



Jeroen van Zuidam, Wageningen Universiteit
 Ernst Raaphorst, Hoogheemraadschap van Delfland
 Bas van der Wal, STOWA
 Edwin Peeters, Wageningen Universiteit

Herstel van ondergedoken watervegetaties in sloten: het belang van overlevingsorganen

Het project PLONS¹⁾ geeft meer inzicht in processen die een rol spelen bij het functioneren van sloten. Watervegetaties spelen daarin een cruciale rol. Soortenrijke, ondergedoken vegetaties in sloten zijn op veel plekken verdwenen en hebben plaatsgemaakt voor kroosdekken die voordeel putten uit de overmatige nutriëntenrijkdom. Sloten met ondergedoken vegetatie en sloten met kroosdekken kunnen gezien worden als alternatieve stabiele situaties die gekenmerkt worden door terugkoppelingsmechanismen die er voor zorgen dat de huidige situatie in stand gehouden wordt. Kroos is blijkbaar in staat om de omstandigheden zodanig aan te passen dat die gunstig zijn voor de ontwikkeling van een kroosdek. In deze bijdrage, een bewerking van een gepubliceerd wetenschappelijk artikel²⁾, wordt ingegaan op de rol van overlevingsorganen in het sediment bij het in stand houden van kroosdekken.

Nederland is met zo'n 250.000 km in totale lengte rijk aan sloten. Watervegetaties spelen een cruciale rol in het ecologisch functioneren van deze sloten. Het overgrote deel van de sloten ligt in agrarisch gebied. Door toenemend gebruik van kunstmest in de vorige eeuw zijn veel sloten rijker geworden aan nutriënten. Die toevoer van nutriënten heeft op veel plekken geleid tot het verdwijnen van de rijke, ondergedoken vegetatie ten gunste van een uniform dek van drijvende planten als kroos. Een gesloten kroosdek heeft negatieve gevolgen voor de leefomstandigheden voor veel dieren, mede als gevolg van het zuurstofloos worden van het water onder een kroosdek. Sloten met ondergedoken vegetatie en sloten met kroosdekken kunnen gezien worden als alternatieve stabiele stadia³⁾. Kenmerk hiervan is dat terugkoppelingsmechanismen bestaan die er voor zorgen dat de bestaande situatie gestabiliseerd wordt. Kroos is dus in staat om de omstandigheden zodanig aan te passen dat die gunstig zijn voor de ontwikkeling van een kroosdek. Dit heeft gevolgen voor het beheer van zulke systemen. Aangezien grote voedselrijkdom de oorzaak is van het ontstaan van een kroosdek, is het tegengaan van eutrofiëring een goede maatregel om kroosdekken te voorkomen.

Lessen uit het verleden hebben geleerd dat het verminderen van de nutriënten tot het niveau waar vroeger nog ondergedoken vegetaties voorkwamen, niet resulteert in de terugkeer van de gewenste levensgemeenschap in kroos gedomineerde systemen^{3,4)}. Om de omslag naar ondergedoken waterplanten te bereiken, is een veel grotere reductie in nutriënten nodig. Volgens het Planbureau voor de Leefomgeving⁵⁾ zal bij voortzetting van het huidige mestbeleid een reductie in fosfaatbelasting van circa drie procent bereikt kunnen worden in 2027. Deze reductie alleen is onvoldoende om de ontwikkeling van een kroosdek te voorkomen. Voor het herstellen van de waterkwaliteit in sloten met een kroosdek zullen dan ook andere, additionele maatregelen nodig zijn.

Effectiviteit kroos verwijderen

Eén van de maatregelen die wordt toegepast, is het verwijderen van kroos⁶⁾. De gedachte hierachter is dat door het verwijderen van een kroosdek diffusie van zuurstof uit de lucht naar het water weer optreedt waardoor zuurstofloosheid minder vaak voorkomt. Daarnaast is dan ook weer licht beschikbaar op de slootbodem wat gunstig is voor de ontwikkeling van ondergedoken waterplanten. Ondanks de gunstige

omstandigheden na het verwijderen van kroos laten praktijkstudies zien dat na het verwijderen van kroos toch geen ondergedoken watervegetatie tot ontwikkeling komt. Tot op heden is niet duidelijk waarom het verwachte herstel niet plaatsvindt.

Hoe overleven waterplanten?

(Water)planten kennen verschillende strategieën om perioden met ongunstige leefomstandigheden te overbruggen. Eén daarvan is het vormen van overlevingsorganen, doorgaans opgeslagen in het sediment. Deze bestaan uit zaden, wortelknollen, winterknoppen, wortels en fragmenten van groene planten. De mate waarin het opnieuw vestigen van planten kan plaatsvinden door het weer uitgroeien van deze overlevingsorganen hangt van velerlei factoren af, zoals de houdbaarheid en het bestaan van de juiste condities om tot groei te komen.

In veel sloten wordt periodiek onderhoud gepleegd om verlanding tegen te gaan en de afvoerfunctie in stand te houden. Maaien en baggeren van sloten kunnen een negatief effect hebben op de diversiteit aan planten en dieren. Daarnaast mag verwacht worden dat maaien en baggeren leiden tot een verstoring van het sediment met mogelijke gevolgen voor de productie, aanwezigheid

en kiemkracht van de zaadbank in het groeiseizoen.

In het kader van het PLONS-onderzoek is onderzocht of de zaadbank in het sediment van sloten met een kroosdek kan dienen als bron voor herstel van ondergedoken vegetaties. Daartoe zijn sedimenten verzameld uit sloten met verschillende typen vegetaties. In een kiemingsexperiment is onderzocht welke plantensoorten en hoeveel individuen tot ontwikkeling komen. Tevens is gekeken naar het effect van sedimentverstoring in de zomer op de kieming van de planten.

Het kiemingsexperiment

Op basis van eerdere inventarisaties zijn drie sloten in Nederland geselecteerd waar jaarlijks een kroosdek tot ontwikkeling komt, drie sloten met dominantie van waterpest en drie sloten met een rijkgeschakeerde vegetatie (zie foto's). In maart 2008 zijn deze sloten bezocht en is per plek zo'n tien liter sediment verzameld van de bovenste vijf cm van de baggerlaag. In een open kas is het kiemingsexperiment uitgevoerd onder de op dat moment heersende weersomstandigheden.

Voor iedere sloot zijn vier aquaria gevuld met 1,5 liter sediment en 9,5 liter kraanwater. Iedere dag is bekeken of er planten opkwamen. Zodra een gekiemde plant op naam gebracht kon worden (genus of soort), is deze voorzichtig verwijderd uit het aquarium met zo weinig mogelijk verstoring van het sediment.

Eind augustus 2008 (toen de kieming ten einde was gekomen en alle kiemplanten geïdentificeerd en verwijderd waren) is in alle aquaria het sediment stevig geroerd om zo sedimentverstoring door maaien te imiteren. Vier weken later zijn wederom alle gekiemde planten geïdentificeerd en geteld.

Overlevingsorganen in het sediment handhaven kroosdekken

Afbeelding 1 geeft de ontwikkeling door de tijd van het aantal opgekomen individuen en soorten planten, uitgesplitst naar drijvende planten, ondergedoken planten en emergente planten.

Uit de afbeelding kan afgeleid worden dat het aantal soorten drijvende planten dat in totaal opkomt uit het sediment van kroosloten twee maal zo groot is als uit het sediment van de andere sloten. Spectaculair zijn de verschillen in het aantal individuen dat opkomt: uit sedimenten

na verstoring: augustus-september (24 dagen)	aantal individuen/m ²	bedekking (%)	aantal individuen/m ²	bedekking (%)
<i>Spirodela polyrhiza</i> (84,5)	1.747	14,76	7	0,06
<i>Wolffia arrhiza</i> (1)	181	0,02	0	0,00
<i>Lemna</i> sp. (11,5)	897	1,03	0	0,00
totaal	2.825	15,81	7	0,06

voor verstoring: april-augustus (112 dagen)	kroos gedomineerd (n=3)		waterpest of divers (n=6)	
	aantal individuen/m ²	bedekking (%)	aantal individuen/m ²	bedekking (%)
<i>Spirodela polyrhiza</i> (84,5)	350	2,95	10	0,08
<i>Wolffia arrhiza</i> (1)	189	0,02	1	0,00
<i>Lemna</i> sp. (11,5)	1.564	1,80	22	0,03
<i>Azolla filiculoides</i> (100)	14	0,14	0	0,00
totaal	2.116	4,91	33	0,11

Aantal individuen per m² en bijbehorende bedekking (%) voor ieder van de geobserveerde soorten drijvende planten in de 112 dagen voor en 24 dagen na de sedimentverstoring (uitgevoerd op 21 augustus). Voor het aantal individu en per m² zijn gemiddelde waarden weergegeven voor de vegetatietypen. De bedekking is berekend met de oppervlakte van een individu per soort. Achter de soortnaam is de oppervlakte tussen haakjes weergegeven in mm²⁸⁾.

van kroosloten komen in totaal 50 maal zo veel kroos individuen op als uit de andere typen sedimenten. Er zijn geen significante verschillen waarneembaar in het totaal aantal soorten en individuen van ondergedoken planten tussen de verschillende typen sloten maar er bestaan wel duidelijke verschillen in de opkomst van de emergente

planten: aan het einde van het groeiseizoen (augustus) zijn er minder opgekomen in de kroosloten.

Afbeelding 1 toont dat gemiddeld genomen de drijvende planten 17 dagen na de start van het experiment opkomen en dat is significant vroeger dan de opkomst van

Opstelling van het kiemingsexperiment.



De drie bemonsterde vegetatiesamenstellingen: sloten met een dicht kroosdek (links), met een dominantie van waterpest (midden) en met een rijkgeschakeerde vegetatie (rechts).



ondergedoken en emergente planten (na respectievelijk 74 en 80 dagen). Na zo'n 40 dagen komen er nog nauwelijks nieuwe drijvende planten op en ook dat is significant eerder dan wanneer de laatste ondergedoken en emergente planten opkomen (100 dagen). De patronen voor de opkomst van individuen en aantallen soorten zijn vergelijkbaar. Vanaf begin augustus komen er geen nieuwe planten meer op.

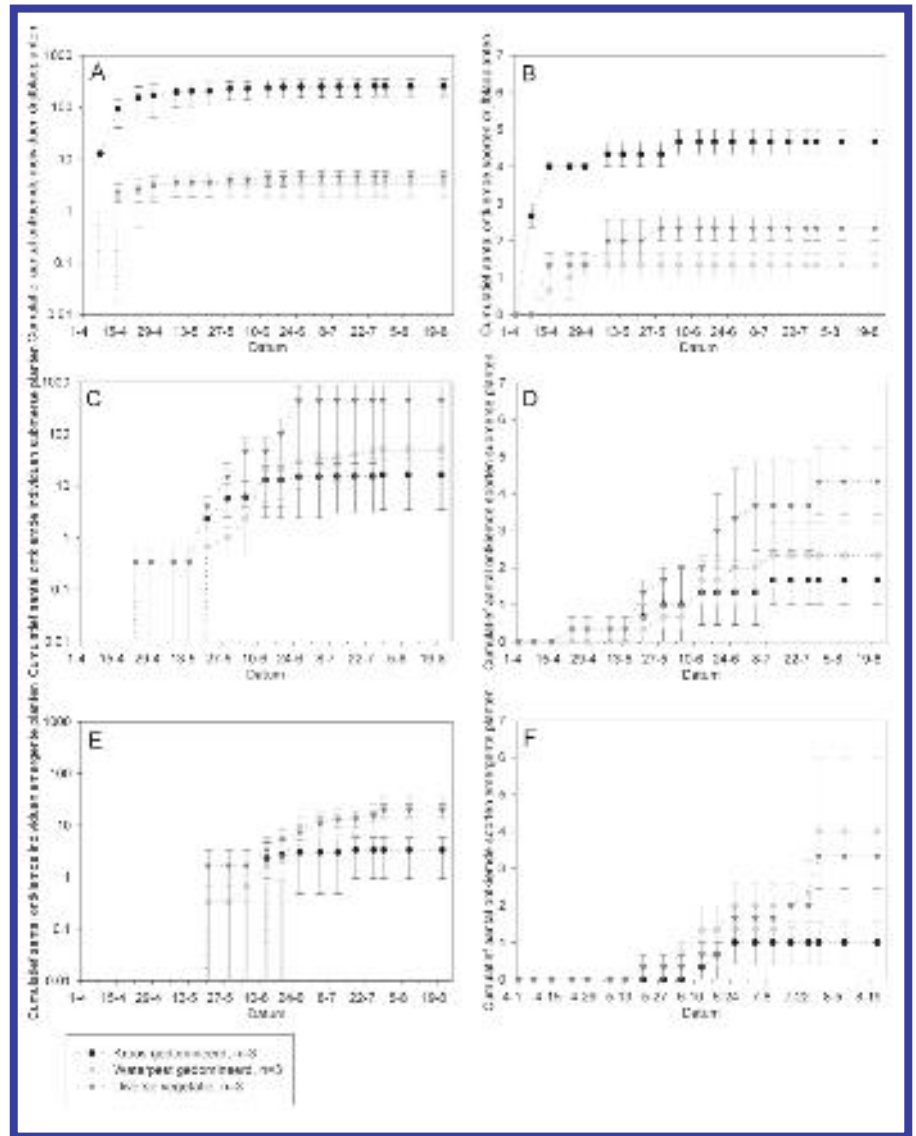
De drijvende planten ontkiemen zo'n twee maanden eerder in het experiment dan ondergedoken en emergente planten en dat geeft kroos een belangrijke voorsprong in de concurrentie met de ondergedoken planten. Kroos heeft daarnaast een hogere groeisnelheid. Onder gunstige omstandigheden, waarbij de groei niet gelimiteerd wordt, verdubbelt het aantal individuen zich gemiddeld eens in de drie dagen; uit een individu ontstaan dan na een maand ruim 1.000 individuen, overeenkomend met een bedekking van circa een procent voor klein/bultkroos (*Lemna minor/gibba*)⁸. In het experiment kwamen binnen een maand na aanvang meer dan 100 individuen op uit het sediment. Wanneer deze gaan groeien en zich vermenigvuldigen, kan bij gunstige omstandigheden binnen een maand een volledige bedekking bereikt worden. Mocht ondergedoken of emergente planten gaan kiemen, dan zorgt de combinatie van een hoge groeisnelheid van kroos en het grote aantal kiemen uit het sediment ervoor dat binnen korte tijd geen licht meer beschikbaar is.

Versterken kroosdominantie door maaien en baggeren

Na de verstoring van het sediment (eind augustus) komen in de vier weken erna alleen drijvende planten op en geen enkele ondergedoken of emergente plant (zie tabel). Drijvende planten komen met name op uit sedimenten uit kroosloten en nauwelijks uit sedimenten van sloten met waterpest of een diverse vegetatie. In de korte periode na de verstoring zijn veel meer individuen opgekomen dan in de hele periode voorafgaand aan de verstoring. Met name veelwortelig kroos (*Spirodela polyrhiza*) draagt hieraan bij.

Ook bij maaien en baggeren vindt verstoring van het sediment plaats. In sloten met waterpest of een diverse plantengemeenschap in de zomer leidt dit tot de kieming van slechts een enkele drijfbladplant. Uit de sedimenten van kroosloten komen na zo'n verstoring echter grote hoeveelheden drijvende planten op. Door het beroeren van het sediment komen blijkbaar levensvatbare overlevingsorganen van drijvende planten aan het oppervlak van het sediment te liggen, die vervolgens tot ontkieming kunnen komen. Dit leidt ertoe dat kroos zich weer massaal kan ontwikkelen en overlevingsorganen produceert die het volgend voorjaar weer kunnen ontkiemen.

Met het baggeren van sloten wordt fosfaat verwijderd. Ook overlevingsorganen van drijvende planten verdwijnen hierdoor. Dieper begraven overlevingsorganen van andere planten komen naar de oppervlakte.



Afb. 1: Cumulatief aantal gekiemde individuen en soorten gedurende het experiment. Ieder punt in de grafieken staat voor het gemiddelde aantal van drie sloten. Per sloot is hiertoe eerst het totale aantal berekend van de vier aquaria. De lijntjes tonen de standaardafwijking. De grafieken A t/m F tonen het cumulatieve aantal individuen (A) en soorten drijvende planten (B), het aantal individuen (C) en soorten submerse planten (D) en het aantal individuen (E) en soorten emergente planten (F).

Baggeren zou derhalve een maatregel kunnen zijn om het herstel van de ondergedoken en emergente planten te bevorderen. Boedeltje⁷ beschrijft voor ondiepe beschutte zones in een kanaal dat de bedekking van kroos na baggeren weliswaar minder wordt door minder opkomst uit het sediment en door de verminderde hoeveelheid nutriënten in het water, maar ook dat geen andere planten ontkiemden. Dat laatste kan mogelijk veroorzaakt zijn door het ontbreken van overlevingsorganen van deze planten in het sediment. Een mogelijke additionele maatregel is het introduceren van overlevingsorganen van elders, wat succesvol is toegepast in zowel terrestrische als aquatische ecosystemen. In hoeverre zo'n maatregel succesvol kan zijn in sloten verdient nadere studie.

LITERATUUR

- 1) Peeters E., J. de Klein en M. Scheffer (2007). Onderzoek naar het ecologisch functioneren van Nederlandse sloten. *H₂O* nr. 6, pag. 30-31.
- 2) Zuidam J., E. Raaphorst en E. Peeters (2011). The role of propagule banks in drainage ditches

dominated by free-floating or submerged plants in vegetation restoration. *Restoration Ecology*. In druk.

- 3) Scheffer M., S. Szabo, A. Gragnani, E. van Nes, S. Rinaldi, N. Kautsky, N. Jon, R. Roijackers en R. Franken (2003). Floating plant dominance as a stable state. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 100, pag. 4040-4045.
- 4) Arts G. en T. Leenders (2006). Biotische indicatoren voor veranderingen in nutriëntenbelasting in sloten en beken. Een literatuurstudie. Alterra. Rapport 1324.
- 5) Planbureau voor de Leefomgeving (2008). Kwaliteit voor later - Ex ante evaluatie Kaderrichtlijn Water.
- 6) STOWA (1997). Onstaan en bestrijden van dekklagen van kroos. Praktijkonderzoek naar maatregelen tegen kroosdekken. Rapport 97-18.
- 7) Boedeltje G., A. Smolders, L. Lamers en J. Roelofs (2005). Interactions between sediment propagule banks and sediment nutrient fluxes explain floating plant dominance in stagnant shallow waters. *Archiv für Hydrobiologie* 162, pag. 349-362.
- 8) Weeda E., C. Westra en T. Westra (2003). Nederlandse oecologische flora. Wilde planten en hun relaties. KNNV uitgeverij.