

Grootschalige proef met helofytenfilter in Leidsche Rijn

IR. C. VERHOEVEN, INGENIEURSBUREAU UTRECHT

IR. M. DE BURGER, HOOGHEEMRAADSCHAP DE STICHTSE RIJNLANDEN

ING. J. BLUM, ROYAL HASKONING

Water als fundamenteel voor recreatie, ecologie, inrichting én het toepassen van het gedachtegoed van duurzaam stedelijk waterbeheer. Dat zijn de ambities voor het watersysteem van de Vinex-locatie Leidsche Rijn. Om deze ambities te kunnen waarmaken, is het nodig dat het oppervlaktewater in de wijk helder wordt. Het bereiken van een doorzicht van minimaal één meter is de opgave waarvoor de Taakgroep Watersysteem Leidsche Rijn (het samenwerkingsverband tussen gemeente Utrecht, Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden en de provincie Utrecht) staat.

Een combinatie van flexibel peilbeheer en het vasthouden van hemelwater zorgt straks voor een watersysteem dat voor 80 procent gevoed wordt met hemelwater en voor 20 procent door kwel. De circa 100.000 bewoners van Leidsche Rijn, hun 30.000 auto's, 20.000 tuintjes, 7.500 honden én de nalevering van meststoffen uit de voormalige landbouwgronden zorgen echter voor permanente belasting van dat watersysteem met voedingsstoffen. Zo komt iedere dag vier ton hondenpoep op straat of in het gras terecht. Alle mogelijke bronmaatregelen en een robuust watersysteem vol met waterplanten en rietkragen blijken niet voldoende om de groei van algen te voorkomen en een meter doorzicht te garanderen. Aanvullende zuivering, waarbij het verwijderen van orthofosfaat centraal staat, is dus noodzakelijk. In 1997 is besloten een verticaal doorstroomd helofytenfilter van ongeveer 6,3 hectare aan te leggen. De aanleg van het filter is gepland in 2007.

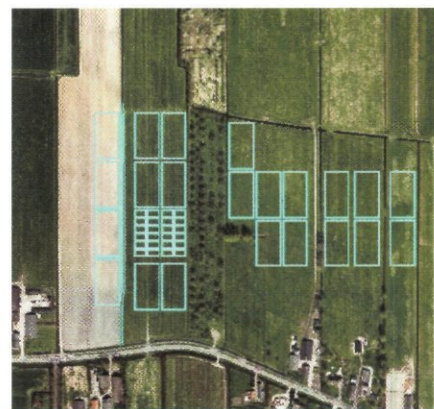
Voordat een verantwoord ontwerp van deze oppervlaktewaterzuivering gemaakt kan worden, willen de betrokken partijen meer weten over de werking van dit type filter. Belangrijke vragen die tot nu toe niet goed beantwoord konden worden, hadden betrekking op het werkelijke zuiveringsrendement, de levensduur van het filter en de wijze van beheer en onderhoud. Om deze vragen te kunnen beantwoorden, is besloten eerst theoretisch en praktisch vooronderzoek te laten plegen en vervolgens een grootschalig pilotproject op te zetten. Het onderzoek is

vorig jaar uitgevoerd. Het initiatief werd gesteund door zowel de Europese Unie als STOWA.

Het onderzoek bestond uit literatuurstudie, studie op bestaande proeflocaties, aanvullend chemisch onderzoek en het aanleggen en bemonsteren van een grootschalige proeflocatie. Met de bouw hiervan is deze zomer begonnen en op 1 december aanstaande dient de proeflocatie opgeleverd te worden.

Resultaten literatuurstudie

- Op diverse plaatsen op de wereld wordt geëxperimenteerd met verticaal doorstroomde helofytenfilters. De techniek wordt met name ingezet om huishoudelijk afvalwater, effluent van de afvalwaterzuivering en overstortwater uit gemengde



Situering van de geplande 24 vakken in de eindsituatie.

rioolstelsels te zuiveren. Zuivering van oppervlaktewater met zeer lage gehalten aan nutriënten is nieuw.

- Verwijdering van nutriënten met behulp van deze vorm van helofytenfilters is gebaseerd op vijf mechanismen: vastlegging in helofyten (fosfaat en stikstof), vastlegging in biomassa (fosfaat en stikstof), adsorptie/chemische binding (fosfaat), bacteriële omzetting (stikstof) en filtratie (fosfaat en stikstof).
- De belangrijkste zuiveringsmechanismen voor het verwijderen van fosfaat blijken adsorptie/chemische binding en filtratie. Verwijdering van orthofosfaat als gevolg van vastlegging in helofyten lijkt slechts een beperkt rol te spelen. Vastlegging in biomassa is een mineure factor in een situatie waarin het gaat om het behandelen van zeer dun water.
- De meeste metingen zijn overallmetingen. De samenstelling van de filters en de werking van de afzonderlijke onderdelen zijn niet bekend. Tevens is nauwelijks serieus onderzoek gedaan naar het variëren met kritische parameters.

Aanvullend chemisch onderzoek

Het onderzoek in Leidsche Rijn richt zich op verwijdering van fosfaat. Fosfaat is in de

Op een vergelijkbare oever van de Haarrijnseplas wordt het filter gebouwd.



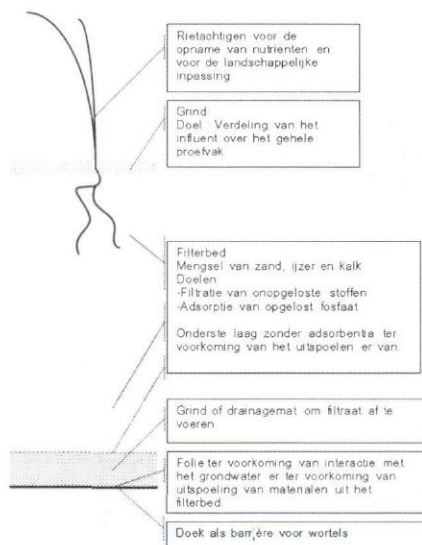
Nederlandse situatie een belangrijke limiterende factor voor algenbloei. Het verwijderen van niet opgelost fosfaat is een kwestie van goed filtreren. De samenstelling van het filterzand en de oppervlaktebelasting zijn hierbij de belangrijkste sturingsfactoren. Het onderzoeksvraagstuk spitste zich derhalve toe op de verwijdering van de meest mobiele verschijningsvorm van deze stof: het opgeloste orthofosfaat.

Bekend is dat orthofosfaat gebonden kan worden aan metaaloxides, zoals ijzer(oxide), aluminium(oxide) en calcium(carbonaat). Omdat niet bekend is volgens welke principes de chemische bindingen tot stand komen, is evenmin bekend in welke vorm en in welke hoeveelheden deze stoffen aan het filterbed toegevoegd moeten worden.

Alvorens in het laboratorium te gaan testen, zijn op basis van theoretische chemische potentie vijf absorptentia geselecteerd waarvan de reactiviteit voldoende is en die in grote hoeveelheden te verkrijgen zijn. Bij voorbaat zijn de aluminiumverbindingen uitgesloten vanwege het ontstaan van toxische nevenproducten. De vijf geselecteerden adsorbentia zijn hoogovenslak (ijzer), LD-staalslak (ijzer), slakzand (ijzer), ijzerschaafsel, dolomiet (calcium) en kalksteen.

Resultaten van de schudproeven

- Orthofosfaat adsorbeert goed aan de slakproducten. Het materiaal is echter in Leidse Rijn onbruikbaar, omdat het aanzienlijke hoeveelheden zware metalen bevat die zeer ongewenst zijn in het oppervlaktewater. Tevens wordt de pH van het gefilterde water hoog: 10. Verder onderzoek wordt derhalve in dit kader niet nodig geacht.
- Het ijzerschaafsel reageerde niet in de



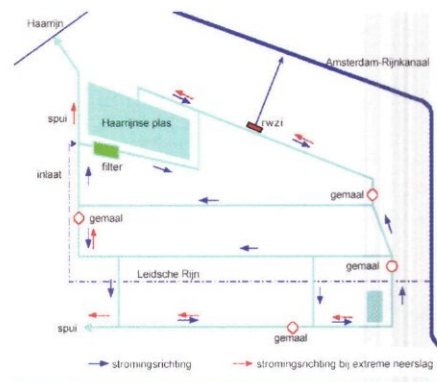
Schematische opbouw van het zuiveringsfilter

schudproeven. Dit is verklaarbaar. Het ijzer moet namelijk eerst oxideren om te kunnen reageren. De duur van de proef is te kort om het ijzerschaafsel te laten roesten. Kolomproeven zijn nodig om het gedrag van ijzer nader te onderzoeken.

- Dolomiet en kalksteen reageren zeer traag, maar lijken een grote totaalcapaciteit te hebben. De reactie tussen fosfaat en calcië (onderdeel van dolomiet en kalksteen) is een langzame precipitatiereactie. Dit betekent dat de opname bij lage gehalten fosfaat erg traag gaat en dat gebonden fosfaat los kan laten bij een daling van het fosfaatgehalte in het influent.

Kolomproeven

Nader onderzoek door middel van laboratoriumproeven met kolommen met daarin zand en toevoegingen van ijzer en kalk moest meer duidelijkheid verschaffen. Twee soorten



Plaats van het filter in het watersysteem Leidsche Rijn.

proeven zijn gedaan: toetsing van het functioneren onder dagelijkse omstandigheden en toetsing van de totale opnamecapaciteit in verband met het voorspellen van de levensduur. Bij deze laatste test wordt gekeken of met het filter 30 jaar lang voldoende orthofosfaat afgevangen kan worden. Gevarieerd is met de verhoudingen ijzer en calcium. Gekeken is naar de volgende indicatoren: reactiviteit, totale opnamecapaciteit, desorptiekenmerken en gevoeligheid voor anaërobe omstandigheden.

Belangrijkste resultaten

- Met een filterbed dat alleen uit zand bestaat, zal enkel gedurende zeer korte tijd orthofosfaat afgevangen worden.
- Toevoeging van ijzer aan het zand geeft goede verwijderingsresultaten.
- Bij zowel de kolom met vijf procent ijzer als met 0,5 procent ijzer lijkt qua adsorptiesnelheid en totale capaciteit voldoende. Een hoog ijzergehalte lijkt derhalve niet noodzakelijk.
- Toevoeging van alleen kalk is voor de verwijdering van orthofosfaat niet zinvol.
- Door toevoeging van kalk aan mengsels met zand en ijzer blijft de pH hoog en is het ijzer minder gevoelig voor anaërobe omstandigheden. Het kalk ondersteunt de werking van het ijzer.
- Desorptie vindt met name plaats bij fosfaat dat aan kalk is gebonden, maar nauwelijks bij binding van fosfaat aan ijzer.
- Een gehalte aan orthofosfaat in het effluent van minder dan 0,05 mg orthofosfaat/liter is mogelijk.
- Uitspoeling van roestwater vindt beperkt plaats indien alleen ijzer is toegevoegd. Als ook kalk is toegevoegd, treedt geen uitspoeling op.

NB. Genoemde percentages zijn gewichtspercenten.

Praktijkproeven op bestaande locaties

Op een bestaande kleinschalige proeflocatie te Raalte is een test gedaan met het variëren van de oppervlaktebelasting. Zoals te verwach-

Laboratoriumonderzoek.



ten is, neemt de verwijdering van orthofosfaat af wanneer de oppervlaktebelasting toeneemt. De afname blijkt echter exponentieel. Niet alleen de verblijftijd is van belang, ook het optreden van anaërobe condities waarin het ijzer niet oxideert en geen orthofosfaat kan binden is debet aan het terugvallen van de opnamecapaciteit en zelfs van desorptie van aan kalk gebonden orthofosfaat. Een werkbare oppervlaktebelasting ligt in de orde van 0,1 tot 0,3 kubieke meter per m² per dag.

Ervaring in St. Anthonis leert dat bij het toevoegen van veel ijzer (vijf procent) dat tevens erg fijn is verstopping kan optreden als gevolg van roest.

Vervolgonderzoek met groot-schalige pilot

De resultaten van de proeven geven hoop: mits goed ontworpen en bedreven kan het dunne oppervlaktewater ontdaan worden van de laatste restjes orthofosfaat. De marges in de uitkomsten van het onderzoek zijn echter zodanig dat een praktijkonderzoek verricht moet worden voordat de taakgroep het advies geeft om een groot filter te bouwen.

De grootschalige proef die de komende jaren in Leidsche Rijn gaat plaatsvinden, zal de kennis van het functioneren van verticaal doorstroomde helofytenfilters doen toenemen en ook toegankelijker maken.

Onderzoeksvragen die op basis van de meetresultaten beantwoord dienen te worden, zijn: Hoeveel ijzer en kalk heb je nodig om reacties voldoende snel te laten verlopen én om deze reacties 30 jaar lang goed te laten verlopen? Welke zandfractie geeft het optimum tussen filtratie en zuurstofvoorziening? Wat is de beste manier om het water te verdelen over het filter? En wat is het effect van sturen op oppervlaktebelasting? In totaal worden 13 proefvakken aangelegd. De filterbedden van de proefvakken variëren in opbouw, twee soorten zand worden gebruikt, met een verhoogd en verlaagd ijzergehalte en met en zonder kalk. Tevens wordt gevarieerd met de oppervlaktebelasting en standtijden. Daarnaast wordt geëxperimenteerd met een voor Nederland nieuw vul- en leeglooppincipe, waarmee het water op het filter wordt gebracht en vastgehouden, totdat het filter geheel gevuld is. Vervolgens laat men het filterbassin leeglopen.

Monitoring zal plaatsvinden door zowel influent als effluent te bemonsteren op nutriënten, zware metalen en procesgerelateerde stoffen, zoals ijzer, calcium en organische stoffen. 

Belangrijkste resultaten van de kolomproeven

mengsel	verwijderingsrendement	totale capaciteit
zand	gunstig	ongunstig
zand en ijzer	gunstig	gunstig
zand en kalk	gunstig	ongunstig
zand, ijzer en kalk	gunstig	zeer gunstig