

ENERGIEGEBRUIK NAGESCHAKELDE BEHANDELINGSTECHNIEKEN OP RWZI'S



RAPPORT

2011
w09



ENERGIEGEBRUIK NAGESCHAKELDE BEHANDELINGSTECHNIEKEN OP RWZI'S

RAPPORT

2011
w09



COLOFON

UITGAVE Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer
Postbus 2180
3800 CD Amersfoort

AUTEUR ing. J.J.M. Baltussen (BACO-adviesbureau BV)

BEGELEIDINGSCOMMISSIE

M. Bechger (Waternet)
drs. H.G. Rekswinkel (Hoogheemraadschap de Stichtse Rijnlanden)
ir. C.A. Uijterlinde (STOWA)
ir. J.T.A. van Veldhoven (Waterschap de Dommel)

FOTO OMSLAG

wzi Zeist (Jan Jonker, Hoogheemraadschap de Stichtse Rijnlanden)

DRUK Kruyt Grafisch Adviesbureau

STOWA STOWA 2011-w09

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.

DE STOWA IN HET KORT

De Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer, kortweg STOWA, is het onderzoeksplatform van Nederlandse waterbeheerders. Deelnemers zijn alle beheerders van grondwater en oppervlaktewater in landelijk en stedelijk gebied, beheerders van installaties voor de zuivering van huishoudelijk afvalwater en beheerders van waterkeringen. Dat zijn alle waterschappen, hoogheemraadschappen en zuiveringsschappen en de provincies.

De waterbeheerders gebruiken de STOWA voor het realiseren van toegepast technisch, natuurwetenschappelijk, bestuurlijk juridisch en sociaal-wetenschappelijk onderzoek dat voor hen van gemeenschappelijk belang is. Onderzoeksprogramma's komen tot stand op basis van inventarisaties van de behoefte bij de deelnemers. Onderzoekssuggesties van derden, zoals kennisinstituten en adviesbureaus, zijn van harte welkom. Deze suggesties toetst de STOWA aan de behoeften van de deelnemers.

De STOWA verricht zelf geen onderzoek, maar laat dit uitvoeren door gespecialiseerde instanties. De onderzoeken worden begeleid door begeleidingscommissies. Deze zijn samengesteld uit medewerkers van de deelnemers, zonodig aangevuld met andere deskundigen.

Het geld voor onderzoek, ontwikkeling, informatie en diensten brengen de deelnemers samen bijeen. Momenteel bedraagt het jaarlijkse budget zo'n 6,5 miljoen euro.

U kunt de STOWA bereiken op telefoonnummer: 033 - 460 32 00.

Ons adres luidt: STOWA, Postbus 2180, 3800 CD Amersfoort.

Email: stowa@stowa.nl.

Website: www.stowa.nl

ENERGIEGEBRUIK NAGESCHAKELDE BEHANDELINGS- TECHNIKEN OP RWZI'S

INHOUD

	STOWA IN HET KORT	
1	INLEIDING	1
2	TE INVENTARISEREN NAGESCHAKELDE BEHANDELINGSTECHNIKEN	2
3	AANPAK	3
4	KWALITEIT VERKREGEN INFORMATIE	4
5	RESULTATEN	5
5.1	Respons	5
5.2	Rwzi's uitgerust met een nageschakelde behandelingstechniek	5
5.3	Doel nageschakelde behandelingstechniek	7
5.4	Energieverbruik	8
5.5	Helofytenfilter, waterharmonica	11
5.6	Financiële aspecten	11
6	CONCLUSIE EN AANBEVELINGEN	13
	BIJLAGEN	
1	FACTSHEETS	14
2	OVERZICHT ENQUÊTE VRAGEN	22

1

INLEIDING

Een aantal waterschappen hebben zich verenigd in de Energiefabriek (www.energiefabriek.nl) met als doel mogelijkheden te verkennen om rioolwaterzuiveringsinrichtingen (rwzi's) om te bouwen van energieverbruikers naar energiefabrieken. Vijftien waterschappen hebben de ambitie om in 2015, tien Energiefabrieken in bedrijf te hebben, die in belangrijke mate zelf voorzienend zijn voor wat betreft energie en aan derden 'Waterschapsenergie' te leveren. De deelnemende waterschappen hebben diverse onderzoeksvoorstellen geformuleerd om dit doel te verwezenlijken. Het onderhavige onderzoek is er daar één van. Met dit onderzoek wordt het energieverbruik van nageschakelde behandelingstechnieken in kaart gebracht.

2

TE INVENTARISEREN NAGESCHAKELDE BEHANDELINGSTECHNIEN

Nageschakelde behandelingstechnieken zijn technieken waarbij de ‘afloop nabezinktank’ nagezuiverd wordt met het oog op de verwijdering van resten van onopgeloste bestanddelen, nutriënten (fosfor en stikstof) of microverontreinigingen of een combinatie daarvan. In het geval van een helofytenfilter of waterharmonica is het beoogde doel niet alleen een verbetering van de chemische kwaliteit maar ook van de ecologische kwaliteit.

De gewenste effluentkwaliteit is ingegeven door de kwaliteit en functie van het oppervlaktewater waar op wordt geloosd en bepaalt in belangrijke mate de techniekkeuze.

Er zijn veel verschillende nageschakelde behandelingstechnieken. Zandfilters, maar ook actief koolfilters en membraantechnieken kunnen hiertoe gerekend worden.

De studie is beperkt tot:

- continu en discontinu filters (dit zijn zand/antracietfilters met zowel een statisch als een dynamisch filterbed) alsmede discfilters;
- helofytenfilters en waterharmonica systemen.

Overige nageschakelde behandelingstechnieken zijn geen onderdeel van deze studie.

Van een aantal nageschakelde behandelingstechnieken, continu filters, discfilters en helofytenfilter/waterharmonica, zijn *factsheets* opgenomen (bijlage 1). Voor informatie op detailniveau over (dis)continu filters wordt verwezen naar het STOWA-rapport ‘2006-21 Filtratietechnieken rwzi’s’.

3

AANPAK

Om de nodige informatie te verkrijgen zijn alle zuiveringbeheerders geënuquêteerd. De vragenlijst die hiervoor is gebruikt, is opgenomen in bijlage 2. De vragen zijn opgesteld met behulp van informatie van het STOWA-rapport '2006-21 Filtratietechnieken rwzi's' en aangevuld met vragen over energieverbruik, investeringen en exploitatie. Alle zuiveringbeheerders hebben meegewerkt aan de enquête. Hierdoor is een vrijwel compleet beeld verkregen van de thans aanwezige nageschakelde behandelingstechnieken op Nederlandse rwzi's alsmede de ophanden zijnde installaties.

4

KWALITEIT VERKREGEN INFORMATIE

Nageschakelde behandelingstechnieken worden door zuiveringbeheerders niet gezien als aparte installaties maar, logischerwijze, vaak als één geheel beschouwd met de rest van de rwzi. Daarom is het soms moeilijk om kwalitatief goede informatie te krijgen over bepaalde aspecten van de betreffende procesunit. Bovendien is de beschikbare informatie niet altijd even goed vergelijkbaar. De onderwerpen waarbij dit zich heeft afgespeeld zijn hierna toegelicht.

ENERGIEVERBRUIK

Een vijftal rwzi's zijn voorzien van een nageschakelde behandelingstechniek die niet voorzien is van een aparte elektriciteitsmeter. Het betreffen installaties die vaak al wat langer in bedrijf zijn. De recente en nieuw te realiseren installaties zijn/worden allemaal voorzien van een elektriciteitsmeter. Theoretisch is het mogelijk om het elektriciteitsverbruik af te leiden op basis van opvoerhoogtes, leidingweerstand en pompvermogen. In de praktijk blijkt dit niet zo eenvoudig te zijn. Niet alle gegevens zijn voorhanden en bovendien dient een schatting te moeten worden gemaakt van het elektriciteitsverbruik van de terugspoelpompen (in geval van discontinu filters). Om deze redenen is het elektriciteitsverbruik van de betreffende installaties niet berekend. Helofytenfilters en waterharmonica's gebruiken geen elektriciteit (de opvoerhoogte is nihil).

INVESTERINGEN

De realisatie van een nageschakelde behandelingstechniek is soms onderdeel van een groter project waarbij meerdere onderdelen van een rwzi tegelijkertijd onderhanden worden genomen. In deze gevallen is de investering voor de nageschakelde behandelingstechniek niet apart inzichtelijk. Van sommige casussen is het niet mogelijk gebleken om de investeringen te achterhalen.

EXPLOITATIEKOSTEN

De exploitatiekosten bestaan uit verschillende posten:

- afschrijving en rente;
- personeelskosten (toezicht en procescontrole);
- onderhoud;
- hulpstoffen;
- elektriciteit;
- additionele slibverwerkingskosten (het betreft een marginale kostenpost).

Deze kosten worden door de zuiveringbeheerders voor de betreffende nageschakelde behandelingstechniek niet apart bijgehouden. En voor zover deze kosten bekend zijn, blijkt de wijze van kostenberekening soms te verschillen.

Alhoewel het onderhavige project zich richt op het energiegebruik is de financiële informatie eveneens belangrijk. Er kan worden bepaald in hoeverre de post van energiekosten substantieel is ten opzichte van de rest van de exploitatiekosten.

5

RESULTATEN

5.1 RESPONS

Er is met alle waterschappen contact opgenomen om te bepalen welke rwzi's wel/niet uitgerust zijn met een nageschakelde behandelingstechniek. Vervolgens hebben alle waterschappen (lees zuiveringbeheerders) gerepsondeerd op de enquête. Met een respons van 100% is dus een compleet beeld verkregen over de aanwezige nageschakelde behandelingstechnieken op de rwzi's alsmede de nageschakelde behandelingstechnieken die tot eind 2012 in bedrijf worden genomen.

5.2 RWZI'S UITGERUST MET EEN NAGESCHAKELDE BEHANDELINGSTECHNIEK

26 Rwzi's zijn uitgerust met een nageschakelde behandelingstechniek. Hiervan zijn er 24 operationeel en twee weer uit bedrijf genomen (rwzi's de Groote Lucht en Uithoorn). Tot eind 2012 zullen nog eens op circa tien rwzi's nageschakelde behandelingstechnieken in bedrijf worden genomen. Zeven rwzi's zijn voorzien van een helofytenfilter of waterharmonica.

Eind 2012 (dus inclusief de op stapel staande installaties) zullen de rwzi's, die uitgerust zijn met nageschakelde behandelingstechnieken, gezamenlijk circa 183 miljoen m³/j influent verwerken waarvan 128 miljoen m³/j wordt nabehandeld. Rwzi's De Groote Lucht en Uithoorn, waarvan de nageschakelde techniek uit bedrijf is genomen, zijn hierin niet meegerekend.

Sommige rwzi's zijn zelfs met twee of drie (in-serie geschakelde) technieken uitgerust. Het betreft dan meestal de combinatie van een filter met een helofytenfilter/waterharmonica. Dit zijn de rwzi's Land van Cuijk, Kaatsheuvel, Steenwijk en Soerendonk.

In tabel 1 is een overzicht gegeven van de rwzi's die uitgerust zijn met een nageschakelde behandelingstechniek, de betrokken zuiveringsbeheerder en een aantal kenmerken.

In Nederland worden een drietal typen filters toegepast, die gebaseerd zijn op filtratietechnieken. Namelijk discontinu en continu zand/antracietfilters alsmede discfilters. Daarnaast wordt op een zevental rwzi's effluent behandeld in een helofytenfilter of waterharmonica. Eind 2011 komt daar nog een rwzi bij.

TABEL 1 OVERZICHT RWZI'S UITGERUST MET EEN NAGESCHAKELDE BEHANDELINGSTECHNIEK

Zuiveringbeheerder	Naam rwzi	Type nageschakelde techniek	Filter is voorzien van kWh-meter	In bedrijf vanaf:
Hoogheemraadschap Delfland	De Groote Lucht	CZF	ja	1999 – 2009
Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier	Evertstekoog	WH	nvt	operationeel
Hoogheemraadschap Rijnland	Alphen Noord	CZF	ja	2008
	Leiden Noord	CZF	ja	2008
Hoogheemraadschap de Stichtse Rijnlanden	De Bilt	DZF	ja	2009
	Zeist	DZF	ja	2010
Waternet	Horstermeer	DZF	ja	2012
	Uithoorn	DZF	ja	2006 – 2009
Waterschap Aa en Maas	Land van Cuijk	CZF, DZF, HF	ja	2009
Waterschap Brabantse Delta	Kaatsheuvel	CZF, HF	ja	2003, 2003
Waterschap de Dommel	Biest Houtakker	DZF	ja	najaar 2011
	Soerendonk	DZF, WH	ja, nvt	najaar 2011
	Hapert	HF	nvt	2005
Wetterskip Fryslân	Franeke	CZF	nee	2009
	Grouw	WH	nvt	2005
Waterschap Groot Salland	Deventer	DiF	ja	2010
Waterschapsbedrijf Limburg	Simpelveld	CZF	nee	2005
Waterschap Regge en Dinkel	Ootmarsum	DZF	ja	2007
		WH	nvt	2008
Waterschap Reest en Wieden	Steenwijk	CZF, DZF	nee	2005, 2005
Waterschap Rijn een IJssel	Dinxperloo	DZF	ja	ontwerpfase
	Haarlo	CZF	ja	najaar 2011
	Ruurlo	CZF	ja	2005
	Wehl	CZF	ja	2005
Waterschap Rivierenland	Nijmegen	DZF	ja	2003
	Maasbommel	CZF	nee	2006
Waterschap Scheldestromen	St. Maartensdijk	HF	nvt	2000
Waterschap Vallei en Eem	Amersfoort	DZF	ja	najaar 2011
	Bennekom	DZF	ja	2009
	Ede	DiF	ja	2012
	Nijkerk	DZF	nee	2009
	Soest	DiF	ja	2012
	Veenendaal	DZF	ja	najaar 2011
	Woudenberg	DZF	ja	2009
Waterschap Veluwe	Epe	DZF	ja	2012
	Harderwijk	DZF	ja	2009

* CZF: continu zandfilter; DZF: discontinu zandfilter; DiF: discfilter; HF: helofytenfilter;
WH: waterharmonica; nvt: niet van toepassing

Nageschakelde behandelingstechnieken worden vooral toegepast op de kleinere rwzi's. Het zijn meestal ook rwzi's die lozen op kwetsbaar oppervlaktewater. De verdeling van de nageschakelde behandelingstechnieken naar grootte van de rwzi is gegeven in de tabel 2.

TABEL 2

VERDELING VAN NAGESCHAKELDE BEHANDELINGSTECHNIKEN OVER DE RWZI'S PER CAPACITEITSKLASSE

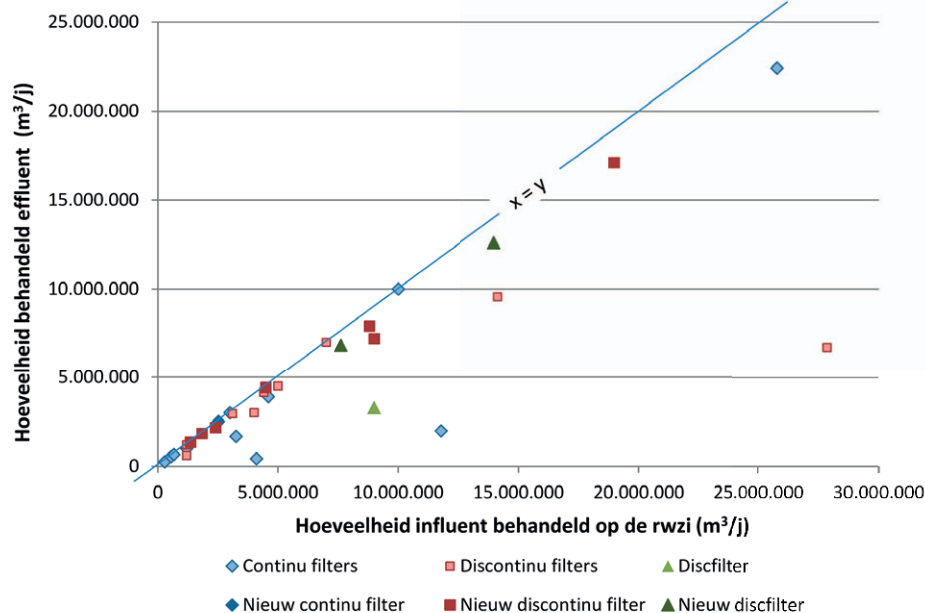
Capaciteit rwzi in IE ₁₅₀	Aantal rwzi's met een nageschakelde behandelingstechniek
< 50.000	15
50.000 – 100.000	10
100.000 – 150.000	2
150.000 – 200.000	4
> 200.000	5

De capaciteit van de rwzi's die thans uitgerust zijn met een nageschakelde behandelingstechniek bedraagt 1,85 miljoen IE₁₅₀. Tot eind 2012 komt daar circa 1 miljoen IE₁₅₀ bij. In totaal is dit ruim 10% van de Nederlandse communale rwzi-capaciteit.

De hoeveelheid water behandeld ten opzichte van de totale hoeveelheid afvalwater die wordt gezuiverd op een rwzi is in figuur 1 geïllustreerd. Daarin zijn niet alleen de operationele maar ook de nieuw te realiseren filters meegenomen.

FIGUUR 1

HOEEVEELHEID BEHANDELD AFLOOP NABEZINKTANK VERSUS DE TOTALE HOEEVEELHEID BEHANDELD AFVALWATER



Waarnemingen die op de lijn $x=y$ liggen geven situaties weer, waarbij 100% van de 'afloop nabezinktank' in de nageschakelde behandelingstechniek wordt behandeld.

Op tweederde van de rwzi's wordt minimaal 90% van de 'afloop nabezinktank' behandeld in een filter.

5.3 DOEL NAGESCHAKELDE BEHANDELINGSTECHNIEK

In de enquête is expliciet gevraagd op welke componenten de verwijdering zich richt. In meeste gevallen is het doel van de nageschakelde behandelingstechniek: verwijdering van (in scorevolgorde) fosfor, onopgeloste bestanddelen (suspended solids, afgekort tot SS) en stikstof.

In de tabel 3 is onder de kolomkop 'aantal' met de eerste waarde het aantal 'nageschakelde behandelingstechnieken' weergegeven dat thans operationeel is. De tweede waarde geeft het aantal installaties dat vanaf nu en eind 2012 operationeel wordt.

TABEL 3 AARD VAN DE VERWIJDERING VAN DE NAGESCHAKELDE BEHANDELINGSTECHNIKEN EN HULPSTOFGEBRUIK

	aantal	verwijdering richt zich op:				hulpstoffen gebruik		
		N	P	SS	C-bron	PE	Al-zout	Fe-zout
rwzi's met continu zandfilter (CZF)	17+1	7	9	10	4		2	5
rwzi's met discontinu zandfilter (DZF)	11+7	1	14	13	2		12	1
rwzi's met discfilter (DiF)	1+2		2	3		2	2	
rwzi's met helofytenfilter (HF)	3	2	2	1				
rwzi's met waterharmonica (WH)	4+1	nutriëntenverwijdering en ecologische verbetering						

Het doel van nageschakelde behandelingstechnieken is het bewerkstelligen van een schoner effluent, voornamelijk door het verwijderen van nutriënten.

Aan filters, die ingezet worden voor de verwijdering van nutriënten, worden in vrijwel alle gevallen hulpstoffen toegevoegd. Aluminium- en ijzerzouten worden ingezet als er fosfor verwijderd wordt en een C-bron als stikstof verwijderd moet worden. Aan de nog in bedrijf te stellen discfilters (beheerd door waterschap Vallei en Eem) zullen poly-electrolyet en aluminiumzouten worden toegevoegd (ten behoeve van de verwijdering van respectievelijk onopgeloste bestanddelen en fosfaat).

5.4 ENERGIEVERBRUIK

In deze paragraaf zijn alleen de rwzi's betrokken waarvan het elektriciteitsverbruik aan de hand van een elektriciteitsmeter vastgesteld kon worden.

Van de 22 rwzi's voorzien met één of meerdere nageschakelde behandelingstechnieken zijn er 16 uitgerust met een elektriciteitsmeter. De nageschakelde behandelingstechnieken die thans gerealiseerd worden, worden consequent voorzien van een aparte elektriciteitsmeter.

In het onderzoek is gekeken of voor rwzi's die uitgerust waren met een nageschakelde behandelings-techniek zonder elektriciteitsmeter het verbruik berekend kon worden.

Het elektriciteitsverbruik lijkt immers relatief makkelijk te berekenen aan de hand van de manometrische opvoerdruk (opvoerhoogte, leidingweerstand en het op snelheid brengen van de vloeistof) en debiet van het te filteren water. In de praktijk blijkt dat de op deze wijze berekende elektriciteitsconsumptie (veel) te hoog is. Bovendien is het moeilijk om het elektriciteitsverbruik van de spoelwaterpompen (in geval van de discontinu filters) te bepalen omdat deze onregelmatig lopen. Daarom is afgestapt van deze methode.

Het elektriciteitsverbruik blijkt vaak gebonden te zijn aan het ontwerp van het filter, waarbij de opvoerhoogte van groot belang is. Bij een enkele rwzi is een dusdanig groot hydraulisch verhang beschikbaar dat de nageschakelde behandelingstechniek onder vrij verval doorstroomd wordt. Dit geldt voor de rwzi de Bilt. Daarentegen wordt de 'afloop nabezinktank' van de rwzi Simpelveld circa 12,5 m opgepompt om het filter te doorstromen.

Bij het ontwerp kan de opvoerhoogte soms worden beperkt. Als voorbeeld worden de rwzi's Nijkerk, Bennekom en Woudenberg (waterschap Vallei en Eem) genoemd. Deze hebben een overeenkomstig hydraulisch profiel.

De opvoerhoogte voor het filter van de rwzi Nijkerk is circa 7 mWK. Bij het filterontwerp voor de rwzi's Bennekom en Woudenberg heeft de opvoerhoogte extra aandacht gekregen. Zodoende kan de opvoerhoogte op deze rwzi's beperkt blijven tot 2,5 mWk. Het verschil van 4,5 mWk wordt direct vertaald in een lager elektriciteitsverbruik. Het specifieke elektriciteitsverbruik van de rwzi Nijkerk is 100 Wh/m³ en die van de rwzi's Bennekom en Woudenberg respectievelijk 75 en 69 Wh/m³. Dit is een verschil van 25-30%.

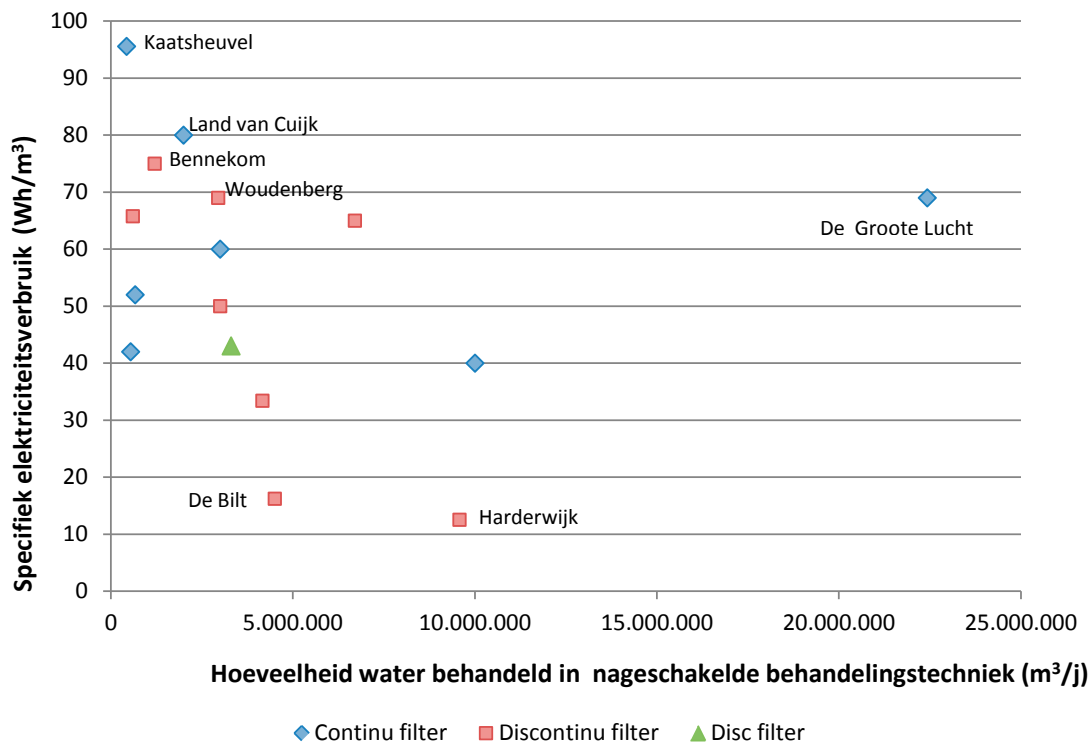
Het aandeel dat terugspoelpompen hebben in het elektriciteitsverbruik is niet eenvoudig vast te stellen. Terugspoelpompen zijn meestal niet apart bemeterd en lopen onregelmatig. Bovendien is de hydraulische weerstand die zij overbruggen niet altijd constant. Uit aanvullende informatie blijkt dat de spoelintensiteit samenhangt met soort filter, type verontreiniging, wel/geen dosering hulpstoffen en gebruikt filtermateriaal (hydraulische weerstand en soortelijk gewicht).

Op de rwzi's Bennekom, Nijkerk en Woudenberg is gekeken naar het elektriciteitsverbruik van de opvoerpompen en terugspoelpompen. Daaruit blijkt dat het aandeel van terugspoelen circa 70% (!) is van het totale elektriciteitsverbruik. Het betreft slechts enkele waarnemingen (van discontinu filters) maar geeft wel aan dat het energie-aspect van terugspoelen van groot belang is.

De filterinstallaties waarover voldoende meetgegevens bekend waren, zijn nader onderzocht. Van deze filters is het specifiek energieverbruik (uitgedrukt in Wh per m³ behandeld 'afloop nabezinktank') berekend. In de figuur 2 is deze waarde uitgezet tegen de hoeveelheid water die is behandeld in het filter.

FIGUUR 2

SPECIFIEK ENERGIEVERBRUIK IN RELATIE TOT DE HOEVEELHEID WATER VERWERKT DOOR DE NABEHANDELING



Het gemiddelde elektriciteitsverbruik is 54 Wh/m^3 . Uit de grafiek blijkt dat grote installaties geen schaalvoordeel te hebben. Dit kan verklaard worden door het feit dat nageschakelde behandelingstechnieken modulaair zijn opgebouwd. Grote debieten worden behandeld in parallel aangelegde units. Het specifiek energieverbruik is bij grote installaties dus niet minder. Het verschil tussen continu en discontinu bedreven filters is niet significant. Het energieverbruik van het discfilter is met 40 Wh/m^3 , relatief laag. Het betreft slechts één waarneming. Een generieke conclusie kan daarom niet worden getrokken.

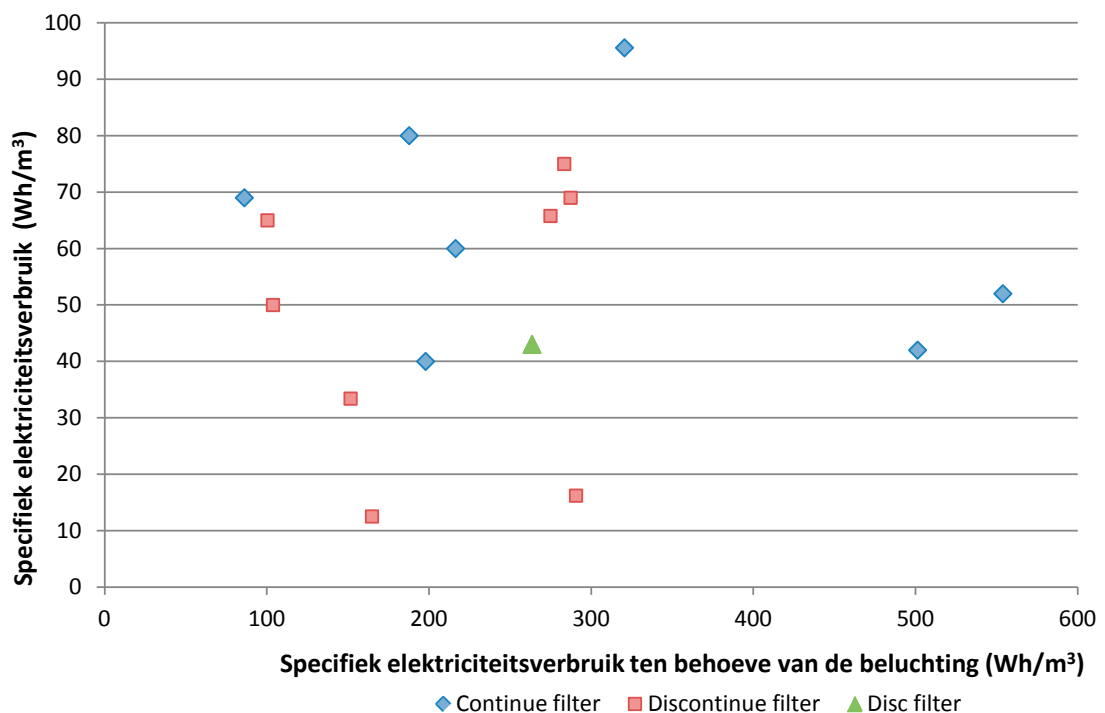
Eén van de rwzi's met een hoog specifiek elektriciteitsverbruik is de rwzi Land van Cuijk. Waterschap Aa en Maas is op deze rwzi geconfronteerd met een veel hogere terugspoelfrequentie in de tweede trap dan verwacht. Het betreft een installatie van discontinu filters ten behoeve van P-verwijdering. De oorzaak hiervan is (nog) niet bekend. Dit voorbeeld illustreert dat niet altijd een laag verbruik te realiseren is.

Rwzi's de Bilt en Harderwijk scoren erg gunstig. Dit komt doordat de nageschakelde behandelingstechniek van rwzi de Bilt, zoals eerder vermeld, onder vrij verval doorstroomd wordt. De nageschakelde behandelingstechniek van de rwzi Harderwijk scoort op het gebied van energieverbruik zelfs nog iets beter. In het ontwerp van het desbetreffende filter is bijzonder veel aandacht besteed aan de hydraulische inpassing van het filter met als doel een minimaal verbruik van energie. Er is optimaal gebruik gemaakt van het beschikbare hydraulisch profiel waardoor de opvoerhoogte van het effluent beperkt kon blijven tot $1,5 \text{ mWk}$. Ook het spoelen van de filtercellen is hydraulisch vergaand geoptimaliseerd.

In de figuur 3 is het specifieke elektriciteitsverbruik van de nageschakelde behandelingstechniek uitgezet tegen het specifieke elektriciteitsverbruik ten behoeve van de beluchting in de aëratietank. Door deze werkwijze wordt een eventuele invloed van een influentgemaal uitgesloten.

FIGUUR 3

SPECIFIEK ELEKTRICITEITSVERBRUIK IN RELATIE TOT BELUCHTINGSENERGIE



De hoeveelheid elektriciteit die nodig is voor nageschakelde behandelingstechnieken bedraagt gemiddeld 20% van de beluchtingsenergie. Betrokken op het gemiddelde totale energieverbruik¹ van het gehele Nederlandse rwzi-bestand, dat 380 Wh/m³ bedraagt, is het energieverbruik van nageschakelde technieken 54 Wh/m³, 14%.

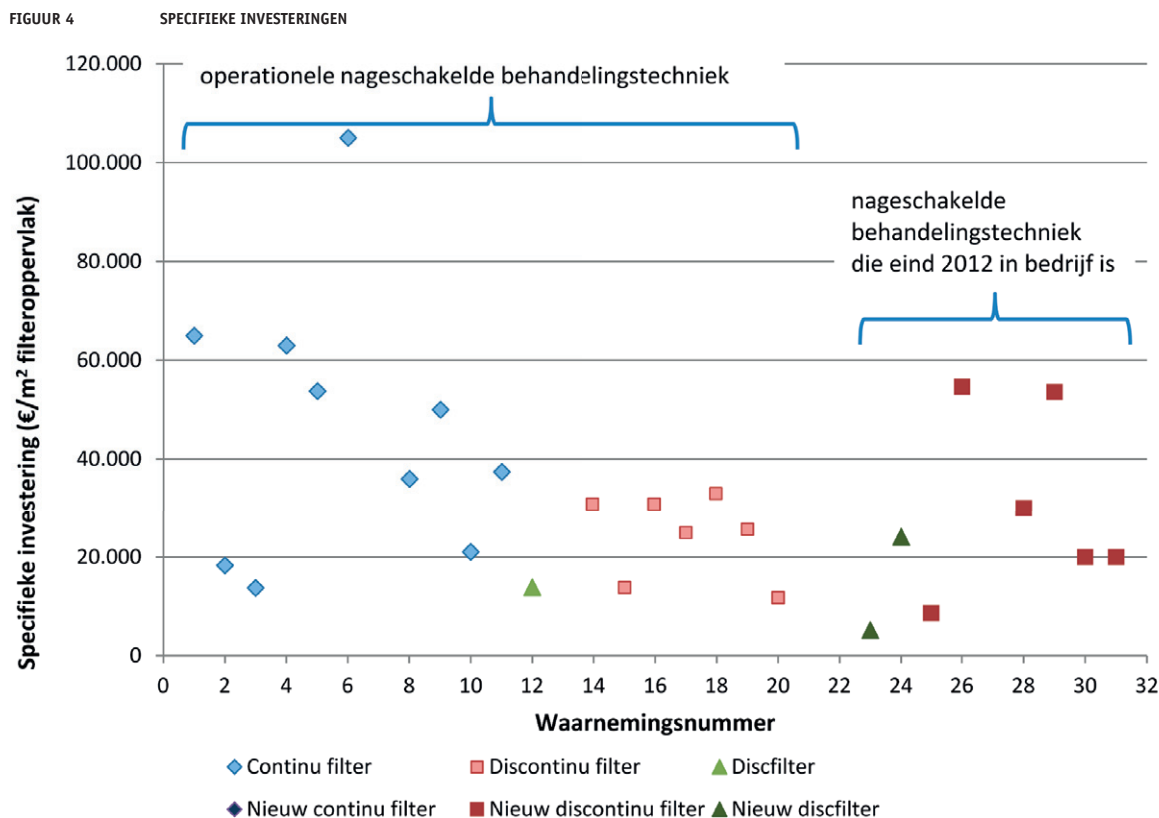
5.5 HELOFYTFILTER, WATERHARMONICA

Helofytenfilters of waterharmonica's worden thans op een zevental rwzi's toegepast. Het energieverbruik is vrijwel nihil. Daarin is het energieverbruik ten behoeve van onderhoud en dergelijke niet betrokken. In geen van de zeven gevallen hoeft het effluent verpompt te worden. Het effluent doorstroomt het filter onder vrij verval.

5.6 FINANCIËLE ASPECTEN

In figuur 4 zijn de nieuw te realiseren installaties vergeleken met de installaties die thans reeds in bedrijf zijn. Waarneming 1 tot en met 21 hebben betrekking op installaties die in bedrijf zijn en vanaf waarneming 22 gaat het om nieuwe installaties.

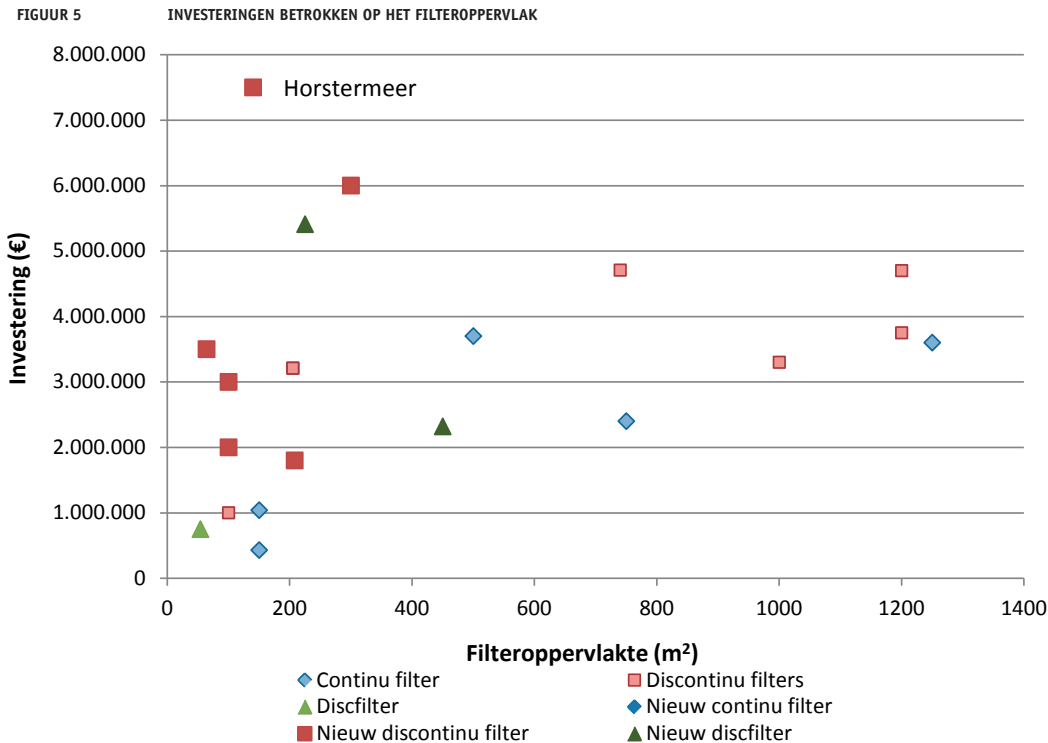
De acht nieuwe installaties bestaan uit een zestal discontinu filters en twee discfilters. Er zijn vooralsnog geen continu filters voorzien. De nieuwe installaties komen uiterlijk 2012 in bedrijf. Opgemerkt wordt dat het filteroppervlakte van de discfilters gebaseerd is op het deel dat is ondergedompeld.



¹ Bedrijfsvergelijking zuiveringsbeheer 2009, Unie van Waterschappen

Het investeringsniveau van de continu filters lijkt gemiddeld hoger te zijn dan dat van discontinu filters. Door het gering aantal waarnemingen en de spreiding kunnen op dit punt geen harde uitspraken worden gedaan.

In figuur 5 is de investering uitgezet tegen het filteroppervlak.



De uitschieter van de rwzi Horstermeer wordt mede veroorzaakt door het feit dat de installatie is gedimensioneerd op een filteroppervlak van 196 m² waarvan maar 140 m² is gerealiseerd. Hydraulisch is de installatie echter al uitgelegd op het debiet behorend bij 196 m² filteroppervlak waardoor het filter dus relatief duur is uitgevallen. Bovendien is de installatie ontworpen voor de verwijdering van fosfor, stikstof en onopgeloste bestanddelen. Voor de eerste twee zijn aparte doseervoorzieningen en procesregelingen gerealiseerd.

Het is opmerkelijk dat voor soortgelijke installaties de investeringen sterk verschillen, gemiddeld tussen € 15.000 en € 60.000 per vierkante meter filteroppervlak. Dit aspect is niet nader onderzocht.

Uit figuur 5 blijkt voorts dat nieuwe installaties niet goedkoper zijn dan bestaande installaties. Hierbij moet wel worden gerealiseerd dat sommige bestaande installatie al meer dan vijf jaar in bedrijf zijn en de investeringsbedragen voor deze installaties niet gecorrigeerd zijn voor inflatie. De verschillen zijn in werkelijkheid waarschijnlijk minder groot.

Hoogheemraadschap van Rijnland en de Stichtse Rijnlanden alsmede de waterschappen Aa en Maas, Vallei en Eem hebben detailinformatie verstrekt over de exploitatiekosten. Hieruit blijkt dat in alle gevallen de afschrijving en rente het grootste deel van de exploitatiekosten bepalen. Het aandeel van de elektriciteitskosten is 4-15%. De sterke variatie daarin is niet alleen toe te wijzen aan het verschil in elektriciteitsverbruik maar ook de berekeningswijze van de rest van de exploitatiekosten. Deze kunnen van waterschap tot waterschap sterk variëren.

6

CONCLUSIE EN AANBEVELINGEN

Het meten van het elektriciteitsverbruik (van nageschakelde behandelingstechnieken) is essentieel om de bedrijfsvoering op dit punt goed te kunnen beoordelen.

Door in het ontwerp van een nageschakelde behandelingstechniek (continu, discontinu en discfilters) aandacht te besteden aan een goede hydraulische inpassing kan substantieel op elektriciteitsverbruik worden bespaard. De reden daarvoor is dat het elektriciteitsverbruik van een nageschakelde behandelingstechniek in belangrijke mate samenhangt met de opvoerhoogte. In een eenmaal gerealiseerde nageschakelde behandelingstechniek zijn de energiebesparingsmogelijkheden beperkt. Door het energieverbruik als beoordelingscriterium in aanbestedingen mee te nemen kan een ontwerp mede op dit punt worden beoordeeld.

Een goed ontworpen continu, discontinu en discfilter heeft per kubieke meter 'afloop nabezinktank' een specifiek energieverbruik van 30 – 60 Wh/m³. In het geval dat bij inpassing van een nageschakelde techniek geprofiteerd kan worden van een gunstig hydraulisch profiel, zijn (veel) lagere waarden haalbaar.

Er zijn aanwijzingen dat circa tweederde van het elektriciteit nodig is voor de spoelwaterpompen. Het is aan te bevelen om extra aandacht te besteden aan het goed hydraulisch inpassen van de spoelwaterpompen.

Het specifiek energieverbruik van nageschakelde behandelingstechnieken ligt in de orde grootte van 20% van het specifieke energieverbruik van de beluchting. Omdat in veel gevallen de nageschakelde behandelingstechniek (veel) minder water verwerkt dan de beluchting is het energieverbruik alleen betrokken op de daadwerkelijk verwerkte hoeveelheid water in de beluchting respectievelijk nageschakelde behandelingstechniek.

Op elektriciteitsinkoop kan worden bespaard door de spoelwaterpompen niet in piekuren te laten lopen.

Gemiddeld 8% van de exploitatiekosten van een continu of discontinu filter bestaat uit elektriciteitskosten. Helofytenfilters gebruiken geen elektriciteit.

De investeringen voor nageschakelde behandelingstechnieken belopen in de orde grootte van 15.000,- en 60.000,- per m² filteroppervlak.

BIJLAGE 1

FACTSHEETS

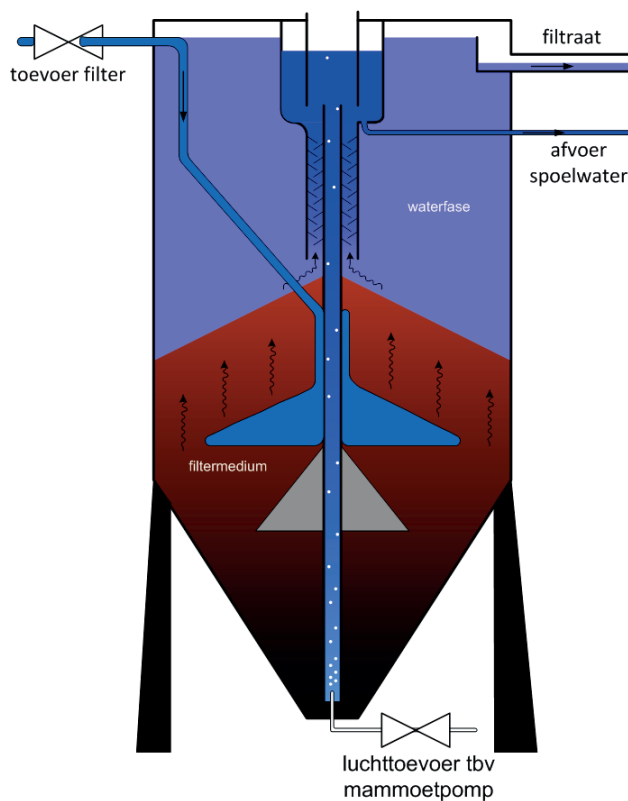
1. CONTINU ZANDFILTER

WERKINGSPRINCIPPE

Het betreft een zandfilter (diepbed filter) waarbij het filterbed in beweging is en waarbij het filterzand continu wordt gewassen met een kleine hoeveelheid filtraat.

Dit filter is ook wel bekend als een continu zandfilter.

DWARSDOORSNEDE CONTINU FILTER



Het te zuiveren water wordt onder in het filter gevoed via een verdeelsysteem. Het water stroomt vervolgens opwaarts door een filterbed. Het filtraat verlaat aan de bovenzijde via een overstortgoot het filter. Onopgeloste bestanddelen worden in het filterbed ingevangen en organische bestanddelen worden door de op het zand aanwezige biomassa omgezet. De groei van bepaalde micro-organismen kan worden bevorderd door de omstandigheden in het filter te beïnvloeden (bijvoorbeeld beluchten). Door het toevoegen van bepaalde hulpstoffen, zoals ijzer- of aluminiumzouten, kunnen ook opgeloste bestanddelen (bijvoorbeeld fosfaat) worden verwijderd.

Een geringe stroom filterzand wordt continu vanuit de onderzijde van het filter met behulp een airlift getransporteerd naar de zandwasser aan de bovenzijde. In de zandwasser wordt dit zand gewassen met een geringe hoeveelheid filtraat. Het verontreinigde waswater wordt afgelaten.

TOEPASSING

Het filter wordt ingezet voor de verwijdering van onopgeloste bestanddelen en nutriënten uit behandeld communaal afvalwater (afloop nabezinktank) of industrieel afvalwater/proceswater.

DEBIETRANGE

Er is geen echte limiet. Door filters parallel te schakelen kunnen debieten worden verwerkt van enkele m³ per uur tot 20.000 m³ per uur.

BENODIGD HYDRAULISCH HOOGTEVERSCHIL

Het filter heeft een hydraulische weerstand van hooguit 1 mWk. Het is in principe mogelijk om het filter onder vrij verval te laten doorstromen.

PRAKTIJKERVARING

Het filter wordt wereldwijd ingezet voor de polishing van effluent. Inzet heeft plaatsgevonden op meer dan 10.000 installaties zowel communaal als industrieel. In Nederland is het filter reeds op een achttal rwzi's toegepast.

ENERGIEVERBRUIK

Afhankelijk van de opstelling is een energieverbruik haalbaar van 25 Wh/m³ water. De op Nederlandse rwzi's toegepaste filters hebben een energieverbruik van 40 – 150 Wh/m³ met een gemiddelde van 100 Wh/m³.

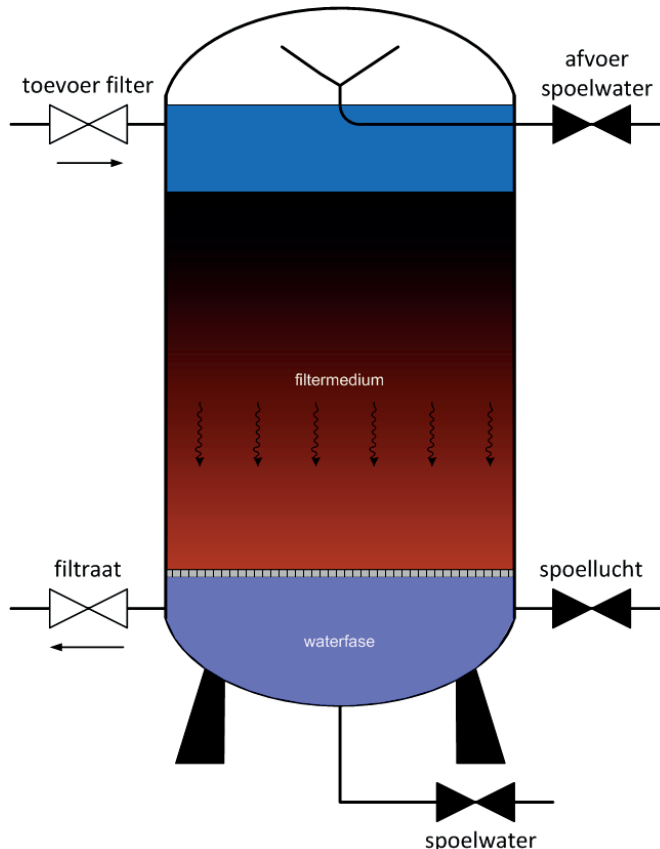
INVESTERINGEN

Per vierkant meter filtratieoppervlak is een investeringsindicatie gegeven van € 20.000,-.

2. DISCONTINU ZANDFILTER

WERKINGSPRINCIPPE

Het betreft een zandfilter (diepbed filter) dat een statisch filterbed bevat. Het filtermedium kan bestaan uit zand is maar soms ook uit verschillende (gestapelde) filtermedia. Als filtermateriaal wordt meestal zand en anthraciet toegepast. De 'afloop nabezinktank' stroomt boven in het filter en stroomt vervolgens door het filtermateriaal. Het filtraat wordt onder uit het filter afgevoerd.



DWARSDOORSNEDE DISCONTINU FILTER

Onopgeloste bestanddelen worden in het filterbed ingevangen en organische bestanddelen worden door de op het zand aanwezige biomassa omgezet. De groei van bepaalde micro-organismen kan worden bevorderd door de omstandigheden in het filter te beïnvloeden (bijvoorbeeld beluchten). Door het toevoegen van bepaalde hulpstoffen, zoals ijzer- of aluminiumzouten, kunnen ook opgeloste bestanddelen (bijvoorbeeld fosfaat) worden verwijderd. Wanneer de weerstand van het filterbed te groot wordt, bijvoorbeeld door verontreinigingen en/of groei van micro-organismen, dan wordt de invoer stopgezet. Met behulp van spoelwater en spoellucht wordt het filterbed gedurende enige tijd opgewerveld en vindt ondermeer door een schurende werking van het filtermateriaal een reiniging plaats van het filtermateriaal. Het slib komt in de waterfase terecht en wordt met het spoelwater afgevoerd.

TOEPASSING

Het filter wordt ingezet voor de verwijdering van onopgeloste bestanddelen en nutriënten uit behandeld communaal afvalwater (afloop nabezinktank) of industrieel afvalwater/proceswater.

DEBIETRANGE

Er is geen echte limiet. Door filters parallel te schakelen kunnen debieten worden verwerkt van enkele m³ per uur tot 20.000 m³ per uur.

BENODIGD HYDRAULISCH HOOGTEVERSCHIL

Het filter heeft een hydraulische weerstand van hooguit een paar mWk. Het is in principe mogelijk om het filter onder vrij verval te laten doorstromen.

PRAKTIJKERVARING

Het filter wordt vooral ingezet voor de reiniging van drinkwater en proceswater. De laatste 10 jaar wordt het filter ook ingezet voor de nabehandeling van 'afloop nabezinktank'. In Nederland is het filter reeds op enige tientallen rwzi's toegepast.

ENERGIEVERBRUIK

Afhankelijk van de opstelling is een energieverbruik haalbaar van 40 Wh/m³ water. De op Nederlandse rwzi's toegepaste filters hebben een energieverbruik van 40 – 100 Wh/m³ met een gemiddelde van 50-60 Wh/m³.

INVESTERINGEN

Per vierkant meter filtratieoppervlak is een investeringsindicatie gegeven van € 20.000,-.

3. DISCFILTER

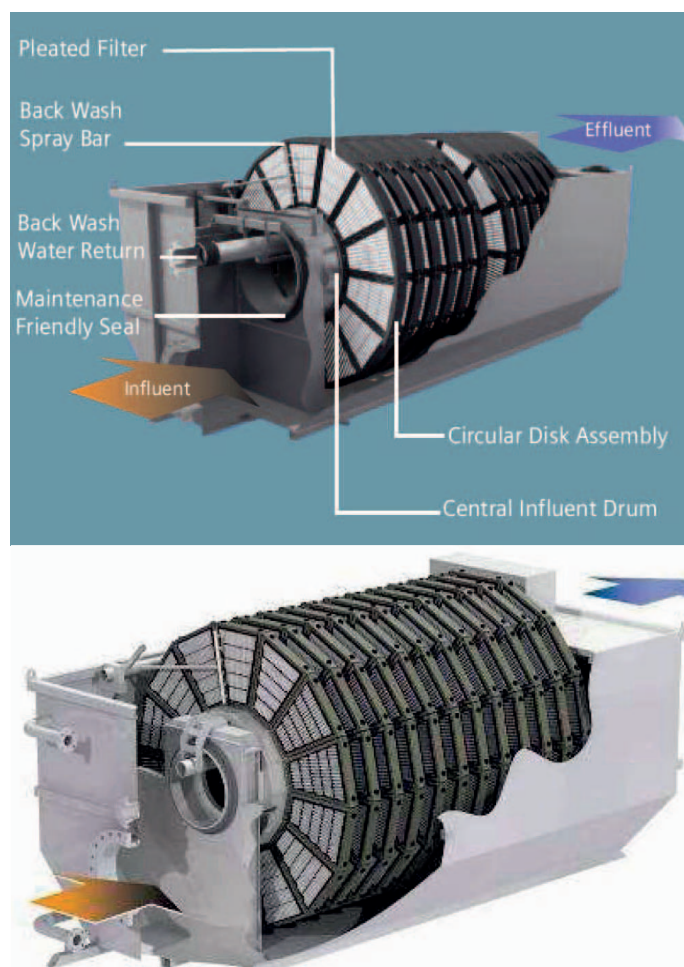
WERKINGSPRINCIP

Het betreft een oppervlaktefilter voorzien van een geweven polyester doek. De poriegrootte is ca 10 μm . Afhankelijk van het te verwerken debiet bestaat het filter uit meer of minder schijven die met het doek zijn bekleed. Het filter is opgesteld in een trog.

Het te behandelen water wordt axiaal ingelaten. Het filtraat stroomt van binnen naar buiten door het filterdoek en verlaat via de trog de installatie.

De verontreinigingen worden door middel van aan de buitenzijde opgestelde sproeiers van het doek gespoten en opgevangen in een goot en afgevoerd. Hierbij roteert het filter zodat er weer een schoon filteroppervlak beschikbaar is. Het schoonwassen van het filterdoek vindt aan de bovenkant plaats.

TEKENING DISCFILTER (BRON: SIEMENS NEDERLAND NV)



TOEPASSING

Het filter wordt ingezet voor de verwijdering van onopgeloste bestanddelen uit behandeld communaal afvalwater (afloop nabezinktank) of industrieel afvalwater/proceswater.

DEBIETRANGE

Door de modulaire bouw kan de grootte van het filter aangepast worden aan het gewenste debiet.

BENODIGD HYDRAULISCH HOOGTEVERSCHIL

Het filter heeft een hydraulische weerstand van 0,15 – 0,6 mWk, afhankelijk van debiet en vervuilingsgraad. Het te behandelen water stroomt onder vrij verval door het filter.

PRAKTIJKERVARING

Het filter wordt wereldwijd ingezet voor de behandeling van voorbehandeld communaal afvalwater (afloop nabezinktank), maar ook voor bijvoorbeeld proceswater en industrieel afvalwater.

ENERGIEVERBRUIK

Afhankelijk van de opstelling is een energieverbruik haalbaar van 30 Wh/ m³ water. Het op rwzi Deventer toegepaste filter heeft een energieverbruik van 43 Wh/m³.

INVESTERINGEN

Afhankelijk van de vuilvracht bedragen de investeringskosten circa € 650,- per m³ uurcapaciteit.

4. HELOFYTFILTER / WATERHARMONICA / MOERASSYSTEEM

WERKINGSPRINCIPES

Het betreft een ondiep moerassysteem die een kwaliteitsverbetering teweeg brengt van het effluent (afloop van een nabezinktank) van een rwzi op het gebied van chemische en ecologische parameters.

LUCHTFOTO WATERHARMONICA RWZI EVERTSTEKOOG



Het moerassysteem bestaat daartoe uit vloeivelden met helofyten, ondergedoken waterplanten en watervlooienvijvers. Een dergelijk systeem wordt gekenmerkt door langgerekte sloten om te voorkomen dat er stagnant water optreedt. De verblijftijd is in de orde grootte van enkele dagen.

Er treedt verwijdering op van stikstof en onopgeloste bestanddelen. De bacteriële en ecologische kwaliteit (planktonsamenstelling, zuurstofritmiek) verbetert sterk. De macro-ionensamenstelling verandert echter amper. De bereikte verwijderingsrendementen hangen sterk samen de hydraulische verblijftijd, de gekozen vegetatie en inrichting van het systeem alsmede het onderhoud (jaarlijkse verwijdering van vegetatieaanwas).

TOEPASSING

Het filter wordt ingezet voor de verwijdering van onopgeloste bestanddelen en nutriënten uit behandeld communaal afvalwater (afloop nabezinktank) of regenwater van verharde oppervlaktes.

DEBIETRANGE

Er is geen debietrange aan te geven. Het noodzakelijke filteroppervlak is rechtevenredig met het te behandelen debiet.

BENODIGD HYDRAULISCH HOOGTEVERSCHIL

Het filter heeft een hydraulische weerstand van hooguit 1 mWk. Het is in principe mogelijk om het filter onder vrij verval te laten doorstromen.

PRAKTIJKERVARING

Het filter wordt wereldwijd ingezet voor de polishing van effluent. Inzet heeft plaatsgevonden op meer dan 10.000 installaties zowel communaal als industrieel. In Nederland is het filter reeds op een zevental rwzi's toegepast.

ENERGIEVERBRUIK

Het energieverbruik ten behoeve van het doorstromen is nihil wanneer het filter onder vrij verval doorstroomd wordt. Uiteraard kost het onderhoud wel energie.

De afloop nabezinktank van de rwzi's Grou, Sint Maartensdijk en Kaatsheuvel wordt in het filter gepompt. Echter het elektriciteitsverbruik wordt niet apart gemeten.

INVESTERINGEN EN EXPLOITATIE

De investeringen voor de inrichting van het filter worden geraamd op € 10 tot € 20,- per m² filteroppervlak. De exploitatiekosten voor de filters van de rwzi's Hapert, Land van Cuijk en Sint Maartensdijk zijn minder dan 1 Eurocent per m³ behandeld water.

BIJLAGE 2

OVERZICHT ENQUÊTE VRAGEN

Vraagno.	Inhoud vraag	Eenheid
Algemene aspecten		
1	Geef svp naam, telefoonnummer en e-mail adres voor het inwinnen van extra informatie.	-
2	Tabblad 2 bevat reeds een overzicht van de rwzi's die door u worden beheerd. Controleer de ontwerpbelasting en geef aan welke rwzi's zijn uitgerust met een nageschakelde behandelingstechniek (bv. zandfilter [of soortgelijk] en/of helofytenfilter) waarin 'afloop nabezinktank' wordt behandeld. De nageschakelde behandelingstechniek wordt hierna <i>filterinstallatie</i> genoemd.	-
3	Sinds wanneer is de filterinstallatie in bedrijf óf wordt de (nieuwe) filterinstallatie operationeel ?	mnd en jr
Technische aspecten		
4	Hoe groot is het ruimtebeslag van de filterinstallatie ?? Geef het oppervlakte van de gehele filterinstallatie (vaak opgesteld in een gebouw).	m ²
5	Hoe groot is het totale filteroppervlak ? Geef het netto filteroppervlakte van alle filters bij elkaar opgeteld.	m ²
6	Uit hoeveel parallelle eenheden/units bestaat uw filterinstallatie ?	n
7	Geef een korte beschrijving van de toegepaste filtertechniek. Bijvoorbeeld: a. continu of discontinu filter; b. opwaarts of neerwaarts doorstroomd filter; c. enkel laags of meerlaags filtermedium	beschrijving
8	Wat is de bedhoogte van het filtermateriaal in de installatie ?	m
9	Welke filtermaterialen worden toegepast in uw filterinstallatie ? Toegepaste soorten zijn bijvoorbeeld: zand, antraciet, enz.	-
10	Wordt het energieverbruik van de filterinstallatie apart gemeten en geadmistreerd ?	ja/nee
Procestechnische aspecten		
11	Hoeveel m ³ influent wordt jaarlijks gezuiverd op uw rwzi ?	m ³ /j
12	Hoeveel m ³ afloop nabezinktank wordt jaarlijks behandeld in de filterinstallatie ?	m ³ /j
13	Welke aandeel van uw jaarlijkse aanvoer op de rwzi wordt behandeld in de filterinstallatie (procentueel en in m ³ /j) ?	% en m ³ /j
14	Welke hydraulische belasting past u toe op uw filterinstallatie ? Geef hier de meest toegepaste belasting.	m ³ /m ² per uur
15	Wat is de hydraulische capaciteit van de filterinstallatie ? Svp de capaciteit uitdrukken in aantal keren x dwa én de capaciteit uitdrukken in m ³ /h (beide waarden bepalen voor de gehele filterinstallatie (een installatie kan bestaan uit meerdere parallelle filters/units))	n x dwa m ³ /h
16	Wat is het spoelwaterverbruik (uitgedrukt in % van de filtraatproductie) ?	%
17	Welke stoffen verwijdt u met de filterinstallatie ? Bijvoorbeeld N, P, onopgeloste bestanddelen en micro-verontreinigingen (svp preferente stoffen aangeven).	stof
18	Welke verwijderingsrendementen worden bereikt met uw filterinstallatie ? Procenten verwijdering per component.	%
19	Krijgt het ingaande water (afloop NBT) een chemische (voor-)behandeling. Zo ja welke hulpstoffen voegt u toe ? Bijvoorbeeld: PAC, AlCl ₃ , FeCl ₃ , MeOH, poly-electroliet. Liever alleen de chemische naam invullen en niet de handelsnaam.	Ja, nee Soort hulpstof(fen)
20	Hoeveel hulpstof wordt gedoseerd ? Liefst de dosering uitdrukken in grammen pure hulpstof per m ³ afloop NBT.	g/m ³
21	Hoeveel energie gebruikt uw filterinstallatie ? Hiermee wordt de energie bedoeld tijdens de productie inclusief de eventuele energie voor terugspoelen e.d. Deze vraag geldt alleen voor installaties die in bedrijf zijn. Voor een geplande installatie mag een raming worden gegeven. Wel vermelden dat het een raming is. Als het e-verbruik niet separaat wordt gemeten dan graag het verbruik proberen te berekenen.	kWh/j
22	Hoeveel energie is dit omgerekend naar per m ³ afloop nabezinktank die behandeld is ?	Wh/m ³ afl NBT
Ontwerp- en beheersaspecten		
23	Voldoet het filter aan uw verwachtingen ? Zou u deze filterinstallatie weer toepassen ?	ja/nee + reden
24	Tegen welke onverwachte 'ervaringen' bent u aangelopen ?	tekst
25	Wat zijn de investeringen van het filter ?	€
26	Wat zijn de exploitatiekosten ? Niet iedereen heeft een compleet van alle exploitatiekosten, geef daarom aan welke kosten meegerekend zijn. Exploitatiekosten = Afschrijving + rente + personeelskosten + onderhoud + chemicaliën + energie	€/jr
27	Weet u nog nageschakelde behandelingstechnieken die vanuit de optiek van het onderhavige STOWA-project interessant zijn om mee te nemen ? Graag een verwijzing naar de leverancier opnemen.	tekst