

Hanneke Maandag, Waterschap Hollandse Delta  
Sebastiaan Schep, Witteveen+Bos

# Handvatten voor systematische beoordeling maatregelen KRW-waterlichamen

**Waterschap Hollandse Delta heeft voor waterlichaam Den Bommel op basis van een watersysteemanalyse onderzocht welke maatregelen bijdragen aan het bereiken van de KRW-doelstelling. Op basis van deze analyse is een selectie gemaakt van maatregelen waarvan verwacht wordt dat die de KRW-doelstelling dichterbij brengen. Het onderzoek geeft handvatten voor een systematische aanpak van een prioritering van KRW-(onderzoeks) maatregelen voor andere waterlichamen. Het onderzoek laat zien dat begrip van het watersysteem een belangrijke basis vormt voor het vergroten van de effectiviteit van maatregelen en verlaging van kosten.**

**W**aterschap Hollandse Delta heeft in gebiedsplannen samen met gemeenten KRW-maatregelen benoemd, evenals diverse onderzoeksmaatregelen, om te komen tot effectieve aanvullingen daarop. Een aantal van deze onderzoeken is gebiedsbreed op te pakken, maar de meeste onderzoeksmaatregelen zijn waterlichaamspecifiek. Binnen het KRW-pilot-onderzoek Den Bommel is gezocht naar een systematische aanpak, die handvatten geeft voor de aanpak van de overige waterlichamen.

## Huidige toestand

In het KRW-waterlichaam Den Bommel (type M3: gebufferd regionaal kanaal) zijn nauwelijks waterplanten aanwezig. Dit is dan ook het slechtst scorende kwaliteitselement voor de KRW. Fytoplankton en macrofauna scoren ontoereikend. Vis scoort matig. Van de ondersteunende parameters scoren respectievelijk totaal fosfaat en doorzicht matig en ontoereikend.

## Doel KRW-pilot Den Bommel

Het doel van deze pilot is tweeledig:

- het beantwoorden van de KRW-onderzoeksvragen. Voor Den Bommel zijn in het gebiedsplan diverse onderzoeksvragen geformuleerd die met de aanpak, zoals omschreven in het kader, (deels) zijn te beantwoorden. Op basis van de systeemanalyse worden tevens de nieuwe en bestaande uitvoeringsmaatregelen geprioriteerd;

- het uitwerken van een werkwijze en aanpak van de onderzoeksvragen voor andere KRW-waterlichamen. Voor de beantwoording van de onderzoeksvragen is een systematische aanpak gevolgd. Deze werkwijze is geëvalueerd en heeft geresulteerd in een advies voor de systematische aanpak van de overige waterlichamen.

## Beantwoording KRW-onderzoeksvragen

Eén van de onderzoeksvragen is wat de

effecten zijn van een aan te leggen doorspoelcircuit op het waterlichaam Den Bommel. Voor het bepalen van dat effect is inzicht in de huidige hydrologie cruciaal. Kenmerkend voor Den Bommel is dat slechts één procent van het verzorgingsgebied uit open water bestaat, waardoor de verblijftijd erg kort is. Uit de balans blijkt dat de verblijftijd in de zomer gemiddeld zo'n 15 dagen is. Bij dergelijke verblijftijden spelen biologische processen een beperkte rol. De waterkwaliteit lijkt op de kwaliteit van het

## Afwatering Den Bommel, gebufferd regionaal kanaal.

maatlat	situatie 2008	doelstelling
macrofauna	matig	EKR $\geq$ 0,6
overige waterflora	slecht	EKR $\geq$ 0,6
fytoplankton	matig	EKR $\geq$ 0,6
vis	matig	EKR $\geq$ 0,6
totaalfosfaat (zomer)	matig	$\leq$ 0,15 mg/l
totaalstikstof (zomer)	matig	$\leq$ 2,8 mg/l
chloride (zomer)	matig	$<$ 300 mg/l
temperatuur (maximum)	matig	$\leq$ 25
doorzicht (zomer)	matig	$\geq$ 0,65
zuurgraad (zomer)	matig	5,5 - 8,5
zuurstofverzadiging (zomer)	matig	40 - 120 procent
<b>legenda</b>	goed matig ontoereikend slecht	

De oorspronkelijk aanpak bestaat grofweg uit drie stappen:

- huidige belasting bepalen.  
De basis voor het bepalen van de belasting is de water- en stoffenbalans. Uit de waterbalans volgt ook de verblijftijd en de mate waarin processen een rol spelen. Essentieel voor deze stap is de aanwezigheid van voldoende gegevens over de waterkwantiteit en de waterkwaliteit;
- kritische belasting bepalen.  
Afwatering Den Bommel is een lijnvormig water. Hiervoor is de kritische belasting te bepalen met het ecologisch model PCditch;
- beantwoorden van de onderzoeksvragen.  
Met behulp van aanvullende analyses wordt inzicht verkregen om antwoord te geven op de onderzoeksvragen.

inlaatwater. De hoge fosfaatbelasting ten opzichte van de kritische belasting komt in dit waterlichaam niet altijd tot uiting in algengroei. Het effect van het doorspoelcircuit is dat de verblijftijd nog korter wordt.

Uit de waterbalans blijkt dat het meeste water in de winter afkomstig is van de drainage en in de zomer van de inlaat. Uit een nadere analyse blijkt dat het drainage-water gemiddeld voor 20 procent uit dieper grondwater bestaat. De rest is regenwater dat via de landbouwpercelen uitspoelt naar het oppervlaktewater. Het grondwater bevat een hoge concentratie chloride. Dit zorgt ervoor dat in natte perioden door uitspoeling de chlorideconcentratie in het water regelmatig oploopt tot 500 mg/l (doelstelling is 300 mg/l). In de zomerperiode, als het zoete inlaatwater de kwaliteit bepaalt, kan de concentratie chloride dalen tot onder de 100 mg/l.

Uit een vergelijking van de verblijftijd met de algenconcentratie blijkt dat met een toename van de verblijftijd de algenproductie toeneemt. Hoewel de werkelijke belasting (60 tot 160 mg/m<sup>2</sup>/dag) veel hoger is dan de kritische belasting (10 tot 20 mg/m<sup>2</sup>/dag), is de overlast van algen en kroos

Het waterlichaam Den Bommel (groene lijn) ligt nagenoeg geheel in landelijk gebied op Goeree-Overflakkee en voor een deel nabij de kern van Den Bommel. Het waterlichaam watert af op en laat water in vanuit het Haringvliet. De oevers bestaan grotendeels uit een rietkraag. Het stedelijk deel is beschoeid. Er is sprake van een tegennatuurlijk peil met een winterpeil dat 30 cm lager ligt dan het zomerpeil.



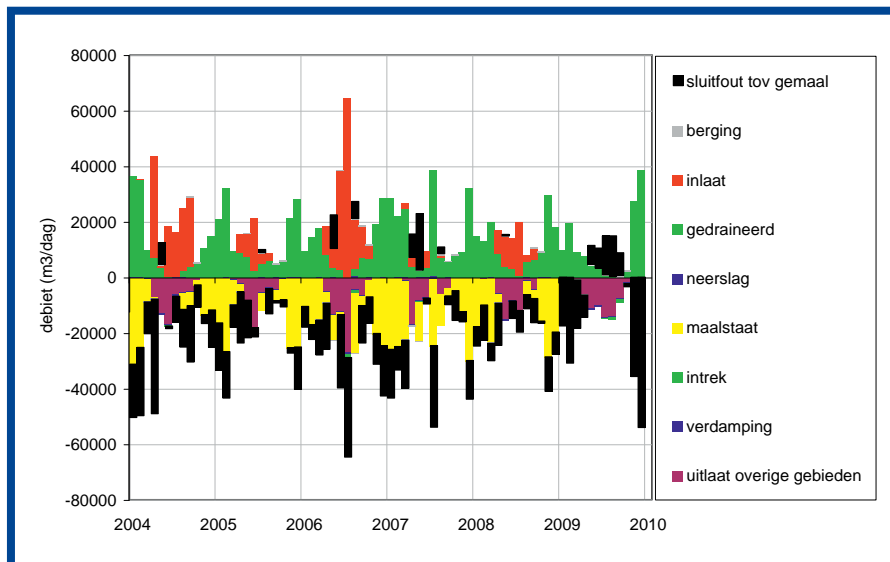
Afb. 1: Het waterlichaam Den Bommel.

beperkt. Bij een verblijftijd van vier dagen of korter komen alleen nog concentraties chlorofyl voor van minder dan 50 µg/l. Het inlaatwater zelf bevat nauwelijks algen. De aanleg van het wateraanvoercircuit zal leiden tot meer doorvoer van water door het waterlichaam. Er zal nog minder vaak sprake zijn van pieken in de concentratie chloride, fosfor en algen. De fosforconcentratie zal gaan lijken op die in het inlaatwater met als gevolg dat in de zomer wordt voldaan aan de MTR-norm. Ook de KRW-norm komt voor fosfor dichterbij.

Eén van de onderzoeksvragen is of het nodig is de belasting vanuit het riool verder terug te brengen. Binnen dit onderzoek is alleen gekeken naar de nutriëntenbijdrage van riooloverstorten op het waterlichaam. De lokale effecten op de zuurstofconcentratie of belasting met milieuvreemde stoffen zijn niet onderzocht. Uit de analyse van de externe fosfaatbelasting (zie afbeelding 3) blijkt dat het drainage-water vanuit de percelen veruit de grootste bron vormt voor het oppervlaktewater. Wederom is het beperkte oppervlak open water hiervoor bepalend. Er komt hierdoor veel drainage-water met een hoge fosforconcentratie op een relatief klein stukje oppervlaktewater. De bijdrage op jaarbasis is groter dan 90 procent. Inlaatwater zorgt voor het resterende deel van de fosforbelasting. In droge perioden is de bijdrage relatief groot. De belasting kan dan oplopen tot 15 mg/m<sup>2</sup>/dag. De fosforconcentratie in het drainage-water is sterk afhankelijk van de relatieve bijdrage van grondwater. Het foutenbalkje geeft een indicatie van de onzekerheid. De bijdrage aan de totale fosforbelasting als gevolg van riooloverstorten is aan de hand van kentallen en het basis rioleringsplan ingeschat op 0,02 mg/m<sup>2</sup>/dag. Deze bijdrage is zo klein (minder dan 1/1000e van de totale belasting) dat emissiereductie van riooloverstorten geen noemenswaardige invloed heeft op de nutriëntenhuishouding van het waterlichaam.

Op basis van bodemonderzoek is een inschatting gemaakt van de bijdrage van interne fosforbelasting. Uit dit onderzoek

Afb. 2: Waterbalans Den Bommel.



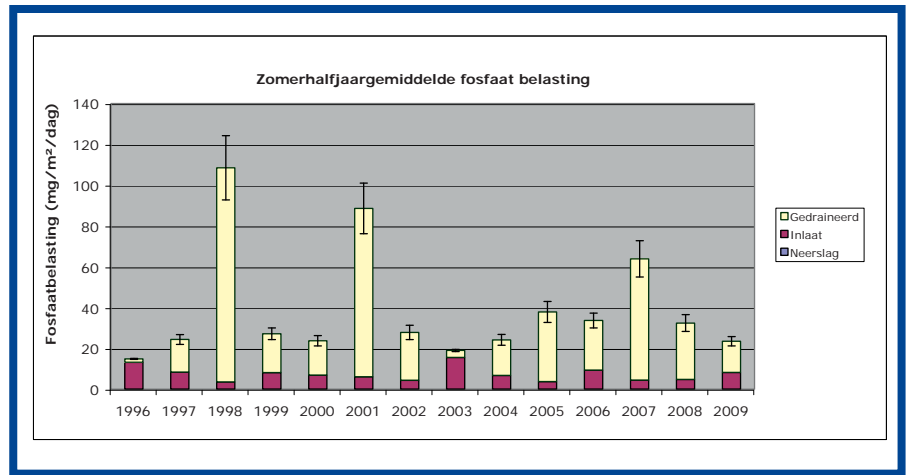
blijkt dat de waterbodem chemisch eerder fosfaat vastlegt dan nalevert. Dit komt doordat er veel calcium en opgelost ijzer in het bodemvocht zit. Biologisch is nalevering van de grote hoeveelheid fosfor die in de bodem is vastgelegd wel mogelijk, bijvoorbeeld via vis of waterplanten.

Eén van de onderzoeksvragen voor waterlichaam Den Bommel betreft de invloed van vis op de waterkwaliteit en nut en noodzaak van maatregelen in het visbeheer. De totale visbiomassa bedraagt 450 kilo per hectare, hetgeen gebruikelijk is voor wateren met een (gedeeltelijke) kleibodem. Meer dan de helft hiervan bestaat uit bodemwoelers (grote karper en brasem). Dit laat duidelijk zien dat sprake is van een bentisch voedselweb (zie afbeelding 4). Dit betekent dat de bodem door deze vissen voortdurend wordt opgewoeld op zoek naar voedsel. De kleibodem wervelt makkelijk op en dit heeft een nadelig effect op het lichtklimaat. Door de bodemwoeling krijgen wortelende waterplanten bovendien nauwelijks een kans zich te vestigen. Op basis van een analyse van het doorzicht in relatie tot algengroei is in dit onderzoek geconstateerd dat niet de algconcentratie de belangrijkste beperkende factor is voor de slechte lichtcondities, maar de aanwezigheid van vis.

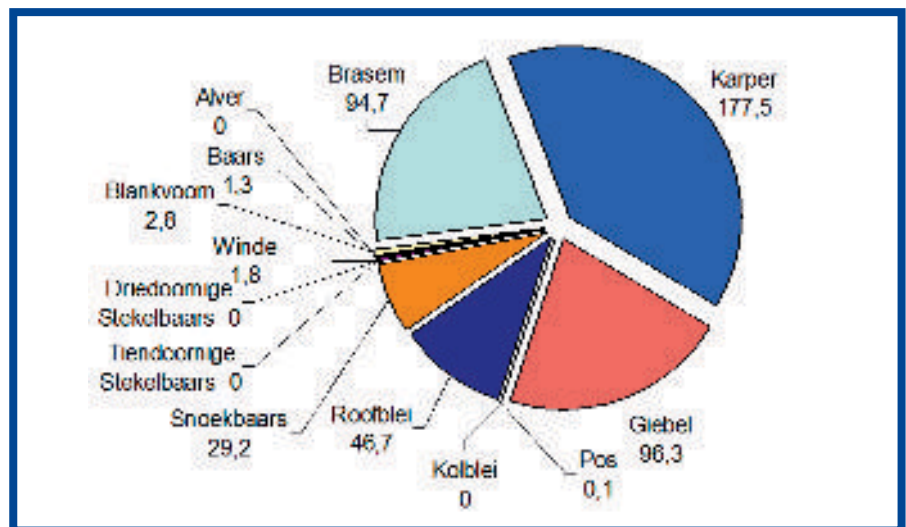
Door regulering van de visstand kan een impuls worden gegeven aan de vestigingskansen van ondergedoken waterplanten. Herstel van ondergedoken waterplanten is een belangrijke voorwaarde voor herstel van macrofauna en vis. Regulering van de visstand is een maatregel die in potentie een belangrijke bijdrage kan leveren aan de KRW-doelstelling. De effectiviteit hangt af van andere voorwaarden, zoals bodemtoxiciteit (zie ook hierna).

Nog een andere onderzoeksvraag is wat de oorzaak is van het grotendeels ontbreken van waterplanten en het nut en noodzaak van actief vegetatiebeheer. Aan de hand van een analyse met het model AqMad en bodemonderzoek is dit onderzocht. Met dit model kunnen de aanwezige waterplantgemeenschappen worden vergeleken met andere die representatief zijn voor het referentiewater (afhankelijk van het KRW-watertype). De bedekking met ondergedoken waterplanten is over het algemeen gering. Lokaal is grof hoornblad dominant. Met een lage bedekking komen ook smalle waterpest en diverse kroossoorten voor. De vegetatie indiceert dat nutriënten het belangrijkste knelpunt vormen. Verder is het zoutgehalte te hoog. Voor de oeverplanten vormt volgens AqMad het zoutgehalte de belangrijkste beperking. Ook nutriënten vormen een knelpunt voor oeverplanten.

Uit waterbodemonderzoek blijkt dat de waterbodem voor waterplanten toxische hoeveelheden ammonium/ammoniak bevat. Vis is dus niet de enige belemmerende factor voor herstel van ondergedoken waterplanten. Het stikstof dat met name vrijkomt bij afbraak van organisch materiaal, wordt door de reductieve omstandigheden niet omgezet van ammonium naar nitraat



Afb. 3: Zomerhalfjaargemiddelde externe fosfaatbelasting.



Afb. 4: Visstand in kilo's per hectare.

en vervolgens stikstofgas. Hierdoor hoopt ammonium zich op. Ammonium is in evenwicht met ammoniak, wat een giftige stof is. De waterbodem heeft dus een negatief effect op de vestiging van waterplanten.

Actief vegetatiebeheer is alleen in combinatie met visstandbeheer (verbetering van doorzicht) kansrijk. Hierbij moeten die vegetatiesoorten worden uitgezet die aangepast zijn aan de relatief ongunstige bodemcondities. Te denken valt aan stomphoekig sterrenkroos, fijn hoornblad, zilte wateranonkel, schedefonteinkruid of Zanichellia. Het uitzetten vergroot de kans op snelle terugkeer van waterplanten. Het risico bestaat dat deze zich massaal gaan ontwikkelen.

### Conclusie en advies

Door de geringe hoeveelheid open water (één procent) is de verblijftijd in het verzorgingsgebied van Den Bommel erg kort. Hierdoor is de ecologische kwaliteit in het waterlichaam sterk verblijftijdbepaald en hebben processen in het oppervlaktewater, zoals algengroei, weinig invloed. De fosfaatbelasting is erg hoog. De voornaamste bronnen zijn het drainagewater en in de zomer ook het inlaatwater. Op momenten dat de verblijftijd toeneemt, schiet de algconcentratie omhoog. De gewenste planten-

groei wordt met name gehinderd door de toxische condities in de waterbodem en door een overmaat aan bodemwoelende vis.

Waterschap Hollands Delta verwacht op grond van de watersysteemanalyse dat met de uitvoering van de volgende maatregelen met name het doorzicht zal toenemen en de bodemcondities zullen verbeteren, waardoor waterplanten een impuls krijgen om tot ontwikkeling te komen. Macrofauna en vis zullen hier direct van profiteren. De maatregelen zullen daarmee bijdragen aan het behalen van de doelstelling (GEP):

- beheervisserij\* en bij voldoende effect op doorzicht gevolgd door lokaal uitzetten van vegetatie passend bij bodemcondities en het uitvoeren van reeds geplande maatregelen, vispaaiplaatsen en natuurvriendelijke oevers;
- doorspoelen en daarbij sturen op chloride en fosfaat.

Eerste prioriteit ligt bij de beheervisserij. Pas wanneer blijkt dat dit voldoende effect heeft op doorzicht, zijn de onderliggende maatregelen van belang. Hiervan wordt een aanzienlijke verbetering verwacht op de ecologische parameters. Daarnaast ligt de prioriteit bij het doorspoelen. Momenteel kan dit nog niet jaarrond worden toegepast. Indien de kans zich voordoet om dit aan te passen (naar aanleiding van het verbraken



van het Volkerak-Zoommeer) moet dit zeker meegenomen worden en kan hiervan een behoorlijk positief effect verwacht worden op nutriënten (met name fosfaat), chloride en chlorofyl en in mindere mate op de ecologie.

### **Uitwerken aanpak onderzoeksvragen andere waterlichamen**

Het zeer kleine percentage open water is zeer bepalend voor het functioneren van dit waterlichaam. Vermoedelijk zullen veel

andere lijnvormige waterlichamen binnen het beheergebied van Waterschap Hollandse Delta vergelijkbaar functioneren. De eerste stap richting de andere waterlichamen is dan ook het bepalen van het percentage open water in de verzorgingsgebieden. Van waterlichamen met een vergelijkbaar grondwaterregime en klein percentage open water in landelijk gebied kunnen we aannemen dat ook deze verblijftijdgestuurd zijn en dat de kwaliteit hoofdzakelijk wordt bepaald door drainagewater. Voor deze waterlichamen kan het opstellen van een waterbalans voorlopig worden overgeslagen. Wel zullen analyses worden gemaakt van de waterkwaliteit (chloride, nutriënten), visstand, algengroei, doorzicht en waterbodem. Waterlichamen met een groter percentage open water zullen nader bekeken moeten worden. Hiervoor wordt begonnen met het opstellen van een waterbalans en het bepalen van de verblijftijd. Bij voldoende verblijftijd moeten ook de nutriëntenbelasting, de limitatie en de kritische belasting worden bepaald.

#### NOTEN

- \* Voor de uitvoering van de beheervisserij wordt eerst overleg gevoerd met de betreffende visrechtenhouders en wordt onderzocht of hiervoor voldoende juridische basis bestaat.

