

Kroos nader beschouwd

P.L.G.M. HESEN, BKH ADVIESBUREAU, THANS KIWA NV ONDERZOEK EN ADVIES

Door eutrofiëring hebben regionale wateren in Nederland in zomer en najaar vaak te kampen met omvangrijke kroosbedekking. De kroosdekken leiden tot slechte waterkwaliteit en soortenarme aquatische levensgemeenschappen. Daarom zorgen veel waterbeheerders voor periodieke verwijdering van deze drijvende vegetatie. De afgelopen jaren is uitgebreid onderzoek gedaan naar de kroosproblematiek. Zo zijn enkele modellen ontwikkeld waarmee de kroosgroei in sloten vrij goed kan worden voorspeld. Ook is het mogelijk gebleken om op basis van video-opnamen vanuit de lucht een schatting te geven van de bedekkingsgraad van kroos. Met behulp van veldonderzoek in sloten is aangetoond dat baggeren en kroos verwijderen leidt tot een langdurig lagere kroosbedekking. Tenslotte heeft een inventarisatie uitgewezen dat lokale, kleinschalige methoden het meest geschikt zijn voor de verwerking van -verwijderd - kroos.

De kroosdek-problematiek

C.A.M. van Helmond (BKH Adviesbureau, nu Arcadis Heidemij Advies), P. Heuts (Hoogheemraadschap de Stichtse Rijnlanden) en J.H. Boeyen (Zuiveringsschap Hollandse Eilanden en Waarden)

Dekken van eendenkroos of kroosvaren sluiten het wateroppervlak af en belemmeren daardoor in sterke mate de lichtinval en de dif-

fusie van zuurstof naar het onderstaande water. Daarnaast leidt de afbraak van afgestorven kroos tot een aanzienlijke zuurstofvraag onder het kroosdek, wat een verdere verlaging van de zuurstofconcentratie tot gevolg heeft. Met name in stilstaande of langzaam stromende, ondiepe wateren, zoals poldersloten, leiden deze processen tot slechte waterkwaliteit en ecologische verarming. Verder kan opgehoopt kroos bij duikers, stuwen en gemalen zorgen voor extra stromingsweerstand.

In het kader van een onderzoek naar maatregelen tegen kroosdekken is door BKH Adviesbureau in opdracht van de STOWA door middel van een enquête onderzocht op welke plaatsen in ons land kroosdekken zoveel overlast geven dat verwijdering noodzakelijk is (STOWA, 1997a). De uitslag van de enquête staat in afbeelding 1. Verwijdering vindt hoofdzakelijk plaats bij gemalen, waarbij gebruik wordt gemaakt van een krooshekreiniger, grijper of kraan. Wanneer kroos in watergangen wordt geruimd, gebeurt dit vaak met maaiboot, maaiakorf of handwerk. Gegevens over de terugkeer van kroosdekken na verwijdering zijn vrij summier. Afhankelijk van ondermeer het verwijderingstijdstip, de restpopulatie, de temperatuur en de voedselrijkdom kan het kroos al dan niet op korte termijn voor nieuwe overlast zorgen.

Een voorbeeld van een gebied dat in sterke mate te kampen heeft met kroosdekken is de Lopikerwaard (provincie Utrecht). Op lange termijn wordt hier verbetering van de situatie voorzien door bestrijding van eutrofiëring en een strenger baggerregime. Intussen wordt bij acute problemen kroos verwijderd. Ook in de Krimpenerwaard (provincie Zuid-Holland) is sprake van omvangrijke kroosbedekking. Daar ondernemen de waterbeheerders gezamenlijk met andere partijen gecoördineerde actie om de waterkwaliteit te verbeteren en de overmatige groei van kroos terug te dringen (Drent *et al.*, 1997). Uit eerder onderzoek in dit gebied is onder andere gebleken dat vergroten van de waterdiepte een positief effect heeft op de waterkwaliteit (Boeijen *et al.*, 1992). Ondanks de grote inspanning is ook hier de verwachting dat er nog een lange weg te gaan is voordat het kroosprobleem tot een acceptabel niveau is teruggebracht.

Simulatie van kroosgroei door twee

Het rapport "Kroos nader beschouwd" @Hesen (red.), 1998, waaraan werd gewerkt door auteurs van acht verschillende organisaties, geeft een overzicht van het recente Nederlandse onderzoek naar kroosdekken. In dit artikel wordt per thema een samenvatting gegeven.



eutrofiëringsmodellen

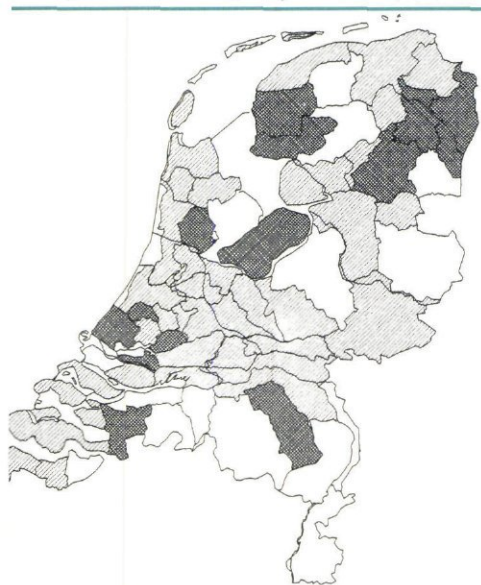
J.H. Janse (RIVM) en J. Drent (DLO-Staring Centrum)

Voor het beleid ten aanzien van kroosbestrijding in poldersloten bestaat behoefte aan kwantitatief inzicht in de relatie tussen omgevingsfactoren en de groei van kroos. Dit inzicht kan onder andere worden verkregen met behulp van modellering. Een eerste model voor kroosgroei in Nederlandse poldersloten zag begin jaren negentig het licht (STOWA, 1992b). Intussen is simulatie van kroosgroei ook in twee Nederlandse eutrofiëringsmodellen opgenomen, namelijk in NUSWA van DLO-Staring Centrum en in PCDitch van het RIVM.

Bij de beschrijving van de groei van kroos is in het model NUSWA (van der Kolk en Drent, 1996) aangenomen dat deze afhangt van relatieve zonneschijn, geografische ligging, beschikbaarheid van nutriënten, temperatuur, lichtintensiteit, concurrentie, onderhoudsademhaling en sterfte. De module voor kroosgroei is gecalibreerd met meetgegevens van het eutrofiëringsonderzoek in de acht proefsloten van DLO-Staring Centrum. Het betreft vier sloten met een kleibodem en vier met een zandbodem, met voor elk bodemtype een reeks van nutriëntendoses. Voor de calibratie zijn in de meest geëutrofiëerde sloot, met kroos als dominante biomassa, metingen verricht aan de kroosgroei in 20 drijvende rechthoeken met een oppervlak van 1 m². Deze vrijwel stagnante sloot had een waterdiepte van 0,5 m. In afbeelding 2a zijn de gemeten biomassa's van kroos weergegeven en de uitkomsten van de modelberekening. De modeluitkomsten blijken redelijk tot goed overeen te komen met de gemeten waarden.

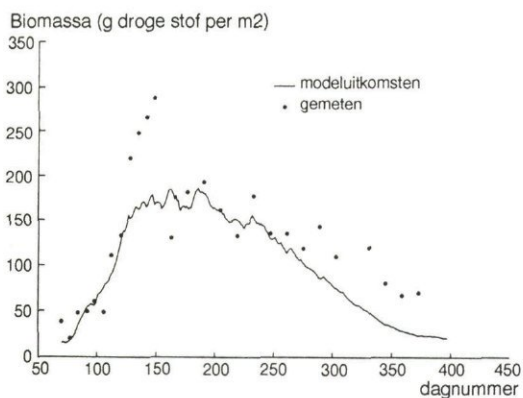
Met PCDitch, een specifiek model voor het sloot-ecosysteem (Janse en Van Puijenbroek, 1997), wordt onderzocht bij welke nutriëntbelasting in poldersloten een omslag optreedt van de dominantie door ondergedoken waterplanten naar een gesloten dek van kroos of flab. Het model is toegepast en deels geijkt op de gegevens van de eerdergenoemde acht proefsloten. De hoogstbelaste sloten werden vanaf het tweede jaar gedomineerd door kroos, terwijl zich in de overige een ondergedoken vegetatie ontwikkelde. Deze waarnemingen konden in grote lijnen door het model worden

Afb.1 Kroosverwijdering in Nederland (1996).



■ Kroosverwijdering bij gemalen, stuwen en duikers, en in watergangen.
■ Kroosverwijdering bij gemalen, stuwen en duikers.
□ Geen kroosverwijdering

gereproduceerd (afbeelding 2b). PCDitch voorspelt het bestaan van een kritische massa waarboven omslag naar kroos plaatsvindt. Ondiepe en langzaam stromende sloten zijn het meest gevoelig.



Afb. 2a Biomassa van kroos in groeicompartimenten in een proefslot, gemeten en berekend met de kroosgroei module van NUSWA.

Synoptics heeft een studie uitgevoerd naar de nauwkeurigheid van schattingen van kroosdekken op basis van video luchtopnamen in vergelijking met in het veld uitgevoerde schattingen (Synoptics, 1997; Bakker *et al.*, 1996). Op een hoogte van ongeveer 400 meter zijn video-opnamen gemaakt van sloten in de Lopiker- en de Krimpenerwaard (zie afbeelding 3). Van de video-opnamen zijn frames geselecteerd die als grafisch computerbestand zijn opgeslagen. Deze bestanden zijn in een beeldverwerkingspakket nader geanalyseerd. De beeldelementen (pixels) zijn op basis van hun reflectiewaarden geclassificeerd als 'open water', 'kroos' of 'tussenvorm'. Om de methode simpel en snel te houden is gekozen voor een lijn-classificatie en niet voor een oppervlakte-classificatie. Uitgangspunt daarbij is dat de classificatie van pixels op een denkbeeldige lijn in de lengterichting van de sloot een goede benadering vormt voor de classificatie van de pixels van het totale slootoppervlak. De resultaten van de schattingen zijn vervolgens vergeleken met in het veld gedane schattingen voor precies dezelfde sloottrajecten. Uit een statistische analyse van de twee schattingsreeksen is gebleken dat de overeenkomsten zeer groot zijn (correlatie-coëfficiënt meer dan 0.9).

Een nadeel van de videobeelden is dat hierop eendenkroos en kroosvaren niet eenduidig van andere waterplanten kunnen worden onderscheiden. Dankzij de beschikbare veldwaarnemingen was wel bekend dat het om kroos ging. In gebieden waar kroos de overheersende watervegetatie is en waar de kans op misclassificatie klein is, kunnen remote sensing technieken snel en met voldoende nauwkeurigheid de omvang van kroosdekken in kaart brengen.

Afb. 3 Videobeeld uit de Lopikerwaard. Het water in de sloten loopt van links naar rechts. Het kroos is herkenbaar aan de lichte kleur en het water aan de donkere kleur.



Maatregelen tegen kroosdekken

P.L.G.M. Hesen, O.F.R. van Tongeren
(Adviesbureau Data-analyse Ecologie) en
C.A.M. van Helmond

In studies uit begin jaren negentig werden verschillende maatregelen tegen kroosdekken voorgesteld (STOWA, 1992a, STOWA, 1992b, Hesen *et al.*, 1994). Tot dusver ontbrak echter nog steeds het inzicht in de effectiviteit van deze ingrepen. Daarom zijn in opdracht van de STOWA en de Provincie Utrecht met een grootschalig veldonderzoek in poldersloten (STOWA, 1997b) de effecten van een aantal maatregelen onderzocht, te weten:

- baggeren (in het vroege voorjaar);
- vroeg verwijderen van kroos (aan het begin van het groeiseizoen);
- laat verwijderen van kroos (wanneer de bedekkingsgraad het maximale niveau heeft bereikt);
- laat schonen van de sloot (in oktober).

De eerste drie maatregelen zijn erop gericht om de kroosbedekking op poldersloten terug te dringen. De laatste is bedoeld om de wortelende - vegetatie die het kroos "vasthoudt", langer in de sloten te laten staan. Op deze wijze wordt het wegdrijven van kroos belemmerd en ontstaat minder ophoping en dus geringere overlast bij - duikers, stuwen en gemalen. Het onderzoek werd uitgevoerd in 92 sloottrajecten van 50 meter lengte, verdeeld over vier locaties in Zuid-Holland en Utrecht (afbeelding 4).

Voor alle vier de maatregelen konden significante effecten worden aangetoond. Baggeren in het voorjaar leidde tot een 15 à 20 procent lagere bedekking in september. Het verwijderen van kroos heeft altijd enkele weken effect en bij ongunstige groeiomstandigheden

Afb. 2b Metingen en simulaties met PCDitch van de kroosbedekking in een hoogbelaste zandsloot (nutriëntenbelasting vond maandelijks plaats in de periode 1989-1993)

Beide modellen zullen worden getoetst in enkele proefregio's (polders), waarbij ook rekening wordt gehouden met de onderlinge beïnvloeding van sloten in een netwerk.

Monitoren van kroos met remote sensing

L.S.M. Schouten (Synoptics)

Zowel waterkwaliteits- als waterkwantiteitsbeheerders zijn gebaat bij goede informatie over het voorkomen van kroosdekken. Uitgebreide veldwaarnemingen kunnen deze informatie verschaffen, maar het is ook mogelijk om hier moderne remote sensing (aardobservatie) technieken voor te gebruiken. Met behulp van deze technieken is het mogelijk om in een kort tijdsbestek zeer veel waterlopen te monitoren. Bovendien is de (on)bereikbaarheid van sloten geen criterium meer.



Afb. 4 Sloottraject voor testen van maatregelen, op de waterlijn afgesloten met planken (foto: M. Edelman, BKH Adviesbureau).

houdt dit effect langer aan. De combinatie van de maatregelen “baggeren”, “vroeg verwijderen” en “laat verwijderen” zorgde in september voor een kroosbedekking die 40 à 50 procent lager was. Op grond van literatuurgegevens (STOWA, 1992a) wordt aangenomen dat zowel het effect van het baggeren als het effect van de combinatie van maatregelen meerdere groeiseizoenen zichtbaar blijft.

Omdat de proef beperkt was tot sloottrajecten van 50 meter kon bij de maatregel “laat schonen” alleen worden waargenomen dat er significant meer kroos op de sloten bleef liggen, maar niet of daardoor minder kroosophoping plaatsvond bij duikers, stuwen en gemalen.

Verwerking van kroos

P.L.G.M. Hesens en W. van der Velden (NV Sturing Afvalverwijdering Noord-Brabant)

Om te achterhalen welke methoden het meest geschikt zijn om - verwijderd - kroos te verwerken, is een inventarisatie uitgevoerd en heeft een beoordeling plaatsgevonden van een aantal verwerkingsmogelijkheden (STOWA, 1997a).

In principe komen voor kroos de volgende verwerkingsmethoden in aanmerking:

- verspreiden op gras- of akkerland (voor bemesting en algemene grondverbetering);
- voeren aan vee:
 - als droog voer (ontwaterd, met drogestofgehalte van 88 procent);
 - als vers voer (niet ontwaterd, direct na het “oogsten”);
- composteren:
 - op kleine schaal (in open lucht);
 - op omvangrijke schaal (met grote installatie);
- grootschalig vergisten:
 - met droog procédé (ontwaterd kroos,

- batchgewijs in één reactor);
- met nat procédé (niet ontwaterd kroos, continu proces in twee gescheiden tanks, één verzuringstank en één methaantank);
- grootschalig storten;
- grootschalig verbranden.

In tabel 1 zijn de waarderungen weergegeven van de verschillende verwerkingsmethoden. De beoordeling heeft plaatsgevonden met behulp van criteria uit vier categorieën, namelijk “transport en opslag”, “eigenschappen van het materiaal”, “emissies bij verwerking” en “verwerkingskosten”.

In het algemeen valt het op dat het transport van vers kroos niet erg efficiënt is, wat veroorzaakt wordt door het hoge watergehalte (gebruikers zijn uiteraard alleen geïnteresseerd in de droge stof). Alleen lokale verwerking scoort goed voor dit criterium.

Het lage gehalte aan drogestof zorgt er voor dat kroos niet zo geschikt is voor een aantal methoden, tenzij vergaande ontwatering wordt toegepast. Deze methoden zijn composteren, droog vergisten, droog voeren aan vee, verbranden en storten. Verder kunnen bij composteren en voeren aan vee te hoge concentraties zware metalen incidenteel tot problemen leiden vanwege normoverschrijding. De emissies van stoffen naar het milieu bij de verschillende verwerkingsmethoden vallen over het algemeen mee wanneer de gangbare emissiereducerende maatregelen worden toegepast.

Voor de grootschalige verwerkingsmethoden, dat wil zeggen grootschalig composteren, vergisten, verbranden en storten, liggen de verwerkingskosten zeer hoog, namelijk in het bereik van 75 tot 250 gulden per ton vers

materiaal. Voor andere verwerkingsmethoden zijn de kosten naar verwachting veel lager; er is echter nog geen of nauwelijks praktijkervaring mee opgedaan.

Verwerkingsmethode	Waardering
Verspreiden op het land	zeer goed
Kleinschalig composteren	goed
Grootschalig vergisten met nat procédé	goed
Vers voeren aan vee	goed
Grootschalig composteren	matig
Grootschalig vergisten met droog procédé	matig
Droog voeren aan vee	matig
Grootschalig storten	matig
Grootschalig verbranden	slecht

Tabel 1 Waardering van de verwerkingsmethoden voor kroos.

LITERATUUR

- Bakker, J.G.M., Schouten, L.S.M. en Huising, E.J. (1996). Monitoren van kroosbedekking in binnenwateren met behulp van video luchtopnamen. BCRS, rapportnr. 95-18, Delft.
- Boetjen, J.H., Beljaars, C.N. en Gerve, R. van (1992). Vergroten van waterdiepte in sloten heeft een positief effect op de waterkwaliteit. *H₂O* 25, 3: 432-437, 440.
- Drent J., Hendriks R.F.A., Kolk, J.W.H. van der en Groen, R.D. (1997). Maatregelen ter verbetering van de kwaliteit van het oppervlaktewater in Bergambacht. *H₂O* 30, 3: 70-73, 90.
- Hesens, P.L.G.M., Buijs, J.N.J. en Blok, J. (1994). Kroos onder controle? *H₂O* (27) nr. 1, 12-15, 24.
- Hesens, P.L.G.M. (red.) (1998). Kroos nader beschouwd. Bunderling van recent kroosonderzoek in Nederland. Kiwa, rapportnr. KOA 98.091. Nieuwegein.
- Janse, J.H. en Puijenbroek, P.J.T.M. van (1997). PCDitch, een model voor eutrofiëring en vegetatie-ontwikkeling in sloten. RIVM, rapportnr. 703715004, Bilthoven.
- Kolk, J.W.H. van der en Drent, J. (1996). NUSWA - A mathematical model to predict the fate of nutrients in surface water systems. DLO-Staring Centrum, interne mededeling 402, Wageningen.
- STOWA (1992a). Ontstaan en bestrijden van deklagen van kroos. 1. Literatuur. STOWA, rapportnr. 92-9 (BKH Adviesbureau), Utrecht.
- STOWA (1992b). Ontstaan en bestrijden van deklagen van kroos. 2. Modelmatige benadering van de kroosontwikkeling en beoordeling van potentiële beheersmaatregelen. STOWA, rapportnr. 92-10 (BKH Adviesbureau), Utrecht.
- STOWA (1997a). Ontstaan en bestrijden van deklagen van kroos. 3. Inventarisatie en beoordeling van verwerkingsmogelijkheden voor kroos. STOWA, rapportnr. 97-17 (BKH Adviesbureau), Utrecht.
- STOWA (1997b). Ontstaan en bestrijden van deklagen van kroos. 4. Praktijkonderzoek naar maatregelen tegen kroosdekken. STOWA, rapportnr. 1997-18 (BKH Adviesbureau), Utrecht.
- Synoptics (1997). Schatting van kroosdekken op basis van video luchtopnamen. Synoptics, Wageningen.