



Phoslock als maatregel tegen blauwalg

Teveel fosfaat leidt tot problemen met de waterkwaliteit en blauwalgen. Phoslock is een middel dat deze problemen tegengaat. Hieronder wordt uitgelegd wat Phoslock is en hoe het werkt.

Fosfaat in het water

Om te kunnen groeien, hebben waterplanten en algen allerlei voedingsstoffen nodig. Eén van de belangrijkste voedingsstoffen is fosfaat. In het water bepaalt de hoeveelheid fosfaat meestal hoe snel én welke waterplanten en algen er groeien.

In veel wateren in Nederland is te veel fosfaat aanwezig. Fosfaat komt in het water door bemesting, veenafbraak, bladval en allerlei andere bronnen. Te veel fosfaat leidt er toe dat een paar algen- of plantensoorten erg hard groeien en dat er voor andere soorten geen ruimte is. Dit leidt tot een slechte waterkwaliteit met weinig plant- en diersoorten. Ook giftige blauwalgen (cyanobacteriën) groeien onder deze fosfaatrijke omstandigheden goed. Dit vormt dan een gevaar voor zwemmers en (huis)dieren. Veel maatregelen om de waterkwaliteit te verbeteren richten zich daarom op het verminderen van de hoeveelheid fosfaat in het water. De vermindering van fosfaat leidt tot een betere waterkwaliteit, een grotere biodiversiteit en veiliger zwemwater.

Fosfaat in de bodem

Fosfaat komt via allerlei bronnen en routes in het water terecht. Veel van dit fosfaat blijft achter in de waterbodem (als slib). Het fosfaat dat in de waterbodem aanwezig is, komt in het voorjaar en de zomer vrij. Dit wordt dan opgenomen door algen en waterplanten die aan het eind van het jaar weer afsterven. Het fosfaat in deze afstervende planten komt dan opnieuw in de bodem terecht. Door deze cyclus blijft een teveel aan fosfaat jarenlang in het water en de waterbodem aanwezig en blijft het de waterkwaliteit steeds opnieuw negatief beïnvloeden. Zelfs onder gunstige omstandigheden kan het tientallen jaren duren voordat de hoeveelheid fosfaat in de waterbodem afgenomen is.

Te veel fosfaat in de bodem vormt een probleem en dat probleem gaat niet vanzelf weg. Dit kan alleen worden opgelost door maatregelen te nemen die voorkomen dat fosfaat uit de bodem nog in het water terecht kan komen.

Hoe leg je fosfaat vast in de waterbodem: de ontstaansgeschiedenis van Phoslock

De problematiek die wordt veroorzaakt door teveel fosfaat in het water bestaat al enkele decennia en niet alleen in Nederland. De Australische organisatie Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation (CSIRO, vergelijkbaar met TNO in Nederland) heeft daarom in de jaren 90 gezocht naar een middel dat effectief fosfaat kan binden zodat het niet meer beschikbaar is voor algengroei. Bij dit onderzoek kwam lanthaan naar voren als een stof die zeer sterk bindt aan fosfaat. Lanthaan is een metaal dat vrij algemeen voorkomt en kan worden gewonnen uit lanthaanhoudende erts. Lanthaan en fosfaat vormen samen de mineralen rhabdofaan en monaziet. Onder natuurlijke omstandigheden zijn deze mineralen zeer stabiel: de binding van lanthaan aan fosfaat is dan permanent en het mineraal lost niet op.

In gebonden vorm is lanthaan veilig. Als lanthaan echter niet is gebonden (vrij opgelost lanthaan), dan kan het in hoge concentraties schadelijk zijn. Om lanthaan veilig te kunnen gebruiken als fosfaatbindend middel is het dus nodig dat lanthaan op een of andere manier gebonden is, zodat het veilig is voor het waterleven.

De CSIRO heeft daarom in de jaren negentig Phoslock ontwikkeld om de positieve eigenschappen van lanthaan op een veilige manier te benutten. Het lanthaan in Phoslock is vastgelegd in een kristalstructuur van kleimineralen waardoor het niet zomaar vrij kan komen. Phoslock is daarom veilig om te gebruiken. Het lanthaan in Phoslock kan de binding met fosfaat aangaan, om fosfaat succesvol vast te leggen in de waterbodem.

Vergelijk het met elektriciteit. Elektriciteit kan gevaarlijk zijn, maar als het goed geïsoleerd is, dan is het in ieder huis veilig toe te passen. Zo zorgt ook Phoslock ervoor dat de schadelijke effecten van vrij lanthaan niet optreden terwijl het nuttige effect van binding met fosfaat in stand blijft.

Wat is Phoslock?

Phoslock wordt gemaakt van klei en is feitelijk niets anders dan een speciaal soort klei. Klei bestaat uit minuscule plaatjes. Aan de oppervlakte van die plaatjes komen van nature diverse stoffen voor, zoals natrium en calcium. Bij het maken van Phoslock wordt een deel van die stoffen aan het oppervlak vervangen door lanthaan. Phoslock bevat ongeveer 5% lanthaan. Door de aanwezigheid van lanthaan krijgt de klei de eigenschap dat hiermee fosfaat vastgelegd kan worden.

Phoslock is de merknaam die wordt gebruikt door de enige producent van deze speciale klei. In wetenschappelijke publicaties wordt in plaats van de merknaam Phoslock meestal gesproken over lanthaan-gemodificeerde bentoniet (klei).

Hoe werkt Phoslock?

Als Phoslock toegepast wordt, wordt de klei eerst gemengd met water. Dit mengsel wordt aan het oppervlaktewater toegevoegd. De kleideeltjes in het mengsel bezinken vervolgens langzaam naar de bodem. Het lanthaan blijft hierbij aan de kleideeltjes gebonden en komt dus niet vrij in het water terecht. Het laagje Phoslock dat op de waterbodem ontstaat, is enkele millimeters dik.

Als lanthaan op een kleideeltje in contact komt met fosfaat, dan bindt het lanthaan zich aan fosfaat. Het mineraal dat zo gevormd wordt heet rhabdofaan. Dit mineraal is zeer slecht oplosbaar en is ook niet biologisch actief. Als rhabdofaan eenmaal gevormd is, dan blijft het in de bodem aanwezig zonder dat het lanthaan of fosfaat hier nog uit vrijkomt in het water. Het gedraagt zich dan net als klei of zand op de bodem.

Als Phoslock aan het water is toegevoegd, wordt hierdoor eerst het fosfaat uit het water vastgelegd. Als het op de bodem bezonken is, dan legt Phoslock het fosfaat vast dat anders uit de bodem vrij zou komen. Dit fosfaat wordt permanent vastgelegd zonder dat het nog vrij komt. Wel is het zo dat al het lanthaan in Phoslock na verloop van tijd gebonden is aan fosfaat. Phoslock zal dan geen nieuw fosfaat meer vastleggen.

Hoeveel Phoslock is er nodig?

Eén ton Phoslock is in staat om 34 kg fosfaat vast te leggen. De hoeveelheid Phoslock die nodig is, hangt daarom af van de hoeveelheid fosfaat die vastgelegd moet worden. Om deze hoeveelheid fosfaat te bepalen worden vooraf monsters van het water en de waterbodem genomen. In een laboratorium wordt bepaald hoeveel fosfaat er uit de bodem vrij kan komen. Op deze manier kan de hoeveelheid Phoslock nauwkeurig worden afgestemd op de hoeveelheid fosfaat in de plaatselijke situatie.

Is Phoslock veilig voor de mens en dier?

Phoslock bestaat uit klei waaraan lanthaan is toegevoegd. Phoslock heeft een internationale certificering (NSF/ANSI 60) voor het gebruik in wateren die bedoeld zijn voor drinkwaterbereiding. Ook wordt lanthaan in de vorm van lanthaancarbonaat gebruikt als medicijn (Fosrenol) voor mensen die aan een bepaalde vorm van nierfalen leiden. Lanthaancarbonaat wordt ook gebruikt in diergeneesmiddelen. De medicinale hoeveelheid lanthaan die gebruikt wordt, is vele malen groter dan de hoeveelheid lanthaan die iemand zou kunnen binnen krijgen die in water zwemt waar Phoslock net is toegepast.

Verschillende studies naar de effecten laten zien dat Phoslock geen negatieve invloed heeft en veilig toegepast kan worden in het oppervlaktewater. Dit wordt bevestigd door diverse onderzoeken waarbij wateren langdurig zijn gemonitord na de toepassing van Phoslock. Mede op grond van deze onderzoeken kan worden gesteld dat het gebruik van Phoslock veilig is voor mens en dier.

(Zie ook: *Wat zijn de ervaringen met Phoslock in de praktijk?*)

Om zeker te zijn dat het gebruik van Phoslock veilig is, heeft de gemeente Rotterdam een document op laten stellen waarbij alle wetenschappelijke kennis tot en met 2020 over Phoslock in overweging is genomen. Ook hieruit blijkt dat toepassing van Phoslock in het oppervlaktewater veilig is.

Zijn er alternatieven voor Phoslock?

De belangrijkste werking van Phoslock is het vastleggen van fosfaat uit de waterbodem. Naast Phoslock zijn er ook andere methoden waarmee fosfaat uit de waterbodem kan worden vastgelegd, waarmee de waterbodem wordt afgedekt of waarbij de fosfaatrijke bodem wordt weggebaggerd. Deze methoden hebben echter nadelen die Phoslock niet heeft.

- Bij andere methoden waarmee fosfaat wordt vastgelegd, kan fosfaat na verloop van tijd of onder bepaalde omstandigheden toch weer vrijkomen.
- Het afdekken van een waterbodem, bijvoorbeeld met zand, kost veel tijd, is duurder en leidt tot verondieping van het water. Ook bestaat er altijd een risico dat fosfaat uit de bodem op den duur door de afdekkende laag heen dringt.
- Baggeren is een dure maatregel. Bij baggeren blijft er altijd een bepaalde hoeveelheid bagger achter en ook bevat de onderliggende waterbodem altijd een bepaalde hoeveelheid fosfaat. In sommige gevallen kan het wel zinvol zijn om baggeren te combineren met de toepassing van Phoslock.

Naast de bovengenoemde alternatieven voor Phoslock zijn er ook allerlei andere maatregelen die de waterkwaliteit verbeteren. Deze maatregelen hebben vaak wel een positief effect, maar hebben weinig tot geen effect op fosfaat dat al in de waterbodem aanwezig is. Deze maatregelen kunnen de problematiek die ontstaat door fosfaat afkomstig uit de waterbodem daarom niet oplossen. Ze zijn dan ook geen geschikt alternatief voor het gebruik van Phoslock. Om de waterkwaliteit blijvend te verbeteren, is het meestal wel nodig om naast het toepassen van Phoslock ook andere waterkwaliteitsmaatregelen te nemen.

Is het gebruik van Phoslock altijd effectief?

De hoeveelheid fosfaat die Phoslock kan vastleggen, is begrensd. In wateren waar voortdurend een grote hoeveelheid fosfaat van buitenaf wordt aangevoerd, raakt Phoslock verzadigd en kan fosfaat opnieuw voor problemen zorgen. Het effect dat met Phoslock wordt bereikt, wordt dan weer tenietgedaan. Alleen wanneer er niet te veel fosfaat wordt aangevoerd is een behandeling met Phoslock zinvol.

Het is daarom belangrijk om vooraf te onderzoeken welke fosfaatbronnen er zijn en of het nodig en mogelijk is om deze bronnen te verkleinen. Hoe beter de fosfaatbronnen worden verkleind, des te duurzamer het effect van Phoslock is.

Het hoogheemraadschap voert altijd eerst een analyse van het watersysteem uit om goed in beeld te brengen hoe het water functioneert, welke fosfaatbronnen er zijn en welke maatregelen er nodig zijn om tot een succesvolle aanpak te komen. Het toepassen van Phoslock is geen maatregel die op zichzelf staat, maar maakt deel uit van een samenhangend maatregelenpakket om te komen tot een goede waterkwaliteit.

Wat zijn de ervaringen met Phoslock in de praktijk?

Sinds 2005 is Phoslock in diverse Europese meren toegepast, waarvan ook een aantal in Nederland. Het blijkt dat de effectiviteit van Phoslock samenhangt met een goede dosering en de mate waarin andere bronnen van fosfaat effectief konden worden aangepakt. De projecten waarbij voldoende Phoslock is gedoseerd en waarbij de aanvoer van fosfaat voldoende is gereduceerd zijn steeds succesvol geweest. Voor waterbeheerders die Phoslock willen toepassen is het dus belangrijk om vooraf een nauwkeurige analyse van het water en de waterbodem te maken en de juiste dosering vooraf vast te stellen.

In de laatste twintig jaar is de toepassing van Phoslock op kleine en grote schaal uitvoerig onderzocht. Niet alleen op laboratoriumschaal en kleine veldexperimenten, maar ook bij toepassing in oppervlaktewateren. Hierbij is nog nooit melding gemaakt van negatieve effecten direct op de biologie of indirect via de chemie van het water bij de toepassing ervan. De vermindering van de hoeveelheid fosfaat leidt meestal tot een snelle en gewenste verandering in de samenstelling van algen en waterplanten. De resultaten van deze praktijkervaringen zijn vastgelegd in een groot aantal wetenschappelijke publicaties (Zie ook *Welke wetenschappelijke kennis is er over Phoslock?*).

Het artikel "Eutrophication management in surface waters using lanthanum modified bentonite: a review" (Water Research 2016) geeft een uitgebreid overzicht van de ervaringen die in de praktijk zijn opgedaan. Uit dit overzicht blijkt dat het gebruik van Phoslock steeds leidt tot het vastleggen van een grote hoeveelheid fosfaat. Wel is het duidelijk geworden dat het belangrijk is om vooraf alle fosfaatbronnen zoveel mogelijk te verkleinen en om de hoeveelheid Phoslock goed af te stemmen op de hoeveelheid fosfaat in de bodem.

Welke wetenschappelijke kennis is er over de werking en de effecten van Phoslock?

Er is veel wetenschappelijk onderzoek gedaan naar de werking en effecten van Phoslock. De informatie in dit document is mede gebaseerd op dit wetenschappelijk onderzoek. Hieronder staat een klein deel van de artikelen die over Phoslock verschenen zijn.

Op de website van Phoslock is een uitgebreidere lijst met wetenschappelijke artikelen beschikbaar. Hier staan meer 120 wetenschappelijke artikelen genoemd die verschenen zijn in de periode 1999-2020. Deze lijst is beschikbaar via: <https://www.phoslock.eu/scientific-journal-papers>

Copetti, D., Finsterle, K., Marziali, L., Stefani, F., Tartari, G., Douglas, G., Reitzel, K., Spears, B.M., Winfield, I.J., Crosa, G., D'Haese, P., Yasseri, S., Lüring, M. 2016. Eutrophication management in surface waters using lanthanum modified bentonite: a review. Water Research 97: 162-174.

D'Haese, P.C., Douglas, G., Verhulst, A., Neven, E., Behets, G.J., Vervaet, B.A., Finsterle, K., Lüring, M., Spears, B. 2019. Human health risk associated with the management of phosphorus in freshwaters using lanthanum and aluminium. Chemosphere 220: 286-299.

Dithmer, L., Nielsen, U.G., Lüring, M., Spears, B.M., Yasseri, S., Lundberg, D., Moore, A., Jensen, N.D., Reitzel, K. 2016. Responses in sediment phosphorus and lanthanum

concentrations and composition across 10 lakes following applications of lanthanum modified bentonite. *Water Research* 97: 101-110.

Epe, T.S., Finsterle, K., Yasseri, S. 2017. Nine years of phosphorus management with lanthanum modified bentonite (Phoslock) in a eutrophic, shallow swimming lake in Germany. *Lake Reserv. Manag.* 33: 119–129 <https://doi.org/10.1080/10402381.2016.1263693>.

Lürling, M., Waajen, G., van Oosterhout, F. 2014. Humic substances interfere with phosphate removal by lanthanum modified clay in controlling eutrophication. *Water Research* 54: 78-88.

Lürling, M., Oosterhout, F.V. 2013. Controlling eutrophication by combined bloom precipitation and sediment phosphorus inactivation. *Water Research* 47 (17): 6527-6537.

Lürling, M., van Oosterhout, F. 2013. Case study on the efficacy of a lanthanum-enriched clay (Phoslock®) in controlling eutrophication in Lake Het Groene Eiland (The Netherlands). *Hydrobiologia* 710 (1): 253-263.

Lürling, M., Faassen, E.J. 2012. Controlling toxic cyanobacteria: Effects of dredging and phosphorus-binding clay on cyanobacteria and microcystins. *Water Research* 46 (5): 1447-1459.

Noyma, N., de Magalhães, L., Lima Furtado, L., Mucci, M., van Oosterhout, F., Huszar, V.L.M., Manzi Marinho, M., Lürling, M. 2016. Controlling cyanobacterial blooms through effective flocculation and sedimentation with combined use of flocculants and phosphorus adsorbing natural soil and modified clay. *Water Research* 97: 26-38.

Spears, B.M., Lürling, M., Yasseri, S., Castro-Castellon, A.T., Gibbs, M., Meis, S., McDonald, C., McIntosh, J., Sleep, D., Van Oosterhout, F. (2013b). Lake responses following lanthanum-modified bentonite clay (Phoslock®) application: an analysis of water column lanthanum data from 16 case study lakes. *Water Research*. 47 (15), p. 5930-5942.

Van Oosterhout, F., Goitom, E., Roessink, I., Lürling, M. 2014. Lanthanum from a Modified Clay Used in Eutrophication Control Is Bioavailable to the Marbled Crayfish (*Procambarus fallax f. virginalis*). *PLoS ONE* 9(7): e102410.

Van Oosterhout, F., Lürling, M. 2013. The effect of phosphorus binding clay (Phoslock®) in mitigating cyanobacterial nuisance: A laboratory study on the effects on water quality variables and plankton. *Hydrobiologia* 710 (1): 265-277.

Van Oosterhout, J.F.X., Lürling, M. 2011. Effects of the novel 'Flock & Lock' lake restoration technique on *Daphnia* in Lake Rauwbraken (The Netherlands). *Journal of Plankton Research* 33 (2): 255-263.

Van Oosterhout, F., Waajen G., Yasseri S, Marinho M.M., Noyma N.P., Mucci M., Douglas G., Lürling M., 2020. Lanthanum in Water, Sediment, Macrophytes and chironomid larvae following application of Lanthanum modified bentonite to lake Rauwbraken (The Netherlands). *Science of the Total Environment* 706 (2020), p. 135-188.

Waajen, G., Lürling, M. & Van de Sande, R. (2018). The unfulfilled promise of urban Lake Kleine Melanen (The Netherlands): Diagnostics, experiment on reduction of sediment P-release and in-lake restoration. *Lake and Reservoir Management*, 35:1, p. 8-24.

Waajen, G., van Oosterhout, F., Douglas, G., Lürling, M. 2016a. Management of eutrophication in Lake De Kuil (The Netherlands) using combined flocculant - lanthanum modified bentonite treatment. *Water Research* 97: 83-95.

Waajen, G., van Oosterhout, F., Douglas, G., Lürling, M. 2016b. Geo-engineering experiments in two urban ponds to control eutrophication. *Water Research* 97 69-82.