



De ecologische impact van het effluent van een rwzi

HENNO VAN DOKKUM, TNO BOUW & ONDERGROND, THANS PROVINCIE ZUID-HOLLAND

EDWIN FOEKEMA, TNO BOUW & ONDERGROND

JANNES GRAANSMA, HOOGHEEMRAADSCHAP HOLLANDS NOORDERKWARTIER

Het effluent van rioolwaterzuiveringsinstallaties moet voldoen aan chemische en microbiologische normen. De normen voor BZV, stikstof en fosfor zijn in het verleden vooral sturend geweest voor het ontwerp van de rwzi's. Ze zorgden voor een grote emissiereductie. De Kaderrichtlijn Water stelt ecologische doelstellingen voor het oppervlaktewater centraal. Dit werpt een nieuw licht op de effluenteisen voor rwzi's. Wat is het ecologisch rendement van het verder terugbrengen van de stikstof- en fosforconcentratie? En kijken we eigenlijk wel naar de goede stoffen? Om hier meer inzicht in te krijgen, hebben het Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier en TNO twee jaar lang geëxperimenteerd op de rwzi Den Helder^{1,2}. De resultaten bevestigen deels de verwachtingen, maar geven ook een aantal verrassende inzichten.

De rioolwaterzuivering van Den Helder (90.000 i.e.) is uitgerust met een voorbezinking en met parallel geschakelde oxidatiebedden en een laag belast actiefslibstelsysteem. Het gecombineerde effluent van de twee straten wordt geloosd op het Noordhollands Kanaal, enkele kilometers voor de spuuisluizen. Deze situatie is karakteristiek voor Hollands Noorderkwartier, waar de meeste rwzi's op het Noordhollands

Kanaal, andere grote boezemwateren of op zee lozen. Het Noordhollands kanaal is hier licht brak, voedselrijk en troebel (zie tabel 1).

Experimentele vijvers

In 2003 zijn op het terrein van de zuivering tien experimentele vijvers (mesocosms) aangelegd; elk met een volume van 2000 liter (zie kader). In de vijvers is een laag sediment uit

het Noordhollands Kanaal aangebracht. Vervolgens zijn de vijvers doorspoeld met kanaalwater. De verblijftijd bedroeg vijf dagen. De vijvers zijn geënt met diverse soorten waterplanten en macrofauna; daarnaast trad kolonisatie via natuurlijke weg op. Na ruim een maand had zich in alle vijvers een vergelijkbaar ecosysteem ontwikkeld. Vervolgens zijn de vijvers doorspoeld met effluent van de rwzi. In telkens twee vijvers (replica's) werd respectievelijk een kwart, de helft of driekwart van de wateraanvoer door effluent vervangen. Twee vijvers zonder effluent (met alleen kanaalwater) dienden als referentie. Later zijn er nog twee vijvers met 100 procent effluent aan toegevoegd. In twee periode's, namelijk september tot november 2003 en maart tot september 2004, is de waterkwaliteit en de ontwikkeling van het ecosysteem in de vijvers gevolgd.

Experimentele aquatische ecosystemen (mesocosms)

Experimentele aquatische ecosystemen zijn proefvijvers die speciaal voor een onderzoek worden ingericht. Hierbij wordt gebruik gemaakt van natuurlijke sediment en oppervlaktewater, waardoor de vijvers direct voorzien worden van planktonische organismen. Grotere organismen, zoals kreeftachtigen, schelpdieren en waterplanten, worden bewust toegevoegd, terwijl anderen via de lucht hun weg naar de systemen vinden. De inrichting is voor alle vijvers in een proef gelijk en afhankelijk van de onderzoeksvraag. Na een rijpingsperiode zijn de vijvers beschikbaar voor het onderzoek. Het grote voordeel ten opzichte van de veldsituatie, is dat alle systemen gelijk zijn bij aanvang van het experiment, waardoor het mogelijk is om de effecten van een behandeling te onderscheiden. Ten opzichte van laboratoriumtesten zijn de proefomstandigheden veel meer relevant voor de veldsituatie. Door te werken met experimentele ecosystemen worden dus de voordelen van de gecontroleerde laboratoriumtest gecombineerd met de complexiteit van de veldsituatie.

Aquatische mesocosms worden al vele jaren ingezet bij de wettelijk verplichte beoordeling van effecten van (nieuwe) bestrijdingsmiddelen. De toepassingsmogelijkheden zijn echter veel groter. In dit artikel wordt onderzoek naar de invloed van een effluentlozing beschreven, maar ook de invloed van bijvoorbeeld een verontreinigde bodem of bepaalde inrichtingsmaatregelen op het ecosysteem is met mesocosms mogelijk.

Bemonstering van de experimentele vijvers op het terrein van de rioolwaterzuivering in Den Helder.



Helder, plantenrijk water

Het meest opvallende resultaat is dat in een groot aantal vijvers helder, plantenrijk water ontstond. Het Noordhollands Kanaal is zeer troebel, wat veroorzaakt wordt door zwevend stof. In de vijvers is minder stroming en minder windwerking dan in het kanaal en er is geen bodemwoelende vis en geen scheepvaart. Het zwevend stof sedimenteert en na een initiële algenbloei ontstaat helder water gedomineerd door gedooind hoornblad. Dit gebeurt niet altijd; in een aantal vijvers vindt een dusdanige algenbloei plaats dat de waterplanten niet tot ontwikkeling komen en het water door algen gedomineerd blijft. Het al dan niet helder worden is echter onafhankelijk van de voedselrijkdom of van de fractie effluent in de mesocosms. De oorzaak van de verschillen ligt waarschijnlijk in subtiele verschillen in timing van de ontwikkeling van de waterplanten en de algen. De ontwikkelingen in de vijvers geven aan dat de chemische waterkwaliteit van het kanaal én de kwaliteit van het effluent geen belemmering vormen voor helder, plantenrijk water.

Toename primaire productie

Hoe meer effluent in de experimentele vijvers aanwezig is, des te hoger de primaire productie is. Dit blijkt uit een toename van het zuurstofgehalte en de pH en een afname van de geleidbaarheid. In alle systemen, ook de referentievijvers met kanaalwater, lag de primaire productie hoger dan in het Noordhollands Kanaal. Dit komt doordat in het kanaal het zonlicht limiterend is voor de primaire productie (troebel) en niet stikstof of fosfor. In de vijvers is zonlicht niet meer limiterend, omdat het zwevend stof gesedimenteerd is. Onder deze omstandigheden is stikstof limiterend (zoals in veel licht brakke wateren) en de opneembare stikstof uit het effluent (NO_3 , NH_4 , NO_2) veroorzaakt de toegenomen primaire productie.

Groeiremming algen

In het experiment van 2003 viel op dat de algendichtheid in de vijvers met driekwart effluent (en een kwart kanaalwater) lager lag dan verwacht. In 2004 is dit echter niet opnieuw waargenomen. Als nader onderzoek zijn drie aanvullende toxiciteitstesten met algen uitgevoerd, waarin puur effluent werd getest. In twee van de drie testen bleek het effluent de algengroei in meer of mindere mate te remmen. Aanwijzingen bestaan dat oppervlakte-actieve stoffen de oorzaak van deze groeiremming zijn. Bij proeven met totaaleffluentbeoordeling wordt ook regelmatig groeiemming bij algen waargenomen³. Op dit moment wordt in Hollands Noorderkwartier onderzocht of dit effect op algen bij meerdere rioolwaterzuiveringen speelt en wat de oorzaak ervan kan zijn.



Deze waterplanten (voornamelijk gedooind hoornblad) komen uit één experimentele vijver....

Geen effect op zoöplankton, fytoplankton of epifyton

In de fytoplanktongemeenschap en in de epifytische diatomeeën zijn geen significante verschillen zichtbaar. Het epifyton (in alle vijvers) is vooral indicatief voor hoge voedselrijkdom. In de zoöplanktongemeenschap zijn geen effecten van het effluent zichtbaar. Wel zijn verschillen te zien tussen de vijvers: in de door algen gedomineerde systemen zijn relatief veel raderdiertjes aanwezig (rotiferen); in de heldere, door waterplanten gedomineerde vijvers vooral veel watervlooien (cladoceren).

Macrofauna: onduidelijk

Consistente, significante verschillen zijn niet waargenomen in de samenstelling van de macrofauna van de vijvers. In de vijvers met uitsluitend effluent kan zich eenzelfde macrofaunagemeenschap ontwikkelen als in de vijvers met alleen kanaalwater. Dit is overigens wel een tamelijk soortenarme levensgemeen-

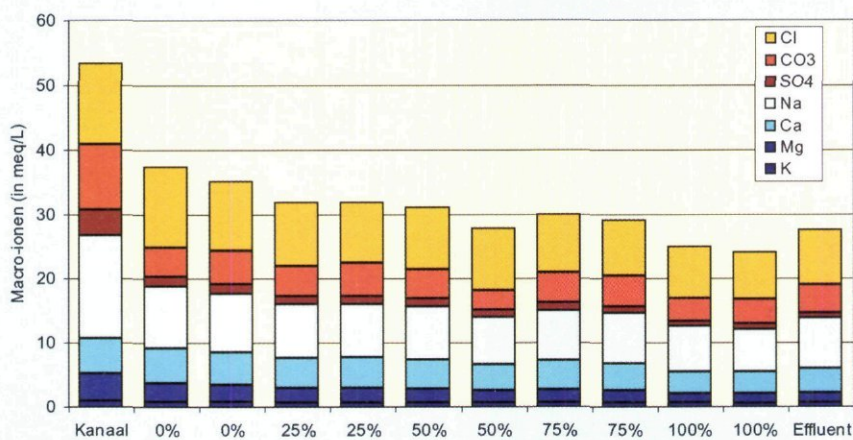
schap met veel tolerante soorten. De metingen van 2003 suggereerden dat bepaalde soorten, zoals de waterpissebed en dansmuggelarven in aantal toenemen als effluent wordt toegevoegd (tot 50 procent), maar dat bij een hoger aandeel effluent een remming optreedt. Dit beeld is in 2004 echter niet bevestigd. De resultaten suggereren verder dat de driehoeksmossel minder voorkomt naarmate meer effluent aanwezig is, terwijl het slakje Jenkins' brakwaterhoortje juist alleen in de vijvers voorkomt met veel (meer dan driekwart) effluent.

Weinig typologische verschillen

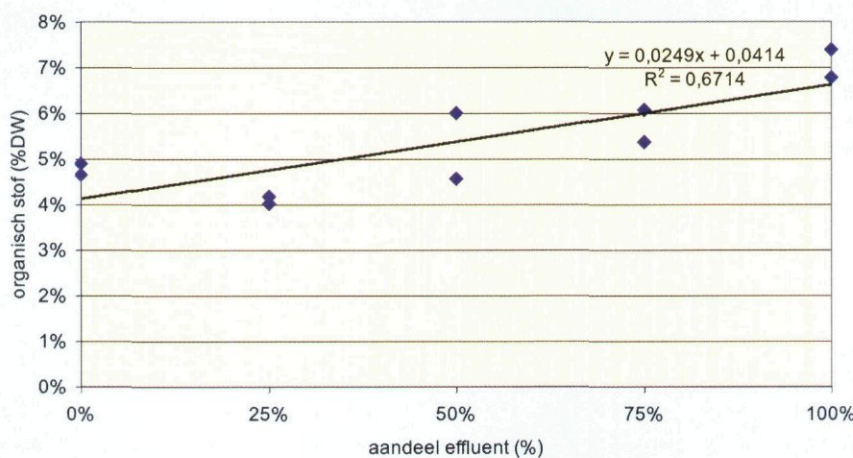
Het water uit het Noordhollands Kanaal en het effluent van rwzi Den Helder verschillen weinig in samenstelling (zie tabel 1). Beide zijn zeer voedselrijk en licht brak. Het kanaalwater bestaat uit Rijnwater, brak kwel- en zoet regenwater uit de polders, het effluent van vijf benedenstrooms gelegen zuiveringen en misschien wat zeewater uit de zouttong van de

Tabel 1. Karakteristieken van het rwzi-effluent en het water uit het Noordhollands Kanaal in 2004.

parameter	effluent rwzi Den Helder	Noordhollands Kanaal
stikstof	circa 7 mg/l N (Kjeldahl-N: circa 2 mg/l)	circa 3 mg/l N Kjeldahl-N: ca. 2 mg/l)
fosfor	circa 4,5 mg/l P (voornamelijk ortho-P)	circa 1 mg/l P (voornamelijk ortho-P)
silicaat	circa 10 mg/l SiO_2	circa 8 mg/l SiO_2
algenbiomassa	10-20 ug/l Chl-a	20-50 ug/l Chl-a
troebelheid	helder	troebel
geleidingsvermogen	circa 1,6 mS/m	circa 1,5 mS/m
zuurgraad	circa 7	circa 8
zuurstof	circa 3 mg/l O_2	6-12 mg/l O_2



Afb. 1: Typologie (macro-ionen samenstelling) van het water in de vijvers, het Noord-Hollands Kanaal en het effluent. Het percentage geeft de fractie effluent in de vijvers aan.



Afb. 2: Relatie tussen gehalte organisch stof van het sediment (als percentage van het drooggewicht) en het aandeel effluent in de experimentele vijvers.

bovenstrooms gelegen spuisluizen. De herkomst van het effluent is anders: regenwater van verharde oppervlakken, huishoudelijk afvalwater (voornamelijk kraanwater!) en grondwater door lekken in het riool. Desondanks is de typologische samenstelling (zie afbeelding 1) bijna identiek; de relatieve samenstelling van macro-ionen is gelijk, alleen bevat het kanaalwater meer ionen. Na+ en Cl-domineren, wat op een sterke invloed van zee-water wijst. Opvallend is dat in de vijvers minder ionen aanwezig zijn dan verwacht mag worden op basis van de samenstelling van kanaalwater en effluent. Waarschijnlijk komt dit door biologische activiteit (opname door waterplanten en algen).

Verrijking van het sediment

In totaal is ruim een jaar lang effluent door de experimentele vijvers gevoerd. Na afloop van de experimenten werd geconstateerd dat een verrijking van het sediment optrad: hoe hoger de fractie effluent in de vijvers, des te hoger het percentage organische

stof in het sediment (zie afbeelding 2). Een significant verschil in het drooggewicht ontbrak.

Ecologische impact van rwzi Den Helder

In deze specifieke situatie zal het effluent van de rioolwaterzuivering lokaal nauwelijks een ecologisch effect hebben op het ontvangende oppervlaktewater. De belangrijkste redenen zijn dat het effluent en het kanaalwater chemisch en typologisch veel op elkaar lijken en dat licht de beperkende factor is voor primaire productie in het ontvangende water (ten gevolge van zwevend stof). Directe, significante effecten op zoöplankton, fytoplankton, epifyton of macrofauna zijn niet gesignaleerd. Wel bestaan aanwijzingen dat het effluent - soms - de groei van algen remt. Dit wordt nu nader onderzocht. Hier geldt echter weer dat het actuele effect op de algenbiomassa in het kanaal waarschijnlijk beperkt zal zijn, omdat deze reeds door het beperkte licht gelimiteerd wordt. Over eventuele effecten op vissen kunnen geen uitspraken worden gedaan, omdat

dit niet onderzocht is. Dit is echter wel een belangrijk aandachtspunt¹⁾.

Maatregelen

Op dit moment is het lokale ecologische rendement van emissiereductie vanuit de rioolwaterzuivering waarschijnlijk beperkt. Maatregelen die gericht zijn op het verminderen van de resuspensie van zwevend stof in het Noordhollands Kanaal zullen waarschijnlijk aanzienlijk meer effect op het ecosysteem sorteren dan verdere verbetering van de effluentkwaliteit.

Vertaling naar andere locaties

Uit deze studie blijkt duidelijk dat de ecologische impact van effluent en het ecologische rendement van emissiereductiemaatregelen alleen dan kan worden bepaald als het ecosysteem van het ontvangende water wordt begrepen. De resultaten zijn dan ook breder toepasbaar op vergelijkbare situaties: rioolwaterzuiveringsinstallaties die lozen op grote, voedselrijke, troebele, kanalen, waar de primaire productie door licht gelimiteerd wordt. ¶

LITERATUUR

- 1) Foekema E., D. Slijkerman, A. Sneekes, G. Hoornsman, P. Koelman, A. Kreike en H. van Dokkum (2004). Effecten van het effluent van rwzi Oostvoer op het ontvangend oppervlaktewater getest in mesocosms. TNO-rapport MEP R2004/058.
- 2) Foekema E., H. van Dokkum, A. Sneekes, G. Hoornsman, P. Koelma en A. Kreike (2005). Mesocosm studie naar het effect van rwzi-effluent op het ontvangend oppervlaktewater. Resultaten 2004 en discussie. TNO-rapport B&O-DH - R2005/179.
- 3) Tonkes M., G. Rijs, F. Wagemaker en C. Baltus (2000). Totaal-effluentbeoordeling bij rwzi's. Literatuurstudie naar de toepassing van ecotoxicologische testmethoden bij totaal-effluentbeoordeling van rwzi-effluenten. RIZA-rapport 2000.055.
- 4) Rijs G., A. Gerritsen, J. Lahr en A. Bulder (2004). Oestrogene effecten in vissen in regionale wateren nabij rwzi's. H₂O nr. 5, pag. 15-18.