

Waterplanten in natuurvriendelijke oevers langs scheepvaartkanalen



Ruim 25 jaar geleden werden de eerste natuurvriendelijke oevers langs scheepvaartkanalen aangelegd. Doel was onder meer het verbeteren van de vestigingsmogelijkheden van water- en moerasplanten, die in drukbevaren kanalen met steile oevers geen kans hebben. Hoe is het sindsdien met de vestiging van deze plantensoorten langs kanalen gegaan?

Wat zijn natuurvriendelijke oevers?

Natuurvriendelijke oevers langs scheepvaartkanalen bestaan uit een ondiepe oeverzone die door een golfwerende constructie of vooroever van de vaarweg is gescheiden (fig. 1). Afhankelijk van de beschikbare ruimte hebben deze oeverzones een breedte variërend van 2 tot meer dan 10 m. Ze staan door middel van uitwisselingsopeningen in de vooroever in contact met de vaarweg, hoewel ook geïsoleerde oeverzones voorkomen. Door de aanwezigheid van een vooroever is de achterliggende zone beschermd tegen de eroderende werking van door scheepvaart veroorzaakte stroming en golfslag (foto 1).

In 1983 werden langs het Wilhelminakanaal in Noord-Brabant de eerste natuurvriendelijke oevers aangelegd (RWS Noord-Brabant & RIN, 1989). Daarna volgden onder meer het Twentekanaal en de Zuid-Willemsvaart. Na de aanleg werd de vegetatieontwikkeling gevolgd en vastgelegd (Moller-Pillot, 1984-1990; Reitsma et al., 1993-2006; Boedeltje & Klutman, 1996-2007). Als streefbeeld voor de vegetatie van een natuurvriendelijke kanaaloever gold (en geldt): een ondiepe waterzone, waarin van laag naar hoog vier vegetatiezones voorkomen: 1) ondergedoken en drijvende waterplanten, 2) moerasplanten, 3) ruigtekruiden en 4) moerasbos (CUR, 1999). In dit overzicht richten we ons vooral op de waterplantenzone en gaan na in hoeverre het streefbeeld is gehaald.

**Ger Boedeltje,
Bertien Besteman,
Prisca Duijn &
Michelle de la Haye**

Omdat de vestiging en ontwikkeling van waterplanten mede beïnvloed wordt door de aanwezigheid van moerasplanten betrekken we ook deze groep bij het overzicht van de vegetatieontwikkeling.

Twee factoren zijn bepalend voor de vestiging van waterplanten in oeverzones: een geschikte habitatkwaliteit en de beschikbaarheid van diasporen. Deze factoren zijn uitgebreid bestudeerd langs het Twentekanaal (Boedeltje, 2005) en worden in dit artikel als eerste besproken. Hierna volgt kolonisatie door waterplanten, mede in relatie tot de beschikbaarheid van diasporen. De vegetatieontwikkeling in de gehele oeverzone wordt in een breder perspectief geschetst voor het Twentekanaal, het Wilhelminakanaal en de Zuid-Willemsvaart: zoetwaterkanalen, waar vegetatiemonitoring in natuurvriendelijke oevers het langst heeft plaatsgevonden.

Een karakteristiek van de onderzochte kanalen

Het Twentekanaal, dat de verbinding vormt tussen de IJssel en de Twentse steden, heeft een lengte van 65 km, een breedte van 50-60 m, een diepte van 3-5 m en kent onge-

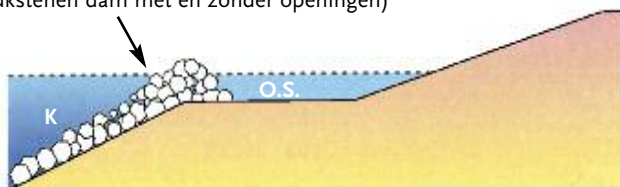
Foto 1. Een damwand beschermt de ondiepe zone tegen de eroderende werking van scheepsgolven (foto: Renée Bekker).

veer 15000 scheepspassages per jaar. In 1995-1996 werden over een lengte van ongeveer 10 km natuurvriendelijke oevers aangelegd, die verdedigd worden door stalen damwanden en via uitwisselingsopeningen met de vaarweg in verbinding staan (fig. 1; tabel 1). Vanaf 2005 werden ook andere types aangelegd, die (nog) niet in de monitoring zijn betrokken. De bodem van de oeverzones werd op de grens van water en land bedekt door grond met rietwortels, afkomstig van oevers die elders langs het kanaal werden afgegraven. Als extra bescherming tegen door schepen veroorzaakte stroming, werd deze grond in de rand van de oeverzone afgedekt door een doorgroeibaar geotextiel.

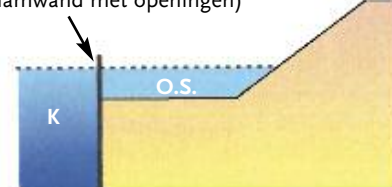
Het Wilhelminakanaal in Noord-Brabant verbindt de Zuid-Willemsvaart met het Markkanaal. Het is 60 km lang, 25 tot 40 m breed, 2,5 tot 3,0 m diep en kent circa 5000 scheepspassages per jaar. Nabij Dongen zijn in 1983 zeven ondiepe oeverzones aangelegd, van de vaarweg gescheiden door stalen damwanden (RWS Noord-Brabant & RIN, 1989; fig. 1; tabel 1). Een deel hiervan

Fig. 1. Geschematiseerde dwarsdoorsnede van twee typen natuurvriendelijke oevers, zoals ze aanwezig zijn langs de onderzoekskanalen. K = kanaal; O.S. = ondiepe strook.

Zuid-Willemsvaart; Helmond
(breukstenen dam met en zonder openingen)



Twentekanaal; Wilhelminakanaal
(damwand met openingen)



	Monitoringgegevens		Kenmerken natuurvriendelijke oever							Waterkwaliteitsgegevens				
	Monitoring-periode	Aantal jaren monitoring	V	B	D	LO	LP	RW	RI	P	N	pH	Alk	DZ
TK	1995/'96-2007	7/8	staal	2-10	0,6-1,2	75-300	50	+	-	0,15	5,4	7,8	3,6	0,5
WK	1983-2005	13	staal	3,25	0,5-0,7	106	106	-	+ / -	0,31	4,3	7,8	2,2	1,2
ZWV	1993-2004	6	stenen	9	0,7	200-300	200-300	-	-	0,31	4,3	7,8	2,2	1,2

Tabel 1. Monitoringgegevens en enkele abiotische kenmerken van de onderzochte kanalen en ondiepe oeverstroken.

TK = Twentekanaal; WK = Wilhelminakanaal; ZWV = Zuid-Willemsvaart.

Kenmerken oever: V = vooroever; B = breedte (in m); D = diepte (in m);

LO = lengte oeverstrook (in m); LP = lengte proefvak (in m); RW = rietwortelgrond aangebracht in grenszone van water en land; RI = riet ingeplant.

Waterkwaliteitsgegevens (jaargemiddelden): P = totaal-P (mg/L);

N = totaal-N (mg/L); Alk = alkaliniteit (meq/L); DZ = doorzicht (in m).

(Waterkwaliteitsgegevens naar Ministerie van V&W, Rijkswaterstaat, 2008a, 2008b.)

heeft een open verbinding met het kanaal, een deel niet. Drie oeverzones werden op de grens van water en land ingeplant met Riet (*Phragmites australis*), bij de overige gebeurde dit niet.

De Zuid-Willemsvaart loopt van de Belgische grens via Weert, Nederweert en Helmond naar 's Hertogenbosch, waar zij eindigt in de Maas. Deze vaart heeft een lengte van 75 km, een breedte van 24 tot 52 m, een diepte van 2,2 tot 3,1 m en kent circa 8000 scheepspassages per jaar. Bij de aanleg van de omleiding Helmond zijn in 1993 zes ondiepe oeverzones gerealiseerd; de vooroever bestaat hier uit een breukstenen dam (fig. 1; tabel 1). Vijf oeverzones staan via één

of twee openingen met het kanaal in verbinding; één heeft geen openingen, maar wordt wel door kanaalwater beïnvloed.

Habitatkwaliteit

Bij aanleg bestaan de bodems van de oeverzones langs de drie kanalen uit relatief voedselarm zand. Door de aanwezigheid van uitwisselingsopeningen worden ze gevuld met kanaalwater dat eutroof, basisch

en hard is (tabel 1). Bij voldoende helderheid van het water betekent dit dat de oeverhabitat in principe geschikt is voor de vestiging van waterplanten, zoals Gekroesd fonteinkruid, Schedefonteinkruid, Aarvederkruid, Smalle waterpest en Grof hoornblad (de Lyon & Roelofs, 1986; Schaminée et al., 1995). Helder water in scheepvaartkanalen is echter geen vanzelfsprekendheid. Door schepen wordt voortdurend bodemslib opgewerveld, dat langdurig in de waterlaag blijft zweven. Het doorzicht kan daardoor lange tijd beperkt zijn, zoals ook blijkt uit metingen in het Twentekanaal, waar het gemiddelde doorzicht in 2007 slechts 0,5 m bedroeg (tabel 1). Door stroming komt dit kanaalwater ook in de oeverstroken achter de vooroevers, waardoor het doorzicht (tijdelijk) beperkt kan zijn. Door de luwe omstandigheden in deze oeverstroken slaat

Tabel 2. Aantal per soort gevangen diasporen in 144 monsters van 36 m³ en het percentage proefvakken (van 75 m lengte) dat per soort werd gekoloniseerd, 1 jaar na de aanleg van ondiepe oeverzones langs het Twentekanaal bij Lochem (n = 70).

* sporen zijn te klein om met het net gevangen te kunnen worden. (Uit Boedeltje et al., 2004b, 2005). Alle soorten behoren tot de Fonteinkruiden-klasse met uitzondering van

Gewoon kransblad (Kranswieren-klasse) en Ondergedoken moerasscherm (Oeverkruid-klasse).

Soort	Nederlandse naam	Wetenschappelijke naam	Aantal gevangen diasporen		Percentage gekoloniseerde oevers
			vegetatief	generatief	
	Sterrenkroos	<i>Callitriche spec.</i>	15460	791	62,9
	Smalle waterpest	<i>Elodea nuttallii</i>	101632	0	61,4
	Grof hoornblad	<i>Ceratophyllum demersum</i>	1779	0	60,0
	Gewoon kransblad	<i>Chara vulgaris</i>	0	*	41,4
	Schedefonteinkruid	<i>Potamogeton pectinatus</i>	101	0	31,4
	Drijvend fonteinkruid	<i>Potamogeton natans</i>	157	0	27,1
	Gekroesd fonteinkruid	<i>Potamogeton crispus</i>	0	0	24,3
	Glanzig fonteinkruid	<i>Potamogeton lucens</i>	4	0	22,9
	Aarvederkruid	<i>Myriophyllum spicatum</i>	28	0	17,1
	Tenger fonteinkruid	<i>Potamogeton pusillus</i>	9	0	11,4
	Haarfonteinkruid	<i>Potamogeton trichoides</i>	3	0	8,6
	Gele plomp	<i>Nuphar lutea</i>	1	0	4,3
	Wattergentiaan	<i>Nymphoides peltata</i>	1	12	2,9
	Stijve waterranonkel	<i>Ranunculus circinatus</i>	20	0	2,9
	Fijne waterranonkel	<i>Ranunculus aquatilis</i>	7	7	1,4
	Doorgroeid fonteinkruid	<i>Potamogeton perfoliatus</i>	0	0	1,4
	Klein fonteinkruid	<i>Potamogeton berchtoldii</i>	60	0	0
	Ondergedoken moerasscherm	<i>Apium inundatum</i>	174	0	0
	Waterviolier	<i>Hottonia palustris</i>	48	0	0
	Zittende zannichellia	<i>Zannichellia palustris</i> subsp. <i>palustris</i>	0	35	0

het slib neer op planten en bezinkt op de bodem. Een snelle ophoping van slib is dan ook een kenmerk van ondiepe oeverstroken langs scheepvaartkanalen (Boedeltje et al., 2004a). Dit slib bevat relatief veel organische stof en is rijk aan nutriënten. Vooral in de zomer wordt de aanwezige organische stof door micro-organismen afgebroken, waardoor veel zuurstof wordt verbruikt. In het bijzonder in niet-open oeverstroken kan dit leiden tot zuurstofloosheid van de waterlaag. In zuurstofloze, sterk gereduceerde waterbodems ontstaan hierbij bovendien voor planten toxische stoffen zoals sulfide (Boedeltje et al., 2004a). In met het kanaal in verbindingstaande oeverstroken is dit niet of veel minder het geval.

Beschikbaarheid van diasporen

Door stroming en golfslag komen in intensief bevaren kanalen geen wortelende waterplanten voor die kunnen dienen als bron van diasporen. Aangezien er in nieuw aangelegde oeverstroken geen zaadvoorraad aanwezig is, moeten diasporen door dispersie van buiten het kanaal worden aangevoerd. Bronpopulaties vinden we onder meer in beken die op de kanalen afwateren. Deze zijn begroeid met waterplanten die hun diasporen afgeven aan het stromende water (Boedeltje et al., 2003; foto 2). Onderzoek in een in het Twentekanaal uitmondende beek, heeft uitgewezen dat per jaar honderdduizenden zaden en stekjes door het water worden meegevoerd en in het Twentekanaal terechtkomen.

De massaliteit van diasporen in het kanaal zelf werd vastgesteld tijdens een één jaar durend onderzoek waarbij met een fijnmazig net (maaswijdte 200 µm) maandelijks op drie locaties monsters werden genomen van de bovenste 30 cm van de waterkolom (Boedeltje et al., 2004b). In 144 monsters van elk 36 m³ werden bijna 360.000 levensvatbare diasporen geteld. In juni kwamen gemiddeld de laagste aantallen voor met 13 soorten. Het hoogste aantal diasporen werd gevonden in december, het hoogste aantal soorten in januari toen gemiddeld 41 soorten per monster werden geteld. Er bleek verder een positief verband te bestaan tussen het aantal gevangen soorten en individuen en de waterafvoer door beken ($R^2 = 0,26$; $0,30$; $P < 0,05$). Onder de aangetroffen soorten bevonden zich veel potentiële kolonisten voor de nieuw aangelegde oevers, waaronder ondergedoken waterplanten (tabel 2) en moerasplanten. Geconcludeerd kan worden dat in kanalen, die water ontvangen van begroeide beken of

Foto 2. Wortel van Gele plomp, door golven gedeponeerd in een breukstenen oever (foto: Ger Boedeltje).

andere watergangen, de beschikbaarheid van diasporen voor de kolonisatie van oeverstroken geen probleem is.

Kolonisatie

Eén jaar na aanleg van een traject natuurvriendelijke oevers bij Lochem langs het Twentekanaal werden 70 proefvakken van 75 m lengte onderzocht op het voorkomen van vrij-drijvende en ondergedoken waterplanten (Boedeltje, 2005). Dit gebeurde op dezelfde locatie waar ook de diasporenbemonstering plaatsvond.

In 20 van de 70 proefvakken werden geen ondergedoken waterplanten gevonden, in de 50 andere vakken werden 16 soorten waargenomen (tabel 2), met een gemiddeld aantal van 4 soorten per proefvak. Zeventig procent van het aantal soorten ondergedoken waterplanten, dat als diaspore in het kanaalwater werd aangetroffen, bleek in één of meer oeverstroken voor te komen, waaronder Sterrenkroos, Smalle waterpest, Grof hoornblad, Drijvend fonteinkruid en Schede-fonteinkruid (tabel 2). De gemiddelde bedekking van ondergedoken waterplanten in alle proefvakken bedroeg één jaar na aanleg 9,3%, van vrij-drijvende planten <1%. Soorten, die wel als diaspore in het water aanwezig waren, maar zich niet vestigden, waren onder andere Ondergedoken moerascherm en Waterviolier. Beide zijn gebonden aan minder hard en voedselarm water (de Lyon & Roelofs, 1986). Er blijkt een duidelijk verband te bestaan tussen het aantal in het water drijvende diasporen en het percentage gekoloniseerde oevers ($R^2 = 0,57$).

Vegetatieontwikkeling

In alle drie kanalen heeft monitoring van de vegetatieontwikkeling plaatsgevonden. Hierbij werd in een proefvak de bedekking geschat van de aanwezige vegetatielagen en van de afzonderlijke soorten planten. Monitoring vond gemiddeld eenmaal per twee jaar plaats (tabel 1), waarbij de periode tussen de metingen niet even lang was. Dit gebeurde tot 2005. Doordat de breedte van de oeverstroken tussen en binnen de kanalen verschilt en de lengte van een proefvak niet gestandaardiseerd was (tabel 1), is dit overzicht vooral gericht op veranderingen in de bedekking van drie verschillende vegetatielagen: 1) de vegetatie van vrij op het water drijvende planten, behorende tot de Eendenkroos-klasse (*Lemnanea*), 2) de vege-



tatie van ondergedoken of op het water drijvende planten uit de Fonteinkruiden-klasse (*Potametea*) en 3) de vegetatie van moerasplanten, behorende tot de Riet-klasse (*Phragmitetea*) (Schaminée et al., 1995). Deze veranderingen worden per kanaal besproken, waarbij vanzelfsprekend ook de verandering in soortensamenstelling aan de orde komt.

TWENTEKANAAL

De vegetatieontwikkeling langs het Twentekanaal is zonder beheermaatregelen verlopen, met uitzondering van één proefvak dat eenmalig werd gemaaid (fig. 2). In het eerste jaar na aanleg kwamen in de watervegetatie van de drie onderzochte proefvakken langs het Twentekanaal respectievelijk 13, 11 en 4 soorten uit de Fonteinkruiden-klasse voor, waaronder Glanzig fonteinkruid, Drijvend fonteinkruid, Rossig fonteinkruid (*Potamogeton alpinus*), Schedefonteinkruid, Smalle waterpest, Stomphoekig sterrenkroos (*Callitriche obtusangula*), Veenwortel (*Persicaria amphibia*) en Aarvederkruid. Smalle waterpest was het meest abundant. De soortenrijkdom in de proefvakken bedroeg in het tweede jaar na aanleg respectievelijk 5, 4 en 4 soorten en bleef laag gedurende de onderzoeksperiode. De bedekking van waterplanten was in het eerste jaar in twee van de drie onderzochte proefvakken relatief hoog, in het tweede jaar

daalde deze tot ongeveer 3% en bleef laag tot het eind van de onderzoeksperiode (fig. 2). Ondergedoken waterplanten die zich gedurende de gehele monitoringperiode handhaafden zijn Stomphoekig sterrenkroos, Smalle waterpest en Schedefonteinkruid. Gele plomp vestigde zich in het tweede jaar na aanleg en werd vervolgens tot het einde van de monitoringperiode waargenomen. Soorten die slechts kort aanwezig waren zijn Gewoon kransblad, Aarvederkruid en Drijvend, Glanzig en Rossig fonteinkruid. De teruggang van ondergedoken waterplanten is niet toe te schrijven aan een hoge bedekking van Riet en andere soorten uit de Riet-klasse, want deze bedroeg in het vierde jaar nog maar 20% (fig. 2). In een experiment met Rossig fonteinkruid, één van de ondergedoken soorten die slechts kort in oeverstroken voorkwam, werd duidelijk dat een beperkt doorzicht, slibophoping en een hoge nitraatconcentratie van de waterlaag belangrijke oorzaken kunnen zijn van de teruggang van ondergedoken waterplanten (Boedeltje et al., 2005). Ongeveer 10 jaar na aanleg waren twee van de drie proefvakken wel grotendeels dichtgegroeid met Riet (foto 3), in het derde proefvak bedroeg de bedekking ca 40%. De soortenrijkdom van de Rietvegetatie was laag; gemiddeld kwamen acht tot tien algemene soorten per proefvak voor, waaronder Gele lis (*Iris pseudacorus*), Gele waterkers (*Rorippa*

amphibia) en Rietgras (*Phalaris arundinacea*). De bedekking van kroossoorten was in alle proefvakken minder dan 1%. Soorten uit natte strooiselruigten (*Convolvulo-Filipenduletea*), zoals Haagwinde (*Calystegia sepium*), Harig wilgenroosje (*Epilobium hirsutum*) en Bitterzoet (*Solanum dulcamara*), kwamen in de eerste jaren niet of nauwelijks in de rietvegetatie voor, na tien jaar varieerde hun bedekking tussen 5 en 20%.

WILHELMINAKANAAL

Zowel in de oeverstroken met als zonder rietinplant vestigden zich in het eerste jaar na aanleg waterplanten uit de Fonteinkruiden-klasse, zoals Aarvederkruid, Smalle waterpest, Veenwortel, Grote waterranonkel (*Ranunculus peltatus*), Gekroesd fonteinkruid, Schedefonteinkruid en Doorgroeid fonteinkruid (RWS Directie Noord-Brabant & RIN, 1989). In het proefvak met rietinplant waren deze soorten in het derde jaar na aanleg verdwenen (fig. 3). In het proefvak zonder rietinplant vestigden zich ook ondergedoken waterplanten, die in het vijfde jaar na aanleg waren verdwenen (fig. 3). Soorten die zich het langst handhaafden waren Aarvederkruid en Veenwortel, minder bestendig waren de fonteinkruiden. De moerasplantenvegetatie bestond in dit proefvak ook uit Riet, dat zich in het tweede jaar na aanleg vestigde. Verder kwamen onder andere Gele waterkers, Gele lis en Mannagras (*Glyceria fluitans*) in lage bedekking voor. Uit figuur 3 blijkt dat in de loop van de tijd de bedekking van Riet in beide vakken op hetzelfde niveau is uitgekomen. Over de gehele onderzoeksperiode bedroeg het gemiddelde aantal

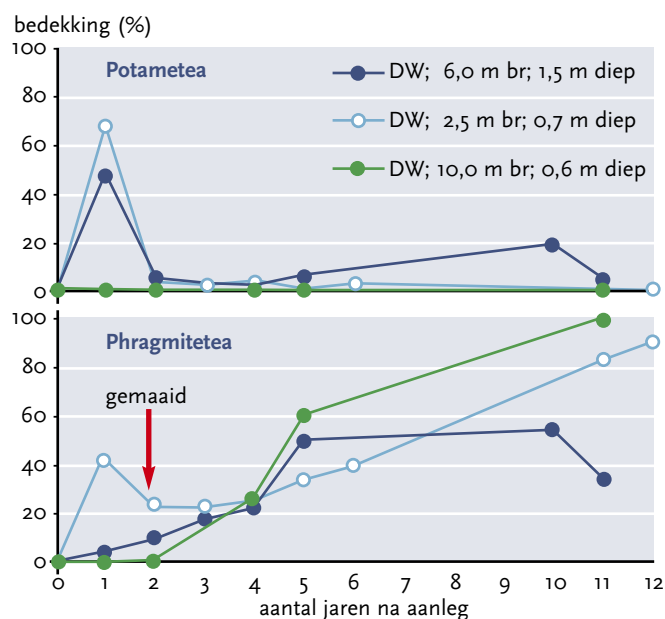


Fig. 2. De bedekking van soorten uit de Fonteinkruiden-klasse (*Potametea*) en de Riet-klasse (*Phragmitetea*) in drie proefvakken langs het Twentekanaal voorzien van een damwand (DW) als vooroever, met een verschillende aanvangsdiepte. Het proefvak van 2,5 m breedte werd 1 jaar eerder aangelegd dan de andere twee. Er werd geen vegetatiebeheer uitgevoerd, met uitzondering van één proefvak dat in een winter werd gemaaid (met pijl gemarkeerd).

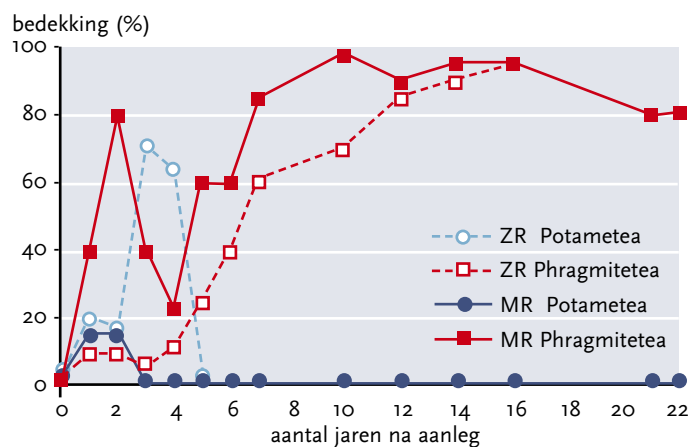


Fig. 3. De bedekking van soorten uit de Fonteinkruiden-klasse (*Potametea*) en de Riet-klasse (*Phragmitetea*) in een open proefvak met Rietinplant (MR) en zonder Rietinplant (ZR) langs het Wilhelminakanaal. Als beheermaatregel werd de rietvegetatie eenmaal per jaar gemaaid en afgevoerd. In het tweede jaar na aanleg werd de rietvegetatie in juli gemaaid, in de overige jaren in de winter.



Foto 3. Rietgordel in ondiepe oeverzone langs het Twentekanaal, 12 jaar na aanleg (foto: Ger Boedeltje).

soorten uit de Riet-klasse in het ingeplante vak 8,0 en in het niet-ingeplante vak 8,8, een niet-significant verschil ($P > 0,05$).

ZUID-WILLEMSVAART

Tussen het open en gesloten proefvak zijn grote verschillen in vegetatieontwikkeling gebleken. In het eerste jaar na aanleg had zich in het gesloten vak een laag van draad-algen (flab) ontwikkeld met een bedekking van 70%, in het open vak was deze slechts 10%. Vanaf het tweede jaar viel vooral het verschil in kroosbedekking op (fig. 4). Tot negen jaar na aanleg was het gesloten proefvak bedekt door een kroosdek, terwijl dit niet het geval was in het open proefvak (fig. 4). In het elfde jaar na aanleg was de kroosdominantie doorbroken (fig. 4), wat waarschijnlijk samenhangt met het maaien en baggeren van de oeverzone. De vegetatiebedekking van soorten uit de Fonteinkruiden-klasse was vanaf het derde jaar in het open vak hoger dan in het gesloten vak, met uitzondering van het zevende monitoring-

jaar (fig. 4). In tegenstelling tot het Twentekanaal en het Wilhelminakanaal, maakten enkele Potametea-soorten een substantieel aandeel uit van de watervegetatie gedurende de eerste tien jaar na aanleg. Dit betrof twee niet in de bodem wortelende soorten: Grof hoornblad en Kikkerbeet (*Hydrocharis morsus-ranae*). De bedekking van soorten uit de Riet-klasse bereikte geen hogere waarde dan 50%. Hierbij ging het in het gesloten proefvak hoofdzakelijk om Liesgras, in het open vak om Riet, Rietgras en Liesgras.

Discussie en conclusies

Nieuw aangelegde natuurvriendelijke oevers langs scheepvaartkanalen kunnen in principe snel gekoloniseerd worden door ondergedoken waterplanten en moerasplanten. Het oppervlaktewater bevat namelijk grote

aantallen diasporen van deze soorten, vooral in kanalen die gevoed worden door beken. Verschillende ondergedoken waterplanten zoals Drijvend, Glanzig en Rossig fonteinkruid verdwijnen echter binnen 1 tot 3 jaar na aanleg weer. Smalle waterpest, Grof hoornblad en Stomphoekig sterrenkroos houden het langer vol en worden soms 10-15 jaar na aanleg nog aangetroffen. Van een goed ontwikkelde vegetatie van ondergedoken waterplanten is meestal slechts gedurende 1 tot 4 jaar sprake. Geconcludeerd kan worden dat het streefbeeld voor natuurvriendelijke oevers, wat waterplanten betreft, alleen in de eerste jaren na aanleg wordt gehaald. Het verdwijnen van ondergedoken waterplanten heeft vooral te maken met lichtgebrek, slibophoping en eutrofiëring (Boedel-

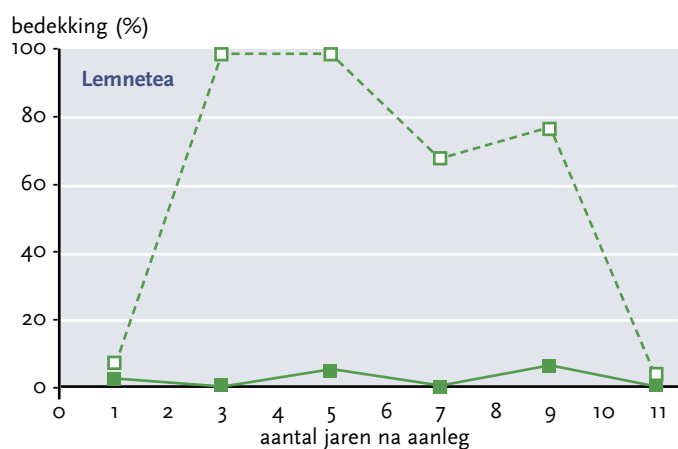
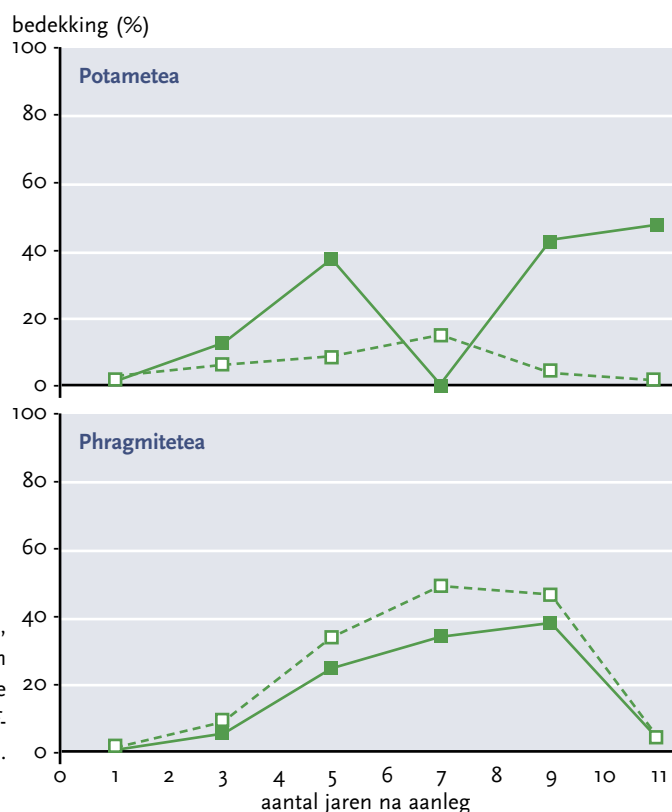


Fig. 4. De bedekking van soorten uit de Kroos-klasse (*Lemnanea*), Fonteinkruiden-klasse (*Potametea*) en Riet-klasse (*Phragmitetea*) in een open en gesloten proefvak langs de Zuid-Willemsvaart. In de winter voorafgaande aan het 11e monitoringjaar werden de proefvakken gemaaid en gebaggerd.

—■— met openingen: bewegend kanaalwater
 - - □ - - zonder openingen: stagnerend kanaalwater



tje et al., 2005). In het bijzonder nabij uitwisselingsopeningen is door stroming en golfslag van schepen voortdurend sprake van het opwervelen en het neerslaan van slib. De kansen voor ondergedoken waterplanten in ondiepe oeverzones zijn daarom beperkt. Het afsluiten van oeverstroken door een damwand of stenen is geen oplossing. Doordat voortdurend scheepsgolven over de damwand of stenen dam heen slaan, ontstaat een 'bak' met stagnerend eutroof kanaalwater, waarbij de kans groot is dat zich een kroosdek ontwikkelt. Een eerste oplossing is het om kanaalwater via een aangeplante Rietvegetatie de ondiepe zone in te leiden, waardoor slib kan bezinken en nutriënten uit het water worden gehaald. Indien de kanaalzone aan landzijde breed is, kan een tweede oplossing zijn het plaatselijk graven van volledig van de vaarweg geïsoleerde poelen, die gevoed worden door regen- en kwelwater.

Na vestiging breiden moerasplanten zoals Riet zich snel vanuit de oever in de ondiepe waterzones uit en vormen dichte vegetaties, waarbij het streefbeeld binnen 5 tot 10 jaar na aanleg wordt bereikt. Dit geldt in het bijzonder als de aanvangsdiepte gering (< 0,7 m) is. Om ophoping van strooisel en een daarmee gepaard gaande verzuivering met Haagwinde en Bitterzoet tegen te gaan, is het nodig de rietkraag eenmaal per twee tot drie jaar te maaien, waarbij het maaisel wordt afgevoerd. Alleen maaien is echter niet voldoende om een voldoende oppervlak open water in oeverstroken te behouden. Mede gelet op de sterke aanslibbing die plaatsvindt, is het ook nodig om de ondiepe oeverzones eenmaal per tien tot vijftien jaar te baggeren. Fasering in ruimte en tijd moet daarbij het uitgangspunt zijn. Baggeren helpt ook om eventuele dominantie van kroos te doorbreken (Boedeltje et al., 2004a).

Als het gaat om de toepassing van breukstenen of stalen damwanden als vooroever zijn er geen verschillen in ontwikkelingsmogelijkheden van water- en moerasplanten in de achterliggende ondiepe zones. Indien gelet wordt op de mogelijkheden van mossen, dan bieden breukstenen wel een veel beter substraat dan stalen damwanden (Sollman & Boedeltje, 20005).

Literatuur

Boedeltje, G., 2005. The role of dispersal, propagule banks and abiotic conditions in the establishment of aquatic vegetation. Proefschrift Radboud Universiteit, Nijmegen.

Boedeltje G. & A.G.M. Klutman, 1996-2007.

Monitoring en evaluatie van natuurvriendelijke oevers langs de Twentekanalen. Bureau Daslook, Lochem.

Boedeltje, G., J.P. Bakker, R.M. Bekker, J.M. van Groenendaal & M. Soesbergen, 2003. Plant dispersal in a lowland stream in relation to occurrence and three specific life-history traits of the species in the species pool. *Journal of Ecology* 91: 855-866.

Boedeltje, G., A. Smolders, P. Duijn & G. Leereveld, 2004a. De rol van slibophoping bij eutrofiëring in stagnante ondiepe oeverstroken. *H₂O* 37-5: 30-33.

Boedeltje, G., J.P. Bakker, A. ten Brinke, J.M. van Groenendaal, & M. Soesbergen, 2004b. Dispersal phenology of hydrochorous plants in relation to discharge, seed release time and buoyancy of seeds: the flood pulse concept supported. *Journal of Ecology* 92: 786-796.

Boedeltje, G., A.J.P. Smolders, & J.G.M. Roelofs, 2005. Combined effects of water column nitrate enrichment, sediment type and irradiance on growth and foliar nutrient concentrations of *Potamogeton alpinus*. *Freshwater Biology* 50: 1537-1547.

CUR, 1999. Natuurvriendelijke oevers: Aanpak en toepassingen. CUR-publicatie 200, Gouda.

Lyon, M.J.H. de & J.G.M. Roelofs, 1986. Waterplanten in relatie tot waterkwaliteit en bodemgesteldheid. Katholieke Universiteit, Nijmegen.

Ministerie van V & W, Rijkswaterstaat, 2008a. Brondocument waterlichaam Twentekanalen, doelen en maatregelen rijkswateren.

Ministerie van V & W, Rijkswaterstaat, 2008b. Brondocument waterlichaam Midden-Limburgse en Noord-Brabantse kanalen, doelen en maatregelen rijkswateren.

Moller Pillot, H.K.M., 1984-1990. De ontwikkeling van de oeverstroken langs het Wilhelminakanaal. Rijksinstituut voor Natuurbeheer Arnhem, Leersum en Texel.

Reitsma, J.M., G.C.W. van Beek, G.J. Brandjes, R. Muntz & G.F.J. Smit., 1993-2006. Monitoring natuurvriendelijke oevers kanalen Noord-Brabant. Wilhelminakanaal en Zuid-Willemsvaart. Bureau Waardenburg, Culemborg.

RWS Noord-Brabant & RIN, 1989. Onderzoek aan natte oeverstroken langs het Wilhelminakanaal. Project Milieuvriendelijke Oevers, rapportnummer 8.

Schaminée, J.H.J., E.J. Weeda & V. Westhoff, 1995. De vegetatie van Nederland, deel 2. Plantengemeenschappen van wateren, moerassen en natte heiden. Opulus Press, Uppsala, Leiden.

Sollman, Ph. & G. Boedeltje, 2005. Mossen op oevers langs het Twentekanaal. Bureau Daslook, Lochem.

Summary

Constructed shallow zones along navigation canals

From 1983 onwards, shallow zones (or backwaters) have been constructed along navigation canals in The Netherlands which form a potential new habitat for rooted submerged and emergent aquatic plants absent from traditional canals. The banks of these canals consist of an unprotected slope, which gradually changes from land into a 0.6 to 1.2 m deep water zone. A defence (dam or sheet piles) separates this zone from the much deeper canal. Most of the shallow zones are connected to the canal by means of gaps or pipes in the wave-breaking structure. Hydrochorous plant dispersal was studied in the Twentekanaal, a canal in the eastern part of The Netherlands. Over a period of 10-22 years, colonization and vegetation succession have been studied in the Twentekanaal as well as in two canals in the southern part of The Netherlands: the Wilhelminakanaal and Zuid-Willemsvaart. These canals have high nutrient loads, a pH of 7.8, and a total alkalinity between 2 and 4 meq L⁻¹.

In the Twentekanaal, an enormous number of viable diaspores was trapped, representing species of aquatic, semi-aquatic and terrestrial habitats. The abundant occurrence of their diaspores indicates that the potential establishment of aquatic species in backwaters is not likely constrained by dispersal limitation. Rooted submerged aquatic plant communities indeed established in several backwaters, but their occurrence appeared to be transient. A vegetation of Common reed established in the transition zone between water and land. It greatly extended into the deeper parts of the backwaters resulting in dense stands within 8-10 years. Sheltered backwaters with standing canal water appeared to be dominated by duckweed layers.

Drs. G. Boedeltje
Bureau Daslook
Korte Voren 8, 7241 HR Lochem
e-mail: g.boedeltje@bureaudaslook.nl

Drs. B. Besteman
b&d Natuuradvies
Kenastraat 12, 2011 MX Haarlem
e-mail: b.besteman@bendnatuuradvies.nl

Drs. P.P. Duijn
Rijkswaterstaat, Waterdienst
Postbus 17, 8200 AA Lelystad
e-mail: p.duijn@rws.nl

Drs. M. de la Haye
Grontmij/Aquasense
Postbus 95125, 1090 HC Amsterdam
e-mail: michelle.delahaye@grontmij.nl