

Inwerkmethoden voorfilters vergeleken op nieuw drinkwater-productiebedrijf van Vitens

Gerrit Jan Zweere, Ron Jong, Patrick Teunissen, Josbert Visee, Adrie Hulsen (Vitens)

Bij de inbedrijfname van het nieuwe Vitens productiebedrijf Kolff (6 miljoen m³/jaar) te Waardenburg zijn de zes voorfilters gelijktijdig in bedrijf genomen. Het onder specifieke procescondities opstarten van elk filter verschaftte inzicht over het op gang komen van de ontijzering, ontmangling en nitrificatie.

Recirculatie van effluent blijkt de inwerktijd van een voorfilter voor de verwijdering van mangaan en nitriet significant te verkorten. Het aan het filter toevoegen van de middelen ABIL en/of Aqua-mandix maakt op Kolff geen verschil voor het op gang komen van de ontmangling en nitrificatie.

Vitens heeft op drinkwaterproductiebedrijf Kolff in Waardenburg een nieuwe grondwater-zuivering gebouwd. In deze zuivering zijn zes stalen voorfilters (diameter 5,5 m) opgenomen. Voor het inwerken van nieuwe snelfilters voor de verwijdering van mangaan en ammonium zijn verschillende recepten in omloop. Zo zou een toevoeging van ABIL en Aqua-mandix aan het filter de inwerkperiode aanzienlijk verkorten [2]. Ook recirculatie van (een deel van) het filtraat zou de inwerktijd verkorten. De situatie op Kolff vormde het ideale scenario om een aantal inwerkmethoden met elkaar te vergelijken.

Middelen

ABIL staat voor Ammonium Binding Inoculum Liquid. De fabrikant omschrijft het op de website als volgt: "ABIL is ontworpen om de waterkwaliteit in aquaria/vijvers te verbeteren. De levende bacterie die aanwezig is in het product zorgt voor het oxideren en verwijderen van dodelijke ammonium verbindingen en voor de verwijdering van nitriet uit het water. Alle stikstof-componenten worden door de in ABIL aanwezige bacteriën biologisch omgezet in relatief onschadelijk nitraat." [3].

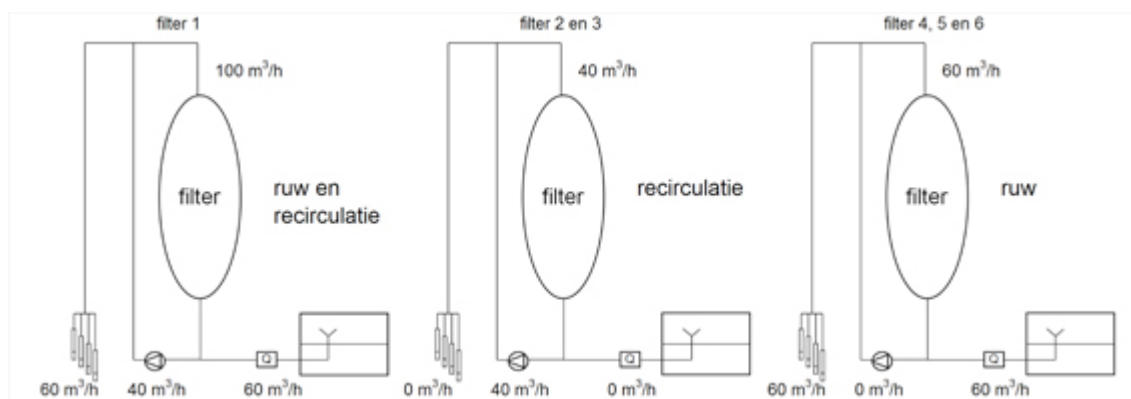
Aqua-mandix is volgens de website van de fabrikant "een natuurlijk gebroken mangaandioxide zonder toevoegingen en vrij van besmettingen. Het wordt gebruikt als katalysator voor de verwijdering van ijzer en mangaan in één filtratiestap, zelfs als de omgevings-pH niet optimaal is." [4].

Methode

Bij toepassing van ABIL is een hoeveelheid van 10 liter verdeeld over 3 voorfilters. Van Aqua-mandix is een hoeveelheid van 25 kg verdeeld over drie voorfilters. De materialen zijn door het mangat van de filters zo goed als mogelijk over het filteroppervlak verdeeld. Daarna zijn de materialen met behulp van een luchtspoeling verticaal door het filtermateriaal verspreid. Vervolgens zijn de filters gedurende 24 uur met rust gelaten waarin met name de ABIL de kans krijgt om zich aan het filtermateriaal te hechten.

Behalve met ABIL en Aqua-mandix als vrijheidsgraad zijn de filters ook met drie andere methoden gevoed:

1. Ruw water in combinatie met recirculatie. De voeding van het filter bedraagt circa 60 m³/h ruwwater en 40 m³/h filtraat, dat met een recirculatiepomp opnieuw op het filter wordt gebracht. De totale belasting van het filter bedraagt zodoende 100 m³/h.
 2. Alleen recirculatie. Elke 24 uur vindt een verversing van de inhoud van het filter plaats met ruwwater waarna de recirculatiepomp het filtraat met een debiet van circa 40 m³/h over het filter rondpompt.
 3. Ruwwater met een debiet van 60 m³/h.
- In figuur 1 zijn de drie toegepaste methoden schematisch weergegeven.



Figuur 1. Schematische voorstelling gebruikte inwerkmethoden

Het enten van nieuwe filters met filtermateriaal afkomstig uit een ingewerkt filter of met spoelwater uit een ingewerkt filter wordt ook wel toegepast om het inwerken te versnellen. Deze methoden zijn in dit onderzoek niet als mogelijkheid meegenomen.

Tijdens het onderzoek zijn op de zes voorfilters van Kolff vijf recepten toegepast, te weten:

- filter 1: ABIL, Aqua-mandix, ruw en recirculatie
- filter 2: ABIL, Aqua-mandix, recirculatie
- filter 3: recirculatie
- filter 4: ABIL, Aqua-mandix, ruw
- filter 5: ruw
- filter 6: ruw

De voorfilters van Kolff zijn gevuld met circa 1,75 m filtergrind (0,8 – 1,25 mm) en circa 0,75 m Hydro-Antraciet (1,4 – 2,5 mm). De gesloten filterketels zijn in de kop van de ketel voorzien van een dubbele cascade voor de inbreng van zuurstof in het water en verwijdering van enig methaan en kooldioxide. Een compressor perst circa 30-50 Nm³/h lucht in de kop van de ketel. Het systeem werkt met een kattenrug aan de filtraatkant en bovenwaterstandregeling door middel van geregelde luchtaflaat op de ketel.

Tabel 1. Gemiddelde ruwwaterkwaliteit Kolff tijdens de inwerkperiode

pH	(-)	7,35	Mg ²⁺	(mg/l)	11
HCO ₃ ⁻	(mg/l)	290	totale hardheid	(mmol/l)	2,58
Fe ²⁺	(mg/l)	2,5	EGV	(mS/m)	49
Mn ²⁺	(mg/l)	0,45	Na ⁺	(mg/l)	16
NH ₄ ⁺	(mg/l)	1,0	SO ₄ ²⁻	(mg/l)	20
CH ₄	(mg/l)	0,4	NO ₃ ⁻	(mg/l)	<1
Ca ²⁺	(mg/l)	85	temperatuur	(°C)	12

De filters zijn steeds ingewerkt totdat de verwijdering van mangaan, ammonium en nitriet volledig was. Daarna is overgestapt op alleen ruwwater; daarvan werd de hoeveelheid in kleine stappen verhoogd. Het uitgangspunt hierbij is geweest dat de debietbelasting van alle filters nagenoeg hetzelfde was. De gemiddelde kwaliteit van het onbeluchte ruwe water is weergegeven in tabel 1.

Monstername

Direct vanaf het begin van de inwerkperiode zijn het ruwwater en de filtraten van de voorfilters bijna dagelijks bemonsterd. De watermonsters zijn geanalyseerd op zuurstof, pH, ijzer, mangaan, ammonium en nitriet.

Resultaten

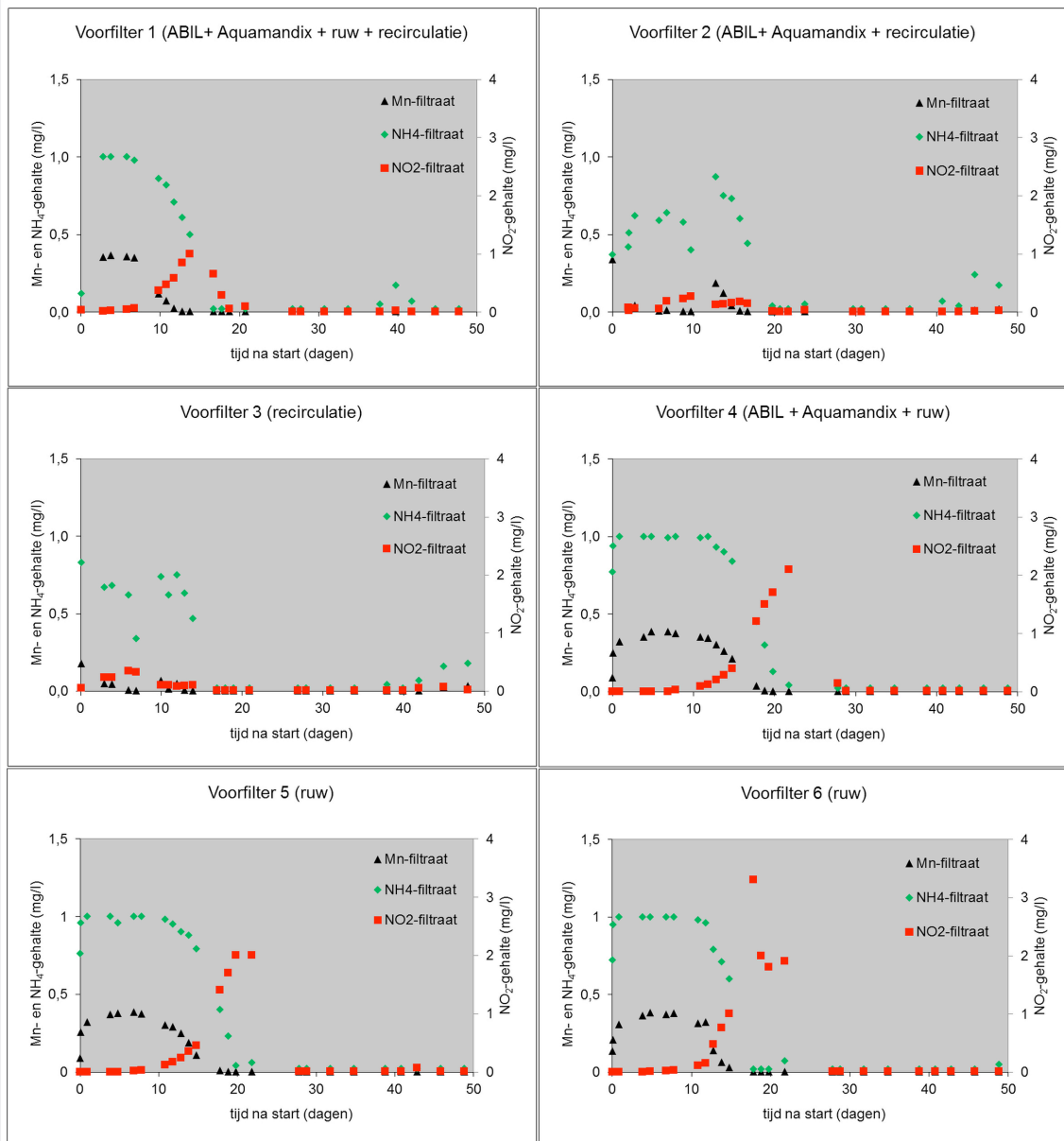
De gemeten mangaan-, ammonium- en nitrietgehalten zijn per filter uitgezet in figuur 2.

Ijzerverwijdering

Het verloop van de ontijzing is niet in de figuren opgenomen omdat deze voor alle toegepaste recepten gelijk is. Direct na het opstarten van de filters wordt namelijk alle ijzer verwijderd. Gezien de pH-waarde van het ruwwater zal de ontijzing naar verwachting hoofdzakelijk in de vorm van adsorptieve ontijzing plaatsvinden. Het oppervlak van het filtermateriaal is negatief geladen. Het positieve ijzer(II) in het water adsorbeert aan dit negatief geladen oppervlak. Na adsorptie oxideert het ijzer in aanwezigheid van de zuurstof die bij de beluchtingstap in de kop van de ketel in het water is ingebracht. Het gevormde ijzeroxide vormt daarna weer adsorptieplaatsen voor het ijzer(II), dat weer oxideert.

Mangaanverwijdering

Het blijkt dat door de toepassing van recirculatie de benodigde inwerktijd voor mangaan (ongeveer 14 dagen) net iets korter is dan zonder recirculatie (18 dagen). Uit de resultaten blijkt ook dat de toevoeging van Aqua-mandix, in de gebruikte dosering, de inwerktijd niet verkort.

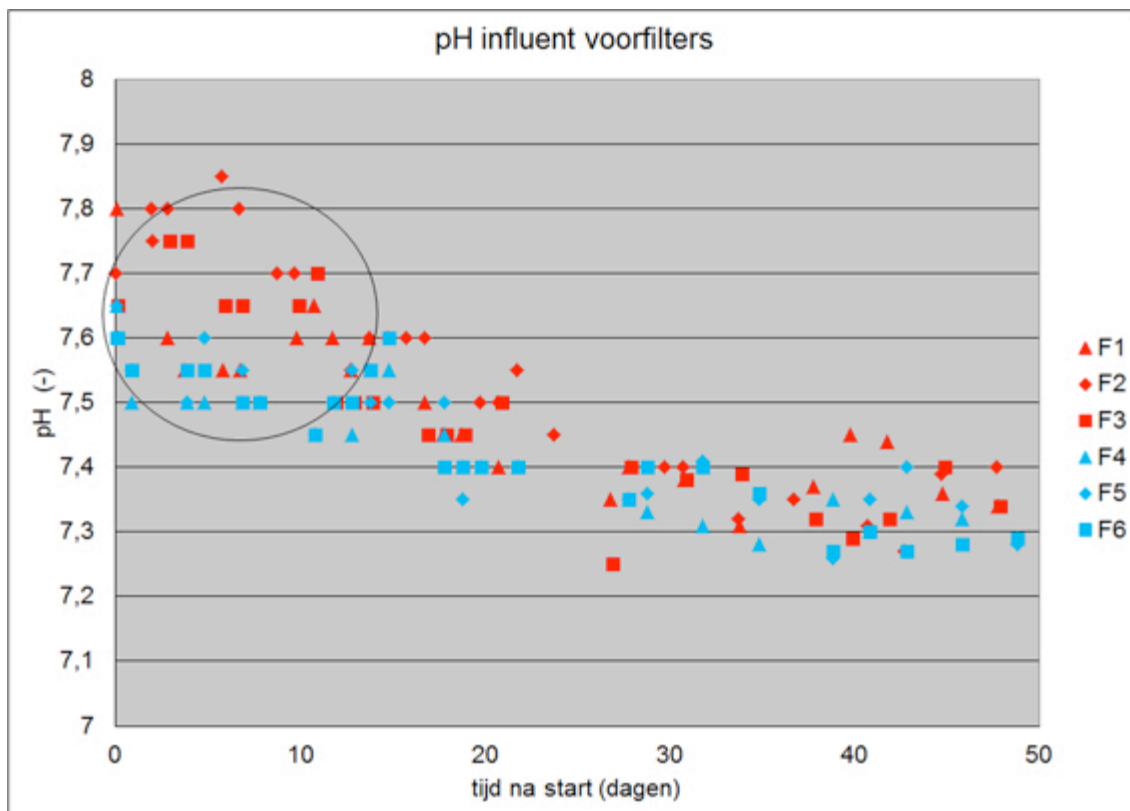


Figuur 2. Mangaan-, ammonium- en nitrietgehalte in het filtraat van de filters 1 t/m 6

Dat bij de toepassing van recirculatie de inwerktime korter is, komt waarschijnlijk door de pH van het water. Door recirculatie passeert het water meerdere keren de beluchtingscascade en zal steeds kooldioxide worden uitgeblazen. Uit de theorie van Graveland [1] blijkt dat de ontmangning verbetert bij hogere pH:

$$-d[Mn^{2+}]/dt = k.[Mn^{2+}]^{1 opl}.[O_2]^0 opl.\{[OH^-]_{opl} - 10^{-7,0}\}$$

In figuur 3 is voor de zes voorfilters de pH van de influenten uitgezet tegen de inwerktime. De figuur laat bij recirculatietoepassing in het begin van de inwerkperiode een beduidend hogere pH zien.



Figuur 3. De benodigde inwerktijd bij verschillende pH van het influent voor de zes filters

Ammoniumverwijdering

De omzetting van ammonium gaat hoofdzakelijk in twee stappen met verschillende bacteriesoorten. De afname van het ammoniumgehalte zegt iets over de omzetting van ammonium in nitriet. Uit de figuren blijkt dat de verschillen tussen de inwerktijden (17-20 dagen bij voorfilter 1-3 en 18-22 dagen bij voorfilter 4-6) gering zijn. De toepassing van recirculatie laat hierbij geen significant kortere inwerktijd zien, zoals wel het geval was bij de ontmanging. De toepassing van ABIL levert, bij de gebruikte doseringen, geen significante verkorting van de inwerkperiode voor de omzetting van ammonium in nitriet.

Nitrietverwijdering

Uit de resultaten blijkt dat de toepassing van recirculatie wel een beduidend kortere inwerkperiode tot gevolg heeft voor de nitrietomzetting. De inwerktijd voor voorfilter 1-3 met recirculatie bedraagt 17-20 dagen, de inwerktijd voor voorfilter 4-6 zonder recirculatie bedraagt 28-29 dagen. Daarnaast blijft het maximum nitrietgehalte in het filtraat bij recirculatie beduidend lager. De toepassing van ABIL levert, bij de gebruikte doseringen, geen significante verkorting van de inwerkperiode voor de omzetting van nitriet in nitraat. De versnelde inwerktijd voor nitriet bij de toepassing van recirculatie is naar verwachting te danken aan het feit dat bij de opstart van de ammoniumverwijdering het gevormde nitriet terug gevoerd wordt en daardoor over de gehele filterbedhoogte wordt aangeboden. Hierdoor kunnen de bacteriekolonies die het nitriet omzetten zich over de gehele hoogte van het filter ontwikkelen. Bij een inwerkmethode zonder recirculatie zal al het gevormde nitriet uitspoelen en zullen bacteriekolonies die nitriet omzetten zich moeizaam van de effluent-zijde van het filter af het filterbed in ontwikkelen.

Conclusies

Door de toepassing van recirculatie wordt de inwerktijd van een voorfilter voor de verwijdering van mangaan en nitriet significant korter. Voor mangaan is dit toe te schrijven aan de hogere pH waarde van het voedingswater van het filter. Voor nitriet komt dit doordat het nitriet na opstarten van de ammoniumomzetting over de gehele filterbedhoogte aanwezig is. Het vestigingsgebied voor de bacteriekolonies die het nitriet omzetten is zodoende vele malen groter dan in de situatie zonder recirculatie. De verschillende inwerkrecepten blijken niet onderscheidend voor de verwijdering van ijzer en de omzetting van ammonium in nitriet. De toegepaste dosering van de middelen ABIL en Aqua-mandix blijkt op Kolff niet onderscheidend voor de verwijdering van mangaan, ammonium en nitriet.

Literatuur

1. Graveland, A, Heertjes, P.M. (1975) Removal of manganese from groundwater by heterogeneous autocatalytic oxidation. Trans. Inst. Chem. Eng. 53 154-164
2. Huysman, K, Josris, K, Bruins, J, 2011. Verkorting opstartperiode van nieuwe snelfilters door versnelde nitrificatie. H₂O 2011 nummer 5 p. 55-57
3. Grommen, R., Van Hautegehem, I., Van Wambeke, M. and Verstraete, W., 2002, An improved nitrifying enrichment to remove ammonium and nitrite from freshwater aquaria systems. Aquaculture Volume 211, Pages 115-124
4. Aqua-Techniek bv <http://www.aqua-techniek.com/html/filtermedia.htm>