Waterzuivering met helofytenfilters

Een praktijkproef op twee melkveebedrijven in Waterland

Samenwerkingsverband Waterland 1999

Waterzuivering met helofytenfilters

Een praktijkproef op twee melkveebedrijven in Waterland

Frode Numan

Samenwerkingsverband Waterland

Purmerend, december 1999.

© Overname van delen van de tekst van deze publicatie is toegestaan, mits voorzien van een duidelijke bronvermelding.

Voorwoord

De twee proefbedrijven over hun ervaring met de helofytenfilters:

Jan & Sofie van Zanten, veehouderij en loonwerkbedrijf te Zuiderwoude:
Buiten de pomp werkt het systeem goed. Ook met de argexkorrels hadden we in het begin wat problemen maar we waren daarmee ook de eerste, dan kan je dat verwachten. Je hebt wel wat onderhoud aan zo'n helofytenfilter maar we zijn er wel wijs mee.

Jan & Corry van Weerdenburg, melkveehouderij te Beets:
Bij het ontwerp is onvoldoende aandacht besteed aan de voorzuivering. Een bedrijf dat helofytenfilters aanlegt moet weten hoe belangrijk dit is. Nu hebben we door schade en schande geleerd, heeft de tuin inmiddels drie keer open gelegen en werkt het systeem nog niet optimaal.
Ondanks alle problemen is de zuivering redelijk en de waterkwaliteit in de sloot duidelijk verbeterd.

Dankwoord

De uitvoering van het praktijkexperiment met helofytenfilters is mogelijk gemaakt door financiële steun van het ministerie van LNV in het kader van het Waardevol Cultuur Landschap Waterland en de Provincie Noord-Holland.
Het Hoogheemraadschap voor Uitwaterende Sluizen in Hollands Noorderkwartier heeft gedurende drie jaar maandelijks monsters genomen en geanalyseerd en de kosten hiervoor gedragen.
De heer W. Wissink verzorgde de begeleiding van het project vanuit USHN.
De grootste bijdrage aan het project is geleverd door de families J. &. S. van Zanten en J. en C. van Weerdenburg. Zij hebben veel energie en tijd gestoken in de aanleg en het onderhoud van de helofytenfilters en de lasten gedragen van de fouten die een leerproces met zich meebrengt (zoals het slecht kunnen doorspoelen van het toilet en het midden in de nacht uitvallen van de stroom in huis door kortsluiting in de pomp van het helofytenfilter).
En ondanks dit alles bieden ze me nog steeds een kop koffie aan als ik langs kom om te kijken hoe het riet er bijstaat.

Frode Numan

Inhoud

Samenvatting 1

1. Inleiding 3
   1.1 Doelstelling 3
   1.2 Wettelijk kader 3
2. Algemene inleiding helofytenfilters 7
3. De twee helofytenfilters in Waterland 9
4. Monitoring 13
5. Resultaten 15
   5.1 Helofytenfilter Zuiderwoude 15
   5.2 Helofytenfilter Beets 18
   5.3 Toetsing resultaten 20
6. Conclusies en aanbevelingen 23
   6.1 Conclusies 23
   6.2.Aanbevelingen 23

Lijst van geraadpleegde publicaties 25

Bijlagen 27

Samenvatting

Vaak is de kwaliteit van het oppervlaktewater rond boerenerven slecht. Dit wordt voornamelijk veroorzaakt door de lozing van slechts gedeeltelijk met een septictank gezuiverd huishoudelijk afvalwater. Soms ook bedrijfsafvalwater. In 1995 is het Samenwerkingsverband Waterland (SVW) gestart met het project 'Waterzuivering rond boerenerven met helofytenfilters' Doel van dit project was te onderzoeken of met helofytenfilters de waterkwaliteit van de erfsloten kan worden verbeterd. Na een korte literatuurstudie is een meerjarig praktijkexperiment gestart. Voor twee Waterlandse melkveehouderijbedrijven die niet op de riolering waren aangesloten is een helofytenfilter ontworpen. Op één bedrijf wordt alleen huishoudelijk afvalwater gezuiverd, op het andere ook het bedrijfsafvalwater. Om verzakking van het filter in de slappe veenbodem te voorkomen is voor één bedrijf een speciaal 'lichtgewicht' helofytenfilter ontworpen.

Beide helofytenfilters zijn intensief onderzocht. Het Hoogheemraadschap van Uitwaterende Sluizen in Hollands Noorderkwartier (USHN) bemonsterde gedurende drie jaar maandelijks het instromende en uitstromende water (influent en effluent). Het SVW volgde de ontwikkeling van de filters en de lozingssloten en verwerkte de door USHN verstrekte gegevens.
Uit de metingen van USHN bleek dat beide helofytenfilters een zeer hoog zuiveringsrendement konden halen. Door overbelasting van een van de helofytenfilters viel het zuiveringsrendement daar terug maar na aanpassing van de voorzuivering liep het rendement weer geleidelijk op tot een goed niveau.
Deze goede zuiveringsresultaten vertaalden zich al in het eerste proefjaar op beide locaties in een duidelijk zichtbaar betere waterkwaliteit in de sloot. Eén van de lozingssloten was zelfs spectaculair verbeterd. In voorgaande jaren moest de veehouder elke zomer de sloot over een traject van meer dan 50 meter uitbaggeren omdat deze volledig was dichtgeslibd en stankoverlast veroorzaakte. Sinds de aanleg van het helofytenfilter is uitbaggeren niet nodig geweest en is geen stankoverlast opgetreden. Het water in de lozingssloot is kraakhelder en de eerste waterplanten ontwikkelden zich in het tweede proefjaar.
Op het andere bedrijf waren de effecten op de lozingssloot minder spectaculair. Dit was met name te wijten aan een slechte voorzuivering van het afvalwater. De capaciteit en de werking van de septictank waren te beperkt waardoor het slib in het afvalwater onvoldoende bezonk. Hierdoor was de slibbelasting van het helofytenfilter te hoog zodat ondanks het hoge rendement het effluent toch nog te veel verontreiniging bevatte. In zomer en najaar van 1997 en 1998 zijn verschillende maatregelen genomen om de problemen op te lossen. De laatste metingen van USHN in de winter van '98-'99 gaven aan dat het effluent sterk was verbeterd.

De helofytenfilters zijn onderhoudsarm maar dit is niet te verwarren met onderhoudsvrij. Met name de pompen behoeven regelmatig controle. De levensduur van de pompen is gemiddeld niet veel langer dan 3 jaar.

De helofytenfilters in Waterland leveren goede zuiveringsresultaten die ruimschoots voldoende zijn voor het halen van de emissiereductiedoelstellingen uit het provinciale waterhuishoudingsplan. Helofytenfilters passen uitstekend in het landschapsbeeld van

Waterland. Een hoog zuiveringsrendement gecombineerd met een grote bufferwerking kan een constante en goede waterkwaliteit in de lozingssloot garanderen. Dit is de basis voor schone heldere en levende sloten rondom het boerenerf.

Het beleid rondom aanleg van riolering en waterzuivering met IBA's zoals helofytenfilters is volop in beweging. USHN is samen met gemeenten in maatwerkoverleg voor de uitvoering van de gemeentelijke rioleringsplannen. De Provincie heeft middels het 'ontheffingenbeleid zorgplicht rioleringen' kaders voor het maatwerkoverleg gezet. Daar waar de aanleg voor riolering te duur is kunnen IBA als alternatief worden ingezet. Het verdient aanbeveling dat bij de afweging van de kosten door gemeenten en USHN ook de kosten voor de gebruiker worden meegenomen. Nu nog krijgen veehouders in Waterland een rekening voor aansluiting op de riolering die kan variëren van f 10.000,- tot enkele veelvouden daarvan. Mogelijk zijn deze bedrijven en de gemeente een stuk goedkoper uit als zij een stuk grond inleveren voor bijvoorbeeld een helofytenfilter. En het milieurendement is minstens zo goed als bij riolering.

1. Inleiding

In 1995 is het Samenwerkingsverband Waterland (SVW) gestart met een oriënterend onderzoek naar het gebruik van helofytenfilters in Nederland. Dit vooronderzoek is afgerond met een informatiedag en excursie voor veehouders uit WCL-Waterland. Uitkomst van dit vooronderzoek was onder andere dat er in Nederland geen ervaring bleek te zijn met de aanleg van helofytenfilters op veenbodems. Mede daarom is besloten tot een praktijkexperiment in Waterland. Met medefinanciering door WCL-Waterland is op twee melkveebedrijven een helofytenfilter aangelegd. Deze twee helofytenfilters zijn gedurende drie jaar onderzocht waarbij de zuiverende werking werd gemeten door het Hoogheemraadschap van Uitwaterende Sluizen in Hollands Noorderkwartier (USHN). Het SVW heeft het project begeleid en in zo breed mogelijke zin onderzoek gedaan naar de kwaliteit van de helofytenfilters. De bevindingen van het praktijkexperiment zijn in deze rapportage vastgelegd.

Leeswijzer
Nadat het doel van het onderzoek en het wettelijk kader zijn toegelicht wordt in deze rapportage als eerste een algemene beschrijving gegeven van helofytenfilters, gevolgd door een beschrijving van de twee in Waterland aangelegde helofytenfiltersystemen. Daarna worden de methode van monitoring en de resultaten van de drie jaar praktijkexperiment beschreven.

1.1 Doelstelling

De waterkwaliteit in de sloten rond boerenerven in Waterland is vaak slecht. De sloten zijn dood, troebel en ze stinken. Oorzaak van deze slechte waterkwaliteit in de erfsloten is in de meeste gevallen de lozing van huishoudelijk- en bedrijfsafvalwater dat niet voldoende is gezuiverd. Omdat veel boerderijen zo afgelegen liggen dat de aanleg van riolering zo goed als zeker uitgesloten is, zoekt het SVW naar andere mogelijkheden om de waterkwaliteit in de erfsloten te verbeteren.
Helofytenfilters genieten in de vakbladen van de landbouw de laatste jaren een toenemende belangstelling. Dit was aanleiding voor SVW om helofytenfilters nader te bekijken. Met dit project wil het SVW onderzoeken of de aanleg van helofytenfilters ook op veengronden technisch mogelijk is en of de zuivering van deze filtersystemen voldoende is om een goede kwaliteit van de sloten rondom de boerenerven te krijgen. Onder een goede slootkwaliteit verstaan wij helder en reukloos water en een goed ontwikkeld slootleven waarin onder andere hogere waterplanten, watervlooien en kikkers deel uit maken van het ecosysteem. Uiteindelijk gaat het om de vraag of helofytenfilters een redelijk alternatief kunnen zijn voor aansluiting op de riolering.

1.2 Wettelijk kader

De rijksoverheid heeft zich tot doel gesteld de verontreiniging van het oppervlakte water zo veel mogelijk terug te dringen. Dit komt onder andere tot uiting in de zorgplicht die de gemeenten hebben vanuit de Wet milieubeheer. In het hoofdstuk Afvalstoffen is opgenomen dat gemeenten moeten zorgdragen voor een doelmatige

inzamel- en transportfunctie voor het afvalwater binnen het gemeentelijk grondgebied. Dit wordt vertaald als de 'rioleringszorgplicht'. Echter, in situaties waarin de afstand van bestaande riolering tot verspreide bebouwing erg groot is worden de kosten die de gemeenten maken voor de aanleg van riolering onevenredig groot. Dit probleem heeft de overheid voorzien en daarom is in opdracht van het ministerie van VROM in de periode van 1979 tot 1990 een groot landelijk onderzoek gedaan naar systemen voor individuele behandeling van het afvalwater. De zogenaamde IBA-systemen. Dit heeft onder andere geleid tot het opstellen van de IBA-richtlijn. Deze richtlijn is bedoeld als basis voor het vormen van middelvoorschriften in het kader van handhaving van de milieuwetgeving.

De beslissing waar riolering wordt aangelegd en waar een IBA mag worden toegepast wordt genomen door de Provinciale overheid, in overleg met de Waterkwaliteitbeheerder en de gemeenten. De Provincie heeft hiervoor de nota 'ontheffingenbeleid zorgplicht rioleringen' vastgesteld. In deze nota wordt een afwegingsmodel gepresenteerd voor de aanleg van riolering of alternatieven zoals IBA's. Het afwegingsmodel is gebaseerd op:

- emissiereductiedoelstellingen afhankelijk van de kwetsbaarheid van een gebied (zie tabel 1.1);
- kostenomslagpunt afhankelijk van de bodemsoort (zie tabel 1.2).

In het tweede Waterhuishoudingsplan (WHPII) van de provincie Noord-Holland staat de te hanteren kwetsbaarheidskaart. Op deze kaart wordt de kwetsbaarheid van bodem en oppervlaktewater voor lozingen aangegeven.

Uitwaterende Sluizen heeft als waterkwaliteitsbeheerder het ontheffingenbeleid van de Provincie nader uitgewerkt. Het meest opvallende hierbij is dat Uitwaterende Sluizen voor de emissiereductiedoelstellingen rekent met vervuilingseenheden in plaats van de parameters BZV, fosfaat, stikstof en koper (zie tabel 1.3). Daarnaast valt op dat Uitwaterende Sluizen de verantwoordelijkheid voor aanleg, beheer en controle van IBA's op zich neemt. Ter vergelijking van de verschillende zuiveringssystemen hanteert US de gegevens uit de provinciale nota voor het ontheffingenbeleid (tabel 1.4).

Uit het wettelijk kader volgt dat het gebruik van IBA-systemen bepaald wordt door USHN en dat de toekomst van helofytenfilters in Noord-Holland dus ook in handen is van USHN.
Doorslaggevend zal zijn of USHN de beleidsdoelen met helofytenfilters optimaal kan realiseren. In hoofdstuk 5 worden de resultaten van dit praktijkexperiment getoetst aan de beleidsdoelen.

Tabel 1.1: emissiereductiedoelstellingen uit Provinciale nota 'Ontheffingenbeleid zorgplicht rioleringen'.

	Niet kwetsbaar	kwetsbaar	Zeer kwetsbaar
BZV	65%	80%	90%
Fosfaat	65%	80%	99%
Stikstof	65%	80%	99%
Koper	65%	80%	99%

Tabel 1.2: kostenomslagpunten uit Provinciale nota 'Ontheffingbeleid zorgplicht riolering'.

	Zand	Klei	Veen
Niet kwetsbaar	F 18.905,-	F 21.285,-	F 23.675,-
Kwetsbaar	F 18.905,-	F 21.285,-	F 23.675,-
Zeer kwetsbaar	F 36.200,-	F 39.730,-	F 48.060,-

Tabel 1.3: Door Uitwaterende Sluizen gehanteerde emissiereductiedoelstellingen op basis van vervuilingseenheden (v.e.) uit 'handleiding voor de uitwerking ontheffingenbeleid zorgplicht riolering'.

	Niet kwetsbaar	Kwetsbaar	Zeer kwetsbaar
Emissiereductie op basis van v.e.	65%	80%	90%

Tabel 1.4: Zuiveringspercentages van zuiveringssystemen volgens provinciale nota 'ontheffingenbeleid zorgplicht riolering'.

	BZV	Stikstof	Fosfaat	Koper
Riolering afvoer uit gebied	99%	99%	99%	99%
Riolering (overstort/rwzi in gebied)	95%	95%	95%	95%
IBA-plus	95%	65%	45%	80%
IBA-min	90%	35%	40%	60%
Verbeterde septictank	32%	10%	14%	40%

2. Algemene inleiding Helofytenfilters

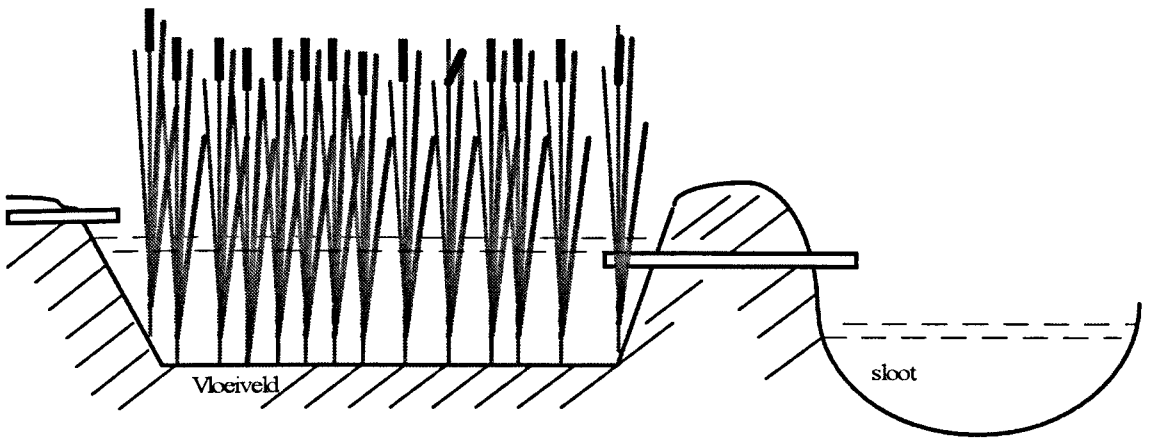
Voordat in het volgende hoofdstuk de twee helofytenfilters worden besproken die in het kader van dit onderzoek zijn aangelegd wordt eerst een algemene beschrijving van de verschillende soorten helofytenfilters gegeven. Meer informatie over helofytenfilters als kleine zuiveringssystemen is onder andere te vinden in de Handleiding helofytenfilters (VROM/KIWA), de Cursus Individuele Behandeling Afvalwater en het IBA-Handboek van het Van Hall Instituut. Een veel bredere benadering van Helofytenfilters is te vinden in het boek 'Constructed Wetlands for Water Purification'.

Wat is een helofytenfilter en hoe werkt het?

Helofyten zijn oever- en moerasplanten zoals riet, lisdodde en biezen. De term helofyten is een verzamelnaam voor die planten die met hun wortels en deels stengel onder water groeien en waarvan de bladen en bloemen boven het water groeien.
Een helofytenfilter is een systeem om water te zuiveren dat gebruik maakt van helofyten. Grofweg zijn er drie verschillende systemen mogelijk. Het vloeiveld, het horizontaal doorstromend wortelzonesysteem en het verticaal doorstromend wortelzonesysteem.

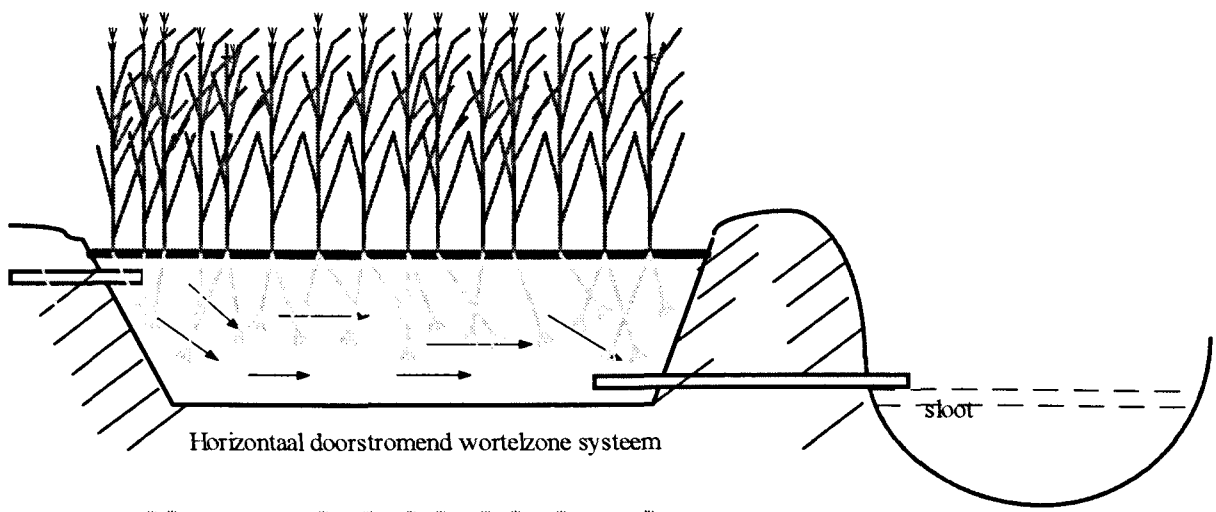
Het vloeiveld

Een vloeiveld bestaat uit een sloot of vijver waarin helofyten groeien. Het te zuiveren water stroomt langs de bovengrondse delen van de planten, meestal lisdodde of biezen. De zuivering van het water wordt voornamelijk gedaan door micro-organismen die op de plantenstengels groeien. Een klein deel van de voedingsstoffen uit het water wordt door de planten opgenomen.
Vloeivelden zijn van de drie verschillende systeemtypen de goedkoopste maar ook het minst effectief. Vooral daar waar het te zuiveren water niet te zeer verontreinigd is of geringe eisen aan de zuivering worden gesteld kunnen vloeivelden worden ingezet. Mogelijke toepassingen zijn waterinlaten bij natuurgebieden, buffer bij riooloverstorten of als nazuivering bij andere filtersystemen.
Nadelen van vloeivelden zijn het risico van stankoverlast en een muggenplaag door stilstaand en langzaam stromend oppervlaktewater. Daarnaast is de zuiverende werking in de wintermaanden minder. Deze nadelen zijn niet van toepassing op de andere twee systemen.

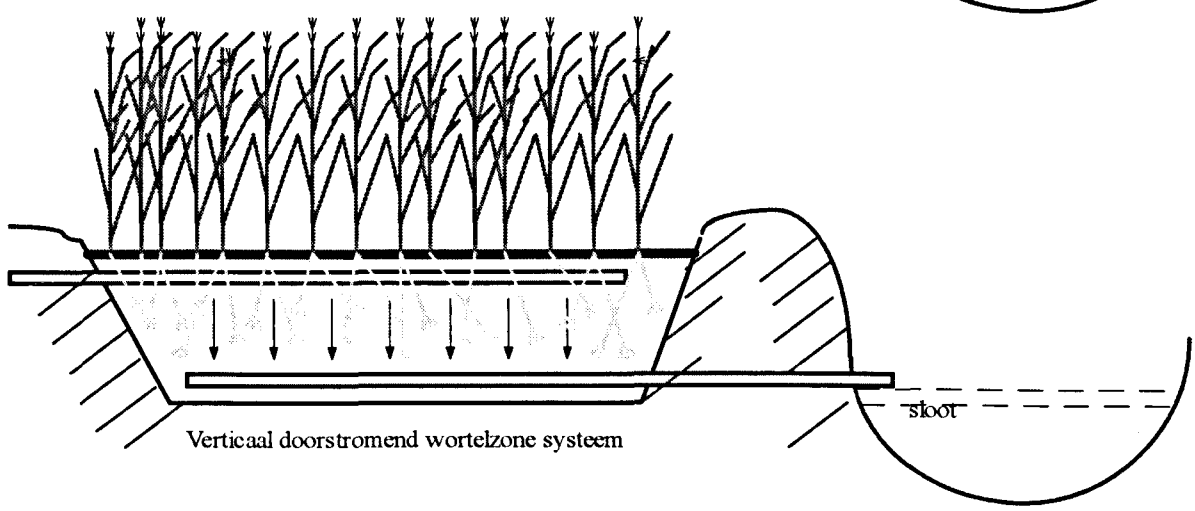


Het horizontaal en het verticaal doorstromende wortelzonesysteem

Bij deze systemen wordt het te zuiveren water door een substraat geleid dat beplant is met riet. Afhankelijk van de manier van bevloeiing en drainage wordt gesproken van een horizontaal dan wel verticaal doorstromend systeem. De micro-organismen die in het filtersubstraat leven zuiveren het water door de afvalstoffen op te eten. De rol van het riet wordt met name toegeschreven aan de holle wortels die lucht in het substraat brengen. Hierdoor ontstaan in het substraat zuurstofrijke en zuurstofarme zones. Dit bevordert de groei van zowel zuurstofminnende (aërobe) als zuurstofmijdende (anaërobe) bacteriën. Deze zijn elk verantwoordelijk voor verschillende fasen in de afbraak van organische stikstofverbindingen. Via nitrificatie onder zuurstofrijke omstandigheden (oxidatie van stikstofverbindingen tot nitraat en nitriet) en denitrificatie onder zuurstofarme omstandigheden in een omgeving met veel organisch materiaal (reductie van nitraat en nitriet in stikstofgas) wordt het afvalwater ontdaan van alle stikstofverbindingen.
De gedachte achter de verschillende bevloeiingsmethoden is ook de variatie in de hoeveelheid zuurstof in het substraat. De verticaal doorstromende systemen zijn doorgaans zuurstofrijk en hebben daardoor een overwegend oxiderende werking. De horizontaal doorstromende systemen zijn door de blijvende waterkolom meer zuurstofarm en hebben een overwegend reducerende werking.
Door toevoeging van kalk en ijzer aan het substraat kan bij de wortelzonesystemen ook fosfaat worden gebonden.
Wortelzonesystemen zijn in aanleg duurder dan vloeivelden maar hebben ook een hoger zuiveringsrendement. De systemen combineren een fysische (filtratie) en een intensieve biologische zuivering De dimensionering is aan te passen aan de afvalwaterstroom. Een goede voorzuivering met voldoende bezinkingsruimte is nodig om verstopping van het filtersubstraat te voorkomen.



Horizontaal doorstromend wortelzone systeem



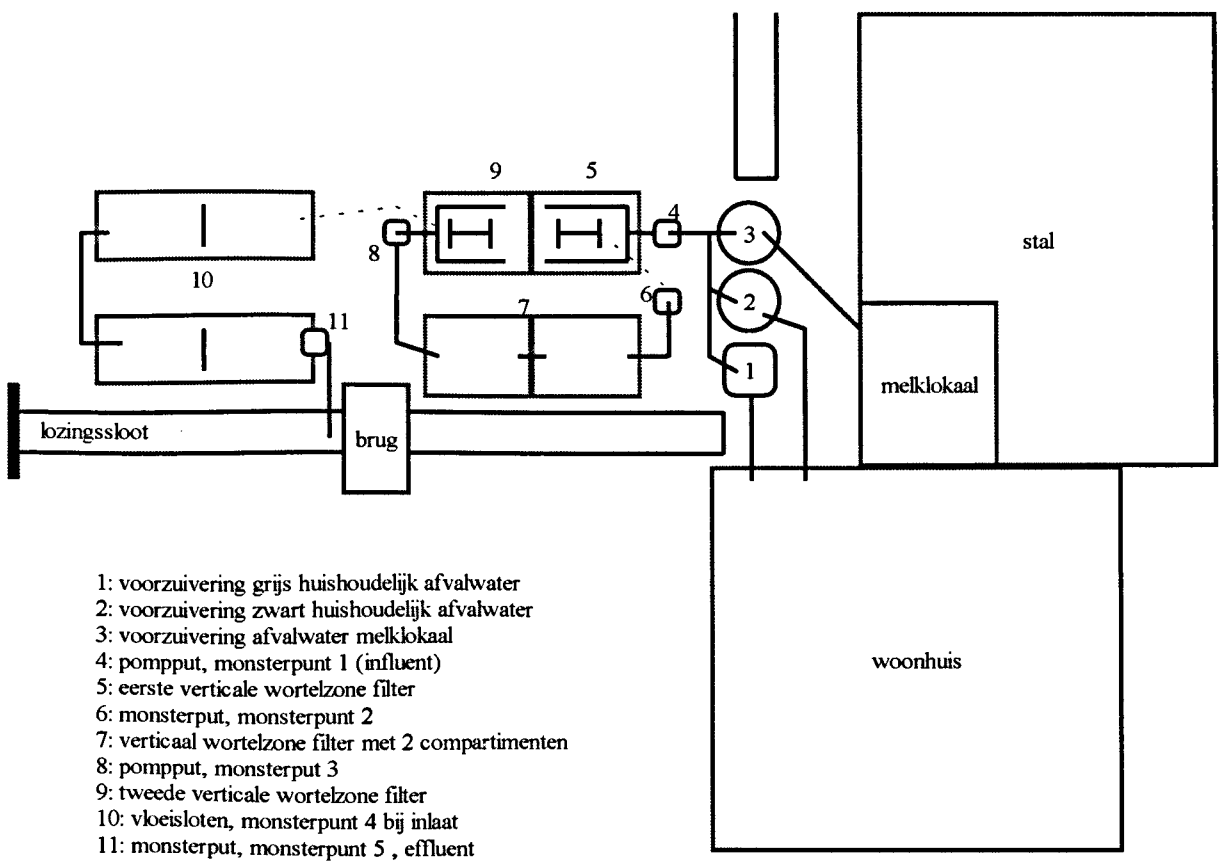
Verticaal doorstromend wortelzone systeem

3. De twee helofytenfilters in Waterland

In het kader van dit project is op twee melkveebedrijven in Waterland een helofytenfilter aangelegd. Op een bedrijf in Zuiderwoude is een filtersysteem aangelegd dat zowel het huishoudelijk afvalwater als al het afvalwater uit het melklokaal verwerkt. Op een bedrijf in Beets is een filtersysteem aangelegd dat alleen het huishoudelijk afvalwater verwerkt. Het spoelwater van de melkinstallatie wordt daar opgevangen voor hergebruik.
Beide helofytenfilters worden apart besproken.

Het helofytenfilter in Zuiderwoude bij de familie van Zanten

Het bedrijf van de familie Van Zanten ligt midden in het drassige veenweidegebied vlak boven Amsterdam, ongeveer 1 kilometer ten zuidwesten van Zuiderwoude.
Het afvalwater werd voorheen geloosd op een afgedamde sloot die regelmatig leeg moest worden gepompt waarna het water over het land werd uitgereden. Hier is een helofytenfilter aangelegd om zowel bedrijfsafvalwater (melklokaal) als huishoudelijk afvalwater te zuiveren. Vanwege de slechte draagkracht van de veenbodem ter plaatse is een speciaal "lichtgewicht" systeem ontwikkeld. In plaats van zand, grond en grind te gebruiken als filtersubstraat is gekozen voor argex korrels (geëxpandeerde klei), zie figuur 2. Dit zijn de bruine poreuze balletjes die vaak gebruikt worden in plantenbakken.

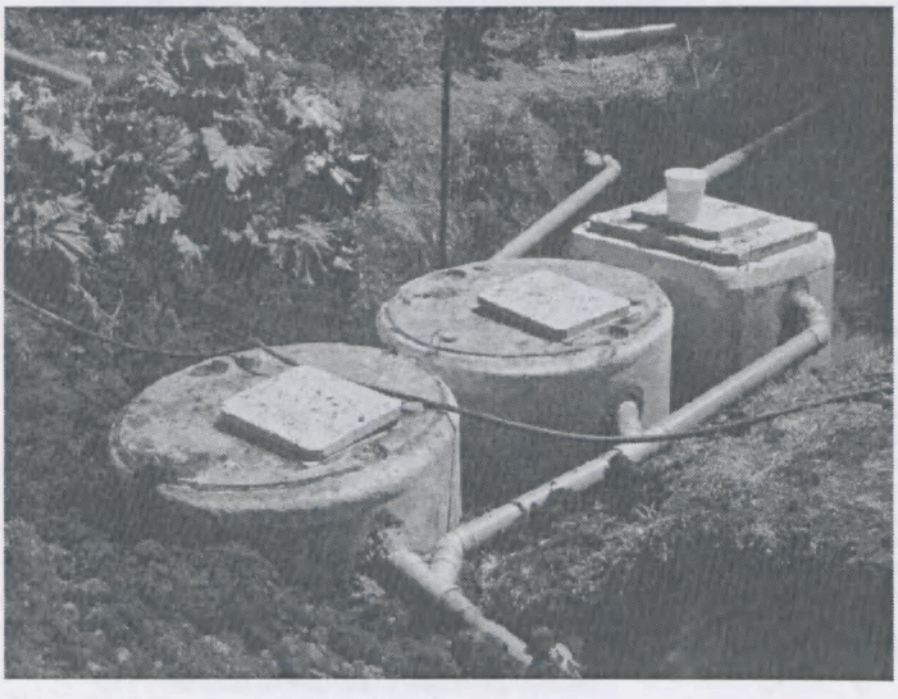


1: voorzuivering grijs huishoudelijk afvalwater
2: voorzuivering zwart huishoudelijk afvalwater
3: voorzuivering afvalwater melklokaal
4: pompput, monsterpunt 1 (influent)
5: eerste verticale wortelzone filter
6: monsterput, monsterpunt 2
7: verticaal wortelzone filter met 2 compartimenten
8: pompput, monsterput 3
9: tweede verticale wortelzone filter
10: vloeisloten, monsterpunt 4 bij inlaat
11: monsterput, monsterpunt 5 , effluent

Figuur 1: Schematisch overzicht helofytenfilter Zuiderwoude

Het totale filtersysteem bestaat naast het helofytenfilter uit drie bezinkputten, een voor het grijze afvalwater (gootsteen, douche en wasmachine), een voor het zwarte afvalwater (toilet) en een voor het afvalwater uit het melklokaal (zie figuur 3).
Na de voorbezinking komt het afvalwater via een dompelpomp in een verticaal wortelzonesysteem. Via natuurlijk verloop komt het water in een horizontaal doorstromend systeem waarna het opnieuw wordt opgepompt in een verticaal doorstromend compartiment. Hieruit loopt het water via twee vloeivelden uiteindelijk de sloot in. Op de vloeisloten na zijn de bodems van alle compartimenten volledig waterdicht gemaakt met folie. Tussen de verschillende compartimenten zijn bemonsteringpunten aangelegd zodat de werking van de verschillende onderdelen van dit systeem in beeld kan worden gebracht.

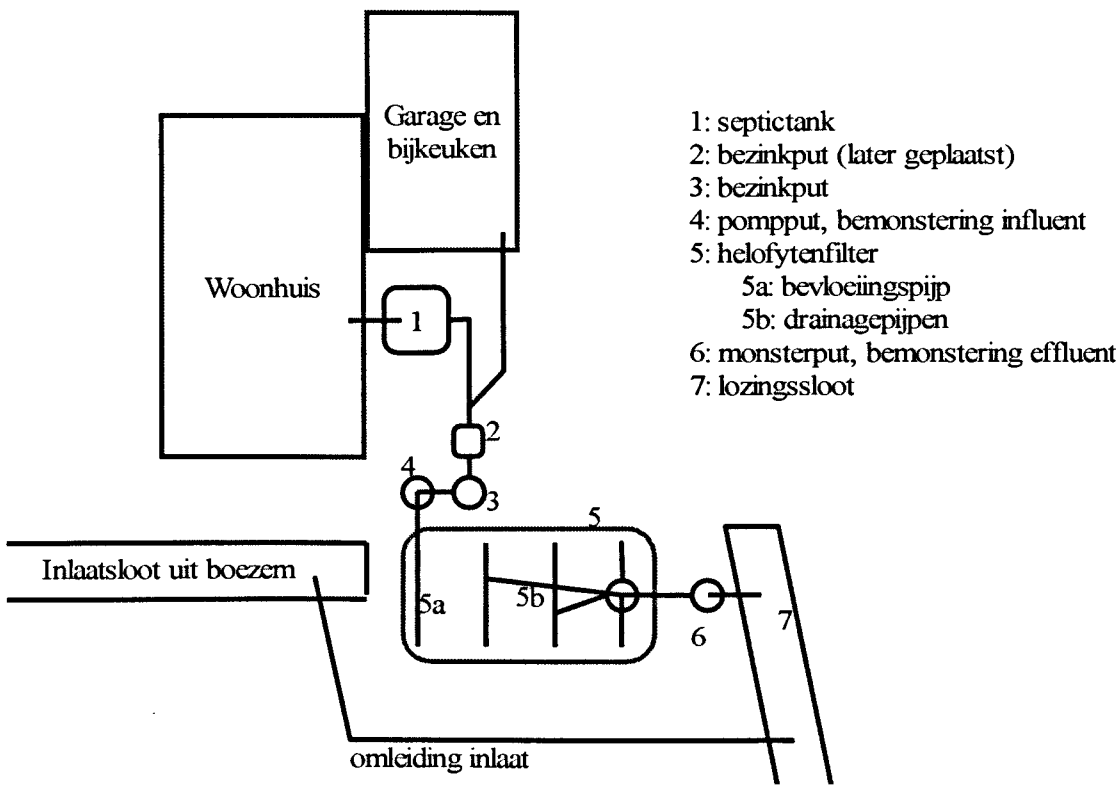
Figuur 2: Bassin gevuld met argex korrels.



Figuur 3: Voorzuivering met 3 bezinkputten.

Het helofytenfilter bij de familie Van Weerdenburg in Beets

Het melkveebedrijf van de familie Van Weerdenburg ligt aan de dijk van de Beetskoogpolder, tussen Beets en Oudendijk. Het hier aangelegde helofytenfilter wordt gebruikt voor de zuivering van het huishoudelijk afvalwater. Behalve het water van de wasmachine wordt al het afvalwater eerst door een septictank geleid, daarna komt het samen en wordt het opgevangen in een bezinkput. De bezinkput loopt over in een pompput met dompelpomp. Vanuit de pompput komt het water in het helofytenfilter, een horizontaal doorstromend wortelzonesysteem. Dit bestaat uit één bassin waarvan de bodem met folie is afgesloten en dat gevuld is met een filtersubstraat van humusrijke grond vermengd met grof zand. Bij de inlaat, de drainage en de uitlaat zijn grindbedden aangelegd. De drainagebuizen komen samen in een eindput waarin via opzetstukken het waterniveau in het filterbed te regelen is. Tussen eindput en de uitstroom is een bemonsteringsput geplaatst.



Figuur 4: Schematisch overzicht helofytenfilter Beets

4. Monitoring

De monitoring van de helofytenfilters is gericht op verschillende aspecten die zijn ingedeeld in onderhoud aan en werking van het filtersysteem. Bij onderhoud horen niet alleen de werkzaamheden die nodig zijn om het filter in bedrijf te houden maar ook de werkzaamheden die het filter toonbaar en toegankelijk houden. Zoals bijvoorbeeld het maaien van riet in de winter en het verwijderen van onkruid in het voorjaar. De werking is beoordeeld op basis van zowel het direct waarneembare effect dat het filter heeft op de lozingssloot, zoals geur en helderheid van het water en de groei van waterplanten, als de chemische analyse van influent en effluent.
Naast onderhoud en werking was er ook aandacht voor eventueel toegevoegde waarde voor de natuur, zoals de rol van het helofytenfilter als broedplaats voor rietvogels en als overwinteringsplek en 'kraamkamer' voor amfibieën. Dit laatste geldt met name voor de vloeisloot van het systeem in Zuiderwoude.

Om de verschillende aspecten goed in beeld te brengen zijn twee monitoringprogramma's gevolgd. Het SVW bezocht de filters minsten vier keer gedurende het zomerhalfjaar (april-september) en twee keer in de winter (oktober-maart) en inspecteerde daarbij de helofytenfilters en de lozingssloten. De volgende punten zijn bekeken:

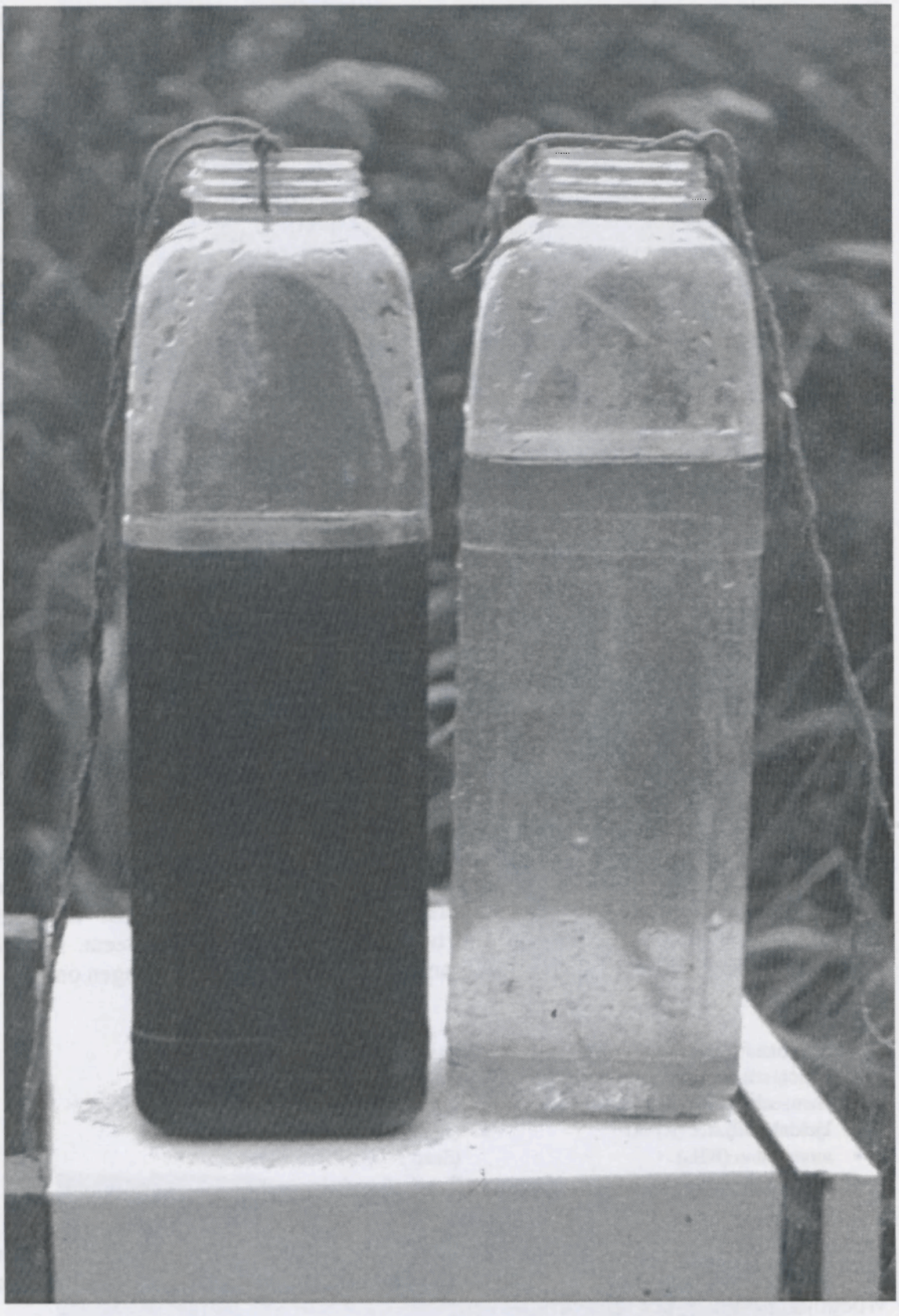
- helderheid (slootbodem wel of niet zichtbaar);
- geur (stinkt het slootwater niet, matig of erg);
- slootleven in vloeiveld en in lozingssloot binnen 10 meter van lozingspunt (aanwezigheid hogere waterplanten, kreeftachtigen, amfibieën en vissen);
- overige natuurwaarden in helofytenfilter (o.a. rietvogels, overwinterende padden en salamanders).

Ervaringen van de veehouders en eventuele problemen zijn tijdens de bezoeken besproken. Vanaf vaste punten zijn dia's gemaakt om een goed beeld van de helofytenfilters en lozingssloten tijdens de verschillende seizoenen te krijgen.

In overleg met USHN is voor een periode van minimaal drie jaar een bemonsterings-programma voor het instromende (influent) en uitstromende (effluent) water opgesteld. Maandelijks zijn beide filtersystemen bemonsterd. Bij het filter in Zuiderwoude is dit ook gedaan op drie tussenstappen in het filtersysteem. USHN heeft een gestandaardiseerd analyse-programma dat de volgende 12 metingen omvat:

- zuurgraad (pH)
- biologisch zuurstofverbruik (BZV)
- chemisch zuurstofverbruik (CZV)
- kjeldahl-Stikstof (Kj-N)
- ammonium (NH_4)
- nitraat (NO_3^-)
- nitriet (NO_2^-)
- totaal fosfor (P-tot)
- chloride (Cl^-)
- sulfaat (SO_4^-)
- onopgeloste bestanddelen (Susp.)
- E. coli (faecale bacteriën)

De analyse-resultaten zijn maandelijks door USHN naar het SVW gestuurd. Daar zijn de gegevens verwerkt ten behoeve van rapportage, tussentijdse controle en vroegtijdige signalering van eventuele problemen.



5. Resultaten

De resultaten worden apart per helofytenfilter besproken. Eerst wordt een algemene indruk gegeven op basis van de uitgangssituatie en de regelmatige inspectie van lozingssloot en helofytenfilter. Daarna worden de analyses van USHN besproken.

5.1 Helofytenfilter Zuiderwoude

Uitgangssituatie
De sloot waarin het afvalwater voorheen ongezuiverd werd geloosd is een afgedamde sloot van 1 tot 2 meter breed die langs de stal, de moestuin, de voortuin en het terras loopt. Voordat het helofytenfilter werd aangelegd moest de sloot vanwege het dichtslibben en de stankoverlast jaarlijks worden gebaggerd.

Onderhoud helofytenfilter
Het helofytenfilter in Zuiderwoude heeft gedurende de drie jaar van het praktijkexperiment betrekkelijk weinig onderhoud gevergd op één relatief grote ingreep na die nodig was in verband met een constructiefout. Dit betrof het verwijderen van de zandlaag uit het eerste verticaal doorstromende filterbed. Deze zandlaag raakte in de zomer van '98 verstopt waarna het gehele filterbed uit dit compartiment verwijderd en deels vervangen moest worden.
Al binnen een jaar traden kleine problemen op met de dompelpomp. Door ijzerafzetting werkte de schakelarm slecht waardoor de pomp of niet wou aanslaan of niet meer wou afslaan. Door de pomp schoon te maken werd dit probleem verholpen.
Daarnaast moest een aantal keer een verstopping worden verholpen in de overlooppijp tussen het eerste verticaal doorstromende filterbed en het horizontaal doorstromende filterbed. Een nieuwigheidje van de argexkorrels. De leverancier heeft dit probleem later verholpen door een T-stuk met drainagebuis op de instroom van het horizontaal doorstromende filterbed te plaatsen.
Regelmatig onderhoud betrof het gedurende de zomermaanden maaien van het gras rondom het filter. De eerste winters zijn het riet en de lisdodden niet gemaaid. De afgestorven lisdodden in de vloeisloot verteren slecht en na twee jaar bleek het nodig om het dode plantenmateriaal te verwijderen.

Algemene indruk van de werking gedurende de eerste twee jaar
De lozingssloot hoefde in tegenstelling tot de jaren daarvoor in 1997 en 1998 niet te worden gebaggerd. Het water in de sloot was na aanleg van het filter helder en reukloos. De gunstige ontwikkeling van de kwaliteit van het slootwater heeft tot resultaat gehad dat zich enkele groepjes sterrekroos hebben ontwikkeld. De verwachting is dat in de komende jaren zich meer soorten hogere waterplanten zullen vestigen die ook in sloten in de omgeving voorkomen, zoals grof hoornblad en smalbladig fonteinkruid. In de lozingssloot kwamen bruine kikkers voor. Deze zaten ook al in de vloeisloot, het laatste traject van het helofytenfilter. In de vloeisloot wemelde het vanaf het vroege voorjaar ook van de watervlooien (vooral *Daphnia's*). Watervlooien en kikkers staan bekend als voor verontreiniging gevoelige soorten. Hun aanwezigheid is een teken dat de waterkwaliteit in de vloeisloot goed is.

De chemische analyses

Het helofytenfilter in Zuiderwoude is maandelijks op 5 plaatsen bemonsterd (zie overzichttekening). Dit is gedaan om zoveel mogelijk inzicht te krijgen in de bijdrage aan de waterzuivering van de verschillende onderdelen van het systeem. Bij de bespreking van de resultaten in deze rapportage wordt echter alleen de totale zuiverende werking tussen inlaat (influent) en uitstroom (effluent) besproken. De analyses zijn uitgevoerd in het STER-laboratorium van Uitwaterende Sluizen in Edam. Het aantal besproken analyses is beperkt tot Biologisch Zuurstof Verbruik (BZV), Chemisch Zuurstof Verbruik (CZV), totaal stikstof en totaal fosfor. Een compleet overzicht van alle meetresultaten is te vinden in bijlage 1.

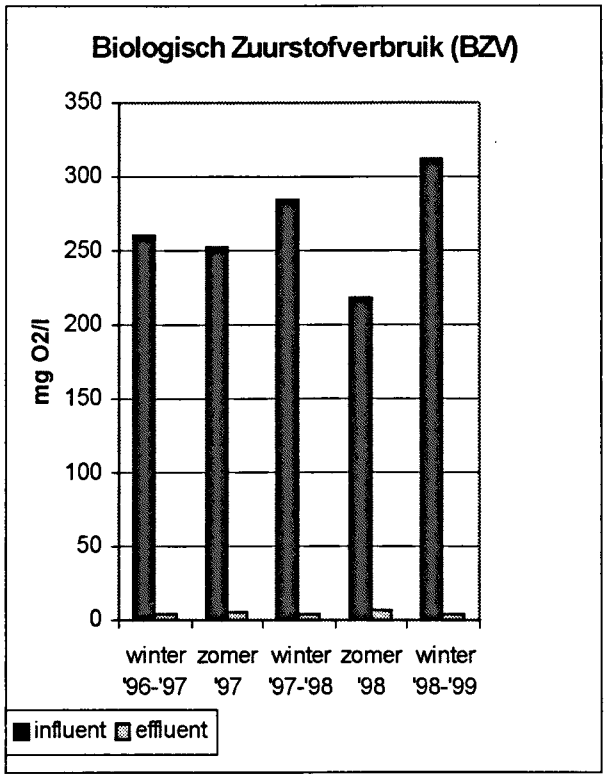
De analysegegevens zijn gemiddeld per zomerhalfjaar (april – september) en winterhalfjaar (oktober – maart) zodat eventuele seizoensinvloeden zichtbaar worden. Uit de onderstaande tabel 5.1 en de grafieken op de volgende pagina blijkt dat de zuivering gedurende de eerste tweeënhalf jaar erg goed was. Opvallend is de lichte terugloop van het zuiveringsrendement voor met name CZV en fosfor. Uit de grafieken is af te lezen dat dit gepaard gaat met een toenemende CZV belasting van het filter terwijl de fosfor- en stikstofbelasting juist af neemt. Dit zijn waarschijnlijk gevolgen van het dichtslibben van de voorzuivering en het eerste filterbed.
Na het leegpompen van de bezinkputten zal het oorspronkelijk zuiveringsrendement waarschijnlijk weer snel worden bereikt.

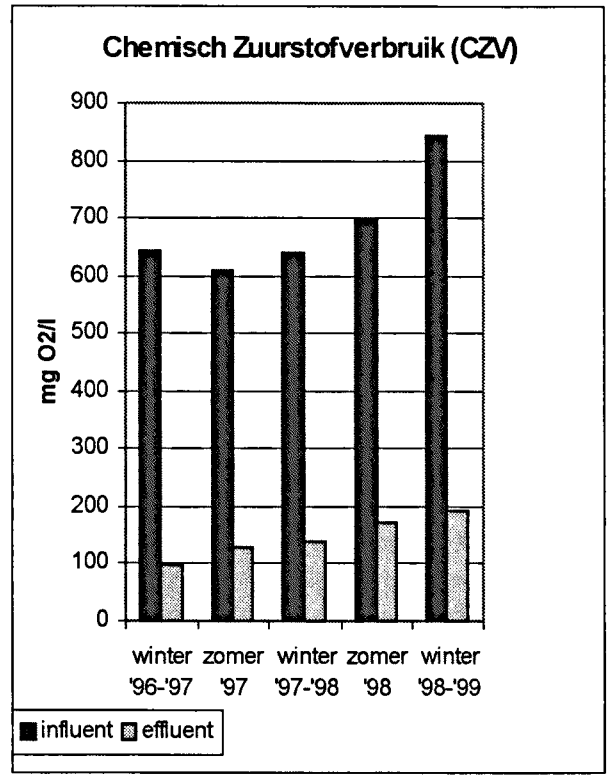
Tabel 5.1: Zuiveringsrendement helofytenfilter Zuiderwoude gemiddeld per zomer- (april-september) en winterhalfjaar (oktober – maart).

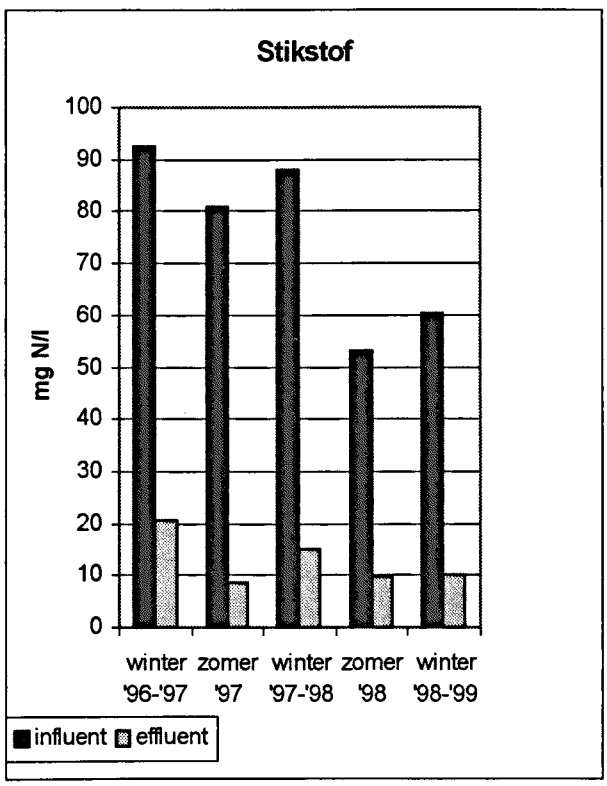
Zuiveringsrendement	BZV	CZV	Stikstof	Fosfor
winter '96 - '97	98%	85%	78%	98%
zomer ' 97	98%	79%	90%	98%
winter '97 - '98	98%	78%	83%	97%
zomer '98	97%	75%	82%	96%
winter '98 - '99	99%	77%	83%	93%

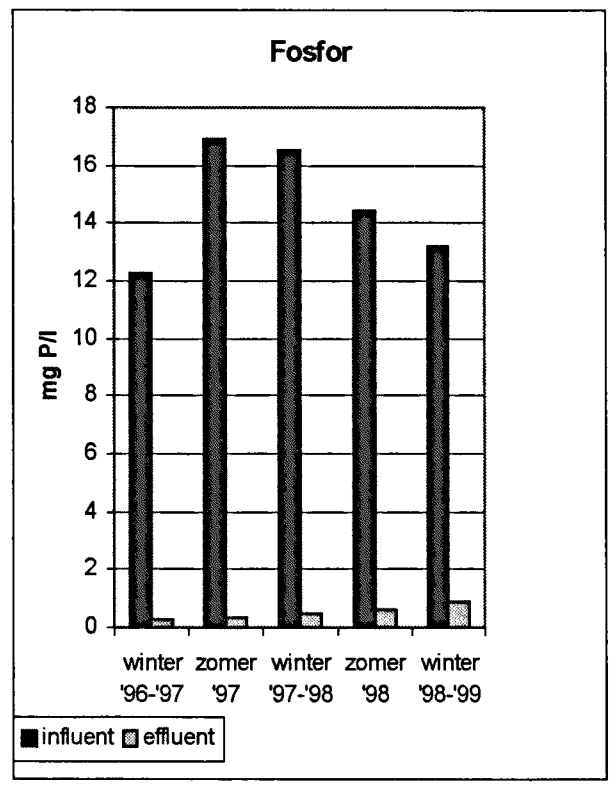
De eerste monsters van het helofytenfilter in Zuiderwoude zijn gearriveerd in het lab van USHN. Links (1) influent, tweede van rechts effluent (4) en rechts (5) water uit de lozingssloot.

Grafieken met de resultaten helofytenfilter Zuiderwoude gemiddeld per zomerhalfjaar (april – september) en winterhalfjaar (oktober – maart).









5.2 Helofytenfilter Beets

Uitgangssituatie
De sloot waarin het huishoudelijk afvalwater voorheen, deels via een septictank, werd geloosd is een inlaatsloot voor de Beetskoogpolder vanuit de Beemsterringvaart. De sloot is 1 tot 2 meter breed en loopt langs de voor- en achtertuin. In de hoek waar het afvalwater wordt geloosd vormde zich jaarlijks een hoeveelheid slib die moest worden afgevoerd. Ook zorgde de sloot voor de nodige stankoverlast.

Onderhoud helofytenfilter
Het onderhoud van dit relatief eenvoudige helofytenfilter is in de eerste twee jaar aanzienlijk geweest. Dit is veroorzaakt door een aantal fouten in de constructie die door de leverancier en eigenaar stuk voor stuk zijn verholpen. Sinds de aanleg in april 1996 zijn de volgende reparaties en onderhoudswerkzaamheden uitgevoerd:
- bestrijding luizenplaag
- vervangen riet door rietgras
- maaien en afdekken filterbed in winter
- leegzuigen septictank en opvangput
- ontkoppelen hemelwaterafvoer op septictank
- plaatsen vetvanger achter wasmachine
- vervangen rietgras door riet
- schoonspuiten eerste grindbed
- verwijdering filterbed en terugplaatsen na doorfrezen en toevoegen houtsnippers
- opnieuw beplanten met riet
- vervangen pomp

De laatste herstelwerkzaamheden aan het filter zijn uitgevoerd op 28 juli 1998.

Algemene indruk zuiverende werking eerste twee jaar
Na de aanleg van het helofytenfilter is de slibvorming in de lozingssloot afgenomen. Het water in de sloot is het hele jaar door redelijk helder geweest maar gedurende de zomer van 1997 niet geheel reukloos. De plantengroei in de sloot is beperkt gebleven tot wat kroos.

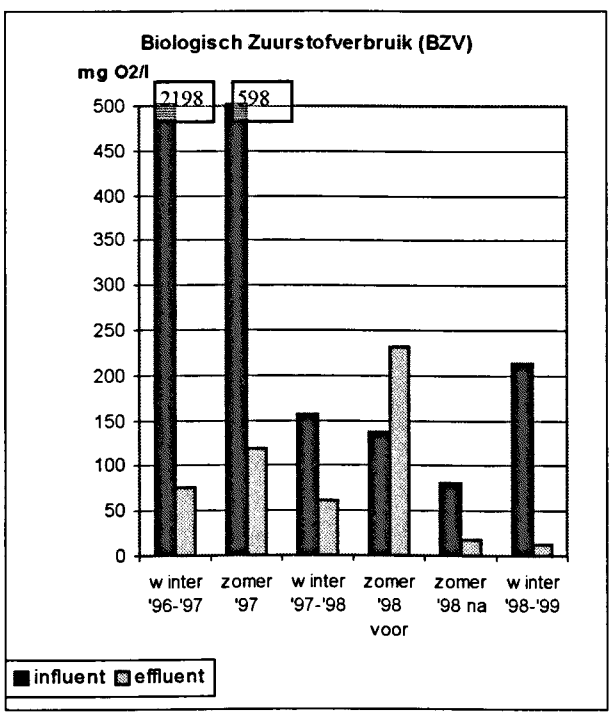
De chemische analyses
Van het helofytenfilter in Beets is net als in Zuiderwoude maandelijks het influent en effluent bemonsterd (zie overzichtstekening voor monsterpunten). Een compleet overzicht van alle meetresultaten is te vinden in bijlage 2. In de onderstaande tabel 5.2 en de grafieken staan de resultaten van BZV, CZV, totaal stikstof en totaal fosfor. Nog sterker dan bij het systeem in Zuiderwoude is bij het filter in Beets een terugloop van het zuiveringsrendement te zien. Het filterbed bleek in de zomer van '98 dan ook volledig verstopt te zijn door de veel te hoge belasting in de periode daarvoor.

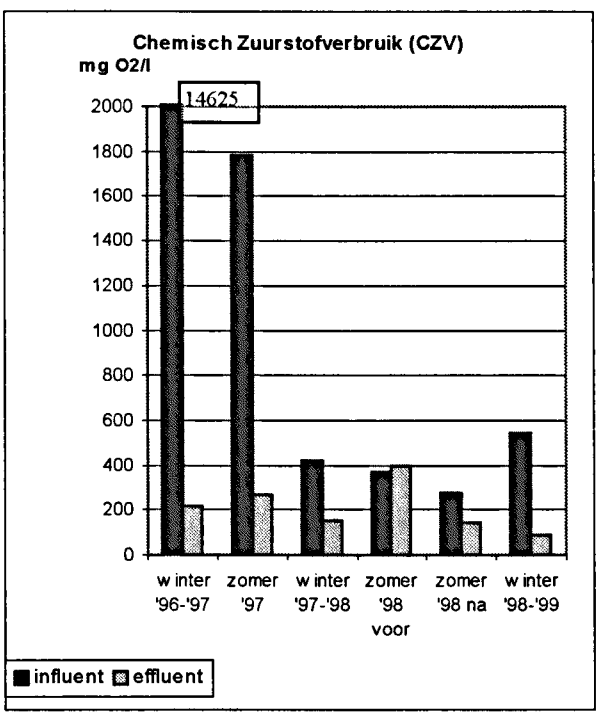
De belasting van dit systeem lag het eerste jaar ruim een factor 10 hoger dan waar het voor was ontworpen. Het probleem was de geringere voorzuivering in een slecht werkende septictank. De septictank is in de zomer van 1997 leeggezogen en losgekoppeld van de hemelwaterafvoer. In het najaar van 1997 is een vetvanger achter de wasmachineafvoer geplaatst om te voorkomen dat het filter verder dicht zou slibben. Deze ingrepen hebben direct een duidelijke daling van de belasting van het filter zelf tot gevolg gehad. Pas in de winter van '98-'99 was het effect van de herstelwerkzaamheden te merken aan de zuiveringsresultaten

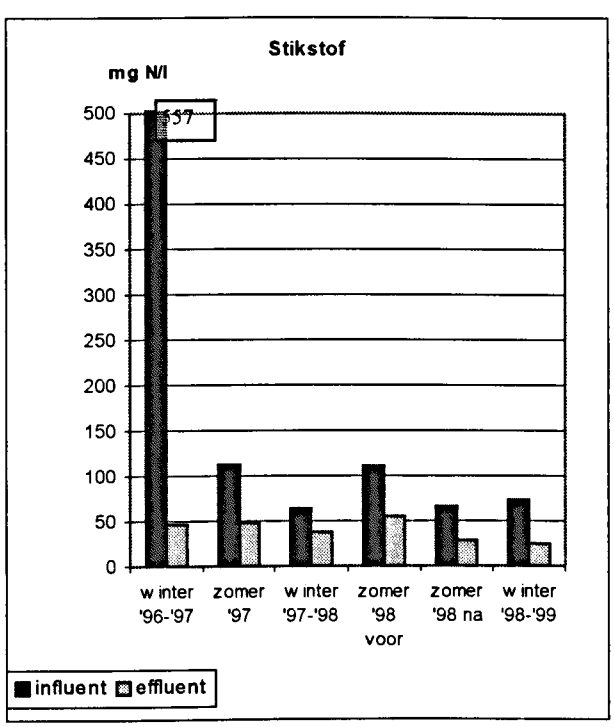
Tabel 5.2: Zuiveringsrendement helofytenfilter Beets gemiddeld per zomer- (april-september) en winterhalfjaar (oktober – maart).

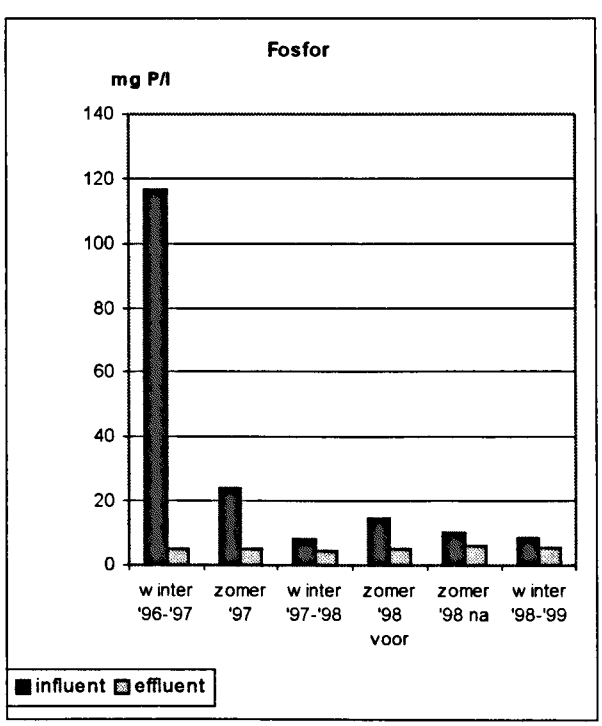
Zuiveringsrendement	BZV	CZV	Stikstof	Fosfor
winter '96 - '97	97%	99%	92%	96%
zomer '97	80%	85%	56%	80%
winter '97 - '98	60%	63%	41%	41%
zomer '98 voor herstel	-70%	-9%	50%	64%
Zomer '98 na herstel	78%	48%	56%	39%
Winter '98 – '99	94%	84%	66%	37%

Grafieken met de resultaten helofytenfilter Beets gemiddeld per zomerhalfjaar (april – september) en winterhalfjaar (oktober – maart).









5.3 Toetsing resultaten

In deze paragraaf worden de zuiveringsresultaten van de helofytenfilters uit het onderzoek vergeleken met die van andere zuiveringssystemen. Daarna worden de resultaten getoetst aan de verwachtingen en de beleidsdoelen.

Vergelijking met andere zuiveringssystemen
In vergelijking met andere zuiveringssystemen nemen de onderzochte helofytenfilters een tweede plaats in (tabel 5.3) boven riolering met overstort en rioolwaterzuivering in het gebied. Wordt voor het helofytenfilter in Beets ook de hele probleemperiode meeberekend dan neemt dit systeem nog altijd een plaats in boven de IBA-min-systemen. De helofytenfilters doen het dus beter dan de zuiveringswaarden die voor IBA's worden gehanteerd in de beleidsstukken van Provincie en US. In feite komen de rioolwaterzuiveringinstallaties (rwzi's) te gunstig uit de vergelijking. Volgens het WHPII halen de rwzi's in Noord-Holland voor stikstof een zuiveringsrendement van slechts 60-75% en voor fosfaat 50-80%. Een beduidend lagere score dan de helofytenfilters.

Tabel 5.3: Vergelijking zuiveringspercentages van zuiveringssystemen volgens provinciale nota 'ontheffingenbeleid zorgplicht riolering' en de onderzochte helofytenfilters.

	BZV	Stikstof	Fosfaat
Riolering afvoer uit gebied	99%	99%	99%
Helofytenfilter Beets (eerste jaar)	**97%**	**92%**	**96%**
Helofytenfilter Zuiderwoude	**98%**	**83%**	**96%**
Riolering (overstort/rwzi in gebied)	95%	95%	95%
IBA-plus	95%	65%	45%
Helofytenfilter Beets (gemiddeld)	**82%**	**62%**	**59%**
IBA-min	90%	35%	40%
Verbeterde septictank	32%	10%	14%

Toetsing aan beleidsdoelen
Voor de toetsing aan de beleidsdoelen van de resultaten van de door ons onderzochte helofytenfilters is uitgegaan van de emissiereductiedoelstellingen van de Provincie. Als kanttekening moet hierbij worden opgemerkt dat US de emissiereductie-doelstellingen zal hanteren op gebiedsniveau en niet per individueel lozingspunt. Daarnaast zijn de zuiveringsgegevens die Provincie en USHN hanteren voor andere IBA-systemen dan helofytenfilters vergeleken met de resultaten uit dit onderzoek. Uit vergelijking van de emissiereductiedoelstelling met de behaalde resultaten (tabel 5.4) blijkt dat de helofytenfilters redelijk tot zeer goed scoren. Dat is inclusief een groot deel van de periode dat zich problemen met de voorzuivering voordeden in Beets.

Tabel 5.4: Toetsing resultaten helofytenfilters in Zuiderwoude en Beets aan de emissiereductiedoelstellingen voor kwetsbare gebieden volgens de provinciale normen. Beoordeling: ++ = norm ruim gehaald; + = norm gehaald; - = norm niet gehaald.

	Reductie-doelstelling	Zuiderwoude Resultaat	Beoordeling	Beets Resultaat*	Beoordeling
BZV	80%	98%	++	82% (97%)	+ (++)
Fosfaat	80%	96%	++	59% (96%)	- (++)
Stikstof	80%	83%	+	62% (92%)	- (++)
Koper	80%	g.m.		g.m.	

*Gemiddelde resultaat zonder 'zomer '98 voor herstel' en tussen haakjes resultaat in eerste winter voordat problemen met verstopping filterbed zich voordeden.

Toetsing aan eigen verwachtingen

Het SVW is dit project gestart met als doel te onderzoeken of helofytenfilters kunnen worden gebruikt om de problemen met sloten rond boerenerven op te lossen. Als toetsbare doelstelling is geformuleerd dat het slootwater helder en reukloos moet zijn en dat het slootleven tenminste hogere waterplanten, watervlooien en kikkers moet omvatten. Daarbij was tevens een belangrijke verwachting dat helofytenfilters goedkope en weinig onderhoud vragende zuiveringssystemen zijn.

Na ruim één jaar voldoet de lozingssloot bij het systeem in Zuiderwoude aan de meeste zuiveringscriteria. Het water is helder, reukloos er groeien enkele hogere waterplanten en er zwemmen watervlooien en kikkers. De resultaten in Beets zijn nog niet zo goed. Hoewel het water redelijk helder is, was het een deel van het jaar niet reukloos. Er zijn naast kroos geen hogere waterplanten, watervlooien of kikkers waargenomen. De verwachting is dat na de herstelwerkzaamheden de werking van het systeem in 1999 weer op het niveau van het eerste jaar komt. Dit zou ruim voldoende moeten zijn om ook hier een schone en levende sloot langs het erf krijgen.

Wat is tegengevallen is de hoeveelheid onderhoud en met name herstelwerk die nodig is geweest. Maar de daarbij opgedane kennis kan bij toekomstige aanleg van helofytenfilters een hoop werk en ellende besparen.

Detail van de vloeisloot in Zuiderwoude. Kraakhelder.

6. Conclusies en aanbevelingen

6.2 Conclusies

Van beide helofytenfilters kan op basis van het zuiveringsrendement worden geconcludeerd dat ze redelijk tot zeer goed werken, zowel in de zomer als in de winter. Bij het systeem in Zuiderwoude wordt deze conclusie ook onderstreept door de heldere, schone en biologisch gezonde vloeisloot die als laatste trap van het filter werkt. In Beets valt het resultaat in de lozingssloot nog wat tegen. Bij dit systeem is een duidelijke fout gemaakt met de voorzuivering. Deze fout is inmiddels verholpen en heeft het belang van een goede voorzuivering pijnlijk duidelijk gemaakt. Bezuinigen op de capaciteit van de voorzuivering en een daardoor te grote belasting van het helofytenfilter heeft tot gevolg dat de gebruiksduur van het filterbed drastisch wordt verkort.

Het lijkt zeer goed mogelijk in het totale buitengebied van Waterland helofytenfilters in te zetten om de emissiereductiedoelstellingen uit het Provinciale beleid te halen. Onderzoek van het Waterschap Friesland (helofytenfilters in de Friese melkveehouderij) had ook als uitkomst dat helofytenfilters goed bruikbaar zijn als zuivering van melkspoelwater en huishoudelijk afvalwater.
De helofytenfilters uit dit praktijkexperiment blijken ook beter te presteren dan de huidige rwzi's. Het is te beargumenteren dat aansluiting op de riolering strijdig is met de beginselen van goed milieubeleid: Zuivering bij de bron en gebruik van de best beschikbare technieken (zie ook het rapport Liever geen riolering: de juridische mogelijkheden van individuele afvalwaterzuivering). Daarbij komt nog dat rwzi's grote hoeveelheden slib als afval produceren. Het slib dat ongeveer elke twee jaar uit de voorzuivering van de helofytenfilter moet worden verwijderd kan op agrarische bedrijven makkelijk en zonder problemen over het land worden verspreid.

Helofytenfilters passen uitstekend in het landschapsbeeld van Waterland. Mits voorzien van goede een voorzuivering levert een helofytenfilter het jaar rond een constant en zeer hoog zuiveringsrendement. Dit resulteert uiteindelijk in heldere, reukloze en levende sloten rondom het boerenerf. En daar gaat het uiteindelijk om.

6.1 Aanbevelingen

Helofytenfilters en andere IBA-systemen zijn een goed alternatief voor de aanleg van riolering in het buitengebied. Wanneer het voor de gemeenten te duur wordt om in het buitengebied riolering aan te leggen kunnen zij hier in overleg met USHN tot een alternatieve aanpak van afvalwaterbehandeling komen. De Provincie moet dan ontheffing verlenen van de rioleringsplicht. Deze ontheffing wordt alleen verleend indien USHN akkoord gaat met de alternatieve aanpak. In 2005 moet de aanpak lozingen van het afvalwater in het buitengebied zijn afgerond.
De provincie heeft emissiereductiedoelstellingen geformuleerd voor 'niet kwetsbare', 'kwetsbare' en 'zeer kwetsbare gebieden'. Hieraan gekoppeld en afhankelijk van de grondsoort zijn kosten-omslagpunten bepaalt voor de aanleg van riolering of een IBA-systeem . Deze richtlijnen geven een bruikbaar handvat aan USHN en gemeenten voor de door hen op te stellen plannen in het buitengebied. Deze plannen worden

opgesteld in het zogenaamde 'maatwerkoverleg'. De vraag is of de plannen met de huidige uitgangspunten wel optimaal zullen uitpakken voor de waterkwaliteit en de bewoners en gebruikers van het buitengebied.
Bij aansluiting op de riolering worden agrarische bedrijven en particulieren in het buitengebied nu door gemeenten soms hoge aansluitkosten berekend. Variërend van f 10.000,- tot enkele veelvouden daarvan, afhankelijk van de situatie van de bestaande (pers)riolering. Vervolgens worden jaarlijks riool- en zuiveringsheffing in rekening gebracht. In veel gevallen zullen particulieren of bedrijven goedkoper uit zijn met een IBA-systeem terwijl de mogelijkheid hiertoe in het huidige beleid niet aanwezig zijn of nog niet voldoende door gemeenten en USHN worden benut.
Gezien de resultaten die bij dit proefproject met helofytenfilters zijn behaald zijn deze zuiveringssystemen een prima alternatief voor aansluiting op de riolering. En ook aanleg en beheer door particulieren, iets wat in de beleidsplannen van US nu niet voorkomt, is goed controleerbaar en reguleerbaar middels de door KIWA opgestelde certificeringsprocedure voor IBA-systemen en de Handleiding helofytenfilters van VROM en KIWA.
Het Samenwerkingsverband Waterland pleit dan ook voor een redelijke kans voor het gebruik van IBA-systemen door particulieren waarbij helofytenfilters een goede keuze zijn gezien de resultaten ten opzicht van andere IBA-systemen en rwzi's. Daarbij zouden de volgende aandachtspunten moeten worden meegenomen in de maatwerkplannen van USHN en gemeenten:

- Houd in planvorming rekening met de kosten die particulieren moeten maken. Zowel de aansluitingkosten op riool versus kosten voor een IBA als toekomstige heffingen. Bij investering in een eigen IBA-systeem zou geen zuiveringsheffing moeten worden berekend.
- Houd controle op kwaliteit en bied ruimte aan nieuwe IBA-systemen. Het systeem van richtlijnen en certificering van VROM en KIWA is hiervoor geschikt en geeft ook ruimte voor aanleg en beheer door paricularieren.
- Zorg voor een ondersteunende instantie die particulieren en bedrijven kan helpen bij calamiteiten (IBA-wacht). Wellicht kan als een zuiveringsheffing door wettelijke gronden niet volledig op nul kan worden gesteld, deze worden benut als abonnementskosten op de IBA-wacht.

Lijst van geraadpleegde publicaties.

Constucted Wetlands for Water Quality Improvement.
Gerald A. Moshiri, Ph.D. Lewis Publishers 1993.

Cursushandleiding Individuele Behandeling Afvalwater 1999.
Van Hall Instituut, 1999.

Handleiding Helofytenfilters voor IBA-systemen.
VROM/Kiwa, 1998.

Handleiding voor de uitwerking ontheffingenbeleid zorgplicht riolering.
Hoogheemraadschap van Uitwaterende Sluizen in Hollands Noorderkwartier, 1998.

Helofytenfilters in de Friese melkveehouderij. Rapportage onderzoeksresultaten 95-97.
Wetterskip Fryslân, afdeling watersystemen. November 1998, Leeuwarden.

Individuele Behandeling Afvalwater. Handboek 1999.
Van Hall Business Center.

Individuele behandeling van afvalwater bij verspreide bebouwing (IBA). Onderzoek fase 4B: IBA-richtlijn.
Ministerie VROM, november 1991.

Liever geen riolering: de juridische mogelijkheden van individuele afvalwaterzuivering.
Leonie Können, 1998. Utrechtse Wetenschapswinkels, voor maatschappijgericht onderzoek.

Ontheffingenbeleid zorgplicht rioleringen.
Provincie Noord-Holland, juli 1996.

Stilstaan bij stromen. Waterhuishoudingsplan provincie Noord-Holland 1998-2002.
Provincie Noord-Holland, januari 1998.

Bijlagen

Bijlage 1: Analyse gegevens helofytenfilter Zuiderwoude

Puntcode = monsterpunt
w98ww005 1 (influent)
w98ww006 2 (na eerste verticale veld)
w98ww007 3 (na horizontaal veld)
w98ww008 4 (na twee verticale veld)
w98ww009 5 (effluent)
PH = Zuurgraad
BZV = Biologisch Zuurstofverbruik in mg O2/l
CZV = Chemisch Zuurstofverbruik in mg O2/l
Kj-N = Kjeldahl-stikstof in mg N/l
NH4 = Ammonium-stikstof in mg N/l
NO2 = Nitriet-stikstof in mg N/l
NO3 = Nitraat-stikstof in mg N/l
P-tot = Totaal fosfor in mg P/l
Cl= Chloride in mg Cl/l
SO4 = sulfaat in mg SO4/l
Susp. = onopgeloste bestanddelen in mg/l
E. Coli = aantal bacteriën /ml (membraanfiltratie 44C)

Puntkode	Monsterdatum	Monstertijd	Analysedatum	PH	BZV	CZV	Kj_N	NH4	NO2	NO3	P-tot	Cl	SO4	Susp.	E_coli
w96ww005	30-08-96	10:00:00	24-09-96	6,9	18	212	18	13	0,07	0,07	3,1	250	220	30	
w96ww005	18-10-96	10:20:00	08-11-96	7,6	220	743	98	77	0,02	0,14	17	340	250	220	
w96ww005	21-11-96	10:25:00	16-12-96	7,1	330	719	84	65	0,17	0,01	15	405	140	120	
w96ww005	23-12-96	9:50:00	14-01-97	7,2	275	773	47	32	0,2	0,01	11	295	340	190	
w96ww005	24-01-97	10:00:00	27-02-97	7,1	400	791	118	89	0,75	0,01	14	240	140	330	
w96ww005	21-02-97	10:25:00	26-03-97	7,1	190	490	49	25	0,2	2,5	9	220	240	79	
w96ww005	25-03-97	10:30:00	18-04-97	7,2	150	335	154	47	0,18	0,01	7,6	235	350	71	
gemiddelde influent oktober '96 - maart '97				**7,2**	**261**	**642**	**91,7**	**55,8**	**0,25**	**0,45**	**12,3**	**289**	**243**	**168**	
w96ww005	25-04-97	9:25:00	03-06-97	7,3	180	472	81	62,5	0,12	0,01	13	280	170	250	
w96ww005	30-05-97	9:50:00	16-06-97	7	470	757	95	67,5	0,22	0,01	22	280	58	180	
w96ww005	25-06-97	14:40:00	16-07-97	7,4	275	802	109	88,5	0,32	0,01	20	230	78	91	
w96ww005	28-07-97	11:00:00	02-09-97	7,3	205	540	83	67	0,16	0,01	15	240	77	110	
w96ww005	29-08-97	10:00:00	16-10-97	7,3	74	381	20	11	0,04	0,05	5,4	290	180	130	
w96ww005	26-09-97	9:00:00	16-10-97	7,2	310	704	96	74	0,2	0,01	26	275	76	200	
gemiddelde influent april '97 - september '97				**7,2**	**252**	**609**	**80,7**	**61,8**	**0,18**	**0,02**	**16,9**	**266**	**107**	**160**	
w96ww005	30-10-97	10:25:00	21-11-97	7	350	721	122	95,5	0,2	0,01	21	305	93	200	
w96ww005	27-11-97			7,2	310	544	78	60	0,4	1,7	17	220	85	180	
w96ww005	6-01-98	10:50	26-01-98	7,4	71	256	48	33,1	0,61	2,1	10	185	130	60	
w96ww005	26-01-98	10:30	26-02-98	7	275	825	82	66	0,66	0,03	18	290	82	290	
w96ww005	19 2 98	13:40	17/03/98	7,6	310	609	70	52,5	0,16	0,12	10	230	130	150	
w96ww005	19/3/98	8:35	4-10-98	7,4	390	875	121	96	0,33	0,07	23	250	120	220	
gemiddelde influent oktober '97 - maart '98				**7,3**	**284**	**638**	**86,8**	**67,2**	**0,39**	**0,67**	**16,5**	**247**	**107**	**183**	
w96ww005	21-04-98	10:00	14-05-98	7,3	175	473	60	44,8	0,15	0,01	13	140	82	140	
w96ww005	28-05-98	10:00	29-06-98	7,2	165	997	91	56	0,2	0,07	20	140	74	820	
w96ww005	23-06-98	10:50	7-09-98	7,4	225	600	61	43,6	0,28	0,18	13	205	140	139	
w96ww005	23-07-98	10:00	13-08-98	7,5	195	782	90	60,5	0,22	8	16	200	81	260	
w96ww005	20-08-98	8:40	14-09-98	7,5	140	414	49	40,7	0,45	0,08	9,1	170	160	170	
w96ww005	25-09-98	11:00	15-10-98	6,9	410	917	93	64	0,25	0,06	15	220	280	110	

gemiddelde influent zomer '98				**7,3**	**218**	**697**	**74**	**51,6**	**0,26**	**1,4**	**14,4**	**179**	**136**	**273**
w96ww005	21-10-98	9:50	11-11-98	7,2	245	572	42	34,3	0,16	2	6,5	170	100	110
w96ww005	23-11-98	8:45	16-12-98	7	170	867	72	47,5	0,22	0,02	19	210	100	210
w96ww005	22-12-98	14:00	11-01-99	6,9	520	1090	64	47,4	0,35	0,01	14	170	150	300
gemiddelde influent winter '98-'99				**7,0**	**311**	**843**	**59,3**	**43,1**	**0,24**	**0,68**	**13,2**	**183**	**117**	**207**
w96ww006	30-08-96 10:05:00		24-09-96	6,7	10	108	12	10	1,8	2,4	1,4	240	420	39
w96ww006	18-10-96 10:25:00		08-11-96	7,5	7,5	1010	70	46	0,03	0,02	3,8	270	190	32
w96ww006	21-11-96 10:30:00		16-12-96	6,7	5,5	104	47	47	0,13	0,01	1,9	455	1200	98
w96ww006	23-12-96 10:00:00		14-01-97	7	100	619	36	24	0,07	0,01	3,3	200	450	580
w96ww006	24-01-97 10:05:00		27-02-97	7,1	135	496	76	62	0,07	0,01	4,4	300	110	180
w96ww006	21-02-97 10:30:00		26-03-97	7,4	38	166	26	20	0,05	0,03	2,9	205	150	67
w96ww006	25-03-97 10:35:00		18-04-97	7,2	100	246	60	51	0,04	0,01	4,1	310	45	92
w96ww006	25-04-97 9:30:00		03-06-97	7,3	31	352	79	56,5	0,07	0,01	5,7	265	71	830
w96ww006	30-05-97 10:00:00		16-06-97	7,1	35	184	43	35,4	0,04	0,02	6,1	235	20	260
w96ww006	25-06-97 14:45:00		16-07-97	7,4	150	564	48	34	0,12	0,07	11	200	28	670
w96ww006	28-07-97 11:02:00		02-09-97	7,1	8,9	157	47	34,9	0,02	0,04	6,2	190	79	180
w96ww006	29-08-97 10:00:00		16-10-97	7,2	19	215	25	21	0,02	0,01	8	275	130	130
w96ww006	26-09-97 9:10:00		16-10-97	7,4	43	222	23	17	0,04	1,7	8,8	240	99	120
w96ww006	30-10-97 10:30:00		21-11-97	7,2	6,5	110	33	26,1	0,03	0,02	8,8	255	68	39
w96ww006	27-11-97			7,4	130	405	58	42,7	0,32	0,96	15	245	47	190
w96ww006	06-01-98	10:55	26-01-98	7,4	75	294	48	33,6	0,18	0,44	11	185	70	150
w96ww006	26-01-98	10:35	26-02-98	7,3	55	247	38	35,4	0,14	0,14	10	220	48	92
w96ww006	19-02-98			7,4	160	578	56	43,2	0,11	0,02	11	270	79	81
w96ww006	19-03-98			7,4	88	336	66	52,5	0,12	0,1	13	220	92	140
w96ww006	21-04-98			7,3	390	1440	87	35,6	0,19	0,01	18	145	73	960
w96ww006	28-05-98			7,2	27	314	66	55,5	0,12	0,45	10	230	66	190
w96ww006	23-06-98			6,9	15	164	53	48	0,06	0,22	7,6	165	290	50
w96ww006	23-07-98			7	8,9	171	38	31,6	0,04	0,01	8,4	160	82	16
w96ww006	20-08-98			7,3	14	122	40	39,9	0,01	0,02	4	205	240	57
w96ww006	25-09-98	11:00	15-10-98	6,6	6,8	130	44	40,4	0,1	0,28	2,8	135	650	210
w96ww006	21-10-98	10:00	11-11-98	5,8	8,9	65	63	59	0,07	3	0,3	135	1800	84
w96ww006	23-11-98	8:55	16-12-98	6,9	130	432	48	36,9	0,06	14	2,8	180	320	110
w96ww006	22-12-98	14:05	11-01-99	7,1	60	227	33	31,7	0,1	0,01	3	135	120	29
gemiddelde				7,2	66	350	48,7	37,7	0,16	0,28	7,49	233	192	218
w96ww007	30-08-96 10:10:00		24-09-96	6,9	3	75	13	13	0,03	0,05	0,79	215	450	31
w96ww007	18-10-96 10:30:00		08-11-96	7,7	3	60	25	26	0,01	0,47	0,49	210	550	23
w96ww007	21-11-96 10:35:00		16-12-96	6,9	3	75	28	28	0,09	11	0,97	200	860	84
w96ww007	23-12-96 10:10:00		14-01-97	7,1	5,2	85	22	21	0,03	0,92	0,54	170	430	54
w96ww007	24-01-97 10:10:00		27-02-97	7,3	38	154	43	39	0,05	1,1	1	300	160	87
w96ww007	21-02-97 10:35:00		26-03-97	7,4	4,7	93	21	19	0,02	1,4	0,77	200	270	31
w96ww007	25-03-97 10:40:00		18-04-97	7,3	34	132	44	38	0,04	0,01	0,97	325	79	43
w96ww007	25-04-97 9:35:00		03-06-97	7,6	5,1	95	53	48	0,01	0,26	1,9	270	54	18
w96ww007	30-05-97 10:10:00		16-06-97	7,5	12	94	50	42,3	0,05	0,37	1,6	250	39	44
w96ww007	25-06-97 14:50:00		16-07-97	7,5	4,2	79	35	36	0,06	0,18	2,5	235	79	36
w96ww007	28-07-97 11:04:00		02-09-97	7,2	5,3	122	26	24,3	0,02	0,23	2,7	215	220	47
w96ww007	29-08-97 10:00:00		16-10-97	7,2	3	106	19	15,3	0,01	0,48	2,7	230	280	25
w96ww007	26-09-97 9:20:00		16-10-97	7,1	3,1	179	13	7,5	0,02	0,11	3,1	265	190	44
w96ww007	30-10-97 10:35:00		21-11-97	6,9	3	116	16	13	0,02	0,26	2	220	210	44
w96ww007	27-11-97			7,3	3	105	23	19	0,01	0,16	3,8	245	170	50
w96ww007	06-01-98	11:00	26-01-98	7,3	4	91	20	18	0,04	6,2	2,7	140	130	5

w96ww007	26-01-98	10:40	26-02-98	7,4	3,2	93	31	28,7	0,08	0,6	3,6	160	83	15	
w96ww007	19-02-98			7,5	18	117	42	39,9	0,05	0,45	5,6	255	27	22	
w96ww007	19-03-98			7,6	4,8	102	32	28,4	0,05	0,45	4,1	170	140	62	
w96ww007	21-04-98			7,5	4,9	102	39	38,1	0,02	0,39	3,6	130	79	34	
w96ww007	28-05-98			7,3	7,8	132	32	26,4	0,2	5,9	2,2	210	65	98	
w96ww007	23-06-98			7,3	4	138	26	23,8	0,04	0,38	3,9	155	150	31	
w96ww007	23-07-98			7,2	3	141	22	18	0,01	0,16	3,8	160	120	36	
w96ww007	20-08-98			7,5	3,6	139	25	21	0,01	0,25	3	205	250	28	
w96ww007	25-06-98	11:10	15-10-98	6,7	3,6	100	4,2	2,3	0,06	1	0,83	110	310	140	
w96ww007	21-10-98	10:10	11-11-98	6,4	3	90	5	3,9	0,16	2	1,6	160	510	150	
w96ww007	23-11-98	9:00	16-12-98	6,5	3,6	140	31	29,1	0,01	0,13	1,5	145	650	46	
w96ww007	22-12-98	14:10	11-01-99	6,5	3	203	25	19	0,02	0,18	0,75	135	250	48	
gemiddelde				7,3	7,6	109	29,2	26,3	0,04	1,32	2,43	214	212	41	
w96ww008	30-08-96 10:15:00		24-09-96	12,1	3	38	7,7	6,2	1	5	0,09	230	500	30	
w96ww008	18-10-96 10:35:00		08-11-96	11,3	3	33	1,9	1	1,5	22	0,11	310	430	210	
w96ww008	21-11-96 10:40:00		16-12-96	9,3	3	63	5,3	2,8	0,94	110	0,1	1620	780	81	
w96ww008	23-12-96 10:20:00		14-01-97	10	3	48	21	19	0,64	6,8	0,07	180	530	6	
w96ww008	24-01-97 10:15:00		27-02-97	8	3,7	62	8,2	7,7	1	9,1	0,07	205	230	26	
w96ww008	21-02-97 10:40:00		26-03-97	8,3	3	101	14	13	0,27	8,5	0,21	195	460	22	
w96ww008	25-03-97 10:45:00		18-04-97	9,3	3	58	5	3,4	0,96	17	0,11	265	260	5	
w96ww008	25-04-97 9:40:00		03-06-97	10,3	3	52	2	0,62	1,5	46	0,06	300	190	10	
w96ww008	30-05-97 10:20:00		16-06-97	8,5	6,8	82	6,2	3,9	7,4	22	0,12	245	200	25	
w96ww008	25-06-97 14:55:00		16-07-97	7,9	3	103	4,2	0,77	1,2	6,8	0,17	375	180	7	
w96ww008	28-07-97 11:06:00		02-09-97	8,7	3	64	2,7	0,24	1	15	0,07	225	230	5	
w96ww008	29-08-97 10:00:00		16-10-97	9,1	3	62	2,9	0,67	1,1	13	0,09	235	290	9	
w96ww008	26-09-97 9:40:00		16-10-97	9,6	3	82	3,1	0,2	0,3	5,5	0,23	285	220	19	
w96ww008	30-10-97 10:40:00		21-11-97	9,3	3	59	2,4	0,16	0,25	12	0,12	210	250	8	
w96ww008	27-11-97			9,8	3,7	68	2,5	0,021	0,14	17	0,023	255	220	13	
w96ww008	06-01-98		26-01-98	8,1	4,1	79	3,8	1,8	0,71	24	0,53	145	150	8	
w96ww008	26-01-98	10:45	26-02-98	8,6	11	87	0,9	0,64	0,57	27	0,33	170	130	72	
w96ww008	19-02-98			8,7	3	72	2,3	0,29	0,21	17	0,35	240	96	21	
w96ww008	19-03-98			7,4	6,8	82	2,9	0,97	0,23	27	0,46	140	220	20	
w96ww008	21-04-98			7	6,6	115	3,8	1,4	0,43	19	0,48	140	170	38	
w96ww008	28-05-98			7,6	15	161	22	16	1,1	13	1,6	180	52	63	
w96ww008	23-06-98			7,4	14	112	9,5	4,1	1,2	12	0,68	125	180	16	
w96ww008	23-07-98			7,3	4,9	132	8,5	4	0,69	3,9	0,82	150	130	16	
w96ww008	20-08-98			7,5	23	194	11	2,7	0,44	11	3,3	210	270	53	
w96ww008	25-09-98	11:15	15-10-98	6,8	8,6	326	12	2,2	0,1	0,55	1,1	155	310	40	
w96ww008	21-10-98	10:20	11-11-98	6,3	7,6	342	12	2,2	0,07	0,88	1,1	160	220	58	
w96ww008	23-11-98	9:10	16-12-98	7,2	3,7	80	4,3	1,9	0,34	55	0,4	130	770	9	
w96ww008	22-12-98	14:15	11-01-99	7,4	3	67	2,5	0,95	0,01	28	0,15	115	340	2	
gemiddelde				8,8	5,8	83,7	6,41	3,82	1,03	19,6	0,43	276	265	33	
w96ww009	30-08-96 10:20:00		24-09-96	7,6	3,3	116	6,3	2,9	0,03	0,09	0,52	305	250	9	90
w96ww009	18-10-96 10:40:00		08-11-96	7,6	3	101	10	5,7	0,52	4,2	0,23	280	550	34	0,2
w96ww009	21-11-96 10:45:00		16-12-96	7,8	3	90	8,5	6,7	0,45	15	0,18	220	780	59	2,2
w96ww009	23-12-96 10:30:00		14-01-97	7,4	7	111	17	14	0,12	2,5	0,43	195	620	53	11
w96ww009	24-01-97 10:20:00		27-02-97	7,2	3	82	7,2	6,7	0,25	15	0,05	215	230	15	0,2
w96ww009	21-02-97 10:45:00		26-03-97	7,1	3,7	130	11	8,6	0,1	9,6	0,29	175	610	39	0,2
w96ww009	25-03-97 10:50:00		18-04-97	8,1	3,8	78	5,3	1,9	0,71	16	0,26	245	390	6	0
gemiddelde effluent oktober 96' - maart '97				**7,5**	**3,9**	**98,7**	**9,8**	**7,3**	**0,36**	**10,4**	**0,24**	**222**	**530**	**34**	**2,3**

w96ww009	25-04-97 9:45:00		03-06-97	8,2	3	90	3,3	0,13	0,32	21	0,06	335	360	10	0
w96ww009	30-05-97 10:30:00		16-06-97	7,6	4,2	112	5,1	0,94	0,13	0,21	0,17	250	240	5	0
w96ww009	25-06-97 15:00:00		16-07-97	7,5	3	111	3,4	0,29	0,07	0,1	0,2	450	190	5	0,2
w96ww009	28-07-97 11:08:00		02-09-97	7,5	14	160	4,4	0,43	0,01	0,04	0,81	345	88	16	0,4
w96ww009	29-08-97 10:00:00		16-10-97	7,8	3	90	4,5	0,43	0,28	3,7	0,25	345	140	5	0,2
w96ww009	26-09-97 9:50:00		16-10-97	7,5	6	216		0,33	0,03	0,03	0,51	355	34	12	0,2
gemiddelde effluent april - september '97				**7,7**	**5,5**	**130**	**4,1**	**0,43**	**0,14**	**4,1**	**0,33**	**347**	**175**	**8,8**	**0,17**
w96ww009	30-10-97 10:45:00		21-11-97	7,2	3	154	7	3,1	0,12	1,9	0,29	275	350	18	2,2
w96ww009	27-11-97			7,7	11	211	8,8	2	0,06	2,5	0,52	295	370	37	0,4
w96ww009	06-01-98		26-01-98	6,2	3	122	7,7	3,4	0,05	5,9	0,59	145	490	43	9,4
w96ww009	26-01-98	10:50	26-02-98	6,6	3	143	10	7,2	0,1	4,2	0,87	215	530	0,4	40
w96ww009	19-02-98			7,3	3	98	4,5	1,5	0,08	18	0,17	240	200	6	0
w96ww009	19-03-98			7	3	106	7	3,5	0,11	12	0,27	170	330	5	0
gemiddelde effluent oktober '97 -maart '98				**7**	**4,3**	**139**	**7,5**	**3,5**	**0,09**	**7,4**	**0,45**	**223**	**378**	**18,2**	**8,67**
w96ww009	21-04-98			5,9	4,1	209	10	3,9	0,03	0,36	0,57	160	340	120	0,8
w96ww009	28-05-98			6,7	9,4	151	8,6	2,2	0,12	5,6	1	170	170	46	150
w96ww009	23-06-98			6,7	3	151	7,4	3,4	0,08	1,3	0,32	125	180	24	5,2
w96ww009	23-07-98			7	3,8	172	8,4	4,1	0,02	0,02	0,56	165	140	48	1700
w96ww009	20-08-98			7,4	14	173	6,1	1,2	0,01	0,07	0,59	180	220	53	2,8
w96ww009	25-09-98	11:20	15-10-98	7	13	310	16	6	0,01	0,2	3,4	125	220	80	3,6
gemiddelde effluent zomer '98				**6,8**	**7,9**	**194**	**9,42**	**3,47**	**0,05**	**1,26**	**1,07**	**154**	**212**	**61,8**	**310**
w96ww009	21-10-98	10:30	11-11-98	6,4	6,2	252	11	3,6	0,05	0,5	1,4	91	250	51	11
w96ww009	23-11-98	9:10	16-12-98	6,7	3	154	6,8	2,2	0,04	1,7	0,33	105	330	23	0
w96ww009	22-12-98	14:20	11-01-99	6,7	4,6	170	9,1	4,2	0,04	0,97	0,91	73	170	19	0,6
gemiddelde effluent winter '98-'99				**6,6**	**4,6**	**192**	**9,0**	**3,3**	**0,04**	**1,1**	**0,88**	**90**	**250**	**31**	**3,87**

Bijlage 2: Analyse gegevens helofytenfilter Beets

Puntcode = monsterpunt
w98ww010 1 (influent)
w98ww011 2 (effluent)
PH = Zuurgraad
BZV = Biologisch Zuurstofverbruik in mg O2/l
CZV = Chemisch Zuurstofverbruik in mg O2/l
Kj-N = Kjeldahl-stikstof in mg N/l
NH4 = Ammonium-stikstof in mg N/l
NO2 = Nitriet-stikstof in mg N/l
NO3 = Nitraat-stikstof in mg N/l
P-tot = Totaal fosfor in mg P/l
Cl= Chloride in mg Cl/l
SO4 = sulfaat in mg SO4/l
Susp. = onopgeloste bestanddelen in mg/l
E. Coli = aantal bacteriën /ml (membraanfiltratie 44C)

Puntkode	Monsterdatum	Monstertijd	Analysedatum	PH	BZV	CZV	Kj_N	NH4	NO2	NO3	P-tot	Cl	SO4	Susp.	E_coli
w96ww010	30-08-96	11:00:00	24-09-96	8	400	1480	46	17	0,19	0,05	10	235	320	890	
w96ww010	18-10-96	10:45:00	13-11-96	7	2450	29800	1200	185	0,09	0,01	291	285	78	19900	
w96ww010	21-11-96	10:50:00	16-12-96	7,2	520	4890	162	52	0,51	9,5	27	290	470	2700	
w96ww010	23-12-96	10:40:00	14-01-97	6,6	5500	20100	584	126	0,73	0,2	141	315	230	7900	
w96ww010	24-01-97	11:30:00	27-02-97	7,5	960	9710	456	171	0,44	0,01	20	280	130	17300	
w96ww010	21-02-97	10:50:00	14-03-97	6,8	3650	23000	819	145	0,13	0,14	208	225	34	20600	
w96ww010	25-03-97	8:45:00	18-04-97	7,4	105	251	108	94	0,13	0,01	12	215	110	71	
gemiddelde winter '96 - '97					**2198**	**14625**	**555**	**129**	**0,34**	**1,7**	**1175**				
w96ww010	25-04-97	9:50	26-05-97	7,2	860	4830	175	31,1	0,78	0,01	79	180	210	2800	
w96ww010	30-05-97	10:40	16-06-97	9,2	220	425	16	3,8	0,88	1,3	3,6	185	300		
w96ww010	25-06-97	15:05	07-07-97	6	1450	3160	181	65,5	0,65	0,01	23	210	77	1200	
w96ww010	28-07-97	12:00	02-09-97	7,2	310	645	128	109	0,15	0,02	20	200	49	78	
w96ww010	29-08-97	10:00	15-09-97	7,3	430	919	78	74	0,06	0,02	9,6	170	69	53	
w96ww010	26-09-97	10:00	27-10-97	7,4	320	714	89	80,5	0,06	0,01	10	225	110	34	
gemiddelde zomer '97					**598**	**1782**	**111**	**61**	**0,43**	**0,23**	**24**				
w96ww010	30-10-97	10:50	21-11-97	7,7	150	307	47	35,8	0,05	0,32	4	200	120	28	
w96ww010	27-11-97			7,8	59	110	22	21,9	0,07	0,68	3,2	54	56	36	
w96ww010	06-01-98		26-01-98	7,8	115	408	34	27,1	0,58	0,23	5,9	155	250	500	
w96ww010	26-01-98	9:00	12-02-98	7,5	140	346	143	142	0,14	0,09	16	225	95	50	
w96ww010	19-02-98	10:15	23-03-98	7,6	x	677	38	28	0,11	0,01	8	175	200	320	
w96ww010	19-03-98	11:15	10-04-98	7,4	320	684	94	81,5	0,14	0,04	11	19	190	290	
gemiddelde winter '97 - '98					**157**	**422**	**63**	**56**	**0,18**	**0,23**	**8,0**				
w96ww010	21-04-98	10:00	14-05-98	7,4	205	501	131	119	0,11	0,01	17	180	150	72	
w96ww010	28-05-98	10:25	24-06-98	7,3	33	119	25	20	0,08	0,14	2,8	80	30	66	
w96ww010	23-06-98	9:50	09-07-98	7,5	260	613	71	57,5	0,16	0,19	8,3	150	160	44	
w96ww010	23-07-98	10:00	13-08-98	7,4	60	257	160	137	0,1	0,01	21	195	100	58	
w96ww010	20-08-98			7,6	125	342	170	163	0,02	0,01	24	190	130	19	
gemiddelde zomer '98 voor herstel				**7,4**	**137**	**366**	**111**	**99**	**0,09**	**0,07**	**15**	**159**	**114**	**51,8**	
w96ww010	25-09-98	10:00	15-10-98	7,6	81	274	66	63,5	0,08	0,17	10	170	130	48	
gemiddelde zomer '98 na herstel				**7,6**	**81**	**274**	**66**	**64**	**0,08**	**0,17**	**10**	**170**	**130**	**48**	

w96ww010	21-10-98	10:40	18-11-98	7,1	89	292	39	38,5	0,04	0,09	7,9	150	350	76	
w96ww010	23-11-98	10:30	11-12-98	7,5	145	402	81	79	0,08	0,08	8,9	145	20	7	
w96ww010	22-12-98	12:05	14-01-99	7,5	410	940	100	99	0,14	0,01	8,7	150	110	50	
gemiddelde winter '98-'99				**7,4**	**215**	**544**	**73**	**72**	**0,09**	**0,06**	**8,5**	**148**	**160**	**44,3**	
w96ww011	30-08-96 11:05:00		24-09-96	7,3	18	165	37	33	0,05	0,06	5	205	70	11	640
w96ww011	18-10-96 10:50:00		13-11-96	7,7	35	156	61	49	0,08	0,01	4,8	255	16	12	600
w96ww011	21-11-96 10:55:00		16-12-96	7,3	60	229	28	25	0,05	0,2	3,9	185	210	90	400
w96ww011	23-12-96 10:50:00		14-01-97	7,7	110	260	35	34	0,07	0,01	5,1	205	96	29	1100
w96ww011	24-01-97 11:35:00		27-02-97	7,3	98	355	61	56	0,18	0,14	5,3	230	110	22	320
w96ww011	21-02-97 10:55:00		14-03-97	7,8	53	168	41	41	0,07	0,16	5,2	180	89	14	40
w96ww011	25-03-97 8:50:00		18-04-97	7,5	94	142	56	52	0,05	0,01	6,7	200	43	7	320
gemiddelde winter '96 - '97					**75**	**218**	**47**	**43**	**0,08**	**0,09**	**5,2**				
w96ww011	25-04-97 9:55:00		26-05-97	7,3	300	581	93	86	0,05	0,01	9,4	270	43	45	830
w96ww011	30-05-97 10:50:00		16-06-97	7,4	130	217	50	40,9	0,07	0,01	5,9	200	75	23	460
w96ww011	25-06-97 15:10:00		07-07-97	7,4	80	224	37	36	0,1	0,01	3,7	175	23	11	290
w96ww011	28-07-97 12:04:00		02-09-97	7,2	51	159	27	26,8	0,07	0,01	3	150	56	10	610
w96ww011	29-08-97 10:00:00		15-09-97	7,4	57	206	31	28	0,09	0,01	2,9	145	32	230	1300
w96ww011	26-09-97 10:20:00		27-10-97	7,5	94	206	54	48,3	0,03	0,01	4,1	215	64	19	280
gemiddelde zomer '97					**119**	**265**	**49**	**44**	**0,07**	**0,01**	**4,8**				
w96ww011	30-10-97 10:55:00		21-11-97	7,5	84	201	51	46,4	0,11	0,01	4,7	220	30	12	320
w96ww011	27-11-97			7,7	56	131	47	51,5	0,18	0,01	5,1	205	50	13	860
w96ww011	06-01-98		26-01-98	7,3	9,1	70	20	18	0,24	1,9	2,7	145	180	5	310
w96ww011	26-01-98	9:05	12-02-98	7,4	16	106	31	28,8	0,14	0,09	4,3	220	96	25	60
w96ww011	19-02-98	10:20	23-03-98	7,4 x		152	31	27,7	0,06	0,03	4,9	185	220	13	780
w96ww011	19-03-98	11:11	10-04-98	7,4	145	271	40	35,4	0,47	0,02	6,6	160	160	55	250
gemiddelde winter '97 - '98					**62**	**155**	**37**	**35**	**0,2**	**0,34**	**4,7**				
w96ww011	21-04-98	10:00	14-05-98	7,2	360	580	27	25,3	0,11	0,01	5,7	100	170	120	350
w96ww011	28-05-98	10:30	24-06-98	6,7	26	130	20	12	1,2	50	1,5	140	750	35	320
w96ww011	23-06-98	9:55	09-07-98	7,4	190	385	64	56	0,1	0,21	4,8	130	99	22	1300
w96ww011	23-07-98	10:00	13-08-98	7,4	27	147	64	57,5	0,05	0,05	5,4	155	96	15	11
w96ww011	20-08-98			7,2	560	746	52	49	0,01	0,04	8,9	165	120	33	850
gemiddelde zomer ' 98					**232**	**397**	**45**	**40**	**0,29**	**10**	**5,3**				**525**
															375
w96ww011	25-09-98	10:05	15-10-98	7,1	18	142	29	26,3	0,01	0,23	6,1	175	96	14	130
gemiddelde zomer ' 98 na herstel				**7,1**	**18**	**142**	**29**	**26**	**0,01**	**0,23**	**6,1**	**175**	**96**	**14**	**130**
w96ww011	21-10-98	10:40	18-11-98	7	15	96	19	17	0,04	0,18	5,4	99	47	6	82
w96ww011	23-11-98	10:35	11-12-98	7,2	15	97	27	24,6	0,46	0,54	4,5	105	20	5	170
w96ww011	22-12-98	12:10	14-01-99	7,3	10	65	25	21	0,2	1,7	6,1	125	55	3	72
gemiddelde winter 98 - 99				**7,2**	**13,3**	**86**	**24**	**21**	**0,23**	**0,81**	**5,3**	**110**	**40,7**	**4,7**	**108**

Over het Samenwerkingsverband

Het Samenwerkingsverband Waterland bestaat sinds 1982 en wordt gevormd door de Werkgroep Jonge Boeren Waterland, het Centrum voor Landbouw en Milieu en enkele individuele natuurbeschermers.
Het Samenwerkingsverband wil agrarisch natuur- en milieubeheer bevorderen door overleg, onderzoek, voorlichting en uitvoering van praktische maatregelen. Vanaf de oprichting tot en met 1995 coördineerde het Samenwerkingsverband de vrijwillige weidevogelbescherming in Waterland. In 1996 is deze taak overgenomen door de Vereniging Agrarisch Natuurbeheer Waterland.
In de loop der jaren heeft een verbreding van de activiteiten plaatsgevonden. Sinds 1986 deed het Samenwerkingsverband ook onderzoek naar de inpasbaarheid van botanisch slootkantbeheer. Eind jaren tachtig publiceerde het Samenwerkingsverband twee rapporten over mest in Waterland. Sinds 1991 worden jaarlijks boerenzwaluwen geteld. De afgelopen jaren heeft het Samenwerkingsverband diverse projecten uitgevoerd in het kader van het Waardevol Cultuurlandschap Waterland. Thema's waren onder meer: beloningssystemen voor agrarisch natuurbeheer, waterzuivering door helofytenfilters, natuurlijke oeververdediging en grauwe ganzen in Waterland.

Publicaties van het Samenwerkingsverband

De volgende uitgaven zijn nog verkrijgbaar:

- Mest in Waterland - Naar een optimaal gebruik van mest in een veenweidegebied. 1990. *f* 20,-
- Grasbanen - Ervaringen uit de praktijk met aanleg van kunststofmatten in het land. 1992. *f* 15,-
- Boerenzwaluwen in Waterland - Tips om het broeden op melkveebedrijven te stimuleren. 1997. *f* 7,50 (brochure)
- Weidevogels, grondgebruik en waterpeil in Waterland 1982-1991. 1993. *f* 22,50
- Video "Natuurlijk boeren in Waterland". 1995. *f* 45,-
- Een vereniging voor agrarisch natuurbeheer in Waterland - Voorstudie. 1995. *f* 22,50
- Beloning van agrarische natuur in Waterland. 1996. *f* 20,-
- Grazende vogels in Waterland - Opvang van ganzen, zwanen, meerkoeten en smienten. 1996. *f* 25,-
- De plantenkant van Waterland - Experimenten met botanisch slootkantbeheer. 1997. *f* 24,50
- Natuurlijke oeververdediging in Waterland - Vier jaar ervaring met wilgenschoeiingen op vijf agrarische bedrijven. 1997. *f* 20,-
- Waterland op weg naar de 21e eeuw. Verkenning van meningen en een voorstel voor visievorming. 1998. *f* 15,-
- Grauwe ganzen in Waterland. De problematiek van een groeiende broedpopulatie. 1999. (*f* 25,-)

Bovenstaande publicaties en dit rapport (*f* 25,-) kunnen telefonisch of schriftelijk worden besteld op het onderstaande adres. Vermelde bedragen zijn inclusief verzendkosten.

Samenwerkingsverband Waterland
Koemarkt 53-I
1441 DB Purmerend
tel. 0299-437463
fax 0299-430298