

De werking en regeneratie van het fosfaatfilter

Inleiding

Veel aquarianen hebben tegenwoordig een fosfaatfilter in het aquarium/sump om het fosfaat gehalte in het water zo laag mogelijk te houden. Dit is vooral gekomen met de grote aandacht voor LPS koralen, zoals Acropora's. Een laag fosfaatgehalte (<0.03 ppm= PO₄) is noodzakelijk om steenkoralen goed te laten groeien.



Als het fosfaatgehalte boven de 0.05 ppm komt zal de koraalgroei ernstig geremd worden, omdat er zich dan een fosfaat laagje op de koralen afzet en daar wordt moeilijk calciumcarbonaat op afgezet.

Een tweede negatief gevolg van te hoog fosfaatgehalte is te veel algengroei. De groei van algen is grofweg evenredig met de fosfaatconcentratie. Om de algengroei dus te beheersen is een laag fosfaatgehalte wenselijk.

Fosfaat wordt in het aquarium o.a. verwijderd door middel van biologische afbraak door bacteriën, opname door koralen, opname door macroalgen/wieren of de eiwitafschiemer. Als er echter zoveel gevoerd wordt dat de natuurlijke opname/afbraak van fosfaat niet snel genoeg gaat, dan moet er ingegrepen worden om te voorkomen dat het fosfaatgehalte boven de 0.05 ppm stijgt.

Een van de meestgebruikte oplossingen is het installeren van een fosfaatfilter. Dit is meestal een vat/reactor waar het filtermateriaal ingaat, een pomp die daar op wordt aangesloten zorgt voor de watercirculatie. Een beetje filterwatten onder en boven het filtermateriaal zorgt ervoor dat dit in de reactor blijft en niet in het aquarium terecht komt. Het filtermateriaal eerst goed onder de kraan uitspoelen om kleine stofdeeltjes te verwijderen.

Nu eerst even iets over de verschillende filtermaterialen. De huidige fosfaatadsorptie materialen bestaan vooral uit een poreus ijzerhydroxide (Fe(OH)₃), wat als een delfstof gewonnen wordt. Het is te herkennen aan de roestbruine kleur. Voorheen werd er ook aluminiumoxide als fosfaatadsorptiemiddel gebruikt, dit is te herkennen aan de grijs/witte kleur.

In dit artikel zal ik verder ingaan op de ijzerhydroxide fosfaatadsorptiematerialen, in de aquariumhandel te verkrijgen als: o.a. Phosban, Phosphate killer en Rowaphos.

In het promotie onderzoek van Alexander Sperlich (Berlijn, 2010) 1) is heel veel informatie te vinden over het gebruik van ijzerhydroxides als fosfaatadsorptiemiddel in afvalwater. Nu is ons aquariumwater wel geen afvalwater,

maar het doel is hetzelfde: fosfaat uit water verwijderen.

Zoals gezegd is ijzerhydroxide een poreus mineraal. Het is zo poreus, dat de kleine kanaaltjes in dit materiaal een oppervlak hebben van ca. 250 m²/g. Fosfaat in het water zal zich zowel aan de buitenkant van de korrels als in de poriën aan het ijzerhydroxide hechten. Om goed gebruik te maken van het oppervlak in die poriën moet het water er natuurlijk wel doorheen stromen. Dit gaat niet zomaar, omdat die poriën heel erg klein zijn. Vandaar dat ik aanraad het adsorptiemateriaal op te sluiten in een reactor en daar water doorheen te pompen. Op die manier zal het water ook in de poriën dringen en niet alleen langs en over de korrels lopen.

Dit geldt natuurlijk ook voor een actieve-koolfilter!

Het adsorberen van fosfaat aan ijzerhydroxide is een relatief langzaam proces. Als men te hard pompt zal het fosfaat niet voldoende gelegenheid krijgen te hechten aan het ijzerhydroxide en gewoon door het filter lopen. Het water moet zodanig hard door het filter lopen dat de stroomsnelheid 1/3 van het volume per uur is. Ter verduidelijking: met 1 liter filtermateriaal moet men ongeveer 330 ml/uur water pompen.

De reden dat het water door de korrels en poriën moet lopen is tegelijk het argument tegen het gebruik van wervelbedfilters als fosfaatfilter. Het water zal dan voornamelijk langs de korrels lopen en niet er door heen, zodoende wordt er geen gebruik gemaakt van het inwendig oppervlak van de korrels en wordt de maximale capaciteit van de korrels niet gebruikt.

Opname capaciteit

Hoeveel fosfaat kan er nu eigenlijk opgenomen worden door de ijzerhydroxidekorrels? Die opname is o.a afhankelijk van de pH van het water en van de aanwezigheid van calcium. Bij hogere pH zal er minder fosfaat opgenomen



Een laag fosfaatgehalte is noodzakelijk om steenkoralen goed te laten groeien.



Waarschijnlijk is dit een minimale hoeveelheid fosfaat-adsorber, afhankelijk van het type/merk zal er meer of minder fosfaat geadsorbeerd worden. Het geeft in ieder geval wel een goede indicatie hoeveel fosfaatkiller je nodig hebt. Na verloop van tijd zal het fosfaatfilter natuurlijk verzadigd zijn. Dit zou je kunnen testen door het water dat uit het filter loopt te vergelijken met het water in het aquarium. Is het fosfaatgehalte gelijk, dan is het filter verzadigd en moet je het verwisselen of regenereren.

worden dan bij lagere pH, bij aanwezigheid van calcium zal er echter weer meer fosfaat opgenomen kunnen worden. Voor toepassing in een zeewateraquarium hebben we wat dat betreft niet zoveel te kiezen en lijken deze effecten elkaar op te heffen. Volgens de studie van Sperlich 1) kan er theoretisch 23.6 mg P per gram ijzerhydroxide opgenomen worden. In testen hebben zij echter gevonden dat er respectievelijk 39.5 en 51.9 mg P/g ijzerhydroxide opgenomen is, o.a afhankelijk van het water dat ze gebruiken.

Wat betekent dit voor ons aquariumhouders?

Stel, we hebben een aquarium van 1000 liter zonder fosfaat filter en het water bevat 0.5 ppm fosfaat. Hoeveel fosfaatkiller hebben we dan nodig om dit te verwijderen? We nemen aan dat er even geen fosfaat gevormd wordt.

In het water zit 0.5 ppm fosfaat, dit is voor het hele aquarium $0.5 \times 10^{-6} \times 1000 \times 1000 \text{ gram} = 0.5 \text{ gram}$ (=500 mg) fosfaat. Een gram fosfaatkiller kan ongeveer 25 mg (minimaal) fosfaat opnemen, je hebt dan $500/25 = 20 \text{ gram}$ fosfaatkiller nodig om alle fosfaat uit het water te halen.



Regeneratie

Ja, regenereren is ook mogelijk!! Omdat het adsorptievermogen pH afhankelijk is, is het mogelijk bij hoge pH het fosfaat weer weg te spoelen. Een goede methode is beschreven in de artikelen van Matt Wandell en Laura Kormos in AdvancedAqarist 2) en van Sperlich 1).

Verwijder eerst het fosfaatfilter uit het aquarium of sump.

Maak een oplossing van 40 gram NaOH (gootsteenontstopper) /liter water. Let wel op!!! Deze vloeistof is erg agressief, bijtend. Gebruik handschoenen als je hier mee werkt!

Neem hiervan minimaal 4-6 keer het volume van het fosfaatadsorptiemiddel en pomp dit enige uren rond (bij voorkeur in je fosfaatfilter). Het desorberen van fosfaat gaat veel sneller in vergelijking met het adsorberen en kan daarom met grotere pompsnelheid en in minder tijd gebeuren.

Daarna enige tijd met water spoelen, niet rondpompen maar het water uit het filter weg laten lopen, tot het water neutraal is. Alle loog en fosfaat zullen dan weg zijn. Het blijkt dat het fosfaatfilter dan voor 80% zijn capaciteit weer terug heeft.



Soms is de inhoud van het fosfaatfilter tot een of enkele grote stukken samengeklonterd. Dit wordt meestal veroorzaakt door kalkafzetting op het ijzerhydroxide. Je kunt dit controleren door een stukje af te breken en dit in wat schoonmaakazijn of verdund zoutzuur te leggen. Als er kleine gasbelletjes ontstaan is dit het bewijs dat er kalk aanwezig is. Voor de regeneratie met loog te starten, kan je nu beter eerst met verdund zoutzuur spoelen om eerst al het kalk te verwijderen zodat het ijzerhydroxide weer als losse korrels in het filter zit. Daarna kan je de regeneratie met loog starten.

De afzetting van kalk wordt veroorzaakt door de plaatselijke hoge pH aan het oppervlak van het ijzerhydroxide 3). Het oppervlak van het ijzerhydroxide bevat veel OH- groepen (fig. 1). Als er fosfaat geadsorbeerd (fig.2) wordt zullen deze OH- groepen vrij komen en aan het oppervlak voor een stijging van de pH zorgen. Als de pH stijgt zal de oplosbaarheid van kalk afnemen en dus neerslaan op het ijzerhydroxide. Dit zorgt op den duur voor het samenklonteren van het ijzerhydroxide.

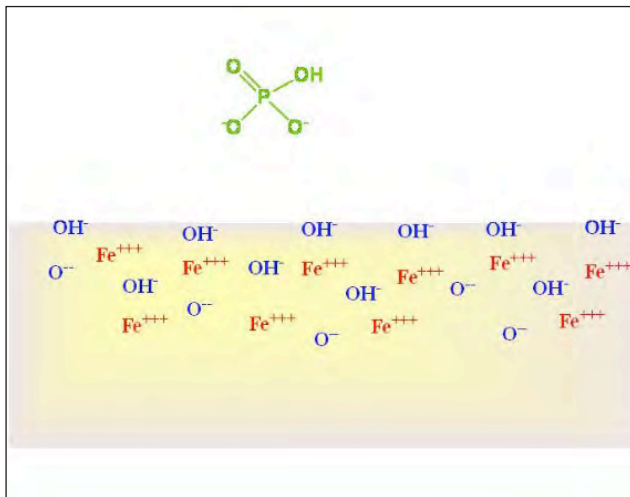


Fig. 1. Fosfaat (in de meest voorkomende vorm in zeewater, HPO_4^{2-}) boven een ijzerhydroxideoppervlak.

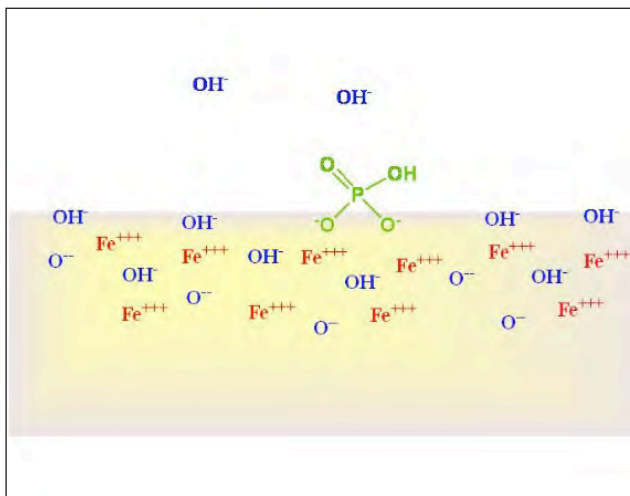


Fig. 2. Fosfaat dat hydroxide (OH^-) verdringt en aan het ijzerhydroxide oppervlak bindt.

Natuurlijk zijn er ook (mogelijke) nadelen aan het gebruik van fosfaatadsorbers. Zoals bijna alle adsorbers, zijn ze niet specifiek voor één stof, er zullen ook andere stoffen



Fosfaatfilter van Aqua Medic

geadsorbeerd worden. IJzerhydroxide is vooral bekend om de adsorptie van arseen. Maar het is te verwachten dat ook diverse andere spore elementen als silicium, mangaan, kobalt, nikkel, en zink door het ijzerhydroxide geadsorbeerd worden. Ook organische fosfaten kunnen door het fosfaatfilter opgenomen worden. Fosfaatfilters kunnen vooral polaire hydrofiele stoffen adsorberen, terwijl apolaire stoffen juist door actieve kool geadsorbeerd wordt. Fosfaatfilters en actieve kool filters zijn dus complementair.

Als je voor het eerst een fosfaatfilter gaat gebruiken, omdat het fosfaatgehalte te ver is opgelopen, ben je natuurlijk genegen om dit zo snel mogelijk omlaag te krijgen. Dat is misschien niet de juiste manier, het is beter om het fosfaatgehalte geleidelijk omlaag te brengen, om zodoende een schokeffect voor de koralen, door te snelle fosfaatdaling, te voorkomen.

Zoals al eerder gezegd belemmert een hoog fosfaatgehalte de koraalgroei. Als er echter te weinig fosfaat aanwezig is, zullen de koralen ook niet meer groeien. Denk hier aan als je een aquarium hebt met veel steenkoralen, die fosfaat gebruiken voor de groei, en een fosfaatfilter met grote capaciteit. Het kan dan nodig zijn het fosfaat filter enige tijd uit te zetten.

Referenties

- 1) *Phosphate adsorption onto granular ferric hydroxide (GFH) for waste water reuse*, by Alexander Sperlich.
- 2) *Regeneration of granular Ferric Oxide Media with Sodium Hydroxide*, by Matt Wandell, Laura Kormos
- 3) *Iron Oxide Hydroxide (GFO) Phosphate binders*, by Randy Holmes-Farley