



Frank van Oosterhout, Wageningen Universiteit, Aquatische Ecologie & Waterkwaliteitsbeheer  
Miquel Lurling, Wageningen Universiteit, Aquatische Ecologie & Waterkwaliteitsbeheer

# Eutrofiëringcontrole met Flock & Lock

**In de afgelopen decennia zijn vele maatregelen genomen om de fosfaatbelasting van Nederlandse oppervlaktewateren te verlagen. Het doel hiervan is om de ongewenste effecten van eutrofiëring, zoals overmatige blauwalgenbloei, te voorkomen. Vanwege een hoge interne nalevering van fosfaat uit zuurstofloos sediment zijn echter vele herstel pogingen mislukt. De afdeling Aquatische Ecologie & Waterkwaliteitsbeheer van de universiteit van Wageningen heeft een innovatieve methode ontwikkeld (Flock & Lock), die uitkomst lijkt te bieden voor dit hardnekkige probleem. Flock & Lock is een methode om in open water al het aanwezige fosfaat in situ te binden. De methode bestaat uit het toedienen van een lage dosering vlokmiddel, gevolgd door het afdekken van de waterbodem met een fosfaatfixatief (Phoslock).**

**H**et succes van deze methode bestaat uit het onmiddellijke positieve effect van verwijdering van blauwalgen uit de waterkolom en het voorkomen van de terugkeer van de blauwalgen door fosfaat als meststof weg te nemen. De methode is in april 2008 voor het eerst op praktisch schaal toegepast in zwemplas De Rauwbraken in Berkel-Enschot. Sinds de behandeling is het water zeer helder (een doorzicht van meer dan drie meter), vrij van algenbloei met lage concentraties totaal-fosfor (17 µg/l).

## Versterking eutrofiëring

Overmatige verrijking van het oppervlaktewater met nutriënten (eutrofiëring) is wereldwijd uitgegroeid tot het belangrijkste waterkwaliteitsprobleem<sup>1)</sup>. In het oog springende symptomen van eutrofiëring zijn een groene soep van zwevend fytoplankton en drijfvlagen van blauwalgen (cyanobacteriën). Bloei en drijfvlagen van blauwalgen leveren vaak overlast op, omdat ze gepaard kunnen gaan met periodes van zuurstofloos water, vissterfte, stank en zwemverboden. Omdat de verwachte klimaatverandering eutrofiëring lijkt te versterken, zullen zonder ingrijpende maatregelen de problemen met giftige blauwalgen toenemen.

Verreweg de belangrijkste remedie om eutrofiëring, en vooral de erdoor veroorzaakte blauwalgenbloei, te beteugelen is fosfaatcontrole<sup>2,3)</sup>. Dit vergt naast een sterke reductie van de invoer vanuit punt- en diffuse bronnen fosfaatverwijdering uit de waterkolom en van of in de waterbodems<sup>4)</sup>. Met name de waterbodems zijn na een

jarenlange, ongecontroleerde toevoer van fosfaten opgeladen geraakt.

In Nederland worden de waterkwaliteitsproblemen door eutrofiëring al ruim 30 jaar onderkend. Vanaf het begin van de jaren '80 zijn diverse restauratietechnieken geïmplementeerd om de geëutrofiëerde wateren te herstellen. Helaas zijn er meer mislukkingen dan successen geboekt, wat vooral veroorzaakt lijkt door onvoldoende of niet meegenomen fosfaatcontrole in het water en de waterbodems<sup>5)</sup>. Dit betekent dat we tot dusver onvoldoende in staat waren de interne nalevering, als zeer belangrijke bron van fosfaat, zo aan te pakken dat op korte termijn aanzienlijke verbetering van de waterkwaliteit optreedt.

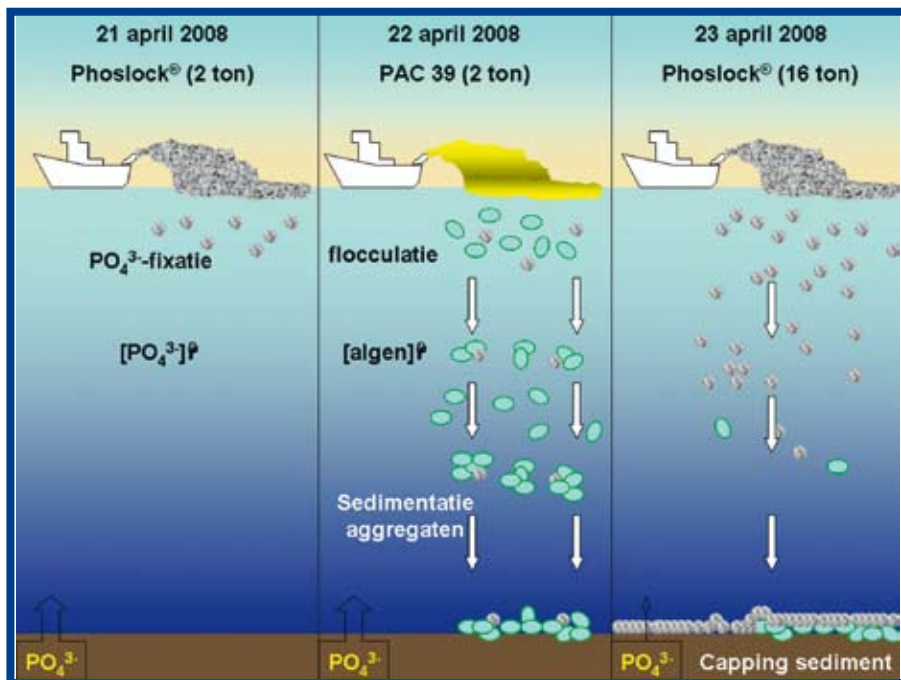
## Flock & Lock

Om het hardnekkige probleem van nalevering uit fosfaatrijke waterbodems aan te pakken en tegelijkertijd de waterkolom te strippen van fosfaat en algen, heeft de Wageningen Universiteit de Flock & Lock-methode ontwikkeld. Het principe achter deze methode is dat alle in het water aanwezige fosfaat (zowel opgelost als in particuliere vorm) naar de waterbodem wordt geprecipiteerd met een (verzwaard) vlokmiddel, waarna een fosfaatfixatief zorgt voor permanente vastlegging van het uit de waterkolom neergeslagen en uit de onderwaterbodem vrijkomende fosfaat. Phoslock is een gewone kleisoort (bentoniet), waarin langs kunstmatige weg het zeldzame aardmetaal lanthaan is vastgelegd. Phoslock is ontwikkeld door de Australian Water and Rivers Commission (WRC) en hun

onderzoekspartner de Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization (CSIRO). De werking van Phoslock berust op de onomkeerbare binding van lanthaan met fosfaat. Deze binding blijft onder niet-neutrale zuurgraad en zuurstofloze omstandigheden onveranderd. Deze eigenschap is een groot voordeel ten opzichte van gangbare defosfateringsmiddelen, zoals aluminium- en ijzorzouten. Deze zouten verliezen hun (fosfaat)bindende werking onder niet-neutrale zuurgraad respectievelijk zuurstofloze omstandigheden, zoals deze zich van nature voordoen. Na toediening via het wateroppervlak bezinkt Phoslock als een dunne laag (enkele millimeters) op de waterbodem. Tijdens het bezinken bindt Phoslock het aanwezige ortho-fosfaat. De fosforfractie zoals in de aanwezige blauwalgen blijft door Phoslock echter onaangeroerd. Dit betekent dat na inbrengen van alleen Phoslock de bestaande bloei nog lange tijd aan kan houden. Door de toepassing van Phoslock vooraf te laten gaan door een lage dosering vlokmiddel worden alle deeltjes (waaronder de blauwalgen) naar de bodem gedwongen en vervolgens door Phoslock afgedekt. De dosering van Phoslock is gebaseerd op de totale hoeveelheid beschikbaar fosfaat in water en sediment. De dosering van het vlokmiddel wordt proefondervindelijk bepaald op de voor de vlokken noodzakelijke concentratie.

## Zwemplas De Rauwbraken

De Rauwbraken is een kleine geïsoleerde zandwinning in Berkel-Enschot (gemeente Tilburg). Deze plas heeft als gemeentelijk strandbad en onderwaterpark voor recreatief



Afb. 1: Schematisch overzicht van de Flock & Lock-behandeling in De Rauwbraken.

duiken en natuureducatie een belangrijke functie. In de periode 2000-2007 deed zich jaarlijks tegen het einde van de winter een bloei van blauwalgen (*Planktothrix rubescens*) voor. Aanvankelijk verdwenen de blauwalgen in de loop van april - net voor de opening van het strandbad - naar diepere waterlagen. Vanaf 2004 nam de bloei in hevigheid en duur toe. In 2005 en 2007 moest de plas wegens bloei van blauwalgen lange tijd voor publiek gesloten blijven. Behalve de bloei van *P. rubescens* in het voorjaar, waren in de zomer *Microcystis aeruginosa* en *Woronichinia naegeliana* prominent aanwezig en trad in de nazomer jaarlijks een bloei van *Anabaena* sp. op.

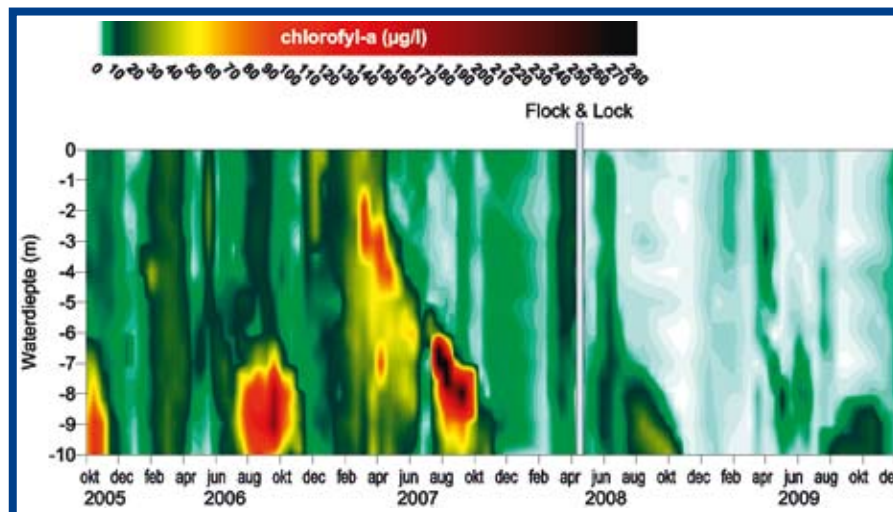
In de Rauwbraken bleek de combinatie van stilstaand water met een hoog fosfaatgehalte in de waterkolom, alsmede grote nalevering van fosfaat uit de waterbodem, de oorzaak te zijn van de jaarlijkse bloei van blauwalgen. In de Rauwbraken is het hoge fosfaatgehalte tot stand gekomen door een hoge organische belasting vanuit de omliggende groenstroken, jaarlijkse aanvoer van fosfaatrijk grondwater en regelmatige bemesting van aanliggende sportvelden. Door het uitzetten van graskarpers (jaren '80) zijn moeras en ondergedoken waterplanten in deze plas lange tijd afwezig geweest. Vanaf 2000 zijn riet, mattenbies en lisdodde ingebracht. Nadat het aantal graskarpers door natuurlijk verloop sterk verminderd was, keerden de ondergedoken waterplanten (waterpest, *Elodea nuttallii*) terug. Ondanks de massale terugkeer in 2007 trad in dit jaar toch een langdurige bloei van blauwalgen op.

In april 2008 is Flock & Lock voor het eerst in Nederland (als experimentele ingreep) in de Rauwbraken toegepast. De totale behandeling duurde drie dagen. Op dag 1 werd een geringe hoeveelheid Phoslock (2 ton) ingebracht om het aanwezige orthofosfaat uit de waterkolom te verwijderen. De dag erna werd het vlokmiddel polyalumi-

uchloride (PAC, 2 ton 39 procent, gebufferd met 50 kg calciumhydroxide) toegediend. De op de eerste dag ingebrachte bentoniet diende nu als bezinkgewicht bij het vlokken. Het afdekken van de waterbodem vond plaats door in totaal 18 ton Phoslock toe te passen, waarvan 16 ton op dag 3 (zie afbeelding 1).

In maart-april 2008 had zich in de Rauwbraken een bloei van *Aphanizomenon flos-aquae* ontwikkeld, die kort voor de behandeling een drijfslaag vormde. In de drijfslaag liepen de concentraties chlorofyl-a op tot 8000 µg/l<sup>(6)</sup>. De behandeling met het vlokmiddel reduceerde de totale concentratie chlorofyl-a tot minder dan 1 µg/l (zie afbeelding 2). Waar de concentratie chlorofyl-a voor de behandeling gemiddeld 20 (±36) µg/l bedroeg, met uitschieters tot meer dan 200 µg/l, bleven deze laag na de behandeling met een gemiddelde van 3 (±5) µg/l (zie afbeelding 2).

Afb. 2: Verloop van de concentratie chlorofyl-a over de waterdiepte (0-10 meter) in De Rauwbraken van oktober 2005 tot december 2009. De gearceerde staaf geeft de Flock & Lock-toepassing aan (21-23 april 2008).



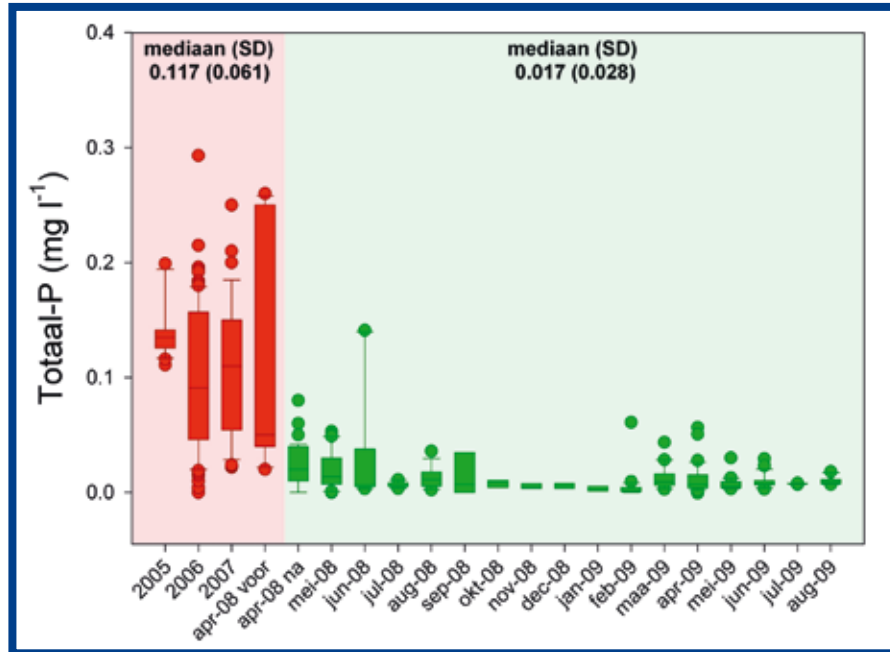
In de nazomers (augustus-oktober) van 2008 en 2009 werd een diep chlorofyl-a maximum gevonden (respectievelijk 65 en 18 µg/l); het betrof hier *Ceratium hirundinella* en kleine kolonievormende blauwalgen (*Cyanobium* sp.).

Het doorzicht gedurende de zomer werd in hoofdzaak bepaald door de diepteligging van het chlorofylmaximum. Het doorzicht bedroeg in de zomer ongeveer acht meter en nam in november 2008 zelfs toe tot 10,2 meter, wat bodemzicht betekende. Het zeer heldere water resulteerde in verdere uitgroei van waterpest tot negen meter diepte. Als gevolg van het gunstige lichtklimaat en de drastisch afgenomen productie in het epilimnion werd in 2008 en 2009 geen anoxia in het hypolimnion waargenomen, waar dit in de jaren voor de Flock & Lock-behandeling gewoon was. Deze goede zuurstofcondities in de diepere waterlagen zijn een bijkomend voordeel, omdat ze eventuele doorslag van fosfaat bemoeilijken.

Door de Flock & Lock-behandeling in De Rauwbraken werden de concentraties totaal fosfor drastisch gereduceerd van 117 µg/l (mediaan) voor tot 17 µg/l na de behandeling en zijn ze gedurende twee seizoenen tot dusver ook laag gebleven (zie afbeelding 3).

Dientengevolge zijn de draad- en kolonievormende blauwalgen (*P. rubescens*, *Anabaena* sp., *A. flos-aquae*, *M. aeruginosa*) sinds de behandeling niet meer waargenomen. De Rauwbraken is na de Flock & Lock-behandeling gevrijwaard gebleven van een zwemverbod.

Op basis van een vergelijking van alle waterkwaliteitsvariabelen voor en na de Flock & Lock-behandeling kan gesproken worden van een regimeverschuiving. De Rauwbraken is van een troebel, nutriëntenrijk, door blauwalgen gedomineerd water met weinig submerse vegetatie, veranderd in een plas met helder water, diep groeiende, abundant submerse vegetatie, lage algenbiomassa en een zuurstofhoudend hypolimnion. Voor De Rauwbraken kan de ingreep als succesvol worden gezien. Voor geïsoleerde wateren



**Afb. 3: Verloop van de concentratie totaal-fosfor (in mg/l) in De Rauwbraken voor (rode boxen) en na de Flock & Lock-behandeling (groene boxen). Ook weergegeven zijn de mediaanwaarden ( $\pm$  één standaarddeviatie).**

lijkt de Flock & Lock-methode veelbelovend om eutrofiëringproblemen adequaat en duurzaam aan te pakken door de gecombineerde precipitatie van algen en fosfaat uit de waterkolom en fosfaatfixatie op de waterbodem.

#### LITERATUUR

- 1) Smith V. en D. Schindler (2009). Eutrophication science: where do we go to from here? Trends in Ecology and Evolution nr. 4, pag. 201-207.

- 2) 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.
- 3) Carpenter S. (2008). Phosphorous control is critical to mitigating eutrophication. Proc. Natl. Acad. Sci. 105, pag. 11039-11040.
- 4) Mehner T., M. Diekmann, T. Gonsiorczyk, P. Kasprzak, R. Koschel, L. Krienitz, M. Rumpf, M. Schulz, en G. Wauer (2008). Rapid recovery from eutrophication of a stratified lake by disruption of internal nutrient load. Ecosystems 11, pag. 1142-1156.
- 5) Gulati, R.D. en E. Van Donk (2002). Lakes in the Netherlands, their origin, eutrophication and restoration: state-of-the-art review. Hydrobiologia 478, pag. 73-106.
- 6) Lurling M. en J. van Oosterhout (2009). Flock & Lock in De Rauwbraken. Leerstoelgroep Aquatische Ecologie & Waterkwaliteitsbeheer. Wageningen Universiteit. Rapport M347.

#### De Rauwbraken.