

# Zuurstoftoevoer legt fosfaat vast in waterbodembodem

**Bij koudewinning in de Ouderkerkerplas in Amsterdam is een experiment gaande om algenbloei in de zomer tegen te gaan. De toevoer van zuurstof bindt fosfaat aan de bodem, zodat het gebruikte water dat na het koelproces boven in de plas wordt teruggebracht, minder fosfaat bevat. De eerste onderzoeksresultaten zijn hoopvol.**

IR. W.J. BAKKER / DR. A.J.P. SMOLDERS

Zomerse algenbloei is een groot probleem voor veel Nederlandse wateren. Het beperkt planten- en dierenleven en belemmert mogelijkheden voor recreatie. Een belangrijke oorzaak is de fosfaateutrofiëring. Maatregelen zijn doorgaans zeer kostbaar en bieden niet altijd soelaas. De waterkwaliteitsdoelstellingen vanuit de Europese Kaderrichtlijn Water (KRW) maken het zoeken naar vernieuwende oplossingen urgent.

Ook de Ouderkerkerplas heeft te kampen met algenproblemen. Deze voormalige zandwinput, ten zuidoosten van Amsterdam, is een recreatieplas en officiële zwemlocatie. Een groot deel van de zomer is het door de aanwezigheid van blauwalgen niet mogelijk te zwemmen. De plas voldoet niet aan de KRW-doelstellingen. Sinds begin jaren negentig zijn de fosfaatgehalten in het water langzaam gestegen en is er een groeiend algenprobleem ontstaan. De redenen hiervan zijn niet duidelijk. Wel is eind jaren tachtig bij de ontwikkeling van een recreatiegebied fosfaatrijke grond in de Ouderkerkerplas gestort. Onderzoek heeft uitgewezen dat nalevering uit de bodem de grootste fosfaatbron is.

Waternet draagt namens de waterkwaliteits-

## IN 'T KORT - ONDERZOEK

- Initiatief om bij koudewinning in Ouderkerkerplas algengroei tegen te gaan
- Zuurstoftoevoer leidt tot oxidatie gereduceerd ijzer, dat samen met fosfaat neerslaat
- Referentiesituatie gestart in 2009, effecten in vijf jaar erna gemonitord
- Eerste metingen in 2010 wijzen uit dat fosfaat wordt gebonden in bodem

beheerder Waterschap Amstel, Gooi en Vecht (AGV) zorg voor een goede waterkwaliteit en verricht in het kader van de KRW onderzoek en neemt maatregelen.

Een initiatief van energiebedrijf Nuon om koud water uit de Ouderkerkerplas te gebruiken voor het koelen van bedrijfsgebouwen in Amsterdam-Zuidoost, brengt de noodzaak met zich mee om verdere achteruitgang te voorkomen.

Publieke en private partijen werken nu samen aan de potentiële win-winsituatie om reductie van CO<sub>2</sub>-uitstoot en verbetering van de waterkwaliteit te bewerkstelligen. In 2009 is een demonstratieproject met een grootschalig onderzoek in de Ouderkerkerplas gestart. De eerste onderzoeksresultaten zijn hoopvol, komende jaren moet blijken of de nieuwe techniek om fosfaat vast te leggen werkt en breder inzetbaar is als wapen in de strijd tegen algenbloei.

## Koudewinning

Het idee om koud water te winnen uit de Ouderkerkerplas stamt uit 2007. Het water onder in de plas (40 meter diep) heeft door de thermische stratificatie tijdens voorjaar, zomer en najaar een constante temperatuur tussen 4 en 7 °C. Hiermee kunnen bedrijfsgebouwen worden gekoeld. Als alternatief voor de traditionele, individuele koelmachines zorgt dit collectieve systeem voor energiebesparing en verlaging van CO<sub>2</sub>-uitstoot (circa 75 procent reductie).

Na het koelproces wordt het gebruikte water boven in de plas teruggebracht. Om te voorkomen dat deze activiteit de waterkwaliteit in de Ouderkerkerplas verslechtert, stelt Waternet

eisen aan de lozing, bijvoorbeeld aan de maximale fosfaatvrucht. Het lozen van fosfaat dat wordt meegevoerd van onder naar boven in de plas, heeft potentieel namelijk veel invloed op de kwaliteit van het watersysteem. Boven in de plas is licht beschikbaar en zijn de temperaturen in het groeiseizoen gunstig voor algenbloei. De opgelegde maximale fosfaatvrucht moet voorkomen dat de draagkracht van het watersysteem verder wordt overschreden.

Aan de fosfaatsnorm is te voldoen met toepassing van bestaande technieken. Nuon heeft er echter voor gekozen een innovatieve en relatief veel goedkopere techniek in te zetten. Waternet heeft in samenwerking met onderzoekcentrum B-Ware een onderzoek opgezet naar de werking van de toegepaste methode en de effecten daarvan op de Ouderkerkerplas. Dit onderzoek wordt mede mogelijk gemaakt door het Europees Fonds voor Regionale Ontwikkeling (EFRO) en de Provincie Noord-Holland.

## Onderzoek naar oxidatie

Het koude water in de diepe waterlaag van de plas (hypolimnion) bevat in de zomer en het najaar hoge concentraties fosfaat. Door via enkele slangen op de bodem zuurstof aan te voeren, wordt het hypolimnion geoxideerd. Te verwachten is dat deze zuurstoftoevoer leidt tot oxidatie van gereduceerd ijzer, waardoor dit samen met fosfaat neerslaat. Gezien de omstandigheden in de plas en blijkens de laboratoriumexperimenten kan zuurstoftoevoer effectief zijn in het terugdringen van fosfaat. Als het water bij de bodem permanent zuurstofrijk blijft, is de verwach-

ting dat er jaarlijks een netto vastlegging van fosfaat in de bodem plaatsvindt.

Om te analyseren welke effecten de chemie en fysica ondervinden van de zuurstoftoevoer, wordt gedurende zes jaar de kwaliteit van bodem, bodemvocht en waterlaag op diverse dieptes gemonitord. De biologie van de plas wordt gevolgd door de bodemmacrofauna, visstand en algen- en zoöplanktensamenstelling en -abundantie frequent te bepalen.

In het eerste onderzoeksjaar (2009) werd de situatie in beeld gebracht zonder zuurstoftoevoer en koelactiviteiten: de referentiesituatie. De vijf daarop volgende jaren moeten een beeld geven van de werking en effecten van de oxidatie in combinatie met de koelactiviteiten.

## Referentiesituatie

De onderwaterbodembodem is relatief rijk gebleken aan calcium, waardoor een groot deel van het fosfor in de calciumgebonden fractie aanwezig is. Ook is de bodem rijk aan gereduceerd zwavel, in de vorm van ijzersulfides.

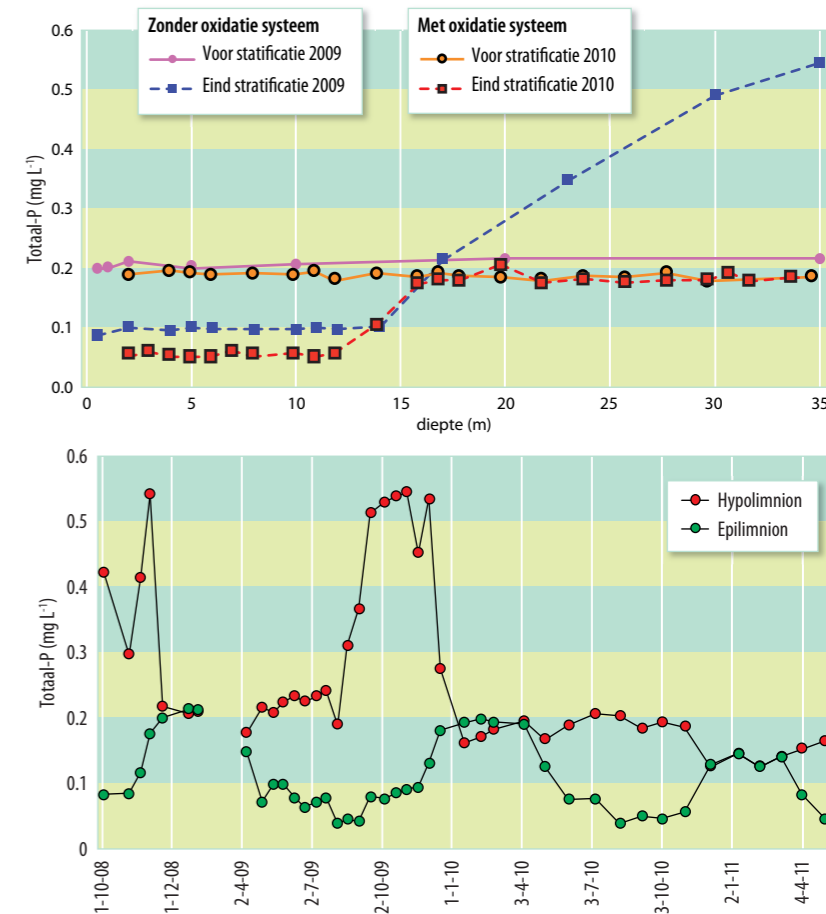
De plas toont een omvangrijke voorjaarsbloei van kiezelwieren en groenalgen in de bovenlaag. Fosfaat en nitraat worden hierdoor uit de waterlaag opgenomen, waardoor de concentraties dalen. De nitraatconcentratie wordt uiteindelijk zo laag dat de groei van groenalgen stopt. In de zomer wordt hun plek overgenomen door blauwalgen, die goed gedijen bij de lage nitraatconcentraties in het water, op voorwaarde dat er nog wel fosfaat aanwezig is.

Dode algen zakken van de bovenlaag (epilimnion) naar de onderlaag (hypolimnion) van de plas, waardoor ook het opgenomen fosfor en stikstof met de algen uitzakt. Hierdoor nemen de concentraties in het epilimnion af in het groeiseizoen. Vanaf augustus leidt de afbraak van dode algen op de bodem van de plas tot een sterke daling van de zuurstofconcentratie in het hypolimnion. Het lage zuurstofgehalte leidt ertoe dat het fosfaat dat vrijkomt bij de afbraak, slecht aan de bodem wordt gebonden en vrijkomt in het hypolimnion. Najaar 2009 neemt de fosforconcentratie van het hypolimnion dan ook sterk toe.

In november beëindigt de stratificatie en is de plas tot halverwege mei 2010 geheel gemengd, met vrijwel een gelijke waterkwaliteit op alle diepten. In deze periode is het water in de plas zuurstofrijk. Na menging in de plas is de totaal P-concentratie 0,19 mg/liter (6,2 µmol/liter).

## Zuurstoftoevoer

De toevoer van zuurstof zorgt ervoor dat tijdens het stratificatiesizoen het hypolimnion zuurstofverzadigd blijft. Nu is er geen stijging meer van de fosfaatconcentratie in het hypolimnion in zomer en najaar van 2010. Na opheffing van de stratificatie in november mengt de gehele plas en is de totaal P-concentratie 0,13 mg/liter (4,2 µmol/liter). De toevoer van zuurstof heeft dus een duidelijk effect op de binding van P in de bodem. Het fosfor dat vrijkomt bij de afbraak van de algen, wordt zichtbaar gebonden in de bodem, zodat het niet in de waterlaag terecht komt. Sinds de start van de beluchting nemen ge-



## FOSFORCONCENTRATIE

**Boven de totaal P-concentratie in de waterlaag, uitgezet tegen de diepten voor de stratificatie van 2009 (december 2008) en 2010 (februari 2010) en aan het einde van de stratificatieperiode van 2009 (november 2009) en 2010 (november 2010). Onder de totaal P-concentratie in het hypo- en epilimnion tussen oktober 2008 en mei 2011.**

middelde dichtheden en biomassa aan bodemfauna in de diepe delen van de plas toe. Te verwachten valt dat eventuele effecten op de visstand pas op (middel)lange termijn waarneembaar zijn. Tot op heden zijn er nog geen andere effecten van de zuurstoftoevoer geconstateerd op de biologie van de plas.

## Evaluatie en discussie

De resultaten na één jaar zuurstoftoevoer laten een flinke afname van de totaalfosforconcentratie in de plas zien. De algenbloei en het daarna uitzakken van dode algen zorgen voor een transport van fosfor uit het epilimnion naar de onderwaterbodembodem. Met de uitzakkende dode algen wordt het fosfor getransporteerd naar de onderwaterbodembodem. Door de zuurstoftoevoer wordt het fosfor na afbraak van de algen vastgelegd in de onderwaterbodembodem en is het na opmengen van de waterlaag niet meer beschikbaar voor de groei van algen in het volgende voorjaar. Theoretisch kan dit mechanisme leiden tot een stapsgewijze afname van de fosforconcentratie.

Op de ontwikkeling van bodemfauna in de diepere delen na, zijn er tot en met 2010 geen andere effecten op het watersysteem geconstateerd. Het zal moeten blijken of de afname van fosfaat zich heeft voortgezet in 2011.

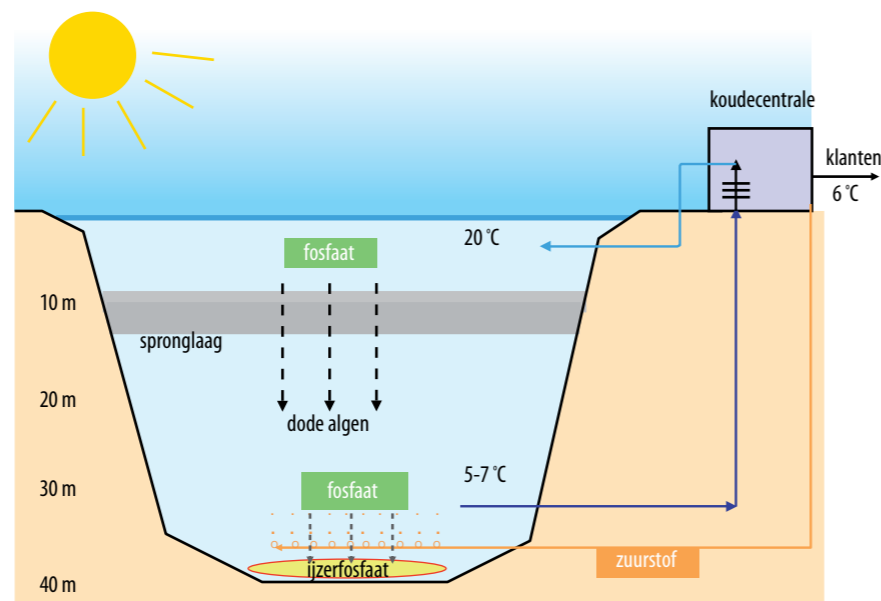
De verwachting is dat de lozing in de boven-

laag de komende jaren, dankzij lozingsseisen, weinig invloed heeft op de algensamenstelling en abundantie. Er blijft de komende jaren nog sprake van een voedselrijk watersysteem. Als het lukt om op deze wijze een groot deel van het fosfor uit de waterfase te verwijderen, is te verwachten dat er een omslagpunt komt waarbij algenbloei vermindert en waterkwaliteitsdoelen worden gehaald. Op termijn toepassen van flexibel peilbeheer in de plas zal hieraan bijdragen.

## Na zuurstoftoevoer

Als het systeem zo opknapt dat algenbloei wordt voorkomen, vermindert ook de zuurstofconsumptie aanzienlijk. De vraag is of bij een situatie zonder jaarlijkse algenbloei het zuurstofgehalte toch afneemt door afbraak van nog aanwezig organisch materiaal op de bodem. In dat geval zal de zuurstoftoevoer moeten blijven plaatsvinden om te voorkomen dat het vastgelegde fosfaat weer vrijkomt en het systeem terugvalt in een verslechterende. Als alternatief zou ook iets aan de bodem kunnen worden gedaan, zoals het afvoeren (baggeren) van de P-rijke toplaag of het isoleren van de bodem door bedekking met zand.

Wiebe Bakker is beleidsadviseur en projectleider bij Waternet, Fons Smolders is senior projectleider bij onderzoekcentrum B-Ware.



## OXIDATIE

**Principe van het koelproces, zuurstoftoevoer en fosfaatvastlegging in de Ouderkerkerplas.**