het verouderen van het filtratiemateriaal. Eerder onderzoek van Brabant Water en KWR Water Research in 2017 op productielocatie Eindhoven heeft laten zien dat verhoogde mangaanconcentraties in het reinwater (als gevolg van de kaliumpermanganaat-(KMnO<sub>4</sub>)-dosering in de bestaande zuivering van Eindhoven) de oorzaak was van de hoge aantallen bruinwatermeldingen in het voorzieningsgebied.

Op basis van het onderzoek bij productielocatie Eindhoven en de oplopende mangaanconcentraties op enkele andere productielocaties van Brabant Water, is in 2018 vervolgonderzoek opgestart om de hypothese te onderzoeken dat verhoogde mangaanconcentraties leiden tot meer sediment, andere sedimentsamenstelling en -gedrag, verhoogde biofilmconcentraties en afzetting van metaalionen in biofilm en sediment. Dit vervolgonderzoek bestond uit een pilot op productielocatie Welschap, waarbij tweewaardig mangaan werd gedoseerd aan het reinwater, en praktijkonderzoek op productielocatie Vessem, waar het effect werd gemeten vóór- en ná inbedrijfname van nafilts op de bestaande zuivering ter verbetering van de ontmangling.

### **Proefopstelling met transparante leidingen en biofilmmonitoren**

#### ***Productielocatie Welschap***

In navolging van het onderzoek op productielocatie Eindhoven werd ook op productielocatie WPB Welschap een proefopstelling geplaatst (afbeelding 1) met twee afzonderlijk te opereren transparante leidingen (afbeelding 2) om het distributiesysteem te simuleren, waarbij aan het einde van iedere leiding een biofilmmonitor met glazen ringen (afbeelding 3) werd gekoppeld. In tabel 1 staan de condities vermeld waaronder de proefopstelling werd bedreven.



Afbeelding 1. De pilotinstallatie op productielocatie Welschap



Afbeelding 2. Schematische weergave van de proefinstallatie met daaraan gekoppeld de biofilmmonitoren

Tabel 1 Bedrijfsvoering pilotopstelling

Parameter	Mangaandosering	Controle
Voeding	Reinwater Welschap	WPB Reinwater WPB Welschap
Totaal doorstroomd debiet	700 l/h	700 l/h
Snelheid	1671 m <sup>3</sup>	1664 m <sup>3</sup>
Verblijftijd	13,5 minuten	13,5 minuten
Mangaanconcentratie	14,4 ± 2,4 µg/l	0,17 ± 0,10 µg/l
Temperatuur	14,1°C	14,1°C
Reactievat	Ja	Nee
Lengte	1,8 m	< 1,0
Diameter	600 mm	
Verblijftijd	44 minuten	
Materiaal leiding	Transparant PVC 110 mm	Transparant PVC 110 mm
Lengte leiding	100 mm	100 mm
Onderzoekperiode	15 mei t/m 21 aug 2020	15 mei t/m 21 aug 2020



Afbeelding 3. De biofilmmonitoren op productielocatie Welschap

Gedurende 100 dagen werden tweewekelijks de concentraties ATP (als maat voor de hoeveelheid actieve biomassa), mangaan en ijzer in het reinwater bepaald. Tevens werd tweewekelijks de ATP-concentratie van de biofilm en de afzetting van verschillende metaalionen in de biofilm bepaald, door iedere twee weken een glazen ring uit de biofilmmonitor te bemonsteren. Na het einde van ieder experiment (~100 dagen) werd elk individueel leidingdeel gereinigd met een prop en werd het spuiwater met sediment opgevangen in een 10 µm-planktonnet. Vervolgens werd het sediment toegevoegd aan een monsterfles waarmee vervolgens bezinkexperimenten werden uitgevoerd en de sedimentconcentratie en -samenstelling werden bepaald (afbeelding 4).



Afbeelding 4. Leidingdeel met propreiniging (links), het opvangen van het sediment in een 10 µm-planktonnet (midden) en de monsterflessen met het verzamelde sediment

### **Productielocatie Vessem**

Op productielocatie Vessem werden één proefopstelling en een continue biofilmmonitor geplaatst op het reinwater, met als doel het meten van effecten op de reinwaterkwaliteit vóór en ná het in bedrijf nemen van de nafilts ter verbetering van de ontmanging. De bedrijfsvoering van de zuivering was gelijk aan die van de opstelling in productielocatie Welschap. Het mangaangehalte in het reinwater voor inbedrijfname van de nafilts varieerde tussen 1,0 en 11 µg/l, terwijl na inbedrijfname van de nafilts de mangaanconcentratie in het reinwater was afgenomen tot minder dan 0,50 µg/l.

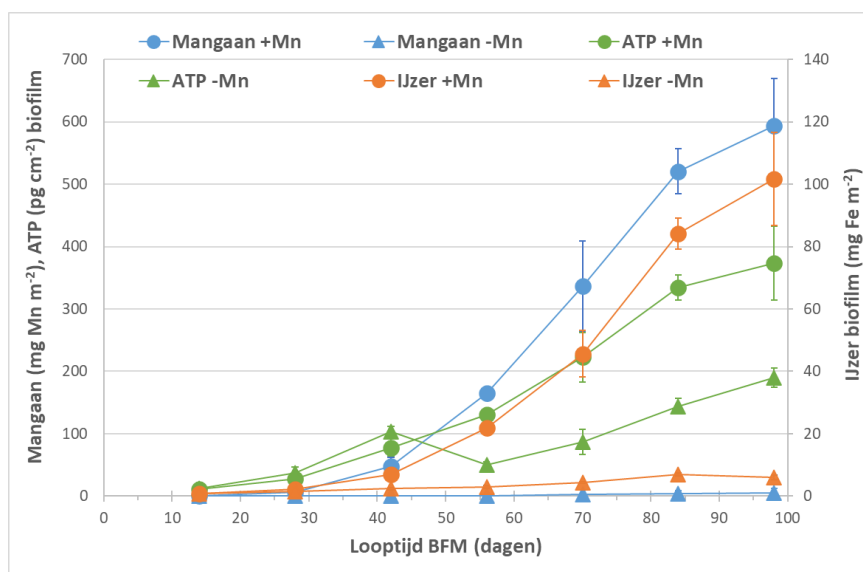


Afbeelding 5. De pilotopstelling (links) en de continue biofilmmonitor (rechts) op productielocatie Vessem

## Resultaten

### Mangaandosering op productielocatie Welschap

De mangaanafzetting in de biofilm, gevormd met het reinwater van productielocatie Welschap, was sterk verhoogd wanneer ongeveer 15 µg tweewaardig mangaan per liter aan het reinwater werd gedoseerd. Tevens leidde de mangaandosering tot hogere biomassaconcentraties en verhoogde afzetting van ijzer, koper, lood en zink in de biofilm (afbeelding 6 en tabel 2).

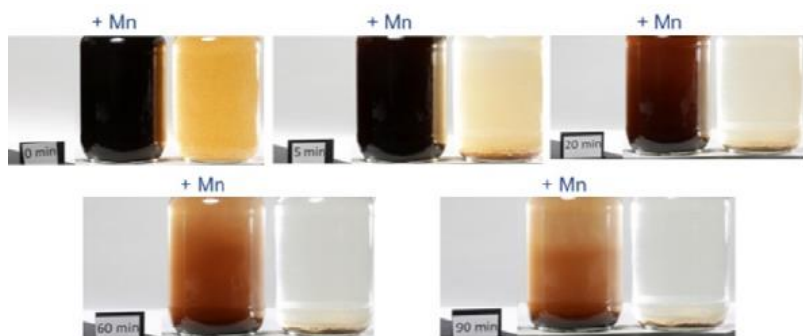


Afbeelding 6. De ontwikkeling van de mangaan-, ijzer- en ATP-concentraties in de biofilm op het reinwater van WPB Welschap met (+Mn) en zonder (-Mn) mangaandosering gedurende 100 dagen

Tabel 2. De gemiddelde concentraties metaalionen ( $\pm$  standaarddeviatie) in de biofilm uit de biofilmmonitor nadat deze 100 dagen werd gevoed met reinwater van WPB Welschap zonder mangaandosering (controle) en met mangaandosering

Parameter	Mangaandosering	Controle
Mangaan ( $\text{mg Mn m}^{-2}$ )	$593 \pm 76$	$5,6 \pm 6,1$
IJzer ( $\text{mg Fe m}^{-2}$ )	$102 \pm 15$	$6,0 \pm 0,74$
Koper ( $\mu\text{g Cu m}^{-2}$ )	$27,8 \pm 3,9$	$0,28 \pm 0,27$
Lood ( $\mu\text{g Pb m}^{-2}$ )	$1,2 \pm 0,19$	$0,079 \pm 0,065$
Zink ( $\mu\text{g Zn m}^{-2}$ )	$35,6 \pm 4,4$	$0,37 \pm 0,33$
Calcium ( $\text{mg Ca m}^{-2}$ )	$< 1,0$	$< 1,0$
Magnesium ( $\text{mg Mg m}^{-2}$ )	$< 1,0$	$< 1,0$
Aluminium ( $\text{mg Al m}^{-2}$ )	$< 1,0$	$< 1,0$

In het reinwater waaraan mangaan werd gedoseerd, werd tevens waargenomen dat de sedimentconcentratie verhoogd was, een sterkere verkleuring van biofilm en sediment optrad, de vlokstructuur van de deeltjes kleiner was en de sedimentatie van de deeltjes veel trager verliep dan in het reinwater waaraan geen mangaan werd gedoseerd (afbeelding 7).



Afbeelding 7. Sedimentatie van deeltjes in het reinwater van productielocatie Welschap, met en zonder mangaandosering, in de tijd (0 tot 90 minuten) bepaald met een bezinkexperiment

### Praktijkonderzoek productielocatie Vessem

Op de praktijklocatie Vessem werd waargenomen dat de sedimentconcentratie in de proefinstallatie hoger was voor inbedrijfname van de nafilts. Een verkleuring van biofilm en sediment trad in mindere mate op, maar de vlokstructuur van de deeltjes was wel kleiner en de sedimentatie van de deeltjes verliep veel trager na inbedrijfname van de nafilts (afbeelding 8).



Afbeelding 8. Sedimentatie van deeltjes in het reinwater van productielocatie Vessem vóór- en ná in bedrijf nemen nafilts in de tijd (0 tot 90 minuten) bepaald met een bezinkexperiment

### Conclusies en aanbevelingen

Uit de resultaten van onderzoeken op productielocaties Welschap en Vessem wordt geconcludeerd dat de aanwezigheid van relatief lage concentraties mangaan in het reinwater in het distributiesysteem leidt tot verhoogde biofilm- en sedimentvorming en verandering van sedimentgedrag.

Het is aannemelijk dat deze effecten resulteren in verhoogde opwervelingspotentie waardoor de kans op bruinwatermeldingen toeneemt en er dus vaker moet worden gespuid.

De pilotopstelling zoals bij deze onderzoeken is toegepast, is een uitermate geschikt tool om te achterhalen hoe deeltjes en biofilm zich ontwikkelen en gedragen in het distributienet. Bij twijfel, kan deze pilot uitsluitsel geven of optimalisatie van de ontmanging, ondanks de lage concentratie, tot significante verbeteringen leidt van de waterkwaliteit. Naast de rol van mangaan is ook de invloed van andere parameters (bv BDOC) op de waterkwaliteit (bv de mate van nagroei) te onderzoeken en noodzaak van optimalisaties van de zuivering vast te stellen.

Op productielocatie Vessem van Brabant Water is met deze opstelling aangetoond, dat de verbeterde ontmanging door het plaatsen van een nafiltratiestap heeft geleid tot een significant verbeterde waterkwaliteit en effecten in het distributienet. De spui frequentie van het distributienet kan op basis van de resultaten met de proefopstelling worden verlaagd.