



Guido Waajen, Waterschap Brabantse Delta

Miquel Lurling, Wageningen Universiteit

Bart Engels, Waterschap Aa en Maas

Hans van Zanten, Waterschap De Dommel / BWZ-Ingenieurs*

Praktijkproeven blauwalgenbestrijding in Noord-Brabant

Overlast door blauwalgenbloei is een hardnekkig en veel voorkomend waterkwaliteitsprobleem. Het is niet alleen hinderlijk omdat het vaak in de woonomgeving of in zwemplassen voorkomt, maar er zijn ook risico's voor dier- en volksgezondheid aan verbonden. Structurele bestrijding van blauwalgen blijkt in de praktijk een lastige opgave. Veel van de uitgevoerde bestrijdingsmaatregelen blijken onvoldoende effect te sorteren. Om de kennis van de effectiviteit, mogelijke neveneffecten en kosten van kansrijke maatregelen te vergroten, worden in Noord-Brabant praktijkproeven uitgevoerd. Maatregelen die worden onderzocht, zijn onder andere de recent beschikbaar gekomen Flock en Lock-methodiek, baggeren en actief biologisch beheer. De maatregelen worden in verschillende combinaties toegepast. De uitvoering van de eerste maatregelen begon in mei 2009. Het project loopt dit jaar in ieder geval door. In het onderzoek werken de Wageningen Universiteit, de waterschappen Brabantse Delta, Aa en Maas en De Dommel en STOWA samen.

De belasting met nutriënten vormt een belangrijke belemmering voor het herstel en behoud van een goede ecologische toestand van het oppervlaktewater. Landelijk voldeed in 2007 slechts 35 procent van de meetpunten aan de norm voor fosfaat en 29 procent aan de norm voor stikstof. Ook blijkt dat de afgelopen jaren geen grote verbeteringen van de chemische waterkwaliteit meer gerealiseerd zijn¹⁾. Wereldwijd wordt de eutrofiëring inmiddels gezien als het belangrijkste waterkwaliteitsprobleem²⁾.

Gevolgen van eutrofiëring zijn onder andere het optreden van overmatige groei (bloei) van blauwalgen, vertroebeling van het water en het verdwijnen van ondergedoken waterplanten. Vooral de hinder die ontstaat door blauwalgenbloei blijkt een lastig op te lossen probleem. Blauwalgen zijn bacteriën, die vanwege het blauwgroene pigment fycocyanine worden aangeduid als cyanobacteriën. In stilstaand water kan onder voedselrijke omstandigheden gemakkelijk bloei van blauwalgen ontstaan. Vaak gaat het daarbij om locaties waar veel mensen overlast door de blauwalgen ondervinden (stadsvijvers, zwemplassen). Ook op grote meren kan flinke overlast ontstaan (bijvoorbeeld Gooimeer, Markermeer, Volkerak-Zoommeer). Blauwalgenbloei is niet alleen hinderlijk, het brengt ook risico's voor dier- en volksge-

zondheid met zich mee. Blauwalgen vormen vieze stinkende drijfvlagen. Bij de afbraak van dode algen wordt veel zuurstof uit het water gebruikt waardoor vissterfte kan ontstaan. Daarnaast produceren blauwalgen een scala aan gifstoffen. Contact met of consumptie van blauwalgen kan onder andere leiden tot irritaties aan ogen en huid, hoofdpijn en maag- en darmklachten. Ook kan blauwalgenbloei er toe leiden dat KRW-doelen niet worden gehaald³⁾. Het beheersbaar maken van de overlast door blauwalgen vormt een flinke uitdaging voor het waterbeheer.

In Nederland zijn vanaf begin jaren 80 op veel plaatsen maatregelen uitgevoerd om vertroebelde wateren weer helder te krijgen. Maatregelen richtten zich daarbij vaak op het beperken van de nutriënteninvoer en actief biologisch beheer. In een aantal wateren heeft dit tot een aanzienlijke verbetering van de waterkwaliteit geleid, zoals het Veluwemeer^{4),5)}. Helaas zijn er ook veel mislukkingen. De oorzaak daarvan ligt in het onvoldoende of niet meenemen van de fosfaatcontrole in het water en de onderwaterbodem⁶⁾. Naast het bij de bron aanpakken van de blauwalgen zijn in ons land diverse initiatieven ontplooid om de symptomen van blauwalgenbloei, en dan met name de drijfslagvorming, tegen te gaan of te beperken. Ook dergelijke maatregelen bleken vaak weinig effectief⁷⁾. Bovendien is bij symptoombestrijding het risico op

herhaling van overlast levensgroot. Momenteel worden in praktijk pakketten met verschillende maatregelcombinaties toegepast⁸⁾. De behoefte aan effectieve en betaalbare structurele maatregelen blijft daarbij echter groot. Dit vormt de aanleiding voor een tweejarig onderzoek, waarbij praktijkproeven worden uitgevoerd met verschillende combinaties van maatregelen. Het doel hiervan is om een aantal kansrijke maatregelen te testen en kennis te vergroten om op een duurzame, effectieve manier van een troebel, geëutrofeerd water naar een helder water te geraken met goede mogelijkheden voor ondergedoken waterplanten. De aandacht richt zich hierbij op stadsvijvers en zwemplassen, maar de opgedane kennis zal ook van belang zijn voor grotere watersystemen.

Toegepaste maatregelen

Fosfaatcontrole is de belangrijkste maatregel om blauwalgenbloei tegen te gaan^{9),10)}. Voor fosfaatcontrole is het nodig om de aanvoer van fosfaat vanuit puntbronnen en diffuse bronnen aan te pakken. Daarnaast is het nodig om het fosfaat dat al in het waterlichaam aanwezig is, te verwijderen of vast te leggen.

De binnen het project toegepaste maatregelen richten zich hoofdzakelijk op het aanpakken van het aanwezige fosfaat in waterkolom én waterbodem. Ook het toegepaste actief biologisch beheer heeft

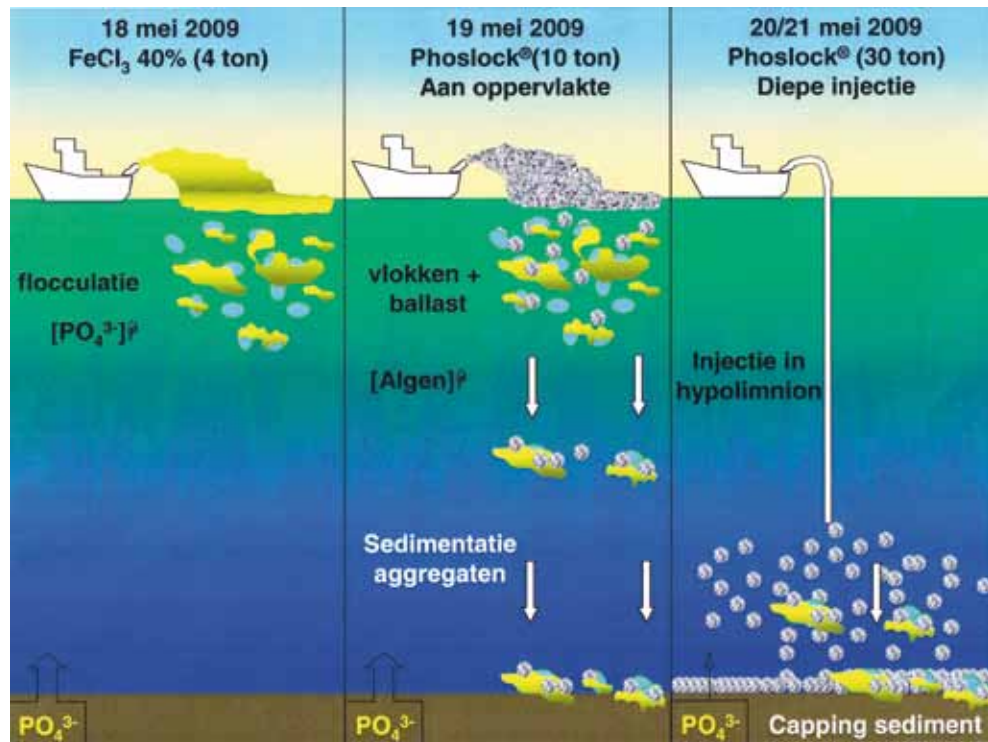
hierop invloed. Externe aanvoer van fosfaat uit puntbronnen is op voorhand zoveel mogelijk uitgeschakeld. Om een duurzaam effect van maatregelen te bereiken, is het essentieel dat ook de externe aanvoer uit diffuse bronnen wordt aangepakt. Dit gebeurt door omwonenden en gebruikers hierover voor te lichten en aan te spreken op de effecten van hun gedrag (voeren van watervogels, voeren en uitzetten van vissen, uitlaten van honden op de oevers).

In het project zijn vier wateren opgenomen als proeflocatie: één diepe zwemplas en drie ondiepe stadswateren.

Onderstaandtabel geeft een overzicht van de maatregelcombinaties op de proeflocaties.

Baggeren

Baggeren is een traditionele en gangbare maatregel om watergangen op diepte te houden voor wateraanvoer en -afvoer en voor waterkwaliteitsdoelstellingen en verwijdert voedselrijk sediment. Op plaatsen waar gebaggerd wordt, wordt het weke en vaak zwarte sediment verwijderd tot op de harde minerale ondergrond van de proeflo-



Afb. 1: Schematisch overzicht van de Flock en Lock-behandeling in De Kuil.

Overzicht maatregelcombinaties op de proeflocaties.

maatregelcombinaties				zwemplas Prinsenbeek	vijver Dongen	vijver Eindhoven	enclosures vijver Heesch
blanco					x	x	x
					x	x	
							x
					x	x	
				x			
					x	x	
					x		x
					x	x	
							x
					x	x	

		Actief biologisch beheer (visstandbeheer + enten waterplanten)
		Phoslock
		Vlokmiddel
		Baggeren

caties. Verondersteld wordt dat de fosfaatgifte uit de baggerlaag beduidend groter is dan de fosfaatgifte uit de ondergrond. Door te baggeren vermindert de interne eutrofiëring.

Baggeren gevolgd door wegvangen fosfaat uit de waterfase met aluminiumzouten

Aanvullend op het baggeren wordt het in de waterfase aanwezige fosfaat met een vlokmiddel (polyaluminiumchloride) in vlokken gevangen. Dit bezinkt naar de bodem ('Flock'). Het betreft zowel het opgeloste fosfaat als het in en aan deeltjes en in algencellen gebonden particuliere fosfaat. Verondersteld wordt dat het water door Flock snel helder kan worden. Bij toepassing van dit aluminiumzout is tijdelijke verlaging van de zuurgraad mogelijk, waarbij toxische aluminiumionen kunnen voorkomen. Om toxische omstandigheden te voorkomen, wordt tijdens de toepassing de zuurgraad gemonitord en - ter verhoging van de zuurgraad - zo nodig een kleine dosis calciumhydroxide toegevoegd. Toediening van aluminiumzout dient hierbij uitsluitend als vlokmiddel. Het is niet bedoeld om fosfaten in het sediment permanent te binden.

Enmalig toedienen van een fosfaatfixatief

Door toediening van het fosfaatfixatief Phoslock wordt het uit de toplaag van het sediment vrijkomende fosfaat permanent vastgelegd ('Lock'). Het fosfaat is daarmee niet meer beschikbaar voor algengroei en de interne eutrofiëring vermindert, zodat op structurele manier het probleem zou kunnen worden opgelost. Phoslock is een gemodificeerde bentonietklei waaraan het zeldzame aardmetaal lanthaan als werkzaam bestanddeel is toegevoegd. Lanthaan vormt zeer sterke bindingen met orthofosfaat en



Oppervlakkige toediening van Phoslock in De Kuil, mei 2009.

blijft deze binding behouden bij een van neutraal afwijkende zuurgraad en onder zuurstofloze omstandigheden. Beide omstandigheden doen zich van nature voor bij het sediment van oppervlaktewateren, waardoor defosfateren met aluminium- of ijzerzouten vaak geen afdoende maatregel is. Tot nu toe is in Europa ongeveer tien maal Phoslock toegepast, waarbij na toediening het fosfaatgehalte in de waterfase steeds sterk daalde. Deze daling blijft meerdere jaren behouden¹¹⁾.

Eenmalig wegvangen van fosfaat uit de waterfase met aluminiumzouten of ijzerzouten gevolgd door toedienen van een fosfaatfixatief

Hierbij wordt allereerst het in de waterfase aanwezige fosfaat in vlokken gevangen

('Flock'). Het betreft zowel het opgeloste fosfaat als het particuliere fosfaat. In de stadswateren wordt gebruik gemaakt van aluminiumzouten en in de zwemplas van ijzerzouten. De keuze voor ijzerzouten in de zwemplas is ingegeven door de zwemwaterfunctie van de plas en de bij lage of hoge zuurgraad mogelijk toxische eigenschappen van aluminiumzouten. Zowel bij toepassing van aluminiumzouten als van ijzerzouten is kortstondige verlaging van de zuurgraad mogelijk. Om een sterke verlaging van de zuurgraad te voorkomen, wordt tijdens de toepassing de zuurgraad gemonitord en - ter verhoging van de zuurgraad - zo nodig een kleine dosis calciumhydroxide toegevoegd. Na toediening van het vlokmiddel wordt het fosfaatfixatief Phoslock toegediend. De functie hiervan is enerzijds verzwaring van de

Proeflocatie in Dongen direct na uitvoering van de maatregelen, in september 2009. Het rechtercompartment is gebaggerd en daarna behandeld met polyaluminiumchloride, het linkercompartment is niet gebaggerd en uitsluitend behandeld met Phoslock.



ontstane vlokken waardoor betere bezinking ontstaat. Anderzijds zorgt het fosfaatfixatief voor permanente vastlegging van het uit de waterkolom neergeslagen en van het uit het sediment vrijkomende fosfaat ('Lock').

De combinatietechniek Flock & Lock is in 2008 succesvol voor de eerste maal in Nederland toegepast in de zwemplas De Rauwbraken in Berkel Enschoot¹²⁾.

Actief biologisch beheer

Onder actief biologisch beheer wordt in dit project het aanpassen van de visstand en het uitzetten van ondergedoken waterplanten verstaan. Het visstandbeheer houdt in dat de aanwezige visstand (op de proeflocaties in belangrijke mate karper) wordt vervangen door een lagere visstand, bestaande uit snoek en blankvoorn. Door het verwijderen van de bodemwoelende en zoöplanktonetende vis kan de graasdruk op algen toenemen en de vertroebeling hierdoor en door opwerveling van bodemmateriaal afnemen. De omstandigheden voor waterplanten verbeteren. Dit versterkt het in stand houden van een heldere situatie. Waterplanten nemen een deel van het aanwezige fosfaat op (dat daardoor niet beschikbaar is voor algengroei), bieden een goede bescherming voor algen-etend zoöplankton én onderdrukken algengroei door de uitscheiding van allelopathische stoffen.

Als beschutting voor de vis worden takkenbossen of helofyten aangebracht. Aangenomen wordt dat actief biologisch beheer op de sterk eutrofe proeflocaties alleen onvoldoende is om de blauwalgenbloei terug te dringen⁶⁾.

Projectopzet

Diepe zwemplas: De Kuil in Prinsenbeek (gemeente Breda)

De Kuil heeft een oppervlakte van ruim zeven hectare en een maximale waterdiepte van ruim acht meter. De plas wordt regelmatig geplaagd door blauwalgenbloeien van *Anabaena flos-aquae*, *Aphanizomenon flos-aquae* en *Planktothrix rubescens*. In deze plas is van 18 tot en met 21 mei 2009 Flock en Lock uitgevoerd. Ten opzichte van de toepassing in De Rauwbraken¹²⁾ is de techniek aangepast. In De Kuil is vier tot 40 procent $FeCl_3$ -oplossing gebruikt in plaats van het in De Rauwbraken gebruikte polyaluminiumchloride. In totaal is 40 ton Phoslock gedoseerd. Daarvan is 30 ton op zes meter diepte in het hypolimnion toegediend in plaats van de volledig oppervlakkige toediening in De Rauwbraken. Door de diepe injectie treedt minder vertroebeling van het epilimnion op. Tien ton Phoslock is oppervlakkig toegediend om de gevormde ijzervlokken voldoende te verzwaren voor goede bezinking.

Ondiepe stadsvijvers in Dongen, Eindhoven en Heesch

Deze vijvers worden geplaagd door een (nagenoeg) continue bloei van *Microcystis*. De waterdiepte varieert van een meter (Dongen) tot twee tot drie meter

(Eindhoven en Heesch). In de vijver in Dongen zijn in de zomer van 2009 acht compartimenten aangebracht met elk een oppervlakte van 300 tot 330 m². In de vijver in Eindhoven zijn in dezelfde periode zes compartimenten aangebracht met elk een oppervlakte van 400 m². In de compartimenten worden verschillende maatregelcombinaties toegepast en vergeleken met blanco compartimenten. In de vijver in Heesch zijn in de periode juli-oktober 2009 twaalf enclosures aangebracht waarin verschillende maatregelcombinaties zijn toegepast. Deze maatregelcombinaties zijn in triplo uitgevoerd. Drie enclosures zijn als blanco ingericht en dienen ter vergelijking.

Na uitvoering van de proeven wordt een totaalaanpak van de vijver in Heesch uitgevoerd, waarvan de effectiviteit gedurende de verdere projectduur wordt onderzocht. De totaalaanpak wordt gebaseerd op de resultaten van de enclosure-proeven, aangevuld met actief biologisch beheer. Aan het einde van het project worden de compartimenten in de vijvers in Dongen en Eindhoven verwijderd en de vijvers in hun geheel opgeknapt.

Monitoring

De effecten van de maatregelcombinaties worden intensief gevolgd door middel van monitoring¹³⁾. Hierbij wordt aandacht geschonken aan waterkwaliteitsvariabelen zoals doorzicht, turbiditeit, nutriënten, chlorofyl, metalen, cyanotoxines, algensamenstelling, zooplankton, waterplanten, macrofauna en vis, gehalten lanthaan in vis, waterplanten en macrofauna en de beschikbare hoeveelheid fosfaat in sediment. Meerdere maanden voor de uitvoering van de maatregelen is de monitoring begonnen om de uitgangssituatie vast te leggen. Veel waterkwaliteitsvariabelen worden tweeweke-lijks gemonitord. Kort voor, tijdens en kort na de uitvoering is de monitoring tijdelijk geïntensiveerd om daarna weer op een tweewekelijkse monitoring uit te komen. De enclosures kennen een grotere meetfrequentie.

Het project ontving subsidie van het Innovatieprogramma Kaderrichtlijn Water van het ministerie van Verkeer en Waterstaat en de Provincie Noord-Brabant.



Proeflocatie Heesch met enclosures, september 2009.

LITERATUUR

- 1) Unie van Waterschappen (2009). Waterschapspiegel 2009. Landelijke brancherapportage van de waterschappen.
- 2) Smith V. en D. Schindler (2009). Eutrophication science: where do we go to from here? Trends in Ecology and Evolution 24-4, pag. 201-207.
- 3) Van der Molen D. en R. Pot R.(2007). Referenties en maatlaten voor natuurlijke watertypen voor de Kaderrichtlijn Water. STOWA-rapport 32.
- 4) Ibelings B., R. Portielje, E. Lammens, R. Noordhuis, M. van den Berg, W. Joosse en M. Meijer (2007). Resilience of alternative stable states during the recovery of shallow lakes from eutrophication: Lake Veluwe as a case study. Ecosystems 10, pag. 4-16.
- 5) Hosper H., R. Portielje en E. Lammens (2007). Heldere meren in Nederland in 2015 : droom of werkelijkheid? H₂O nr. 18, pag. 31-33.
- 6) Gulati R. en E. van Donk (2002). Lakes in the Netherlands, their origin, eutrophication and restoration: state-of-the-art review. Hydrobiologia 478, pag. 73-106.
- 7) Kardinaal E., M. de Haan en H. de Rooter (2008). Maatregelen ter voorkoming blauwalgen werken onvoldoende. H₂O nr. 7, pag. 4-7.
- 8) Waajen G., V. van den Berg, E. de Swart en E. van Donk (2008). Aanpak blauwalgen in West-Brabant. H₂O nr. 11, pag. 8-9.
- 9) Schindler D., R. Hecky, D. Findlay, M. Stainton, B. Parker, M. Paterson, K. Beaty, M. Lyng en S. Kasian (2008). Eutrophication of lakes cannot be controlled by reducing nitrogen inputs: Results of a 37-year whole-ecosystem experiment. Proc. Natl. Acad. Sci. 105, pag. 11254-11258.
- 10) Carpenter S. (2008). Phosphorous control is critical to mitigating eutrophication. Proc. Natl. Acad. Sci. 105, pag. 11039-11040.
- 11) Insitut Dr. Nowak (2008). Massnahme zur Seenrestaurierung am Bärensee, Stadt Bruchköbel. Applikationsbericht und Ergebnisse.
- 12) Lurling M. en J. van Oosterhout (2009). Flock & Lock in De Rauwbraken. Leerstoelgroep Aquatische Ecologie & Waterkwaliteitsbeheer. Wageningen Universiteit. Rapport M347.
- 13) Lurling M. (2009). KRW-innovatie bestrijding blauwalgenoverlast. Bemonstering en analyses. Wageningen Universiteit.

* BWZ-Ingenieurs is een ingenieursbedrijf dat zich bezighoudt met landschapsonwikkeling.