

Winnovatiechallenge

Warmte winnen en fosfor verwijderen: twee vliegen in één klap?

Inleiding

STOWA heeft in samenwerking met Waternet de Winnovatie challenge '[Warmte winnen en fosfor verwijderen uit oppervlaktewater: twee vliegen in een klap?](#)' georganiseerd. Hiermee heeft STOWA ideeën vergaard over hoe je thermische energie uit oppervlakte (TEO) en fosforverwijdering kunt combineren op een ecologisch en economisch aantrekkelijke manier. Uit de totaal 17 ingediende ideeën heeft de jury drie winnaars gekozen.

Het idee '**Aquathermie en Bioreactor, 2 handen op 1 buik**' van student Watermanagement Chiel van de Voorde, is gebaseerd op de Nutreact bioreactor, waarin nutriënten als een slijmachtige substantie worden geogst op biologisch afbreekbare cartridges. In het idee '**Een drijvende filterbak met driehoeksmosselen**' van [SamenWarm](#) wordt de fosfor uit het water gefilterd door mosselen, die op hun beurt geogst worden en nuttig ingezet kunnen worden. Het idee '**Fosfaatvrije thermische Energiewinning met BioPhree**' van [Aquacare](#) gaat uit van de adsorptietechnologie BioPhree, waarmee bewezen zeer lage fosforconcentraties gehaald kunnen worden.

Dit document biedt een overzicht van alle inzendingen. Sommige inzenders hebben aangegeven hun ideeën niet publiek te willen maken. Hiervan delen we alleen de naam en inzender. Overige ideeën worden integraal weergegeven.

De winnende ideeën worden nader uitgewerkt en getoetst op haalbaarheid en effectiviteit. Hierover wordt te zijner tijd een rapport uitgebracht.

Neem voor meer informatie contact op met Jacqueline Laumans van STOWA via laumans@stowa.nl.

Inhoud

Inleiding	1
Ingediende ideeën	3
TEOyster	3
Verschillende technieken	4
Zacht en schoon	7
Fosfaatvrije thermische Energiewinning met BioPhree	11
Aquathermie tot de macht 4 = AT^4	13
Aquathermie en Bioreactor, 2 handen op 1 buik.....	15
Systeem ZOET - de flexibele opzet voor waterkwaliteitsverbetering en schone energie (ZOET: Zuiverend, Opwarmend, Ecologieverbeterend, TEOpasbaar).....	19
Twee vliegen in één klap. Gebruik maken van bestaande technieken om thermische energie van oppervlaktewater en het verwijderen van fosfor uit oppervlaktewater te combineren.	20
Een drijvende filterbak met driehoeksmosselen	26
Modulair Water benutting systeem	27
Concept Thermische Energie Stollingswarmte uit oppervlaktewater (TES)	30
Fun op fosfor.....	31
Duurzame warmte en schoner oppervlaktewater met NutriTherm: de aquathermische waterkwaliteit verbeteraar	34
Fosfaatwarmte	39
Ultrafijne luchtbelllen voor ecologisch herstel.....	40
Chill Out Phosphate (COP).....	41
Mycofor aquatisch mycelium project van Gevouwen Oevers.....	43

Ingediende ideeën

TEOyster

Door: Erik Zonneveld

(vertrouwelijk)

Verschillende technieken

Door: Hette Zijlstra

Bron fosfor in binnenwater en concentraties

Vanaf 1969 tot het jaar 1989 werd de fosforconcentratie in de Nederlandse IJsselmeerpolders bijgehouden door de Rijksdienst voor de IJsselmeerpolders (RIJP). Vervolgens is het tot en met 2007 door verschillende andere Rijksoverheid Instanties overgenomen en nu is Rijkswaterstaat verantwoordelijk voor de waterkwaliteit in een groot deel van de IJsselmeerpolders. Onder meer in het "Beheer- en ontwikkelplan voor de Rijkswateren 2016-2021" van Rijkswaterstaat en "Uitvoerings-, kennis- en innovatieagenda" van het Bestuurlijk Platform IJsselmeergebied wordt fosfor als een belangrijke waterkwaliteitsparameter beschouwd. In al deze plannen komt naar voren dat de waterkwaliteit verbeterd moet worden door het verlagen van de concentraties van zowel fosfor als andere eutrofiërende stoffen. Buiten te hoge concentraties is de Koolstof-Stikstof-Fosfor (CNP-ratio) verhouding van belang voor een goed biologisch evenwicht in het oppervlaktewater. Een goede CNP-ratio voorkomt een monocultuur van bijvoorbeeld de opportunistische cyanobacterie ofwel blauwalg.

Vanuit de aquacultuur, met name in Recirculerende Aquacultuur Systemen (RAS), en waterzuiveringen is al een schat aan informatie beschikbaar om te helpen bij het verbeteren van de kwaliteit van het oppervlaktewater. Deze bestaande technieken kunnen gebruikt worden om het oppervlaktewater wat ingenomen wordt door de TEO-installatie (Thermische Energie uit Oppervlakte), direct te filteren met een minimale behandeling en minimale extra energie toevoeging. Hiermee kunnen TEO-installaties bijdragen aan het verbeteren van de waterkwaliteit. De volgende technieken worden op dit moment onder andere toegepast in de waterzuiveringsindustrie en de aquacultuur om fosfor te binden en verwijderen.

- Chemisch (Poly-Aluminum Chloride (PAC), (IJzer Chloride)
 - o PAC/FeCl i.c.m. lamellenbezinker
 - o Bodem (lanthanium gemodificeerde klei)
- Biologisch
 - o Biologisch filter (Bewegend Bed Bioreactor (MBBR), Druppel filter)
 - o Houtsnipper filter
 - o SBR reactor (Sequencing Batch Reactor)
 - o Mosselen/filter-feeders toevoegen (richting Geïntegreerde Multi Trofische Aquacultuur (IMTA))

Deze verschillende methodes hebben voor het gebruik binnen een TEO installaties voor- en nadelen. Daarnaast is het verschil aan investeringen, energielast, verwijderingsefficiëntie ook aanzienlijk bij de verschillende methodes.

Toepasbaarheid in TEO installaties

- Binnenstedelijk

Voor het gebruik op een stedelijke schaal waarbij ruimte een belemmerende factor is een compact systeem met een hoge capaciteit een oplossing. Het gebruik van PAC en een lamellenbezinker kan in een kleine ruimte op kleine schaal worden geïnstalleerd. Fosfaat wordt met deze methoden gebonden aan een flocculant. Het flocculant is goed te bezinken met behulp van een lamellenbezinker. Zo kan er op een klein oppervlakte een grote Hydrolyse Oppervlakte Belasting (HSL) worden gecreëerd. Het grootste nadeel van deze methode is dat er een metaalchloride aan het water moet toe worden gevoegd als flocculant. Een voordeel is dat de Head Loss¹ van dit systeem minimaal is en volledig op basis van zwaartekracht en in combinatie met een TEO installatie dus

¹ Head loss is het verlies in waterdruk uitgedrukt in hoogte ten opzichte van de water in- en uitlaat van een systeem.

zonder extra pompen zou kunnen verlopen.

Het toepassen van een MBBR of een Druppelfilter is eveneens goed toepasbaar op een stedelijke schaal. Een MBBR is net als de PAC behandeling volledig op basis van zwaartekracht maar heeft geen flocculant nodig. Het enige wat er wordt toegevoegd aan energie is de beluchting om de filtermedia in beweging te houden. Een Druppel filter zal wel een extra pomp stap nodig hebben maar is verder volledig statisch.

- Buitenstedelijk

Wanneer ruimte geen beperkende factor is kan worden gekeken naar het toepassen van een houtsnipperfilter. Deze manier van filteren is extensiever en het water heeft een langere retentietijd in vergelijking met de eerder genoemde filtratie methoden. Echter is dit filter relatief onderhoudsvrij en vereist alleen een kanaal voor de houtsnippers. Een variant hiervan zou een constructed wetland kunnen zijn. Ook is een SBR een zeer efficiënte methode voor het verwijderen van zwaarder vervuild water die gemakkelijk is op te schalen.

Het gebruik van gemodificeerde klei is op grote schaal inzetbaar maar wordt voornamelijk gebruikt om eutroficatie direct tegen te gaan. Deze methode verwijdert het fosfor niet maar bindt het en bezinkt naar de benthos². Het inzetten van een IMTA systeem is op zeer grote schaal toepasbaar maar is slecht te monitoren en afhankelijk van veel verschillende factoren. Deze methode is ook zeer extensief en eist mogelijk aanpassingen aan het ecosysteem.

Welk systeem er ook gekozen wordt, voor alle systemen zullen echter eerst validaties moeten worden uitgevoerd om de werking op de aangewezen locaties te verifiëren en een solide impact analyse te maken. Een degelijke baseline van waterkwaliteitsparameter is daarbij eveneens een vereiste omdat deze cruciaal zijn bij het berekenen van de verwijderingsefficiëntie.

Op basis van kostprijs, onderhoud en energielast zal bij het gebruik van de locatie naast het IJmeer een houtsnipper filter en/of een MBBR waarschijnlijk de meest voor de hand liggende keuze zijn.

Beide methodes vragen (nagenoeg) geen extra energie maar hebben een hoge beoogde verwijderingsefficiëntie. Ook kan het resultaat van het filter goed worden gemeten door bij de in- en uitlaat een in-line meetstation te plaatsen om zo ook direct de impact te kunnen meten. Een ander voordeel bij het meten van de inlaat waterstroom is het gebruik van deze data voor de waterkwaliteit van het IJmeer.

Rijkswaterstaat heeft namelijk geen meetstations om fosfaat constant te meten rondom het IJ- en IJssel-meer. Wanneer TEO systemen vaker worden toegepast ontstaat een netwerk van meetstations waarmee de impact op de waterkwaliteit boven-lokaal gemonitord wordt. Verbeteren van de waterkwaliteit op lokaal niveau kan zo op grote schaal effect krijgen.

Conclusie

In TEO-installaties kan Fosfor verwijderd worden door het gebruik van technieken bekend uit de waterzuivering en aquacultuur. Deze bewezen technieken zullen zonder meer met een laag energieverbruik bij kunnen dragen aan verbetering van het ingenomen water van een TEO-installatie. De combinatie van een TEO-installatie en een dergelijke filtertechniek is echter nog niet eerder toegepast. Uit pilot projecten zal moeten blijken voor welke type filtertechniek het best geschikt is per locatie, maar de mogelijkheden hiervoor zijn zonder meer groot.

Onderzoeksvragen

1. Dimensionering van biologische filters bij een pompvolume van 100 m³ per uur
2. Effectmeting van het filterproces op de waterkwaliteit in een buitenwater bekken van 100 km²
3. Ontwikkelen meetapparatuur voor het meten van CNP waardes en ratio's, voor, tijdens en na de behandeling van oppervlaktewater.

² Benthos is de bodem van een meer of zee.

onderzoeksvoorstellen

Ad 1 opstellen van hypothesen op basis van de resultaten van internationale studies en proefnemingen. vaststellen minimale omvang en schaalbaarheid van filtertechniek. Ontwikkelen schaalmodel en het doen van een praktijkproef voor het testen van oplossingen

Ad 2 opstellen van hypothesen tav de effecten van Fosfor en Stikstof filtering op kwaliteit flora en fauna. In samenwerking met Universiteit Wageningen en Milieu federatie NH.

Ad3 Ontwikkelen van senso gestuurde meetapparatuur die on-flight in alle fysieke omstandigheden meetgegevens naar een database stuurt om de waterkwaliteit te monitoren. Hardware en software ontwikkeling om te functioneren als lokale monitor op een individuele pomp/filter installatie maar ook in een netwerk meetgegevens verzameld.

Innovaties met en zonder patentering

Vernieuwend is de schaal waarop filtering systemen worden toegepast. De combinatie van warmteonttrekking en beïnvloeden van CNP waardes op deze schaal is nieuw. Het is voor het eerst dat waterverbetering van Buitenwater als een volcontinu proces gemonitord moet worden met effectmetingen op korte en lange termijn. Techniek uit de viskweekindustrie wordt opgeschaald naar het ingrijpen en monitoren van natuurlijke ecosystemen. Op apparatuur en software ontwikkelingen is (eventueel) patentering mogelijk.

Referenties

Christine Lepine (2016) Woodchip bioreactors effectively treat aquaculture effluent. Global Aquaculture Advocate, October 14, 2016.

Christianson, L.E. ,Chr. Lepine, K. L. Sharrer, S.T. Summerfelt (2016) Denitrifying bioreactor clogging potential during wastewater treatment . Water Research 105, p. 147-156.

Ahnen, M. von, P. B. Pedersen and J. Dalsgaard (2016) Start-up performance of a woodchip bioreactor operated end-of-pipe at a commercial fish farm—A case study. Aquacultural Engineering 74, p. 96–104.

<https://edepot.wur.nl/337399>

https://www.google.com/search?q=R.IJ.P.&rlz=1C1CHBD_nINL892NL892&oq=R.IJ.P.&aqs=chrome..69i57j0i8i30.5046j0j7&sourceid=chrome&ie=UTF-8

<https://www.agendaijsselmeergebied2050.nl/actueel/nieuws/2021/mei/20/uitvoerings--kennis--en-innovatieagenda-2021-2026-gepubliceerd>

<https://www.rijkswaterstaat.nl/water/waterbeheer/beheer-en-ontwikkeling-rijkswateren/beheer-ontwikkelplan-rijkswateren>

https://www.researchgate.net/publication/317118473_Methods_for_Removing_of_Phosphates_from_Wastewater

<https://pubs-acrs-org.ezproxy.library.wur.nl/doi/pdf/10.1021/acs.est.6b02204>

<https://www.sciencedirect-com.ezproxy.library.wur.nl/science/article/pii/S0043135413006593>

https://www.researchgate.net/publication/222657565_Biological_phosphate_removal_in_recirculating_aquaculture_system

https://www.researchgate.net/publication/318300393_Effects_of_calcium_on_the_performance_bacterial_population_and_microbial_metabolism_of_a_denitrifying_phosphorus_removal_system

<https://iwaponline-com.ezproxy.library.wur.nl/wst/article/55/7/135/13291/Biological-nutrient-removal-by-applying-SBR>

<https://www.osti.gov/etdeweb/biblio/20153758>

Zacht en schoon

Door: Thomas Koomen

Gekke titel? Misschien kunnen we het beter even uitleggen.

Onze oplossing maakt gebruik van zachte doeken (microvezel) en het water wordt schoon (tot 1 mg/l).

In het kort. Het idee bestaat uit een installatie waarbij microvezel doeken het vuile water reinigen. Als eerste stroomt het oppervlaktewater in de filtertank en gaat door de doekfilter naar de binnenkant van de schijf. De microvezel houdt het fosfaat tegen. Vervolgens komt het water terecht in de centrale buis en stroomt vervolgens door naar de inlaat van de warmtewisselaar. Deze techniek wordt vaker toegepast bij rwzi's in bijvoorbeeld Duitsland, Engeland en de Verenigde Staten, maar is zover wij weten nog nooit gecombineerd met een TEO-installatie.

Voor onze volledige toelichting verwijzen we graag door naar ons (onderstaande) document.

Zie verder [een brochure](#) van een fabrikant die doekfilters levert.

Doekfiltratie voor fosfaatverwijdering

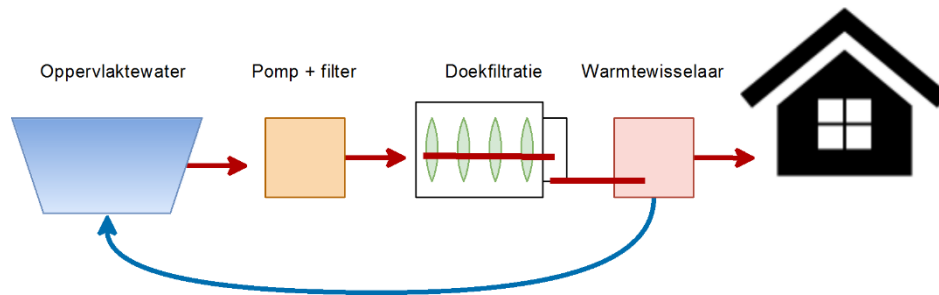


Systeem

Het systeem doekfiltratie is één van de technieken die gebruikt kan worden bij de verwijdering van fosfor. Door één extra stap aan de TEO installatie toe te voegen kan door middel van microvezel doeken fosfor verwijderd worden. Dit systeem wordt al in meerdere landen zoals Amerika, Duitsland

en Engeland gebruikt bij afvalwaterzuiveringen en oppervlaktewateren om fosfor en microverontreinigingen te verwijderen. Wij denken dat dit systeem wellicht toepasbaar kan zijn bij TEO installaties vanwege de compacte installatie en efficiënte werking. De grootte van de installatie is afhankelijk van het aantal kuub wat door de installatie heen gaat. Daarnaast kan het systeem zorgen voor een verwijdering van fosfor tot wel 0.1 mg/l.

Ontwerp



1 - De techniek kan het beste worden ingepast voor de TEO installatie. De doekfiltratie zorgt ervoor dat de filters in de TEO installatie minder vaak verstopt raken.

Varianten

Hoeveel water per uur gezuiverd kan worden hangt af van de grootte van de filter.

Trommelfilter

Een zogenaamd trommelfilter filtert tot 60 kuub/uur en heeft een totaal oppervlak van ongeveer 2 vierkante meter.

Dit is voldoende voor een oppervlak van ongeveer 20 000 vierkante meter.

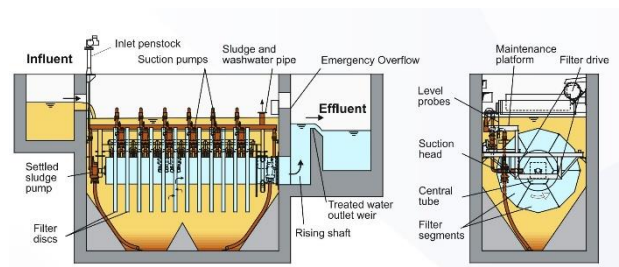
Informatiefilmpje.

Schijffilter

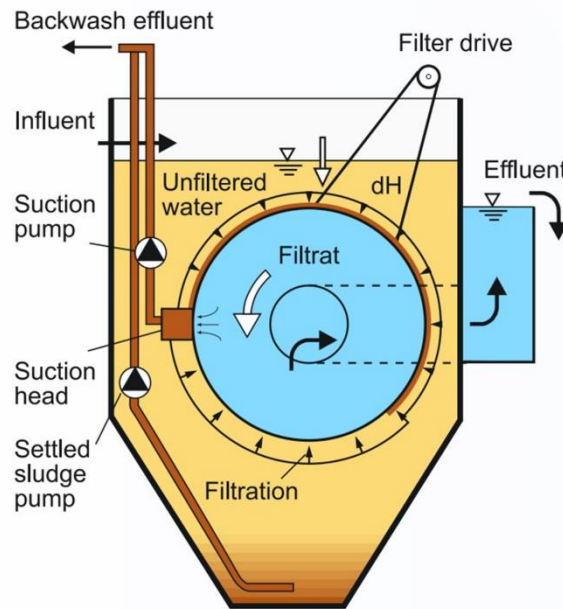
Een schijffilter kan tot 2400 kuub/uur filteren. Het oppervlak neemt hierbij ook toe tot 30 vierkante meter per eenheid.

Voor beide installaties geldt dat ze tot 0,1 mg/l filteren!

Schematische weergave



2 - Schijffilter



3 - Trommelfilter

1. Oppervlaktewater stroomt in de filtertank en gaat door de doekfilter naar de binnenkant van de schijf. De microvezel houdt het fosfaat tegen.
2. Het water komt vervolgens terecht in de centrale buis en stroomt vervolgens door naar de inlaat van de warmtewisselaar.

Reinigen van de filter

Het reinigen van de filter gebeurt door middel van 'backwash'. Naarmate het fosfaat zich vasthecht op het doekfilter neemt de weerstand toe. Het systeem merkt dit waarbij er automatisch een reinigingsproces gaat werken. Op de doekfilter gaat er een soort stofzuiger aan, die al het vuil van het doek afschraapt en -zuigt.

Pluspunten

- Energieverbruik is laag
- Compacte installatie
- Hoge efficiëntie
- Geen chemische reiniging nodig
- Veel minder fosfaat aan water wat goed is voor de flora en fauna
- Met terug spoeling worden de doekfilters schoongemaakt waardoor de onderhoud relatief makkelijk is

- De doekfilters zorgen ervoor dat de TEO installatie minder vaak onderhouden hoeven worden
- Mogelijk positieve neveneffecten: microplastics en medicijnresten worden ook verwijderd (is nog in onderzoek)

Fosfaatvrije thermische Energiewinning met BioPhree

Door: Pim de Jager

De biophree technologie is een door Aquacare gepatenteerde adsorptietechnologie waarmee opgelost P tot extreem laag niveau kan worden verwijderd. Aquacare heeft met deze technologie onder andere deelgenomen aan de fameuze George Barley waterprize in Amerika en Canada en daar middels een pilot installatie laten zien dat opgelost P in oppervlaktewater kan worden verwijderd met consistente effluentwaarden van < 20 ug/l (als ppm PO₄). De biophree technologie is een adsorptietechnologie waarbij een waterstroom door een adsorptiekolom wordt geleid waarbij opgelost P wordt verwijderd. De opgeloste P adsorbeert aan een adsorptiemiddel en raakt geleidelijk verzadigd. In elke installatie draaien meerdere kolommen parallel. De effluent waarden worden continu gemeten en als het adsorptiemiddel verzadigd raakt wordt de desbetreffende kolom geregenereerd, waarna het adsorptiemiddel weer klaar is voor gebruik en er een zeer geconcentreerde opgeloste P oplossing overblijft, dat kan worden hergebruikt in bijvoorbeeld de kunstmest industrie. Een innovatieve, zeer duurzame oplossing waarbij opgelost P niet alleen uit oppervlaktewater wordt verwijderd, maar zelfs tot grondstof kan worden opgewerkt!

Deze technologie kan het beste worden toegepast voor de TEO installatie. De biophree heeft een voorfilter installatie nodig. Daarnaast vermindert P-verwijdering tot zeer lage niveaus biologische groei (zie publicaties H Vrouwenvelder, TU Delft). Filtering en biologische groei vermindering zullen ook voor de TEO installatie voordelig zijn.

De grootte van een systeem is afhankelijk van de hoeveelheid water die dient te worden behandeld. Een systeem wat momenteel in een 40 ft zeecontainer modular wordt gebouwd, behandelt tot 5 m³/h. Dit is echter een pilot container waarbij alles zeer ruim is opgezet en waarbij meer samplepunten en monitoring is toegepast dan op een industriële schaal noodzakelijk is. Een zeer compact ontworpen systeem zal naar verwachting veel minder volume nodig hebben. De BioPhree installatie is modulair en kan worden ingepast in de installatieruimte van de TEO installatie.

De combinatie van een BioPhree installatie met een TEO installatie lijkt een interessante combinatie. Hoewel het ruimtebeslag van een BioPhree installatie over het algemeen meevalt, is een groot deel van de CAPEX het gebouw voor de installatie. De OPEX van de BioPhree wordt voor een groot deel bepaald door de pompkosten. Gezien beide nodig zijn voor de operatie van een TEO installatie, vervallen of verlagen deze twee posten significant. Een combinatie op deze vlakken is dus aantrekkelijk voor wat betreft de business-case. Qua energie gebruik geldt voor beide posten uiteraard hetzelfde, nóg een goede rede om deze combinatie verder uit te werken.

Schade aan flora en fauna is niet voorzien; gezien de enorme verlaging in P-concentratie wordt algengroei drastisch verminderd waardoor het ecosysteem veel minder te leiden heeft. Bij het verpompen van hoge volumes zal moeten worden voorkomen dat groter waterleven wordt meegezogen, maar hier bestaan gelukkig goede marktklare oplossingen voor.

De oplossing die gebruikt wordt voor de regeneratie raakt ook langzaam verzadigd, tot dichtbij de maximale oplosbaarheid van P. Wanneer dit punt bereikt wordt zal de vloeistof moeten worden opgehaald en kan deze worden verkocht of verwerkt, naar verwachting in de kunstmestindustrie. Het adsorptiemiddel wordt hergebruikt voor de volgende regeneratie stap. Regeneratie gebeurt middels een oplossing die ook wordt hergebruikt. Er is een kleine hoeveelheid geconcentreerde oplossing nodig om te compenseren voor verlies. Schaarse grondstoffen zijn niet aan de orde en het chemie verbruik is minimaal. Gezien er enkel adsorptie plaatsvindt, brengt dit systeem geen vreemde stoffen in het milieu.

AquaCare is druk bezig deze technologie verder uit te ontwikkelen. Er zijn twee pilot containers ter grootte van een 40ft zeecontainer met een volledig operationele installatie erin. Deze worden gebruikt bij verschillende projecten en één ervan is volledig geautomatiseerd. Menselijk handelen is alleen nodig wanneer de regeneratie vloeistof is verzadigd, moet worden opgehaald en dient te worden vervangen.

Aquathermie tot de macht 4 = AT^4

Door: Etteke Wypkema

In stedelijk gebied hebben we oppervlaktewater en rioolwater. Beide willen we dat ze een optimale toegevoegde waarde leveren aan de lokale omgeving. Dat kan met Aquathermie in het quadraat waarbij warmte gewonnen wordt uit beide stromen en beide stromen optimaal gezuiverd en ingezet in het watersysteem.

De toepassing van aquathermie wordt beperkt doordat er doorstroomd water of een groot wateroppervlak moet zijn. Door echter een combinatie met lokale rioolwaterzuivering te maken kan dit probleem worden opgeheven en hebben we AT^2 .

Ook kan het afvalwater in de winter als warmtebron dienen en kan ook de warmtewisseling in de winter ingezet worden en is geen koppeling met bodemopslag noodzakelijk. Dit is AT^3 .

Het schoongemaakte rioolwater zorgt weer lokaal voor voorkomen van lokale droogte, verbetering leefklimaat, en de totale kwaliteitsverbetering van het water voor meer biodiversiteit, oppervlaktewater met recreatiewaarde. Zo komen we met deze vitaliteitstoename tot aquathermie tot de macht 4 ofwel AT^4 . Dit natuurlijk naast natuurlijk de winst in CO_2 van aquathermie¹.

Basaal bestaat de unit uit een lokale afvalwaterzuivering (LAZ) met effluent P is 1 mg/l (eLAZ), P verwijderingsreactor (PVR) naar $P < 0,2$ mg/l, een warmtewisselaar en een pomp voor het rioolwater (RW) en het oppervlaktewater (OW)

De Configuratie is dan als volgt:

Lente/Herfst: RW-LAZ – eLAZ+OW-ww-PVR

Zomer bij koelbehoefte RW-LAZ – PVR ; OW-ww-PVR

Winter: RW: LAZ – ww – PVR (geen OW behandeling)

Fosfaat verwijderingstechnieken die effluent polishen en vergaande fosfaatverwijdering oppervlakte water beide kunnen zijn:

- Flocculatie met zandfiltratie
- Helofytenfilters
- Nutreact

Mooie beloftevolle lokale afvalwaterzuiveringstechnieken zijn:

- Bezinking met biorotor
- Kassensysteem Koningshoeve
- Nereda package unit
- CoRe

Wat de beste combi is hangt af van RWA/dwa en in hoeverre je alles wilt zuiveren of deel en of je nog deelafoer naar rwzi wilt. Hiervan zou je net zo als de aquathermieladder een beslisboom systeem maken. Dat zou ik met de technologieontwikkelaars van deze systemen graag opzetten.

De gemiddelde warmte vraag per inwoner is 4 maal kleiner dan 50 temperatuur verschil van het gebruikte rioolwater. Rioolwater kan daarmee ook in de winter aan de warmtevraag per inwoner voorzien en je maakt de koppeling met oppervlaktewater voor de extra behandelstap en de koelcapaciteit in de zomer. Voor de benodigde koelcapaciteit in de zomer bij een verdamping van 2

mm per dag heb je circa 1m² oppervlaktewater per inwoner nodig en verdampt er 2 liter per inwoner. Het oppervlaktewater krijgt daarmee een blijvende afvoer en heeft geen last meer van verdroging. Om de koelcapaciteit van het oppervlaktewater te vergroten, om neg ecologische effecten te voorkomen, kunnen nog extra maatregelen genomen worden als beschaduwning of extra verdampcapaciteit, door waterplanten of fonteinen.

Aquathermie en Bioreactor, 2 handen op 1 buik

Door: Chiel van de Voorde

De problemen van eutrofiëring zijn in afgelopen jaren een steeds belangrijker en groter onderwerp geworden en komen voor bij tal van oppervlaktewateren. De meeste hiervan zijn stilstaande wateren, betekenend dat wanneer men op deze locaties aquathermie toe wil passen dat men gebruik moet maken van een pompinstallatie welke de financiële haalbaarheid zal inperken.

Met behulp van een bioreactor ontworpen door Nutreact bio solutions is bewezen dat met fosfaat en stikstof kan onttrekken zonder verdere toevoeging aan het oppervlaktewater van schadelijke stoffen, om deze bioreactor in werking te stellen dient men deze ook aan te sluiten op een pompinstallatie.

Daarmee zijn aquathermie en de bioreactor 2 handen op 1 buik, of eigenlijk op 1 pomp...

Hier ligt de voornaamste koppelkans, door deze twee bestaande technieken te combineren in één installatie worden de kosten van de pompinstallatie gezamenlijk gedragen met een breder doel. Daarnaast fungeert de bioreactor als filter voordat het water de warmtewisselaar bereikt welke de kosten van de aquathermie installatie verder zal drukken.

Daarnaast zullen, volledig biologisch afbreekbare, drijvende eilanden rondom de uitlaat van het pompsysteem zorgen voor een verbetering van de biodiversiteit, een verhoging van het zuurstofgehalte, een verbetering van het ecologisch zuurstofprofiel en schaduwvorming voor bijvoorbeeld roofvissen.

De combinatie van de bioreactor en de drijvende eilanden zal de P waarde naar verwachting reduceren tot 0,15mg/L.

Verdere beschrijving:

Eutrofiëring is een van de grootste waterkwaliteitsproblemen van dit moment. De overmatige aanwezigheid van stikstof en fosfor is de grootste veroorzaker van blauwalg in oppervlakte wateren welke niet alleen zorgt voor problemen in het ecologische systeem maar ook problemen veroorzaakt zoals stankoverlast en kwaliteit van zwembadwateren. Om blauwalg te bestrijden bestaan verschillende technieken zoals het toevoegen van een ijzer houdend middel zoals ijzerslib of ijzerzand, wegvissen van vissen die actief bodem omwoelen en het verhogen van doorstroming en/of zuurstofgehalte.

Om aquathermie toe te passen is in dit idee uitgegaan van een stilstaande plas waarbij men een pomp nodig heeft om het water door de warmtewisselaar te laten stromen en daarmee de warmte wisseling plaats te kunnen laten vinden.

Voor de bestrijding van blauwalg doormiddel van het onttrekken van nutriënten heeft het bedrijf Nutreact bio solutions b.v. een bioreactor ontworpen welke, zonder het toevoegen van schadelijke stoffen aan het water, het fosfaat en stikstof gehalte omlaag brengt.

Met de bioreactor van Nutreact is een zelfde pomp installatie nodig om het water door de installatie te verpompen en in de reactor fosfor en stikstof te scheiden. Door deze 2 technieken te combineren in een systeem kan optimaal gebruik gemaakt worden van de pomp installatie. De bioreactor is voorzien van een biologisch afbreekbare "cartridge" welke vervangen kan worden, deze "cartridge" neemt het fosfor en stikstof op in een slijmachtige substantie welke gebruikt kan worden als biomassa. De slijmachtige substantie kan ook chemisch gescheiden worden om de fosfor terug te winnen waarmee kunstmest gemaakt kan worden, echter is deze techniek nog niet dusdanig ontwikkeld dat dit momenteel economisch haalbaar wordt geacht.

Een mogelijke andere optie voor het afvoeren van fosfor en stikstof is via het bestaande afvalwater riool, via deze weg zal het fosfor en stikstof dan terug gewonnen worden in de vorm van biogas. Met deze methode zal ook minder onderhoud gevraagd worden van de installatie waardoor kosten verder gereduceerd kunnen worden. Deze mogelijkheid zal vooral aantrekkelijk zijn in stedelijke gebieden waarbij ruimte schaars is.

De bioreactor levert een uitgaande waarde van +/- 0,15 mg/L fosfaat en brengt daarmee de waarde terug naar een niveau waarin de groei van blauwalg tot een minimaal wordt beperkt, doordat het systeem gekoppeld wordt aan de aquathermie installatie is er geen extra vraag naar energie en de werking van de bioreactor is volledig gebruiks- en milieu vriendelijk.

Met een maximum debiet van 40 m³ per uur kan de bioreactor een vrij hoge capaciteit aan en wanneer de benodigde capaciteit voor de warmtevraag hoger zal zijn dan 40 m³ per uur zal een bypass om de reactor geïnstalleerd moeten worden om een gedeelte van het water langs de bioreactor te kunnen geleiden zodat deze optimaal blijft werken of men kan ervoor kiezen extra bioreactoren parallel te installeren.

De bioreactor installatie heeft normaal gesproken op zichzelf een eigen pomp welke samen ingebouwd zijn in een ruimte ter grootte van een 20 ft container. Bij de koppeling met aquathermie zouden deze samen gecombineerd kunnen worden in één ruimte welke naar verwachting vrijwel geen extra ruimte in zal nemen t.o.v. een "gewone" aquathermie installatie. Welke zowel boven- als ondergronds zou kunnen worden geïnstalleerd en daarmee wordt dit niet gezien als een probleem in de ruimtelijke indeling van een bebouwd gebied.

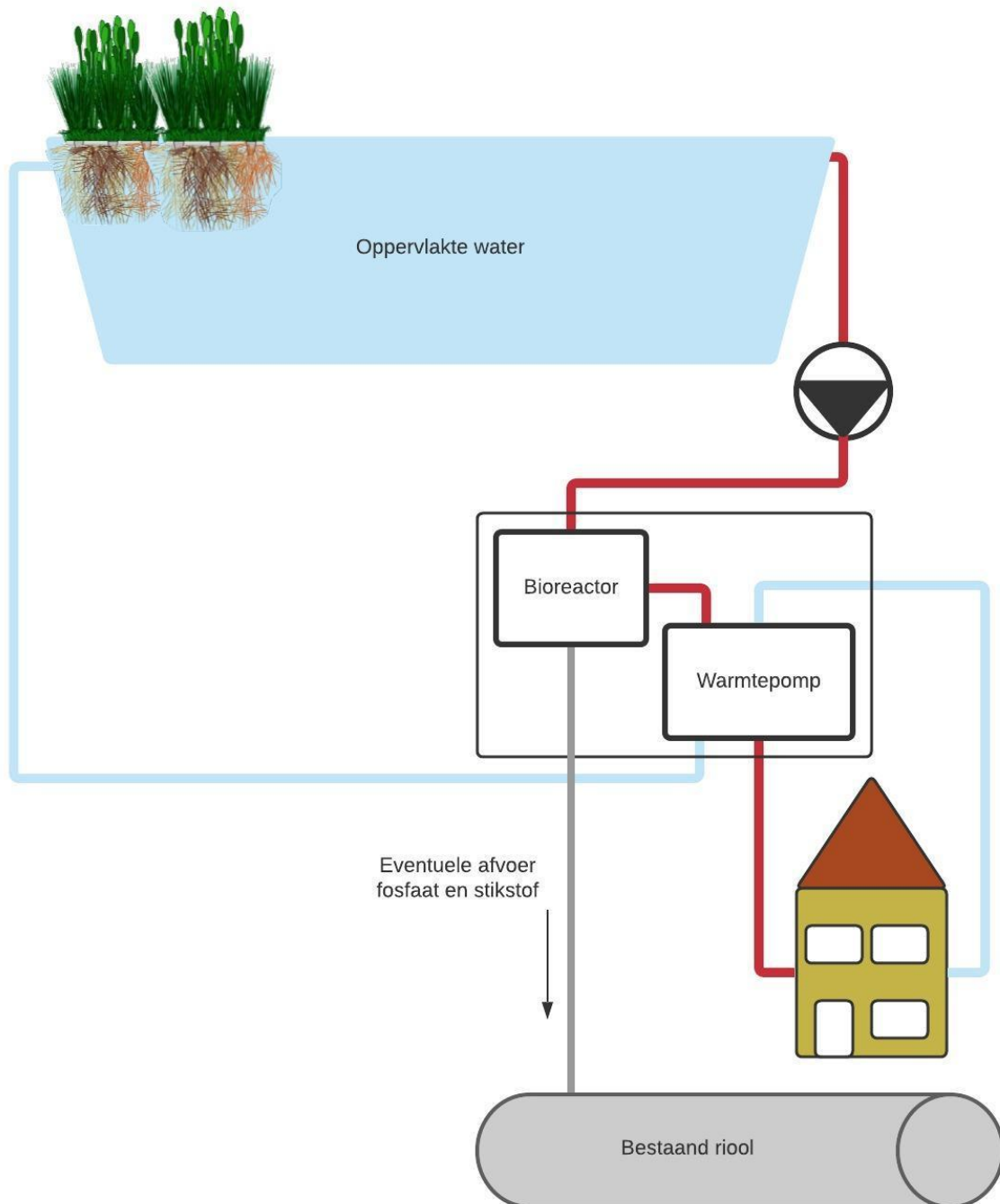
Naast de implementatie van een bioreactor zal er ook gebruik gemaakt worden van biologische, drijvende eilanden welke al drijvend op het oppervlaktewater planten laten groeien en hun wortels in het water laten groeien. Deze planten zullen zich voeden met de nutriënten in het water waardoor wederom stikstof en fosfor onttrokken wordt uit het oppervlaktewater. De drijvende eilanden zorgen niet alleen voor een onttrekking van de nutriënten maar zorgen ook voor schaduwvorming, een verhoogde biodiversiteit, hoger zuurstofgehalte, een verbeterd ecologisch zuurstofprofiel en dienen in dit geval ook als "aankleding" en laatste filter bij de uitlaat van de TEO/bioreactor installatie hierdoor zal voorkomen worden dat door de installatie andere verslechtingen plaats kunnen vinden.

De drijvende eilanden worden gemaakt van 100% duurzaam bamboe dat geproduceerd wordt in Europa om hiermee de footprint van de drijvende eilanden zo laag mogelijk te maken, daarnaast wordt alleen gebruik gemaakt van duurzame en biologisch afbreekbare grondstoffen. Hiermee komen dan ook geen microplastics of metalen vrij. Een voorbeeld van de drijvende eilanden is te zien in figuur 1. Doordat de eilanden volledig biologisch afbreekbaar zijn, kunnen deze gemakkelijk uit het water gehaald worden zodat deze gebruikt kunnen worden als biomassa en nieuwe eilanden eenvoudig geplaatst kunnen worden.



Figuur 1: Drijvende eilanden

Om een beeld te scheppen van hoe een mogelijke installatie eruit zal zien is een kleine schets gemaakt welke te zien is in figuur 2.



Figuur 2: Schets van mogelijk gecombineerd systeem

Systeem ZOET - de flexibele opzet voor waterkwaliteitsverbetering en schone energie
(ZOET: Zuiverend, Opwarmend, Ecologieverbeterend, TEOpasbaar)

Door: Kerusha Lutchmiah

Vertrouwelijk

Twee vliegen in één klap. Gebruik maken van bestaande technieken om thermische energie van oppervlaktewater en het verwijderen van fosfor uit oppervlaktewater te combineren.

Door: Julian van Zuuk

Het verwijderen van fosfor is een uitdaging op ecologisch en economisch gebied. Echter, zoals te lezen valt in mijn voorstel in de bijlage, liggen er heel veel kansen bij het verwijderen van fosfor uit oppervlaktewater. De voorgestelde installatie zou in een (aantal) bak(ken) met ijzerhoudend slib ondergronds kunnen plaatsvinden. Hierbij zou eenzelfde soort put als bij een WKO uitkomst bieden, met bijpassende deksel. Deze kunnen vrij gemakkelijk in een omgeving geïntegreerd worden en zijn relatief (op een project met 1000 woningen) gezien betaalbaar. In principe heeft deze installatie geen negatieve effecten op de ecologie van een waterlichaam. Het verwijderen van fosfor wordt gedaan zonder het toevoegen van chemicaliën/grondstoffen aan het waterlichaam.

Een mogelijke kans is om het ijzerhoudend slib te 'behandelen' met magnesiumoxide. Hierdoor kan het fosfaat, dat reageert met magnesiumhydroxide, omgezet worden tot gecontroleerd struviet. Struviet kan bijvoorbeeld worden gebruikt als meststof (Nedmag, z.d.). Het kan dan ook financieel aantrekkelijker worden om het beheer van fosforverwijdering uit te voeren. Verder zouden meerdere inlaat en uitlaatpunten er ook nog voor kunnen zorgen dat temperatuurschommelingen door warmteonttrekking en koude lozing beperkt en verdeeld worden over het waterlichaam.

TEO en fosforverwijdering zouden dus zodanig gecombineerd worden dat het ecologisch én economisch aantrekkelijk is. Hoewel het verwijderen van fosfor een uitdaging is, biedt het ook vele kansen die zeker niet onbenut moeten blijven.

Zie onderstaande nadere uitwerking van het systeemconcept en de onderzoeksvragen.

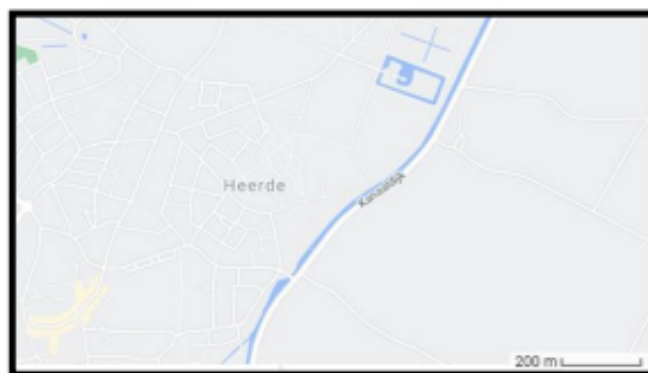
Uitwerking:

1. Case Study

In afbeelding 1 ziet u het dorp Heerde, met het waterlichaam 'het Apeldoorns Kanaal' dat langs het dorp loopt. Ten oosten van het Apeldoorns kanaal ligt de IJsselvallei, ten westen van dit kanaal ligt de Veluwe. De naam voor het waterschap dat dit waterlichaam beheert heet dan ook niet voor niets 'Vallei en Veluwe'. Dit gebied is geschikt voor een TEO installatie met fosforverwijdering doordat het een waterlichaam betreft die te beheren valt, en ook nog eens langzaam stroomt. De mogelijkheid tot beheren levert kansen op voor de inlaat en uitlaat van water. Hierdoor kan de potentiële warmte (en koude) die uit het water gewonnen wordt handmatig geregeld worden.

In de jaren '70-'80 onderzocht de heer Oosterloo al de eutrofiëring in het Apeldoorns Kanaal (Oosterloo, 1984). Toentertijd werd al geconcludeerd dat de waterkwaliteit niet voldeed aan de norm wat betreft de fosforbelasting en de fosforconcentratie. Puijenbroek, Cleij & Visser (2010) hebben al aangetoond dat defosfatisering, of verbetering van de waterkwaliteit, van het Apeldoorns Kanaal mogelijk is. Dit maakt dat het waterlichaam interessant is voor deze case study. Naast de TEO en fosfor installatie is er natuurlijk altijd nog een financieel en infrastructureel probleem. Voor beide is een oplossing mogelijk. De woningstichting die opereert in Heerde, Triada, beheert een aantal van de wijken die dicht bij het Apeldoorns kanaal liggen. Vanuit deze organisatie, of vanuit een andere woningcorporatie in een ander gebied, zou er dus gewerkt kunnen worden. Daarnaast is de subsidie SDE++ ook beschikbaar. Deze subsidie is momenteel echter nog niet dusdanig ingericht dat deze voor TEO + fosforverwijdering geschikt is.

Het infrastructurele 'probleem' hoeft geen probleem te zijn. Een warmtenet die bij een TEO komt kijken lijkt veel op een drinkwaternet. Het aanleggen van een warmtenet zou net als het aanleggen van een drinkwaternet op de nationale politieke agenda moeten komen. Ik zie geen grote problemen bij het aanleggen van dit net in onderstaande case study. Met een gefaseerde aanpak zouden civieltechnische en infrastructurele knelpunten beheerd kunnen worden. Het waterbeheer gaat logischerwijze via het waterschap 'Vallei en Veluwe'. Ook bij deze samenwerking verwacht ik geen onlogische knelpunten.



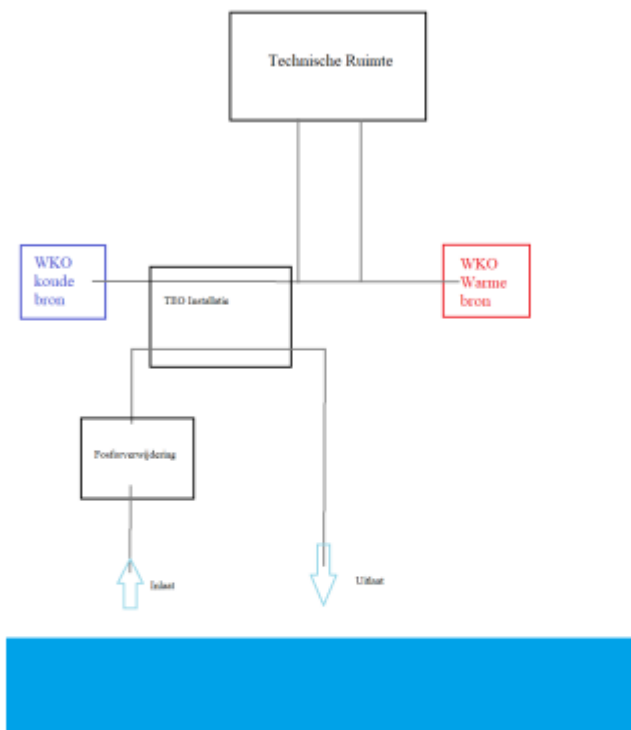
Figuur 1: Potentiële planlocatie TEO + Fosforverwijdering

2. Procesopstelling

“Waar in het proces kan deze techniek het beste worden ingepast? Bijvoorbeeld voor of juist na de TEO installatie?”

In de figuur op de volgende pagina staat een mogelijke procesopstelling. Het is gebleken dat in de meeste gevallen, vooral voor collectieve systemen, een TEO installatie gekoppeld moet worden aan een WKO. Hierdoor kan een balanssituatie gecreëerd worden waarbij het waterlichaam als regeneratie dient voor de WKO. Een put van een monobron (koude en warme filter op dezelfde bronlocatie) WKO is ongeveer 2 bij 2 meter, een doublet systeem heeft een koude en warme bron apart van elkaar, waarbij dus 2 putten van 2 bij 2 meter nodig zijn. De volgende aanname wordt gedaan:

De TEO installatie wordt uitsluitend gebruikt voor verwarmen in verband met mogelijke bevroeringsrisico's en ecologische risico's van het waterlichaam. Uitgaande van een WKO+TEO zal er dus één WKO(doublet) komen, één TEO aansluiting, en één fosforverwijdering. Aangezien één WKO waarschijnlijk niet de capaciteit heeft voor 1000 woningen, zullen er meerdere monobronnen / doubletten geplaatst moeten worden. Hierdoor kan de warmteonttrekking en koude pluim(retour) in het Apeldoorns Kanaal ook nog verdeeld worden. Er kunnen dan dus ook enkele tot meerdere locaties met fosforverwijdering aangewezen worden. Figuur 2 toont een voorbeeld van één procesopstelling inclusief WKO (doublet).



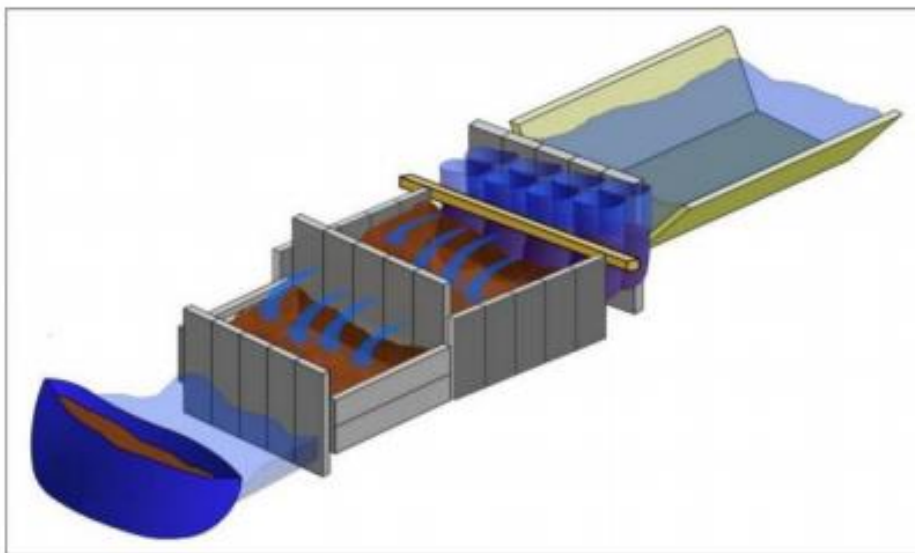
Figuur 2: Schematische weergave van de procesopstelling

De fosforinstallatie is in figuur 2 weergegeven net na het inlaatpunt en voor de TEO installatie vanuit het waterlichaam. Hierdoor komt de fosfor die eigenlijk verwijderd moet worden niet terecht in filterstellingen van het TEO systeem en in de bodem (grondwaterlagen). De prioriteit ligt hier als eerste bij het verwijderen van de fosfor, daarna bij het filteren van het water (TEO installatie). Deze installatie moet zo geplaatst worden dat deze bereikbaar is voor het reinigen van de filters.

3. Techniek voor verwijderen fosfor

“Welke techniek kan het beste worden gebruikt voor het verwijderen van het fosfor?”

Chardon, Reijers & Van Dam (2008) omschrijven een experiment waarbij slootwater werd geleid door een filter dat gevuld was met een ijzerrijk bezinkingslib, zie figuur 3. Bij deze praktijkproef bleek dat bij lage gehalten fosfaat en bij lage stroomsnelheden van de effectiviteit van het filter gering was. Daarnaast blijkt uit een onderzoek van Van Bol et al. (2018) dat ijzer gebruikt kan worden voor het verminderen van de fosforconcentratie in oppervlaktewater. Een zelfde soort systeem als onderstaand zou uitkomst kunnen bieden, en dit systeem kan mogelijk het beste worden gebruikt voor het verwijderen van fosfor. Een welkome bijkomstigheid is dat de opname van fosfor (te meten in het waterlichaam bij het uitlaatpunt) een mogelijk indicator kan zijn voor het verschromen van de filters.



Figuur 3: voorbeeld van een systeem waarbij ijzer het fosfor uit oppervlaktewater kan verwijderen. (Chardon, Reijers & Van Dam, 2008)

4. Installatiegrootte

“Hoe groot zou zo'n installatie moeten worden (bijvoorbeeld bij een TEO installatie voor 1.000 woningen) en hoe kan dit ruimtelijk worden ingepast?”

Het voordeel aan het werken met meerdere doubletten en meerdere inlaat en uitlaatpunten is niet alleen maar op technisch en ecologisch gebied aan te duiden. Met meerdere inlaat- en uitlaatpunten kan er ook gekozen worden voor meerdere fosfor verwijderlocaties. Er kan dan ook gekozen worden voor grotere installaties en voor kleinere installaties. Een installatie zoals in figuur 3 kan in meerde

formaten ingepast worden. Vervolgonderzoek zou dan uit moeten wijzen bij welke hoeveelheid ijzerhoudend slib hoeveel fosfor verwijderd wordt.

De installatie zou in een bak ondergronds kunnen plaatsvinden. Hierbij zou eenzelfde soort put als bij een WKO uitkomst bieden, met bijpassende deksel. Deze kunnen vrij gemakkelijk in een omgeving geïntegreerd worden.

5. Beheer en afvoer

"Hoe wordt het fosfor afgevoerd en hoe ziet het beheer van de installatie er dan uit?"

Het fosfor kan afgevoerd worden door het verwijderen van de bakken ijzerhoudend slib. De installatie zou zodanig gemaakt moeten worden dat deze bakken uit de installatie te hijsen zijn. Het fosfor kan daarna afgevoerd worden. Een mogelijke kans is om het te 'behandelen' met magnesiumoxide. Hierdoor kan het fosfaat, dat reageert met magnesiumhydroxide, omgezet worden tot gecontroleerd struviet. Struviet kan bijvoorbeeld worden gebruikt als meststof (Nedmag, z.d.). Het kan dan ook financieel aantrekkelijker worden om het beheer van fosforverwijdering uit te voeren. Vervolgonderzoek zou dan uit moeten wijzen bij welke hoeveelheid ijzerhoudend slib hoeveel fosfor er verwijderd wordt en wat de frequentie van 'verschonen' van het filter is. Door het plaatsen van meer installaties kan de frequentie van verschonen mogelijk vergroot worden.

6. Flora en fauna

"Hoe wordt schade aan flora en fauna voorkomen?"

In principe heeft deze installatie geen negatieve effecten op de ecologie van een waterlichaam. Het verwijderen van fosfor wordt gedaan zonder het toevoegen van chemicaliën/grondstoffen aan het waterlichaam. Extra filters zouden er voor kunnen zorgen dat flora en fauna niet in het systeem terecht komt. Dit probleem is echter ook bij een TEO aanwezig dus zal een integrale aanpak benodigd zijn. Er bestaan tevens ook zelfreinigende filters (bijvoorbeeld voor TEO installaties). Deze zijn zeer kostbaar, maar als de business case rond te krijgen is dan zijn deze automatische filters zeker een interessant alternatief.

Verder wordt verwacht dat het onttrekken van fosfor (en warmte!) van oppervlaktewater een positieve ontwikkeling is. Het water wordt gezuiverd en afgekoeld, wat vooral in de zomer positief ontvangen zal worden door waterbeheerder zoals het waterschap. Verder zouden meerdere inlaat en uitlaatpunten ervoor kunnen zorgen dat temperatuurschommelingen door warmteonttrekking en koude lozing beperkt en verdeeld worden over het waterlichaam.

7. Conclusie

hoe kunnen we TEO en fosforverwijdering combineren op een ecologisch én economisch aantrekkelijke manier?

Het verwijderen van fosfor is een uitdaging op ecologisch en economisch gebied. Echter, zoals u heeft kunnen lezen, liggen er heel veel kansen bij het verwijderen van fosfor uit oppervlaktewater. De installatie zou in een (aantal) bak(ken) met ijzerhoudend slib ondergronds kunnen plaatsvinden. Hierbij zou eenzelfde soort put als bij een WKO uitkomst bieden, met bijpassende deksel. Deze kunnen vrij gemakkelijk in een omgeving geïntegreerd worden en zijn relatief (op een project met 1000 woningen) gezien betaalbaar. In principe heeft deze installatie geen negatieve effecten op de ecologie van een waterlichaam. Het verwijderen van fosfor wordt gedaan zonder het toevoegen van chemicaliën/grondstoffen aan het waterlichaam.

Een mogelijke kans is om het ijzerhoudend slib te 'behandelen' met magnesiumoxide. Hierdoor kan het fosfaat, dat reageert met magnesiumhydroxide, omgezet worden tot gecontroleerd struviet. Struviet kan bijvoorbeeld worden gebruikt als meststof (Nedmag, z.d.). Het kan dan ook financieel aantrekkelijker worden om het beheer van fosforverwijdering uit te voeren. Verder zouden meerdere inlaat en uitlaatpunten er ook nog voor kunnen zorgen dat temperatuurschommelingen door warmteonttrekking en koude lozing beperkt en verdeeld worden over het waterlichaam.

TEO en fosforverwijdering zouden dus zodanig gecombineerd worden dat het ecologisch én economisch aantrekkelijk is. Hoewel het verwijderen van fosfor een uitdaging is, biedt het ook vele kansen die zeker niet onbenut moeten blijven.

Referenties

- Bol, R., Gruau, G., Mellander, P. E., Dupas, R., Bechmann, M., Skarbøvik, E., ... & Gascuel-Oudoux, C. (2018). Challenges of reducing phosphorus based water eutrophication in the agricultural landscapes of northwest Europe. *Frontiers in Marine Science*, 5, 276.
- Chardon, W. J., Reijers, N., & Van Dam, A. M. (2009). *Mogelijkheden voor toepassing van fosfaatfilters in de bloembollenteelt* (No. 1714). Alterra.
- Nedmag (z.d.). *Milieuvriendelijk water zuiveren*. Geraadpleegd van <https://www.nedmag.nl/projecten/milieuvriendelijk-water-zuiveren>
- Oosterloo, W. (1984). *Een eutrofiëringsonderzoek in het Apeldoorns Kanaal (pand Heerde-Hattem) in 1979-1980*. Geraadpleegd van <https://edepot.wur.nl/384356>
- Van Puijenbroek, P.J.T.M., Cleij, P., Visser, H. (2010). *Nutrienten in het Nederlandse zoete oppervlaktewater*. Geraadpleegd van <https://www.pbl.nl/sites/default/files/downloads/pbl-2010-nutrienten-in-het-nederlandse-zoete-oppervlaktewater-toestand-en-trends-500208001.pdf>

Een drijvende filterbak met driehoeksmosselen

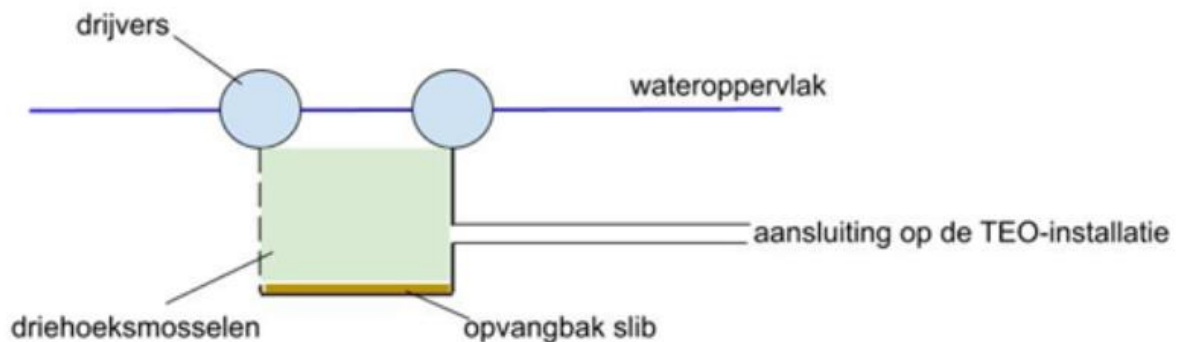
Door: Herbert Prins

Het idee is een drijvende filterbak te ontwikkelen, die onderdeel is van de TEO-installatie waarmee ook fosfaat wordt verwijderd uit het oppervlaktewater. De drijvende bak zal in het oppervlaktewater drijven en een filter zijn van de TEO-installatie. De installatie onttrekt dus het oppervlaktewater via deze filterbak, vervolgens stroomt het water door de installatie en wordt weer geloosd op het oppervlaktewater.

In deze drijvende filterbak worden de driehoeksmosselen ingezet en het oppervlaktewater wat door de TEO-installatie wordt aangezogen filteren. Uit onderzoek[1] is gebleken dat het inzetten van driehoeksmosselen als filter effectief is, ook voor het verminderen van fosfaat concentraties. Het idee is om de filterbak aan de onderzijde niet waterdoorlatend te maken, zodat het slib van de mosselen onder in de bak kan worden opgevangen. En het slib kan dan eenvoudig worden verwijderd uit de bak door het opzuigen van het slib door een vacuüm-installatie.

Het voordeel van de drijvende filterbak is dat deze bak in kleine afmetingen tot grote afmetingen te maken zijn. Waarmee het filterformaat exact kan worden afgestemd op de capaciteit van de TEO-installatie. Het kost geen extra elektrische energie voor de TEO-installatie, omdat voor in een TEO-installatie ook al een filter is voorzien. Alleen drijvende filterbak zal groter zijn dan alleen een filter. De filterbak wordt vervaardigd van gerecycled plastic.

Onderstaande schets geeft een doorsnede weer van de drijvende filterbak.

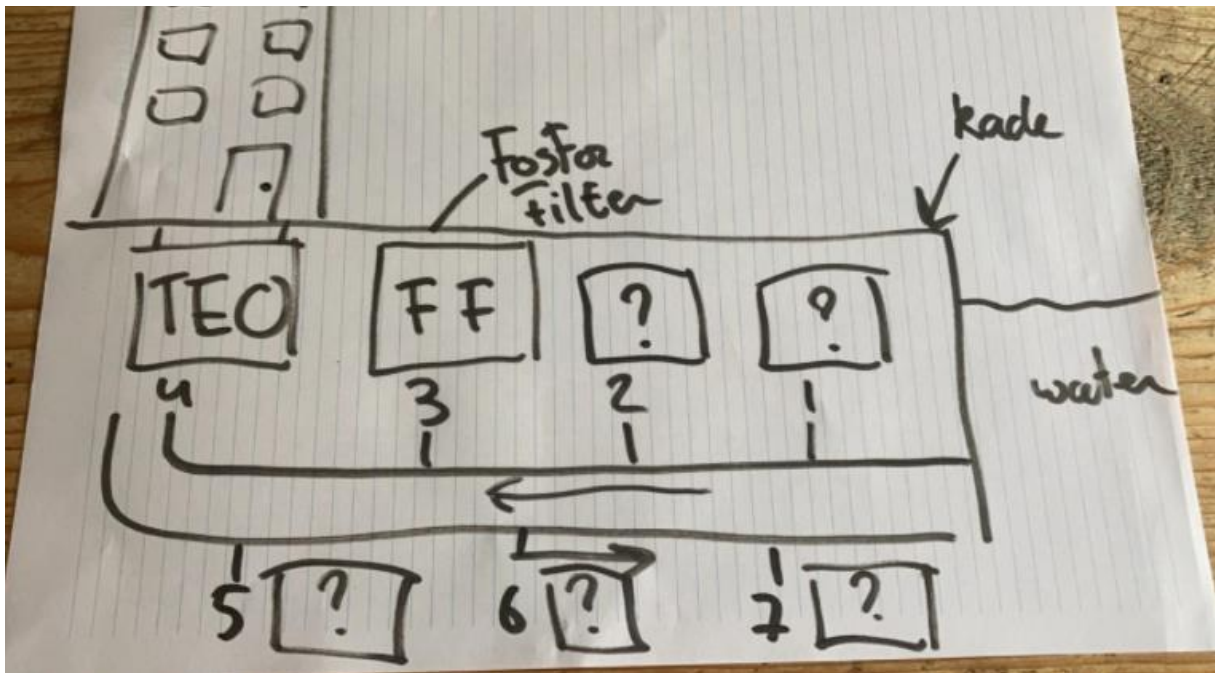


Zoals aangegeven is dit een eerste idee voor een drijvende filterbak, SamenWarm Ontwikkeling is een faciliterende organisatie op het gebied van ontwikkeling, realisatie en onderhoud van duurzame warmtesystemen en ook TEO-installaties. Mocht er interesse zijn in het verder ontwikkelen van dit idee, dan gaan we graag in gesprek.

[1] Waterzuivering door driehoeksmosselen (*Dreissena polymorpha*) in het Volkerak-Zoommeer: de inzet van een mosselfilter in de Steenbergse Vliet.

Modulair Water benutting systeem

Door: Bram Molmans



De tekening oogt zeer eenvoudig en soms kan dat ook de oplossing zijn.

De oplossing

Ik beschik over niet al te veel waterkennis maar kan wel meedenken vanuit een optimalisatie/toekomstgerichte oplossing. Mijn oplossing bestaat uit twee onderdelen.

1) Fosfor Filter

Ik heb contact gehad met iemand die over waterkennis beschikt binnen de waterschappen. Hij wist mij het volgende te vertellen:

In de water zuiveringen wordt er gebruik gemaakt van zand om metalen uit het water te halen. Dit, na verloop van tijd vermengde zand met metaal is geschikt om fosfor uit water te halen. Dit betekent dus dat je van een afvalproduct een grondstof kan creëren voor het verwijderen van fosfor uit het water.

Wat je kan creëren is een soort bak met daarin het Metaalhoudende zand waar je het water door laat stromen en zodoende wordt gefilterd. Dit filter zal na verloop van tijd moet worden verwisseld/gereinigd om zijn werking te behouden. Zie de afbeelding boven aan. Bij Punt 3 sluit je een desbetreffende filter systeem aan. In dit geval voorafgaand aan het bereiken van TEO. Dit kan in principe ook erna, het is mij vooral de vraag waar komt dit het best tot zijn recht en dan uit voeren. Het antwoord daarop is ook onderdeel van het tweede deel van de oplossing.

Daarnaast zal het filter wat een soort van box zal zijn moeten bestaan uit duurzame materialen die niet schadelijk zijn voor mens en dier en een hele lange levensduur hebben.

Nu de oplossing weerlegd tegen jullie criteria:

- Het systeem verlaagt de fosforconcentratie significant

Voor zover ik begrijp verlaagt het de fosforconcentratie, cijfers hiervan heb ik helaas niet maar ik verwacht dat jullie als experts hier meer vanaf weten.

- Het systeem is inpasbaar in een stedelijke omgeving

Het is goed toepasbaar. het systeem zou technische gezien zelfs onder de TEO installatie kunnen staan, of ernaast of erboven.

- Het systeem maakt geen of beperkt gebruik van schaarse grondstoffen

Integendeel het systeem maakt hergebruikt een afval product.

- Het systeem verbruikt weinig energie in relatie tot de energieopbrengst uit TEO

Kan hier nog geen antwoord op geven maar mogelijk is die bij jullie bekend.

- Het systeem is financieel aantrekkelijk

Enmalige opzet en "gratis" herbruikbare grondstoffen.

- Het systeem is gemakkelijk te onderhouden

Periodiek een tankwagen die het filter leegt en aanvult, focussen op een "one man job". Dit kan door met een zuigwagen via een put het filter te benaderen en dan de box te legen en weer te vullen.

- Het systeem brengt geen vreemde stoffen in het milieu

Wordt niks toegevoegd

- Het systeem brengt geen schade toe aan waterflora en -fauna

Zou enkel een water filteren

Dit zou voor mij een manier zijn op fosfor te verwijderen uit oppervlaktewater.

2) Modulair benutting systeem

Waar ik aan moest denken toen ik de deelvragen las, is hoe kan je een systeem opzetten dat het mogelijk maakt om verschillende soort technieken, processen en installaties te testen maar gelijktijdig ook in gebruik kan nemen. Ik kan mij namelijk voorstellen dat het slim zal zijn een infrastructuur op te zetten die ook voor toekomstige doeleinden kan worden ingezet.

Toen kwam ik op het idee dat wanneer een TEO installatie wordt geplaatst er direct rekening gehouden wordt voor toekomstige oplossingen zoals in dit geval een Fosfor filter. Op deze manier kan je straks modulair oplossingen toevoegen voor verschillende wateren met verschillende problemen, en op die manier ook gelijktijdig verschillende oplossingen testen.

Met zo'n modulaire insteek kan je je voorbereiden op de toekomst omdat je dan kan inspringen op veranderingen in bijvoorbeeld de waterkwaliteitsdoelen.

Zoende heb ik de afbeelding een schematisch modulaire tekening toegevoegd in hoe je dit voor je kan zien. In dit geval zou het gaan om 7 aansluitingen maar dit kan ook minder of meer zijn afhankelijk van de ruimte. Waarbij je met de installatie en bouw van een TEO installatie al rekening houdt dat er ruimte wordt vrijgehouden voor mogelijke nieuwere soort installatie in de toekomst.

Misschien denk ik te eenvoudig, maar misschien kan het een oplossing zijn!

Concept Thermische Energie Stollingswarmte uit oppervlaktewater (TES)

Door: Simon Hageman

Vertrouwelijk.

Fun op fosfor

Door: Tomas Schietecat

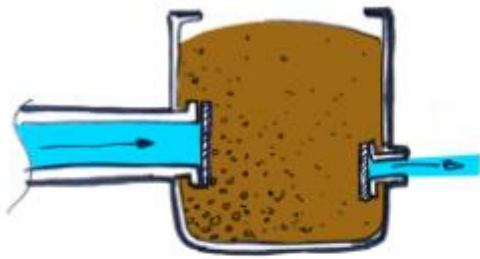
Fosfor kan met behulp van ijzerzand worden gewonnen uit oppervlakte water. (bron: <https://www.arcadis.com/nl-nl/projects/europe/netherlands/betere-waterkwaliteit-dankzij-ijzerzand>)

Groot voordeel is dat het ijzerzand een restproduct is en de implementatie relatief eenvoudig.

Nadeel is dat het ijzerzand niet zomaar in een dicht bebouwde omgeving kan worden toegepast. Het is niet aantrekkelijk om aan de oppervlakte te zien en voor opschaling is er een groot volume van nodig.

Het nu ingediende idee is om van een nood een deugd te maken door het ijzerzand te bedekken en een recreatieve functie te geven aan de ruimte boven de grond. Bijvoorbeeld door er een "Urban Beach" of een fun parcours van te maken.

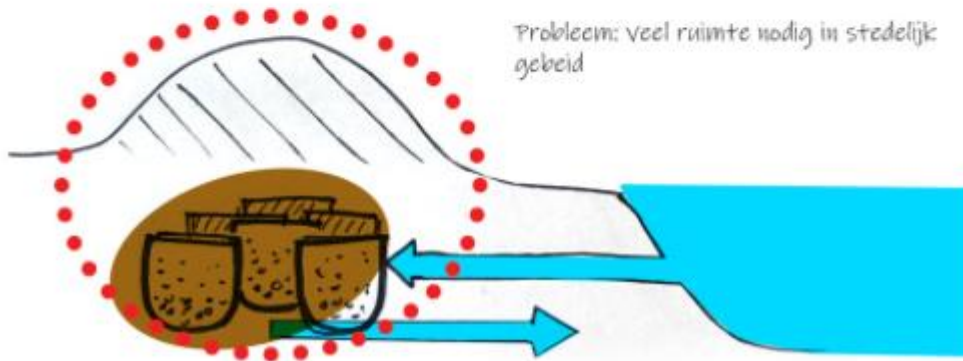
Door dit soort opties te bieden wordt de buurt op een positieve manier betrokken bij het implementeren van het systeem, waardoor er meer draagvlak voor een aanpassing van de omgeving is.



(1)

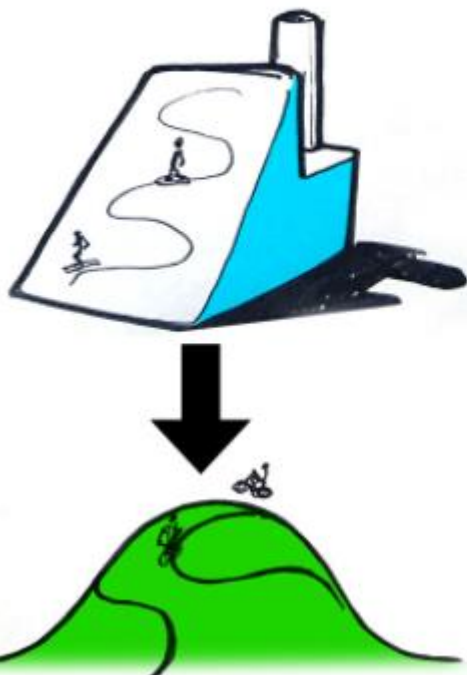
+Simpel
+Effectief

- Ruimte nodig



(2)

Probleem: veel ruimte nodig in stedelijk gebied



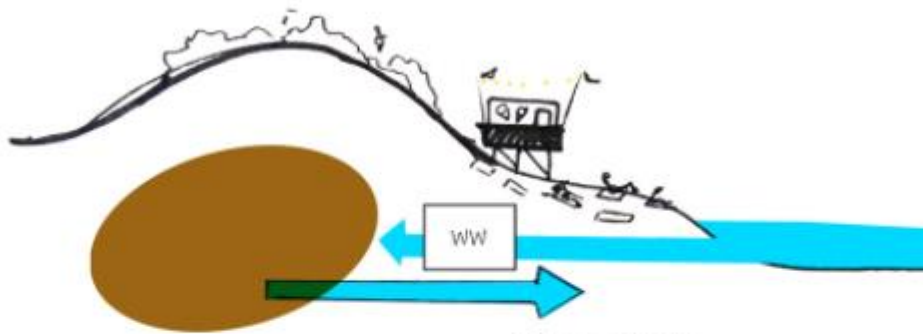
(3)

Oplossing: meerwaarde creëren in de
urbane omgeving

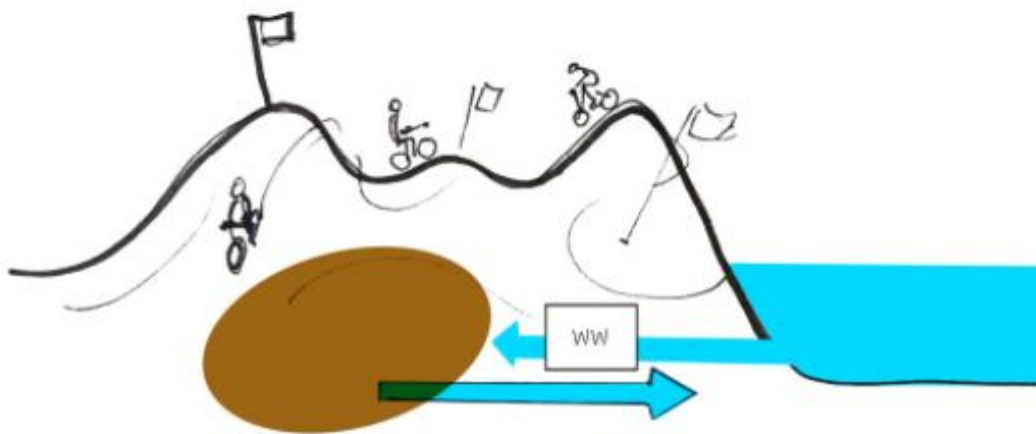


Voorbeeld: Ski-helling op
Energiecentrale in
Copenhagen

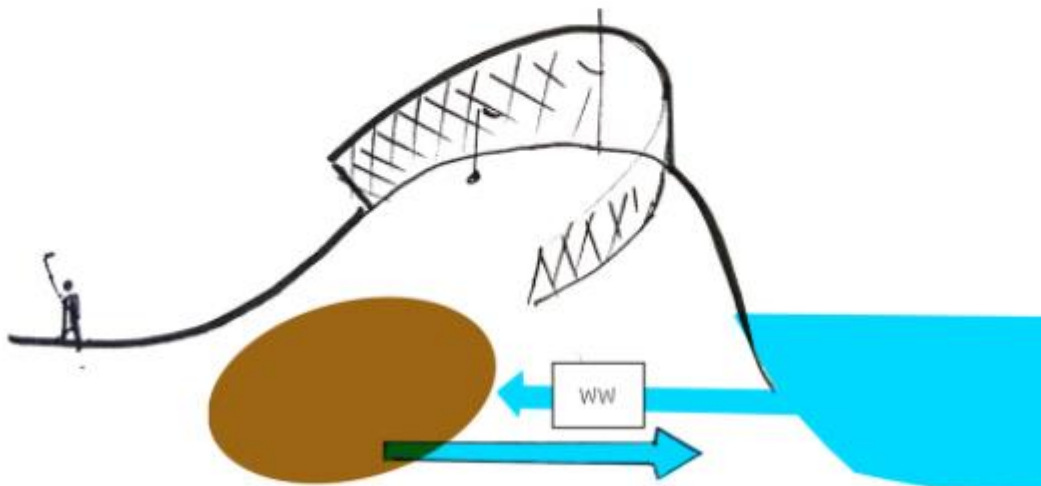
Idee richtingen



(A) Urban Beach



(B) Mountainbike parcours



(C) Urban Golf

Duurzame warmte en schoner oppervlaktewater met NutriTherm: de aquathermische waterkwaliteit verbeteraar

Door: Mirit Hoek

Inleiding

Tegelijkertijd duurzame warmte opwekken uit oppervlaktewater én de waterkwaliteit verbeteren? Het kan! De experts van TAUW en dochteronderneming Syntraal op het gebied van fosforverwijdering, ecologie en energiewinning hebben een uniek systeem uitgedacht waarmee dit mogelijk is. Maak kennis met NutriTherm.

Het idee op hoofdlijnen

Zowel voor aquathermie als voor zuiveringssystemen moet het oppervlaktewater met pompen naar de desbetreffende systemen gebracht worden. Hier ligt dus een mooie kans om een combinatie te maken. Daarnaast vind bij aquathermie systemen doorgaans ook al een voorzuivering plaats om alg afzetting te voorkomen. Met deze gegevens hebben we gekeken naar de combinatiekansen waarbij geen extra onderdelen nodig zijn.

Wij zien twee mogelijke technieken om het fosfor te verwijderen en gelijktijdig alg afzetting te voorkomen:

1. Zelf opofferend filtersysteem met toepassing van elektrocoagulatie.
2. Oxidatie met oud ijzer.

Het centrale onderdeel in het aquathermische systeem is de warmtewisselaar. Hier vindt de energieoverdracht plaats van het oppervlaktewater naar het opslagsysteem. In ons idee integreren we de warmtewisselaar in een systeem waarbij fosfor wordt verwijderd uit het water. Het is een simpel, maar robuust systeem.

In de bijlage zijn deze ideeën weergegeven in een schema. De verschillende onderdelen worden toegelicht. Ook hebben we twee sheets bijgevoegd met meer achtergrondinformatie over fosforverwijdering door elektrocoagulatie en oxidatie met ijzerslib. De fosforverwijdering is in deze uitwerking gericht op oppervlaktewater (TEO), maar het zou ook kunnen worden ingezet bij thermische energie uit afvalwater (TEA) (dit geldt alleen voor effluent).

In de toelichting in het schema beschrijven we hoe in beide gevallen:

- De fosforconcentratie significant wordt verlaagd.
- Het systeem inpasbaar is in een stedelijke omgeving.
- Het systeem geen gebruik maakt van schaarse grondstoffen.
- Het systeem weinig energie verbruikt in relatie tot de energieopbrengst uit TEO.
- Het systeem financieel aantrekkelijk is.
- Het systeem makkelijk te onderhouden is.
- Het systeem geen vreemde stoffen in het milieu brengt.
- Het systeem geen schade toebrengt aan waterflora en -fauna.

Koeling en doorstroming
 Bij een watertemperatuur boven de 20 °C neemt de kans op blauwalgen en botulisme in oppervlaktewater sterk toe. Hierdoor kan de waterkwaliteit verslechteren. Doordat het oppervlakte wordt verpompt, wordt er een stroming gecreëerd in het oppervlaktewater. De stroming zorgt ervoor dat de warme bovenlaag wordt vermengd met de koudere onderlaag. Daarnaast wordt het water gekoeld door het systeem (warmtewinning).

Fosforverwijdering

Voordat het oppervlaktewater de warmtewisselaar bereikt, stroomt het door een buis waar fosforverwijdering plaatsvindt door:

- Optie 1: elektrisch potentiaalverschil tussen elektrodes. Uitneembare elektrodeplaten zorgen ervoor dat de ijzerionen in oplossing gaan en neerslag vormen met het opgeloste fosfor. Voor deze manier van fosforverwijdering zijn geen chemicaliën nodig.
- Optie 2: oxidatie met oud ijzer. In plaats van uitneembare platen wordt een verwisselbare zak met oud ijzer geplaatst. De lucht die hierbij komt, via het beluchtingsstelsel zorgt voor oxidatie. Fosfor adsorbeert aan dit materiaal en kan zo worden verwijderd. Het te gebruiken oud ijzer is het restproduct van drinkwaterproductie (ijzerslib). Zo draagt deze techniek tevens bij aan een meer circulaire toekomst.

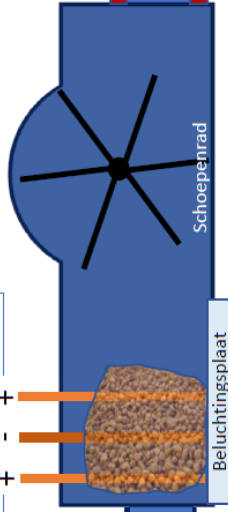
Voor het verkrijgen van de energie die nodig is voor deze technieken wordt een zonnepanel gebruikt. Fosfor is vooral een probleem in de zomer, wanneer er veel algengroei is. Het is daarom geen probleem als op bewolkte/ regenachtige dagen minder fosfor verwijderd wordt.

Warmtewisselaar

De warmtewisselaar is een dubbelwandige buis. Aan de buitenzijde stroomt het op te warmen medium. Aan de binnenkant stroomt het oppervlaktewater. De schotten in de warmtewisselaar zorgen voor turbulentie. Hierdoor wordt het water beter gemengd en wordt een betere warmteoverdracht gecreëerd. Daarnaast ontstaat er zo geen grote drukval in de warmtewisselaar waardoor niet allerlei micro-organismen worden gedood. Een bijzonder groot voordeel van het systeem is dat het weinig tot geen onderhoud nodig heeft. Eenmaal aangelegd wordt het eens in de 5 tot 10 jaar geïnspecteerd. Een nadeel van het systeem is dat het wat meer ruimte ondergronds nodig heeft. Bij weinig ruimte kan het systeem worden geoptimaliseerd door meerdere dubbelwandige buizen naast elkaar te plaatsen. Daarvoor is wel meer pompvermogen nodig.

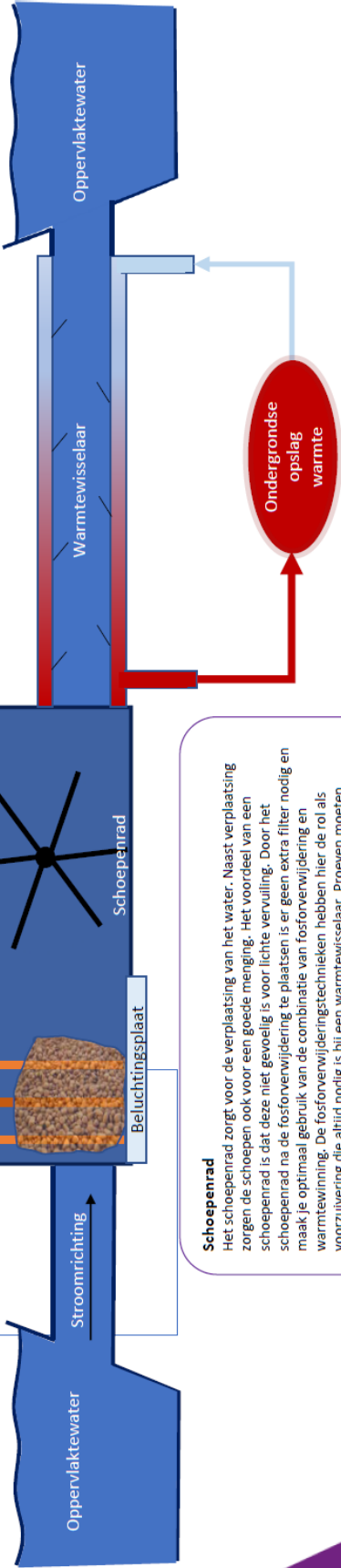
Compressor

PV panelen



Schoepenrad

Het schoepenrad zorgt voor de verplaatsing van het water. Naast verplaatsing zorgen de schoepen ook voor een goede menging. Het voordeel van een schoepenrad is dat deze niet gevoelig is voor lichte vervuiling. Door het schoepenrad na de fosforverwijdering te plaatsen is er geen extra filter nodig en maak je optimaal gebruik van de combinatie van fosforverwijdering en warmtewinning. De fosforverwijderingstechnieken hebben hier de rol als voorzuivering die altijd nodig is bij een warmtewisselaar. Proeven moeten aantonen of de stroom voldoende is; anders wordt het schoepenrad naar voren verplaatst met een simpele filter om te vermijden dat vissen in het rad belanden.



SYTRAAL

TAUW

Achtergrond informatie

Fosforverwijdering door elektrocoagulatie

Bij elektrocoagulatie wordt een elektrisch potentiaalverschil tussen twee aluminium (of ijzer) elektrodes aangebracht, waardoor aluminium-ionen in oplossing gaan. Deze ionen vormen een neerslag met het opgeloste fosfor. Door deze neerslag uit het water te verwijderen, verdwijnt het fosfor uit het water. Belangrijke voordelen van elektrocoagulatie zijn: geen chemicaliën, eenvoudige installatie en bediening.

De elektrochemische reacties aan en van de elektrodes zijn als volgt:

Anode: $\text{Al}(s) = \text{Al}^{3+}(\text{aq}) + 3e^-$ (hoofdreactie) $2\text{H}_2\text{O} = \text{O}_2(\text{g}) + 4\text{H}^+(\text{aq}) + 4e^-$ (nevenreactie) Kathode: $2\text{H}_2\text{O} + 2e^- = \text{H}_2(\text{g}) + 2\text{OH}^-$

Aluminiumionen zijn onoplosbaar bij neutrale pH en zullen precipiteren:

Vloeistof: $\text{Al}^{3+}(\text{aq}) + 3\text{H}_2\text{O} = \text{Al}(\text{OH})_3(s) + 3\text{H}^+(\text{aq})$ (precipitatie aluminiumhydroxide)

$\text{Al}^{3+}(\text{aq}) + \text{PO}_4^{3-}(\text{aq}) = \text{AlPO}_4(s)$ (precipitatie aluminiumfosfaat).

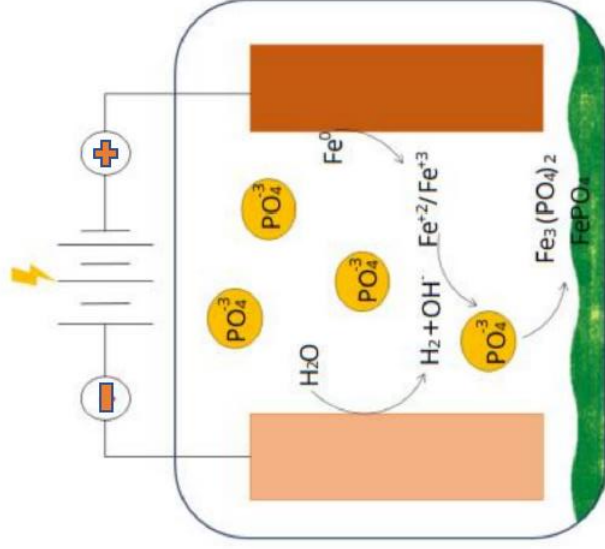
De kathode en/of anode zullen mogelijk eens in de zoveel tijd vervangen moeten worden.

Omdat dit uitneembare platen zijn, is dit eenvoudig te doen.

$\text{Fe}(0)$ oxideert tot opgelost $\text{Fe}(\text{II})$, dat vervolgens sedimenteert als ijzer/lok. Bij

elektrocoagulatie worden ijzeren platen onder spanning gezet, waardoor het ijzer oplost.

De lading van de verontreiniging wordt geneutraliseerd door het opgeloste ijzer waardoor de deeltjes gaan klonteren en uiteindelijk bezinken. Hiermee kan het als vervanging dienen voor het doseren van vloeibare ijzer(II)chloride, dat veiligheidsrisico's met zich meebrengt en een hoge CO_2 voetafdruk heeft. De elektrocoagulatie-stap verwijderd onder andere CZV, bacteriën, metalen en nutriënten. Er moet worden getest hoe snel het ijzer oplost en dus hoe vaak zo'n plaat vervangen moet worden.



Figuur 1 schematische tekening elektrocoagulatie (bron: Hollas et al. 2021)

Achtergrond informatie

Fosforverwijdering door oxidatie met ijzerslib

Grondwater bevat vaak hoge ijzerconcentraties (> 15 mg/l). Tijdens de drinkwaterbereiding maken sommige drinkwatermaatschappijen gebruik van een biologische adsorptieve ontijzering. Ijzerslib komt vrij als een restproduct tijdens de ontijzering van anaeroob grondwater voor de productie van drinkwater. In Nederland wordt circa zestig procent van het drinkwater geproduceerd uit grondwater. Hierdoor ontstaat er een forse en doorlopende reststroom van ijzerslib.

Naaast biologisch gevormd silb is er ook sprake van adsorptie aan zandkorrels. Bij dit snelle zandfiltratieproces wordt ICS (= Iron Coated Sand) gevormd door de adsorptie van ijzer op de zandkernen. Door de afzetting van ijzer op het korreloppervlak groeit de ijzerkorrel gestaag en moet periodiek een deel van de korrels uit het zandbed verwijderd worden. Het is dit geadsorbeerde filtermateriaal (ICS) dat ingezet kan worden voor andere adsorptieprocessen, waaronder de verwijdering van fosfor (bron: waterportaal). Deze wijze van fosforverwijdering is op deze manier ook een circulaire oplossing en dus toekomstbestendig.



ICS-korrels gebruikt als filtermateriaal voor fosfor (bron: waterportaal)

 TAUW



Pellets van steekvast ijzerslib gebruikt als filtermateriaal voor fosfor (bron: waterportaal)

Uit onderzoek blijkt dat het ijzerslib dat bij de productie van drinkwater vrijkomt, geschikt kan zijn als grondstof voor een granulaar adsorbens om fosfor te binden. Voor de productie van stabiele pellets van het adsorbens is het nodig om een bindmiddel te gebruiken en het silb te drogen, te malen en te zeven. Carboxymethylcellulose (CMC) blijkt hiervoor een zeer geschikt bindmiddel te zijn. Het is van belang dat het materiaal niet bij te hoge temperaturen wordt gedroogd, omdat het dan kristalliseert en de adsorptiecapaciteit afneemt. Dit kan ook gebeuren als het materiaal verouderd. We adviseren daarom om het specifieke oppervlak van het materiaal te meten om te kunnen beoordelen of het geschikt is als adsorbens voor fosfor.

De gevormde pellets zijn sterk genoeg om als kolommateriaal voor de adsorptie van fosfor te functioneren en vertonen zowel een goede adsorptiecapaciteit als een snelle adsorptiekinetiek (bron: H2Onetwerk).

 SYNTRAAL

SYNTRAAL



Contactgegevens

 Barry Meddeler
Mirt Hoek

 06 2919 2363
06 4615 9019



barry.meddeler@syntraal.nl
mirt.hoek@tauw.com



www.syntraal.nl
www.tauw.nl



SYNTRAAL

Fosfaatwarmte

Door: Henk Shoones

Dit idee is een grove beschrijving van hoe in de praktijk de uitvoering zou kunnen zijn, ik geef dit aan in stappen met de beschrijving per stap daarbij.

- 1- Water pompen in een ontvangedeelte.
- 2- Ultrasoon behandelen van het ontvangen water, met als doel bijvoorbeeld blauwalg te desintegreren waardoor fosfaat wordt losgelaten en opgelost in het water.
- 3- Lamellenfilter, dit filter heeft als doel het wat grovere vuil te verwijderen.
- 4- Een ionenfilter om het opgeloste fosfaat uit het water te verwijderen.
- 5- Een warmtewisselaar van het buizenprincipe, deze zijn goed in staat om wat groter vuil te verwerken bovendien zijn ze makkelijk aan te passen.



Ultrafijne luchtbellenvoor ecologisch herstel

Door: Ben de Vos

WaterQi is een innovatieve installatie welke enerzijds zuurstof inbrengt in het watersysteem en anderzijds milieu verstorende stoffen uit het water haalt. De WaterQi produceert met een laag energieverbruik zeer kleine (nano tot micro) luchtbelletjes. Het zijn veel kleinere luchtbelletjes dan reguliere zuurstofpompen produceren. De kleine belletjes hebben een groot contactoppervlak en een gering stijgvormogen waardoor ze veel langer in het water blijven zweven. Ze worden verspreid over het watersysteem door verhang, bemaling, wind of anderszins. De zuurstof die in de luchtbelletjes aanwezig is lost langzaam op in het water waar het wordt gebruikt voor allerlei biologische en chemische processen.

Door de WaterQi wordt een scheidingschuim geproduceerd dat wordt afgevangen en verwijderd. Testen naar dit schuim laten zien dat het schuim nutriënten en andere stoffen die het biologisch en-chemisch evenwicht verstoren bevat en op deze wijze uit het water worden verwijderd. Baggerlagen mineraliseren door de inzet van WaterQi sneller.

Meer informatie op:

<https://waterqi.nl>

<https://www.winnovatie.nl/innovatie/waterqi-zuurstofloosheid-bestrijden-met-speciale-zuurstofpomp>

www.delfland.nl/waterqi

<https://www.youtube.com/watch?v=l7k1t9fmlZA>

Op pagina 12 van de bijgevoegde rapportage WaterQi Pijnacker-Nootdorp onderzoeksresultaten 2019, in de grafieken is te zien dat WaterQi in staat is, Fosfor en Stikstof componenten te kunnen oogsten.

Bij deze rapportage heb ik twee films, van het begin tot het einde van de WaterQi pilot in 2019.

De onderwater filmbeelden geven een beter visueel beeld, dan de foto's in het rapport. Indien gewenst zal ik U deze toesturen.

(Het genoemde rapport is te groot om in dit document te plakken.)

Chill Out Phosphate (COP)

Door: Gijs van Pruissen

Chill out phosphate - geïntegreerde warmtepomp met eutectische vrieskristallisatie

Bij thermische energiewinning uit oppervlakte water vindt onherroepelijk een verlaging van de oppervlaktewatertemperatuur plaats. De mate waarin dit gebeurt is grotendeels een systeemkeuze. Dit gegeven kan worden gebruikt voor de verwijdering van fosfaat uit het oppervlaktewater in één geïntegreerd systeem.

Voor het nuttige gebruik van thermische energie uit oppervlaktewater (typisch 10 graden Celsius) is een warmtepomp noodzakelijk. Door een warmtepomp te pakken die tot het vriespunt (0 graden Celsius) warmte kan onttrekken aan het oppervlaktewater wordt het mogelijk om eutectische vrieskristallisatie toe te passen voor het terugvoeren van zuiver oppervlaktewater en het afscheiden van zouten en daarmee ook fosfaat. Tegelijkertijd wordt ook de smelenthalpie van water gebruikt waardoor meer warmte uit een kleiner volume onttrokken kan worden.

Bij eutectische vrieskristallisatie wordt het water bevroren waardoor waterkristallen vormen van (in beginsel) zuiver water. Deze kristallen kunnen makkelijk worden afgescheiden (drijven naar boven en/of kunnen gefilterd worden als vaste stof) waardoor een geconcentreerdere zoutoplossing (incl fosfaat) achterblijft. Eigenlijk is het een omgekeerde benadering: normaliter worden opgeloste stoffen onttrokken aan een oplossing door ze te kristalliseren, nu wordt in feite het oplosmiddel aan de oplossing onttrokken door kristallisatie. Op deze wijze kan het aanwezige fosfaat in het oppervlaktewater sterk worden geconcentreerd, mogelijk tot een niveau waarop de maximale ook de oplosbaarheid voor fosfaatzouten bereikt wordt en deze kristalliseren (het eutectische punt). In dat geval kunnen de fosfaatzouten als vaste stof worden verkregen. Indien door aanwezigheid van verschillende andere ionen of om andere technische redenen fosfaatzouten niet uitkristalliseren kan op de sterk geconcentreerde fractie relatief makkelijk andere scheidingstechnieken worden toegepast (bijvoorbeeld toevoeging chemicaliën) maar kan ook gekozen worden voor het afvoeren van deze (kleine) fractie op het riool waarmee het in de standaard zuivering verder verwerkt wordt. Het doel van het afscheiden van fosfaat uit het oppervlaktewater is daarmee nog steeds bereikt.

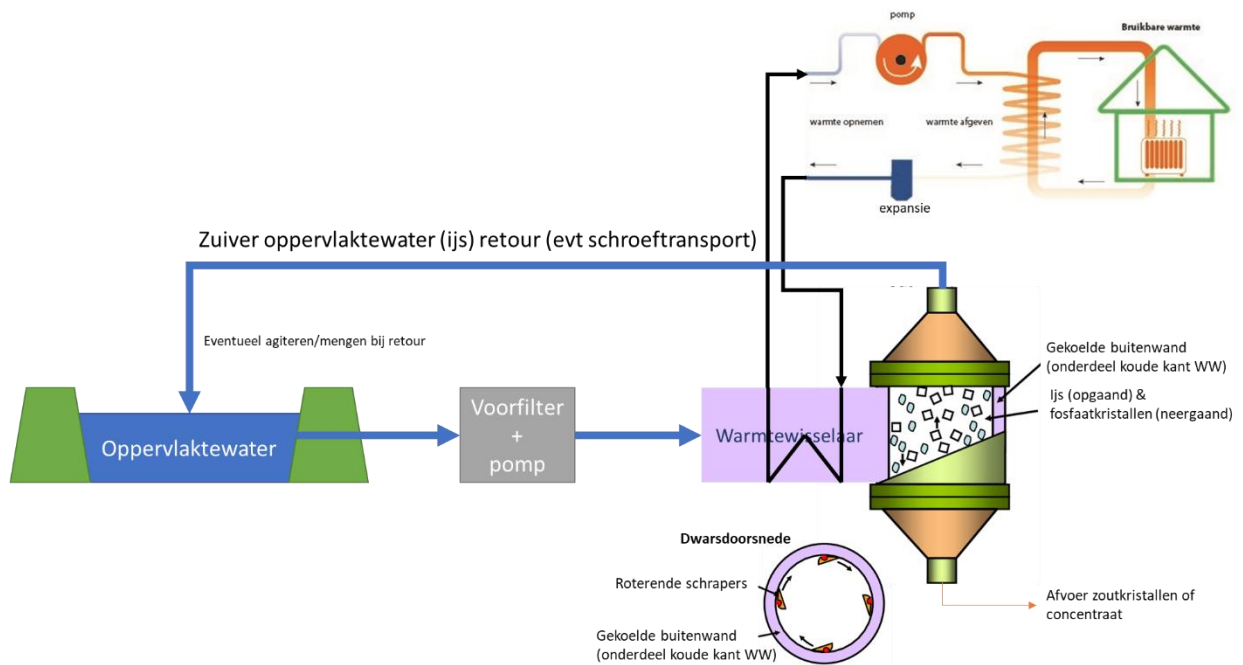
De afgescheiden ijskristallen bestaan uit zuiver water en worden teruggevoerd naar het oppervlaktewater waaruit ze gekomen zijn en smelten daar.

Voordelen:

- Logische integratie van warmteonttrekking en eutectische vrieskristallisatie als geïntegreerde warmtepomp en scheidingstechniek
- Gelijktijdig met het fosfaat verwijdering van alle andere ionen waaronder stikstof
- Geen toevoeging van chemicaliën nodig
- Door een warmtepomp te kiezen die tot het vriespunt terugkoelt wordt een relatief grote ΔT in het oppervlaktewater bereikt en is een kleiner debiet nodig voor het onttrekken van dezelfde hoeveelheid warmte. Ook de smelenthalpie kan aan het oppervlaktewater onttrokken worden.
- Er hoeft dus minder water uit de natuurlijke omgeving gehaald te worden en minder voorfiltering plaats te vinden en bijgevolg kan minder biologie in het systeem terecht komen en is minder pompenergie nodig is.

Nadelen:

- Een warmtepomp die tot het vriespunt terugkoelt heeft mogelijk een lagere COP (of in ieder geval suboptimaal ten opzichte van zijn optimale werkpunt)
- Het retourwater is in een ijstoestand, dit zorgt mogelijk voor een koude waterlaag (met ook nog een andere osmotische waarde dan het oppervlaktewater, want ontdaan van alle opgeloste delen) waardoor mogelijk slechte menging optreedt bij het retourpunt. Een oplossing zou kunnen zijn om deze techniek m.n. in bewegende oppervlaktewateren toe te passen of bij het retourpunt kunstmatig menging te bewerkstelligen.



Mycofor aquatisch mycelium project van Gevouwen Oevers

Door: Erik Hobijn

Een fungi-methode van fosfor opname transport en afvoer.

Gebruik maken van mycelium, van schimmels. Een groot sterk vertakt netwerk van plakkerige holle schimmeldraden die in feite het wortelstelsel van boom en plant gigantisch uitbreiden, als ze samenwerken, symbiose. Zo'n samenwerkende schimmel wordt mycorrhiza genoemd, myco van schimmel en rhiza van wortel, wortelschimmel. De vliegenzwam, truffel, eekhoortjesbrood zijn bekende voorbeelden van mycorrhizae. Fosfaat is een stof die moeilijk opneembaar is voor de plant, de opname gaat veel beter met mycorrhiza. (WUR) Dat houdt in dat deze schimmels fosfor op kunnen nemen en transporteren, distribueren en afleveren. De spijsvertering van schimmels vindt plaats 'buiten het lichaam' o.a. door verschillende enzymen, elke schimmel heeft een heel pallet aan enzymen, en dat is bijzonder bruikbaar. Die schimmels kan je (tot zekere hoogte) 'dresseren' en de enzymen die de fosfor opname regelen uitspoelen. Wordt gedaan voor afval afbraak (BAM patent). Mycelium produceren thermische energie als ze groeien. Zo zou je onderzoek kunnen opzetten en test projecten naar de juiste enzymen en de juiste schimmel soorten en een systeem.

met prof Han Wösten UU, en Peter Oei van St. SIGN

Ik adviseer, een projectgroep op te zetten, met 'cross-over' benadering, verschillende disciplines levert meer creativiteit op en dat is belangrijker dan kennis, aldus Daan Rozengaarde. Wij bouwen nu een kleine lab mycelium maakplaats aan de ringvaart en het Nieuwe Meer, daar ontwikkelen wij 'Longen voor het water', met gevouwen oevers, van aquatisch-mycelium groeivormen.

Ter informatie:

Een mycelium netwerk is een levend wezen en kan gigantische oppervlakte bereiken. Grootste levende wezens op aarde. En zijn heel oud (630 miljoen jaar gefusilleerde mycelium gevonden die stenen verteerde, en zo het klimaat veranderde op aarde). Het is het derde rijk naast de planten en dieren en er is een revolutie aan de gang wat biobased bouw materialen betreft met schimmels. De woorden symbiose en ecologie zijn 'uitgevonden' om de samenwerking van bacteriën algen en schimmels te beschrijven).



Ontwerpen en bouwen
in het Antropoceen

GEVOUWEN OEVERS PLAN VAN AANPAK



een project van Stichting Ambassade

Het Antropoceen

Het Antropoceen is de voorgestelde naam van het tijdperk waarin het Aardse klimaat en de atmosfeer de gevolgen ondervinden van menselijke activiteit. De term Antropoceen is geïntroduceerd door de geoloog Alexei Pavlov en heeft tachtig jaar later aan bekendheid gewonnen dankzij de ecooloog Eugene F. Stoermer en de atmosferisch chemicus Paul Crutzen. Het Holoceen zou als gevolg van de door menselijk handelen ontstane veranderingen in de atmosfeer, lithosfeer, biosfeer, cryosfeer en oceanen overgegaan zijn in het Antropoceen. Ecologen noemen in navolging van William Ruddiman dit tijdperk het *Vroeg Antropoceen*¹. De term wordt echter niet gebruikt in de officiële tijdschaal zoals gebruikt binnen de geologie. In andere woorden: we leven momenteel in het tijdperk waarin de natuur in alles verweven is met dat wat de mens maakte.

Urgentie

Van oorsprong is de Nieuwe Meer een natuurlijk water. Het was een uitloper van de voormalige Haarlemmermeer die niet is ingepolderd. In de jaren '60 is het vergroot met de realisatie van de Westelijke Tuinsteden toen het als zandwinplas diende. Het gevolg was dat de Nieuwe Meer een diepe plas werd. De waterkwaliteit is in al die jaren nooit erg hoog geweest. Vooral zomers tiert de blauwalg weeldig. Aangezien de Nieuwe Meer naast scheepvaartverbinding ook en met name voor de recreatie een functie heeft, is verbetering van de waterkwaliteit noodzakelijk.

Dat heeft extra prioriteit omdat de beheerder Hoogheemraadschap Rijnland ook een Europese opgave heeft via de Kaderrichtlijn Water (KRW). Kortom; er moet wat gebeuren!

Ook vanuit de VN is het onderwaterleven een van de 17 doelen (de zogeheten Sustainable Development Goals).

Bron: Wikipedia



Gevouwen Oevers

Een antwoord op deze uitdagingen zijn de door kunstenaar Erik Hobijn ontwikkelde Gevouwen Oevers. Vingers van drijfland, die gemaakt zijn van het levende bouw materiaal mycelium en riet. Op zijn plek gehouden door de biotoopboom.

Oeveroppervlaktevergroting creëren door langgerekte stukken drijfland in het water aan te brengen, die zorgen voor waterzuivering. Maar die ook een schuil- en leefomgeving bieden aan het waterleven, paaiplaats voor vissen als voor vogels zoals de kleine karekiet. Waarbij de Europese meerval hopelijk zijn weg (terug) vindt naar de Nieuwe Meer. Tegelijkertijd ontstaan er kleine haventjes, waartussen op het water recreërende bezoekers een idyllische afmeerplek vinden.



Proof of Principle 2019 – 2020

In 2018 werden de eerste plannen opgetekend. Erik ontwikkelde vervolgens in samenwerking met adviesbureau Mycelco een aquatisch mycelium of paludi mycelium. 100 % organisch materiaal. Zwam, zaagsel en riet, meer is het niet. Het mycelium is niet meer dan een tijdelijke maar essentiële tussenfase, uiteindelijk composteert het en vormt het voedsel voor de vegetatie.

In de lente van 2019 voerde Erik de eerste testen uit met beloopbare mycelium blokken als drijvers, en het eerste groeimycelium blok volgens Mycelce-concept ging te water in de Nieuwe Meer bij Vereniging De Oeverlanden Blijven! De herfst en winter van 2019 werden gebruikt om verder te ontwikkelen; het ontwerpen van een flexibel interlocking systeem en het maken van modellen ervan met daarbij een bodemverankering met de Biotoopboom door Erik Hobijn.

Er werd een LEGO-achtig systeem ontwikkeld waarmee een honingraat van rietzudden wordt gebouwd in willekeurige wateroppervlakten. Ook wel 'topological interlocking as a principle of engineering design in construction of marine and coastal structures'. De plant is de plug.



Heden

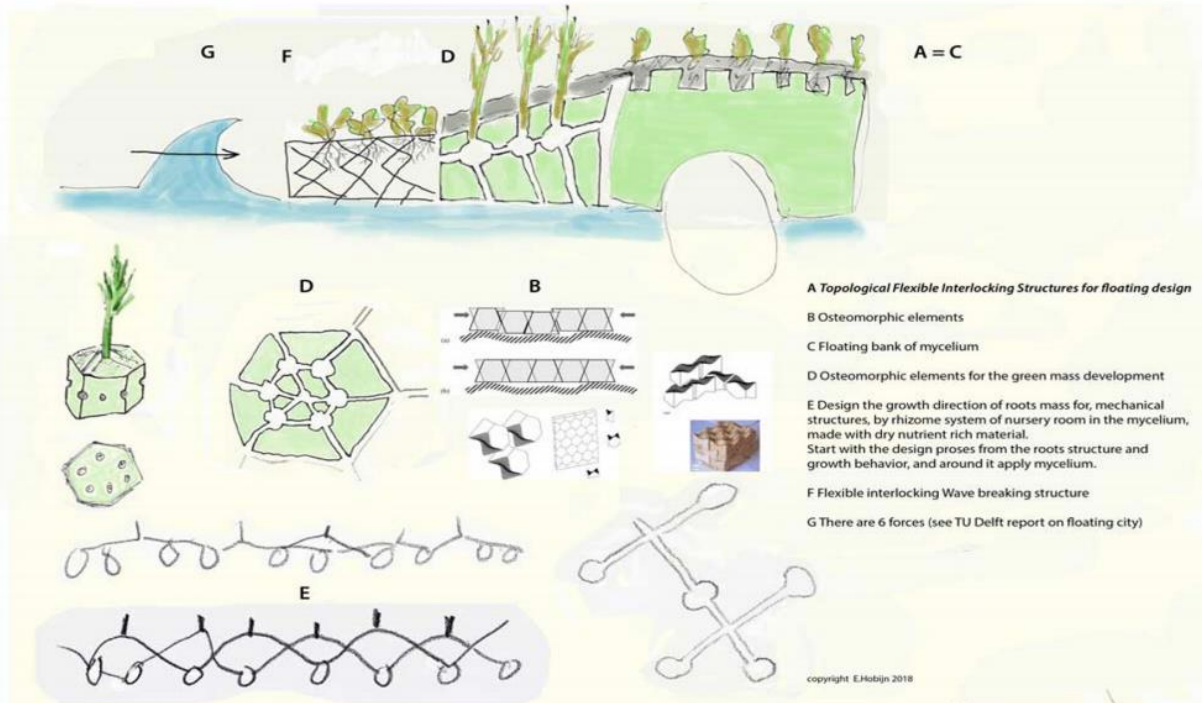


Straks

artist impression



Golfbreking opvang van krachten van drijfvlad



Werken naar seizoenen en in jaren

In de ontwikkeling van Gevouwen oevers werken we in seizoenen. In de lente gaan de vormen te water, in de zomer wordt er gemonitord, in de herfst wordt er gewerkt aan verbetering van het systeem en in winter worden nieuwe vormen vervaardigd.

2020

Proof of Principle afgerond, zie ook rapportage
Opzetten Proof of Concept

2021

Professionaliseren Mycelium Maakplaats
Testen van verschillende vormen drijvend mycelium
Uitnodigen kenniscentra en onderwijs om mee te ontwikkelen
Anderen maken ook gebruik van de Mycelium Maakplaats

2022

Drijvend (en varend) Antropoceen Experimenten Lab
Eerste vingers te water

2023

Tussentijdse Tentoonstelling bij entree Nieuwe Meer (ingang De Oeverlanden vanaf het Jaagpad), een levendige tentoonstelling tijdens de Kunstroute die de ontwikkeling en verschillende ontdekkingen laat zien

2024

Verbeteringen aanbrengen bestaande vingers
Onderzoeken en testen van opschaalmogelijkheden

2025

De gehele Noordoevers van de Nieuwe Meer wordt gevouwen

Wat is er nodig

Tot nu toe is er met weinig middelen veel gebeurd in een werkplaats die daar nog niet helemaal geschikt voor is. De wens is daarom Erik's atelier op het kunstenaarscomplex Nieuw + Meer om te bouwen tot geoutilleerde werkplaats; de Mycelium Maakplaats. De maakplaats is ten eerste bedoeld als plek waar de Gevouwen Oevers tot stand komen, maar biedt ook plek aan kenniscentra en studenten om te werken met het levende materiaal mycelium. Er zijn in de gemeente nog weinig plekken waar zo intensief en specifiek gewerkt wordt aan en met mycelium. Uniek is dat de Mycelium Maakplaats ruimte biedt aan kunstenaars en designers om verschillende reststromen met behulp van mycelium om te zetten in waardevolle producten.

Daarna willen we een drijvend (en varend) Antropoceen Experimenten Lab realiseren, waar op kleinere schaal geproduceerd wordt. Ook biedt het lab de mogelijkheid de drijvende vormen direct op plaatsen te installeren waar dat nodig is; het lab is immers een varend vehikel.

In 2023 wordt een Kunstroute georganiseerd waar wij een plaats willen innemen bij de ingang van de Nieuwe Meer; een Tussentijdse Tentoonstelling waar publiek kan zien welke ontdekkingen er allemaal in de loop der tijd zijn gedaan, welke uitdagingen we tegenkwamen en hoe we die hebben opgelost.

We zijn op zoek naar samenwerkingen met andere kunstenaars zoals Diana Scherer, John Körmeling, Rinus Roelods en Erik Klarenbeek. Ook willen we verschillende kenniscentra, landschapsarchitecten en onderzoeksbureaus betrekken zoals Lola, Smart Land, Witteveen+Bos, Delatis, de Waag en WUR. Ook vinden we in de projectgroep Hardgroen van Nieuw+Meer, Vereniging De Oeverlanden Blijven! en Mediamatic nauw partnerschap. De samenwerking met technisch adviseurs zoals specialist paddenstoelensubstraat Peter Oei, maar ook Antoni Gandia en Maurizio Montalti worden geïntensiveerd.

Over de stichting

Stichting Ambassade

Oude Haagseweg 127-A
1066 DD Amsterdam
kvk 41205355
btw nl-8074136B01

<i>Voorzitter</i>	Menno Grootveld	06 46 01 22 05
<i>Secretaris</i>	Agnes de Ruijter	06 22 47 49 14
<i>Penningmeester</i>	Joek van Montfort	06 41 29 09 84
<i>Bestuurslid</i>	Buster Stroucken	06 14 80 01 12
<i>Bestuurslid</i>	Roma Pijlman	06 38 54 85 74

Boekhouding Stannie Vliegthart 020 615 95 37

<i>Ambassadeurs</i>	Thomas de Wit	06 81 61 71 33
	Björn Warning	06 16 38 47 29
	Joyze Hoogland	06 30 04 46 88

Artistiek en technisch leider

	Erik Hobijn	06 46 26 01 86
<i>Zakelijke leiding</i>	Rianne Cuppen	06 18 63 67 47

Gevouwen Oevers wordt al financieel gesteund door

Hoogheemraadschap Rijnland
Prins Bernhard Cultuur Fonds
Stichting Nieuw + Meer
Fonds voor Nieuw-West
SIGN (is voornemens)



Hoogheemraadschap van
Rijnland



fonds voor nieuw-west