

Helofytenfilters zijn in de agrarische sector, maar ook in de industrie allang geen onbekend fenomeen meer. Op golfbanen is de toepassing ervan nog een vreemde eend in de bijt. En dat terwijl veel situaties zich uitstekend zouden lenen voor deze natuurlijke manier van zuiveren van afvalwater. We stellen onze vragen over helofytenfilters / wetlands aan Frank van Dien. Hij geldt als autoriteit op dit gebied in Nederland en met zijn bedrijf Ecofyt legde hij onder meer op de nieuwe Golfbaan Bentwoud zo'n groen filter aan. Het systeem daar is ontworpen om bedrijfsafvalwater te zuiveren. Ook de Efteling beschikt over zo'n rietfilter.

Auteur: Broer de Boer

Toepassing helofytenfilters

Een kwestie van intelligent ontwerpen!

Welke helofytenfilters kunnen we onderscheiden? Voor de natuurlijke filters, die er zijn om stevig verontreinigd afvalwater zoals huishoudelijk of bedrijfsafvalwater, onverdund met hemelwater te reinigen, verwijs ik naar het diagram hierboven. Daar staat exact in wat de specialisten zoal onderscheiden op dit gebied. Grofweg kennen we echter vier soorten: a) verticaal doorstroomd (VFCW), b) horizontaal doorstroomd (HFCW), c) vloeiend (FWS) en d) drijvend eiland (FEM). Ik gebruik de Engelse benamingen, zoals we die in de literatuur vermeld zien.

Overzicht toepassingen

Voor welk afvalwater kun je ze gebruiken?

De **VFCW** (vertical flow constructed wetland, de internationale term) wordt op het continent het meest toegepast. Het is het meest technische systeem, maar ook het meest betrouwbare en dit type vraagt het minste oppervlak. Dat zijn beide voldoende redenen om dit type in ieder geval in dichtbevolkte gebieden te gebruiken. Een VFCW is ideaal voor de reiniging van stevig verontreinigd afvalwater, zoals huishoudelijk of bedrijfsafvalwater, onverdund met hemelwater. Dat is dus geconcentreerder dan waar de standaard rioolwaterzuiveringsinstallaties (RWZI's) mee te maken krijgen.

De **HFCW** (horizontal flow constructed wetland) wordt in het Engelstalige gebied veelvuldig toegepast, maar de laatste jaren neigen ze daar naar het VF-type, verticaal doorstroomd dus. In principe is het systeem eenvoudiger en goedkoper, maar het is ook gevoeliger voor verstoppingen, en als dat optreedt blijkt 'ontstoppen' toch wel duur uit te vallen. Uiteraard is voor dit type wet-

land iets meer oppervlak nodig dan de VFCW en is het tevens bedoeld voor huishoudelijk afvalwater. Dit horizontaal doorstroomde - uiteraard minder diepe - systeem is mogelijk iets beter bestand tegen wisselende belasting, en er kunnen goede redenen zijn om er de voorkeur aan te geven in specifieke gevallen.

De **FWS** (free water surface): hoewel dit volgens mij de meest geaccepteerde naam is, vermeldt het diagram een andere naam. Het systeem is nog niet helemaal genormaliseerd, en dat gaat ook niet meer gebeuren, denk ik. FWS wordt met name toegepast voor het 'polijsten' van water; meestal gaat het dan om oppervlaktewater. Anders dan bij de HFCW stroomt het water over de grond en als het stinkend water is, dan maak je daarmee geen vrienden. Het vraagt relatief veel oppervlak, maar daar staat tegenover dat je het gemakkelijk als 'natuur' kunt aanmerken; het lijkt het meest op wat we kennen als 'moeras'.

FEM (floating emergent macrophytes) is een leuke techniek, die nog niet zo heel veel wordt toegepast, maar toch wel perspectieven biedt. Het gaat om een drijvende constructie met oeverplanten die met hun wortels in het te behandelen (meestal niet al te vuile) water hangen. Een systeem dat vaak bij oppervlaktewater wordt toegepast. Nadeel is dat je meestal niet kunt bewijzen hoe goed het werkt, omdat er geen eenduidig punt is waar je kunt analyseren. Gezien de kennis van de andere systemen weten we echter wel dat het werkt.

De verontreinigingen

Welke verontreinigingen kun je ermee uit water



Helofyteneskundige Frank van Dien.

verwijderen?

De waterspecialisten letten op een aantal verschillende parameters met namen die de leek niets zeggen: biochemisch zuurstofverbruik (BZV), chemisch zuurstofverbruik (CZV), totaal fosfaat, totaal stikstof, Kjeldahl-stikstof, ammonium-stikstof, nitraat-stikstof, zwevend stof en zuurgraad (pH) zijn wel de belangrijkste. De rendementen staan expliciet vermeld op mijn site. Nitraat verwijderen gaat het slechtst met een VFCW, juist omdat dat systeem het beste presteert op het gebied van BZV, CZV en ammoniumstikstof. Dat geeft de complexiteit van de materie aan: sommige processen zijn elkaars tegenovergestelde. Het combineren van verschillende systemen kan dan wel eens de oplossing zijn.

Een helofytenfilter opbouwen

Hoe bouw je ze op? En waarmee?

VFCW: voor het grootste deel met fijn zand, met een infiltratielaag van boven van grof materiaal (bijvoorbeeld grind) en eveneens een drainagelaag van grof materiaal onderin. De HFCW bouwen we op met grof zand (Noord-Europa) tot grof grind, met vaak een strook extra grof materiaal bij de instroom (links) en uitstroom (rechts). Bij de FWS wordt meestal gewoon gebruikgemaakt van de bestaande ondergrond, na verwijdering van de teeltlaag. De FEM kent diverse vormen en constructies van drijflichamen als hout, bamboe, buizen of piepschuim.

Zoutwaterreiniging

Kun je ze inzetten om brak/zout (oppervlakte)

water te reinigen? Een van de eigenschappen van riet (in het bijzonder) is dat het ook in brak water kan leven. Zo kun je dus ook oppervlaktewater reinigen dat brak is. Echt zout, daar zijn maar weinig planten tegen bestand en dan betreft het vooral planten die niet erg hard groeien. Je wilt echter wel groei en kracht hebben in een helofytenfilter: een gezonde symbiose van planten en bacteriën, in een bodem waar echt van alles gebeurt! Bij zoutminnende plantjes - die overigens halofyten heten - is het echter meer een kwestie van overleven, onder moeilijke omstandigheden. Halofytenfilters kunnen theoretisch wel gemaakt worden, maar ze zullen niet zo gauw heel veel water aankunnen. Je hebt het dan bijvoorbeeld over getijdenmoerassen.

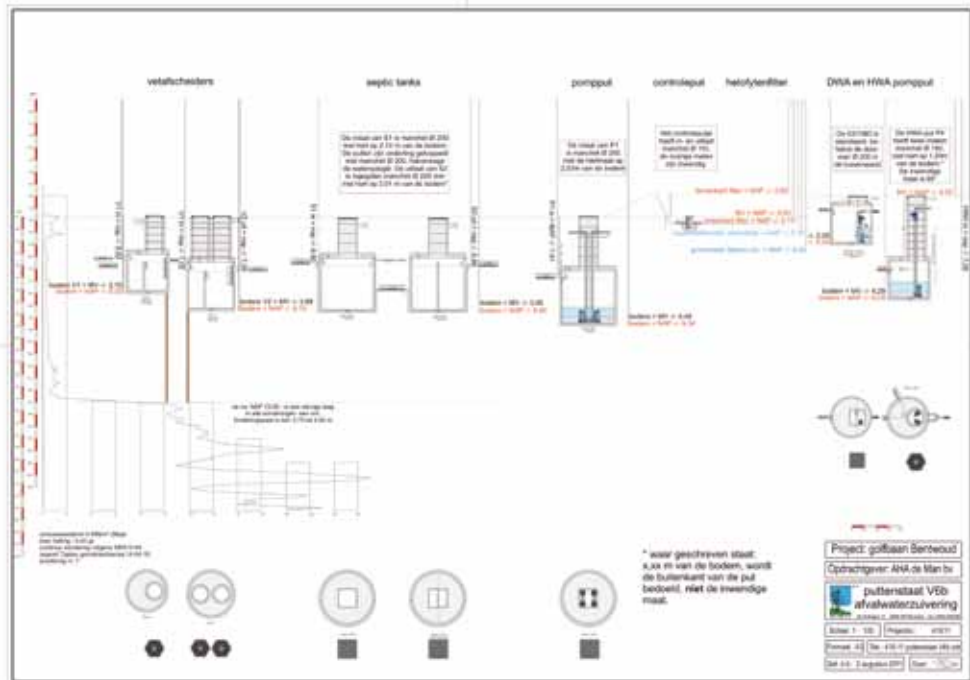
Oppervlaktes en capaciteiten

Aan welke schaalgroottes moeten we denken?

Een van de mooie dingen is dat je met helofytenfilters zo goed maatwerk kunt maken. Of het nu gaat om weinig of veel water, water dat heel vuil is of juist maar een beetje: er is bijna altijd wel iets op te verzinnen met een of meerdere types helofytenfilters. Sommige filters zijn maar drie vierkante meter groot, maar er bestaan ook varianten van vele hectaren. Een indrukwekkend voorbeeld van veel zeer vuil water betreft een vliegveld in Buffalo, New York. Met een hoeveelheid van 5,5 miljoen liter per dag worden in de winter vliegtuigvleugels van ijs ontdaan. Het schoonmaken van dit glycolrijke water gebeurt in een VFCW met een oppervlak van 1,9 ha. Daar wordt overigens een vrij nieuwe techniek toegepast: intensieve beluchting, in het filter zelf.

De hardware

Wat kun je melden over pompen en leidingen?



Meestal worden relatief zuinige pompen toegepast, pompen die veel water verzetten per minuut, maar met niet zo veel druk. Druk is in deze systemen namelijk niet nodig; het meeste water stroomt onder een vrij verval door de zwaartekracht. Wat wel bij deze techniek past, is dat er voor de leidingen meer gebruikgemaakt wordt van milieuvriendelijke kunststoffen als pe en pp in plaats van pvc. Dit geldt ook voor de folie waarmee het helofytenfilter waterdicht wordt afgeschermd van de bodem, met name bij systemen die afvalwater verwerken.

Helofytenfilters stinken niet

Er daar is een duidelijke reden voor: afvalwater stinkt inderdaad, maar voornamelijk wanneer het in aanraking komt met zuurstof. Technisch is het mogelijk om dit te voorkomen. De meeste helofytenfilters worden zo geconstrueerd dat het afvalwater ongeveer tweemaal per dag in het filter wordt gebracht. Dit gebeurt in de bovenste grindlaag, die poreus genoeg is om al het water te ontvangen, zodat er geen plassen ontstaan. Vanuit de grindlaag kan het afvalwater (dat over het hele filter verspreid is) snel en gemakkelijk in de zandbodembodems zakken.



Horizontaal doorstroomd helofytenfilter Oostoever, Amsterdam (1999).

Exploitatiekosten

Wat kun je over de (opbouw van de) exploitatiekosten vertellen?

Naast de energievraag (die overigens slechts 10% bedraagt van wat de 'normale' afvalwaterbehandeling nodig heeft, namelijk het lozen in het riool, verpompen totdat het bij een rioolwaterzuiveringsinstallatie (RWZI) aankomt en dan het behandelen met bezinking, beluchting etc.) is er uiteraard ook sprake van onderhoudskosten. Die zijn relatief laag: de meeste processen zijn immers natuurlijke processen, geen mechanische. Maar een à twee keer per jaar moet er wel controle plaatsvinden en enig schoonmaakwerk. En verder is er ook groenonderhoud aan de planten: één keer per jaar maaien en afvoeren wordt bijna overal gedaan. Er zijn ook bijna altijd wel bezinkputten in het systeem. Die moeten doorgaans om de zoveel jaar geleegd worden. Met de gewone onderhoudsbeurt kan men wel de staat van onderhoud controleren. En de kosten? Die zijn natuurlijk volledig afhankelijk van het type en de configuratie.

Toekomst

Zie je mogelijkheden voor genoemde systemen op golfbanen? Op de recentelijk aangelegde Golfbaan Bentwoud is een VFCW aangelegd, die komend seizoen zijn werk gaat doen. Horizontaal doorstroomde filters op golfbanen ken ik niet direct, maar ze zouden er wel gemakkelijk kunnen komen. Het rietfilter van de Efteling kun je ook als een helofytenfilter zien.

Helofytenfilter Golfbaan Bentwoud

Op Golfbaan Bentwoud moet dagelijks vanuit het clubgebouw en het sanitair ruim 10 kubieke meter water gezuiverd worden. De dichtstbijzijnde leiding naar de rioolwaterzuivering lag op kilometers afstand. Dat speelde een rol bij de keuze voor de start van een ecologisch en economisch aantrekkelijk project. Dankzij de aanleg

van een helofytenfilter werd de aanleg van een kostbare, lange leiding uitgespaard, en dat geldt mogelijk ook voor het rioolrecht. En wellicht komt de golfaccommodatie ook voor een lagere zuiveringsheffing en ingezetenenomslag in aanmerking. Het zelf zuiveren van afvalwater gaat op deze locatie in een IBA gebeuren, ofwel een 'individuele behandeling afvalwater'. In dit geval is dit een helofytenfilter. Bij dit systeem hoort een serie voorbezinkputten (septic tanks en vetafscheiders), om drijvende en bezinkende (vaste) delen uit het water af te vangen. De echte zuivering vindt aansluitend plaats in het helofytenfilter, waarna het water op het oppervlaktewater geloosd mag worden. Op Golfbaan Bentwoud is sprake van een verticaal doorstroomd helofytenfilter in een rechthoekige kuil van tien bij dertig meter en ongeveer 1,25 meter diep. Zowel de bodem als de wanden zijn bekleed met folie. Op een kiezelbed, voorzien van drainage, zijn afwisselend laagjes zand en stro aangebracht. Bij het zand gaat het om de fractie 0,063 tot 0,5 mm, een van mediaan 0,250 mm en twaalf laagjes van 10 cm dikte. Het geheel is uiteindelijk afgedekt met kiezelsteen. De wortelstekken van de rietplanten zijn in de zandlaag onder het kiezelbed gepoot. Het filter bestaat uit vier (verticaal gescheiden) compartimenten in de rechthoekige kuil. Ze worden beurtelings tweemaal daags bevoeid met het afvalwater dat afkomstig is uit de IBA's van het clubgebouw. Na bevoeiing trekt het water in circa drie dagen tijd langs de zandkorrels naar beneden. Daarbij wordt als het ware zuurstof opgesloten in het zandbed. Samen vormen de zandkorrels een enorm groot reinigend oppervlak. Het zijn uiteindelijk – zonder verdere toevoegingen – het riet en de bacteriën die de organische stof in het water afbreken tot CO₂ en water. Anaerobe bacteriën zijn voor ongeveer 90% verantwoordelijk voor de zuivering en de rietwortels doen de rest. Het uiteindelijk gezuiverde water is zeer schoon, maar bevat nog kleine hoeveelheden voedingsstoffen als fosfaat en stikstof. Bacteriën blijven in het filter, en de 'slechte' (E. coli e.d.) sterven in het filter. Het zuiveringsrendement daarvan bedraagt zo'n 99,98%. De hoeveelheid geproduceerd schoon afvalwater op Bentwoud is relatief klein: 10,25 m² per dag, zo'n 3.750 m² water per jaar. Dat zou ruim voldoende zijn om een heel flinke putting en pitching-green jaar rond van beregeningswater (en een deel van de voedingsstoffen) te voorzien. Uitgaande van een productie aan stikstof en fosfor van respectievelijk 900 gr/dag en 123 g/dag komen we op Golfbaan Bentwoud namelijk uit op een productie van 329

kg N en 103 kg P₂O₅ per jaar. Voor 1 ha greens op een 18-holes baan is dit beduidend meer dan de jaarbehoefte van het gras (N: 100-150 kg/ha en P₂O₅: 20-50 kg/ha). Zo'n helofytenfilter bij een green zou het natuurlijk ook uitstekend doen om een groen imago neer te zetten...

Helofytenfilter op Landgoed Welderen

Ook golfbaan Landgoed Welderen reinigt inmiddels alweer vier jaar het afvalwater van de sanitaire voorzieningen en de keukens met een helofytenfilter. "Tot voor vier jaar werd het afvalwater uit het bedrijf opgeslagen in een put onder de werkhof", aldus Hoofd Greenkeeping Ronald van Os. "We beschikken hier niet over een aansluiting op de riolering. Daarom kwam een daarin gespecialiseerd bedrijf met enige regelmaat het afvalwater ophalen. Nu reinigen we het afvalwater met een helofytenfilter en dat bespaart ons heel wat geld. Het filter - aangelegd door de firma Lareco heeft een oppervlak van circa 144 vierkante meter en is ruim een meter diep. Met een pomp wordt het water vanuit de put onder de werkhof via buizen over het rietfilter verspreid. Het afvalwater trekt verticaal door het filter heen, wordt gezuiverd en komt uiteindelijk rechtstreeks op een natuurlijke watergang terecht. Ze zeggen dat je het dan zo schoon is dat je het zou kunnen drinken, maar dat heb ik nog nooit gedaan." Ronald van Os heeft de inhoud van het rietfilter recentelijk vernieuwd: "Ons helofytenfilter is opgebouwd uit kiezelsteen en grof zand. Het riet staat in het grove zand en zuivert samen met de bacteriën het afvalwater, zo'n tien kubieke meter per dag, de investering was 15.000 euro, en we besparen er jaarlijks 6.500 euro mee. Aan onderhoud zijn we jaarlijks 30 uur kwijt." Winterdag ligt volgens de Head Greenkeeper de werking van het helofytenfilter nagenoeg stil. Voor het geproduceerde afvalwater heeft de put onder de werkhof voldoende opslagcapaciteit om die periode te overbruggen.



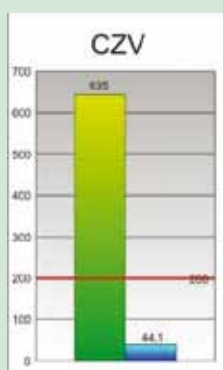
Het verticaal doorstroomde helofytenfilter van Golfbaan Bentwoud.

Hoog rendement

In onderstaand overzicht staat aangegeven welke reinigingsgraden van vuil water er mogelijk zijn. De hier opgenomen getallen zijn afkomstig van Helofytenspecialist Ecofyt. De groene kolommen betreffen het vuile water (influent, in vaktermen). De blauwe kolommen geven het gezuiverde water weer (effluent, in vaktermen). Ecofyt laat alle monsters van de ontwikkelde helofytenfilters nemen en analyseren door onafhankelijke derden. Dat zijn Sterlab-geaccrediteerde laboratoria of universiteiten.

CZV (chemisch zuurstofverbruik)

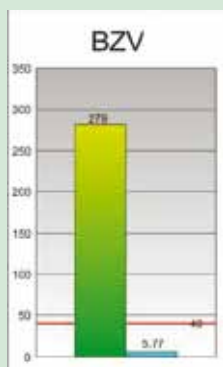
Dit is de massahoeveelheid zuurstof (O₂) die wordt verbruikt bij chemische oxidatie, uitgedrukt in milligram per liter. De analyse gebeurt volgens NEN 6633. Het rendement van onze filters bedraagt 92%. De strengste norm (IBA klasse 3) bedraagt 200 mg/l.



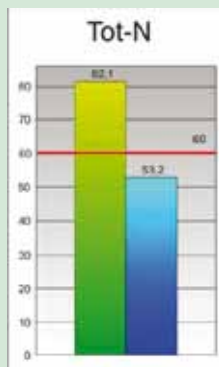
BZV (biochemisch zuurstofverbruik)

Dit is de massahoeveelheid zuurstof (O₂) die door micro-organismen wordt verbruikt per liter water, gedurende een aaneengesloten periode van 5 dagen, bij 20 graden Celsius.

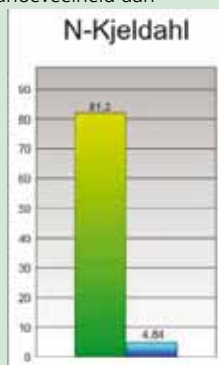
Dat klinkt wel heel ingewikkeld, maar het is min of meer een standaard laboratoriumopstelling om te bepalen hoeveel zuurstof nodig is om een bepaalde soort water in een stabiele, natuurlijke (en dus milieuvriendelijke) toestand te brengen. Het wordt uitgedrukt in milligram per liter. De analyse gebeurt volgens NEN 6634. Het rendement van onze filters bedraagt 98%. De strengste lozingsnorm (IBA klasse 3) bedraagt 40 mg/l.



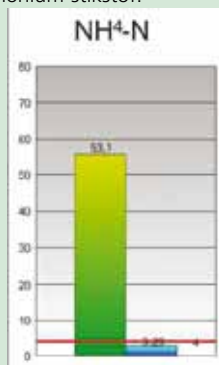
N-totaal Totale hoeveelheid aan stikstof (N). Het bestaat uit: Kjeldahl-stikstof (organisch gebonden N en NH₄-N), nitraat (NO₃)-stikstof en nitriet (NO₂)-stikstof. Het wordt uitgedrukt in milligram per liter. Het gemiddelde rendement van onze filters bedraagt zo'n 40%. Let wel: N-verwijdering is een complexe zaak! De strengste norm (IBA klasse 3) bedraagt 60 mg/l.



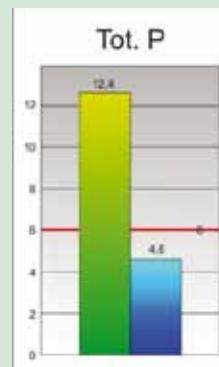
N-Kjeldahl is de massahoeveelheid aan Kjeldahl-stikstof (Kj-N). Dit is opgebouwd uit organisch gebonden stikstof en ammonium (NH₄)-stikstof. Het wordt uitgedrukt in milligram per liter. De bepaling gaat volgens NEN-ISO 5563. Het rendement van onze filters bedraagt zo'n 90%. Er is geen lozingsnorm voor. Maar zoals gezegd: het bestaat (grotendeels) uit ammonium-stikstof, en daarvoor is wel een norm, zoals u in de volgende grafiek kunt zien.



NH₄-N staat voor ammonium-stikstof. Het wordt uitgedrukt in milligram per liter. De bepaling gaat volgens NEN 6640. Het gemiddelde rendement van onze filters bedraagt 89%. De strengste norm (IBA klasse 3) bedraagt 4 mg/l.



P-totaal is de totale hoeveelheid aan fosfor (P) in de diverse fosforverbindingen, uitgedrukt in milligram per liter. De analyse gebeurt volgens NEN 6663. Het rendement van onze filters bedraagt 60%, maar sinds de toepassing van ijzergruis als toeslagstof zijn incidenteel waarden tot 93% haalbaar. In orthofosfaat behalen we gemiddeld zo'n 65% verwijdering. De strengste norm voor kleinschalige zuiveringssystemen (IBA klasse 3b) bedraagt 6 mg/l.



E-coli staat voor Escherichia coliformen.

Het betreft een bacterie uit (onder andere) onze eigen darmen, die veelal in uitwerpselen zit. Daarom komen ze in groten getale voor in afvalwater. Indien ze op de verkeerde plek in ons lichaam komen, zijn ze echter ziekteverwekkend. Het rendement van onze filters bedraagt ongeveer 99,9%. Er is geen lozingsnorm voor, maar het is duidelijk dat zo'n hoog verwijderingspercentage veel zegt over de reinheid van het te lozen water.



Vergelijkingen maken blijft interessant: afvalwater is heel zuurstofarm en heeft een grote zuurstofbehoefte om weer als 'gezonder' aangemerkt te worden (zie de grafieken BZV en CZV). Nadat het water door een helofytenfilter is gepasseerd, is die zuurstofvraag bijna volledig vervuld. Dan is het water weer vrij zuurstofrijk... De gangbare RWZI's, alsook compactsystemen, proberen dit proces te bewerkstelligen door middel van beluchters: pompen die continu moeten draaien. Het helofytenfilter doet het gratis - dit komt mede door de planten en door de korte, stootsgewijze invoer van het afvalwater... Een kwestie van intelligent ontwerpen!

Bron: www.ecofyt.nl