

# Het beheer van ondiepe oeverstroken langs de Twenthekanalen 2004-2014



**Rijkswaterstaat**  
Dienstkring Twenthekanalen en IJsseldelta



**Bureau Daslook**  
Lochem

# Het beheer van ondiepe oeverstroken langs de Twenthekanalen 2004-2014

*Drs. Ger Boedeltje*

In opdracht van:  
Rijkswaterstaat, Directie Oost-Nederland  
Dienstkring Twenthekanalen en IJsseldelta  
Hanzeweg 60  
7418 AT Deventer

foto voorplaat: Renée Bekker

---

*Begeleiding: drs. Prisca Duijn  
Rijkswaterstaat, Dienst Weg- en Waterbouwkunde  
Postbus 5044  
2600 GA Delft*

*Bureau Daslook  
Daslook 39  
7242 MD Lochem  
daslook@worldonline.nl*

2003

---

# Inhoudsopgave

<b>1</b>	<b>INLEIDING</b> .....	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>ACHTERGRONDINFORMATIE</b> .....	<b>2</b>
<b>2.1</b>	<b>DE RELATIE TUSSEN VEGETATIE EN HABITATKWALITEIT</b> .....	<b>3</b>
	SAMENVATTING.....	3
	INLEIDING .....	3
	EEN KARAKTERISTIEK VAN DE KANALEN .....	4
	UITVOERING VAN HET ONDERZOEK .....	4
	AANGETROFFEN VEGETATIE.....	5
	VEGETATIE IN RELATIE TOT MILIEUKENMERKEN .....	5
	EFFECTEN VAN HYDROLOGISCHE ISOLATIE .....	7
	BETEKENIS VOOR INRICHTING EN BEHEER VAN ONDIEPE OEVERSTROKEN .....	7
	TOEPASSING VAN DE RESULTATEN IN DE PRAKTIJK: DE TWENTHEKANALEN ALS VOORBEELD.....	7
	LITERATUUR .....	8
<b>2.2</b>	<b>DE BESCHIKBAARHEID VAN ZADEN EN VEGETATIEVE PLANTENDELEN</b> .....	<b>9</b>
	SAMENVATTING.....	9
	INLEIDING .....	9
	UITVOERING VAN HET ONDERZOEK .....	9
	RESULTATEN .....	11
	BETEKENIS VOOR HET BEHEER.....	12
	LITERATUUR .....	12
<b>2.3</b>	<b>EFFECTEN VAN BAGGEREN OP DE WATERKWALITEIT EN KROOSDEKKEN</b> .....	<b>13</b>
	SAMENVATTING.....	13
	INLEIDING .....	13
	UITVOERING VAN HET ONDERZOEK .....	14
	VERANDERINGEN IN DE HOEVEELHEID NUTRIËNTEN, ZUURSTOF, ALGEN EN KROOS .....	15
	DE NUTRIËNTENFLUX GEKWANTIFICEERD.....	17
	VERANDERINGEN IN DE WATERLAAG BUITEN DE CILINDERS .....	18
	BETEKENIS VOOR HET BEHEER.....	18
	LITERATUUR .....	18
<b>2.4</b>	<b>DE MOGELIJKE ROL VAN DE ZAADVOORRAAD</b> .....	<b>19</b>
	SAMENVATTING.....	19
	INLEIDING .....	19
	DE VEGETATIE .....	20
	DE ZAADVOORRAAD .....	20
	EEN VERGELIJKING VAN ZAADVOORRAAD MET DE VEGETATIE .....	21
	VESTIGINGSKANSEN VAN SOORTEN VANUIT DE ZAADVOORRAAD NA BAGGEREN.....	22
	CONCLUSIE.....	23
	LITERATUUR .....	24
<b>3</b>	<b>AANBEVELINGEN VOOR HET BEHEER</b> .....	<b>25</b>
	INLEIDING .....	25
	AANBEVELINGEN VOOR HET BEHEER .....	25
	LITERATUUR .....	28
	<b>BIJLAGE</b> .....	<b>29</b>
	KAARTBIJLAGE 1 LIGGING VAN DE OEVERSTROKEN LANGS DE TWENTHEKANALEN	

## 1 Inleiding

Van juni 1998 t/m juli 2002 is een uitgebreid onderzoek<sup>1</sup> uitgevoerd in ondiepe oeverstroken langs de Twenthekanalen en enkele kanalen in Noord-Brabant, waarin wortelende waterplanten centraal stonden. Deze waterplanten (waaronder fonteinkruiden, aarvederkruid, sterrenkroos en gele plomp) vervullen in een aquatisch systeem een belangrijke rol als producenten, organismen die aan de basis staan van vele voedselketens. Door hun aanwezigheid voegen ze levensruimten toe aan de waterkolom, die benut worden door tal van organismen. Ze worden daarom gezien als belangrijke doelsoorten voor ondiepe oeverstroken, die zich echter lang niet altijd vestigen en die, als ze zich wel vestigen, slechts gedurende korte tijd standhouden.

Het uitgevoerde onderzoek richtte zich de eerste plaats op twee mogelijke oorzaken voor de afwezigheid en het verdwijnen van wortelende waterplanten uit ondiepe oeverstroken langs kanalen:

- de fysisch-chemische kwaliteit van de waterbodem en het water is niet of slechts gedurende korte tijd geschikt voor de vestiging van deze planten;
- zaden of vegetatieve plantendelen komen niet of nauwelijks in het water voor, waardoor geen vestiging plaatsvindt.

De resultaten van deze twee deelonderzoeken worden in de hoofdstukken 2.1 en 2.2 besproken

Nadat gebleken was dat slibophoping een belangrijk knelpunt was in de vestiging van deze waterplanten, werd aandacht besteed aan twee maatregelen op het gebied van inrichting en beheer die betere voorwaarden zouden kunnen creëren voor de vestiging en (duurzame) ontwikkeling van een gevarieerde aquatische vegetatie met wortelende waterplanten:

- hydrologische isolatie waardoor de invloed van voedselrijk kanaalwater wordt tegengegaan en ophoping van (mogelijk) vervuild slib wordt voorkomen;
- het verwijderen van slib (baggeren).

De relatie tussen hydrologische isolatie en de aanwezigheid van waterplanten wordt in hoofdstuk 2.1 besproken. Wat betreft het baggeren is nagegaan of slibverwijdering leidt tot een verbetering van de waterkwaliteit. Tevens is onderzocht of er in de onderwaterbodem die vrijkomt na baggeren, (voldoende) zaden en vegetatieve plantendelen aanwezig zijn om (her)vestiging van een gevarieerde vegetatie van water- en oeverplanten mogelijk te maken. De resultaten van deze deelonderzoeken zijn samengevat in de hoofdstukken 2.3 en 2.4.

De praktische toepassing van de resultaten is te vinden in hoofdstuk 3, waarin ten behoeve van de Dienstkring Twenthekanalen en IJsseldelta van Rijkswaterstaat adviezen zijn opgenomen voor het beheer van ondiepe oeverstroken langs de Twenthekanalen voor de periode 2004-2014. De ligging van deze stroken is te vinden in kaartbijlage 1.

---

<sup>1</sup> In het (promotie)onderzoek, dat werd uitgevoerd door Ger Boedeltje, participeerden Rijkswaterstaat, de Katholieke Universiteit Nijmegen en de Rijksuniversiteit Groningen.

## **2 Achtergrondinformatie**

## 2.1 De relatie tussen vegetatie en habitatkwaliteit in ondiepe oeverstroken<sup>2</sup>

### **Samenvatting**

In ondiepe oeverstroken langs de Twenthekanalen en de Zuid-Willemsvaart, is de relatie onderzocht tussen de vegetatie en eigenschappen van water en waterbodem, met als doel de kenmerken te vinden die de aan- of afwezigheid van wortelende waterplanten kunnen verklaren.

Deze waterplanten kwamen voor bij een lage turbiditeit, een geringe slibafzetting (minder dan twee cm) en lage ammoniumconcentraties in het (porie)water. Ongewenste kroosdekken zonder doelsoorten werden aangetroffen in stagnant water boven een relatief dikke sliblaag.

Voor de inrichting van natuurvriendelijke oevers waarin wortelende waterplanten centraal staan is het essentieel om slibaccumulatie te voorkomen. Van belang is het vermijden van situaties waarin kanaalwater stagneert boven voedselrijk slib. Ondiepe stroken die volledig van het kanaal geïsoleerd zijn en die gevoed worden door grondwater bieden alternatieve mogelijkheden aan deze groep van planten.

### **Inleiding**

Al vanaf 1983 worden langs scheepvaartkanalen natuurvriendelijke oevers aangelegd, bestaande uit ondiepe zones, die door een vooroever geheel of gedeeltelijk zijn gescheiden van het kanaal en aan landzijde overgaan in een onbeschermd talud<sup>6)</sup>. Tot de streefdoelen van deze oevers behoort een geleidelijke overgang van een waterplantenvegetatie, via moerasplanten naar zones met grasland, ruigte en struweel<sup>9)</sup>. In open water zijn vooral wortelende waterplanten belangrijk vanwege de rol die ze spelen in de structuur en het functioneren van een watersysteem<sup>2)</sup>. In een watergang zonder deze waterplanten komen slechts vier compartimenten (wateroppervlak, waterkolom, bodemoppervlak en bodem) als leefgebied voor organismen voor. Indien waterplanten en riet aanwezig zijn, kan dit aantal oplopen tot vijftien<sup>14)</sup>. Daarmee is de waterplantenvegetatie een belangrijke indicator is voor de kwaliteit van een aquatisch systeem.

Monitoringonderzoek<sup>3,10,11)</sup> toonde aan dat in veel oeverstroken geen vestiging van wortelende waterplanten plaatsvond en, indien wel vestiging plaatsvond, ze binnen enkele jaren verdwenen, zonder dat of voordat natuurlijke verlanding optrad. Twee hypothesen werden opgesteld om deze resultaten te verklaren: 1) de habitatomstandigheden zijn niet geschikt of alleen gedurende een korte periode; en 2) er zijn geen zaden of vegetatieve plantendelen in de oevers aanwezig.

In een studie, die uitgevoerd is in 1998 en 1999 langs de Twenthekanalen en enkele Brabantse kanalen, stond de relatie tussen de vegetatie en habitatfactoren (waterlaag en waterbodem<sup>4)</sup>) centraal. In dit hoofdstuk worden de resultaten gepresenteerd, waarbij de volgende vragen als leidraad dienen:

- Welke vegetatie komt voor in het water van oevers die verschillen in constructie en leeftijd?
- Wat zijn de belangrijkste water(bodem)kenmerken die de variatie in plantengroei verklaren?
- Wat is de betekenis van de resultaten voor inrichting en beheer van ondiepe stroken?

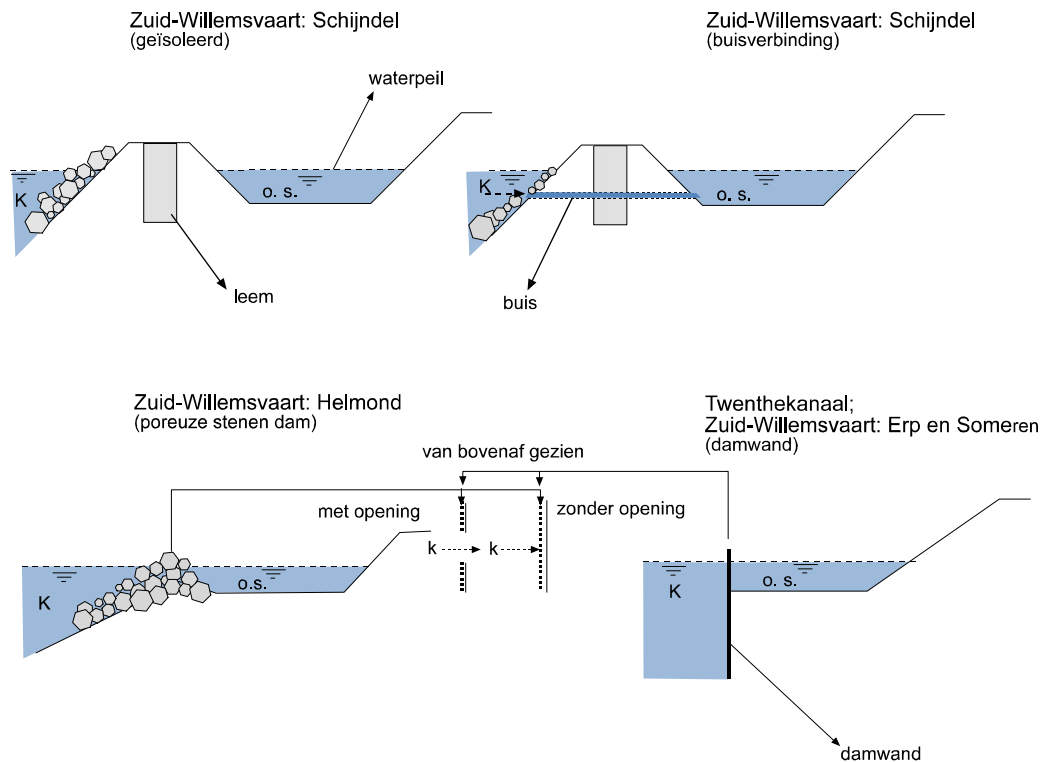
---

<sup>2</sup> Zie ook H<sub>2</sub>O 36 (2003), pag. 22-25: "Beperkingen en kansen voor waterplanten in natuurvriendelijke oevers langs scheepvaartkanalen"; auteurs: Ger Boedeltje, Alfons Smolders, Wim Tukker, Marjan de Groot - van Leerdam

## Een karakteristiek van de kanalen

Het onderzoek werd uitgevoerd langs het Twenthekanaal en de Zuid-Willemsvaart. Het Twenthekanaal is het drukst bevaren van de twee met ca. 15000 scheepspassages in 1999, tegen 7800 in de Zuid-Willemsvaart. Het water van beide kanalen is eutroof met nitraatconcentraties tot 400 micromol/liter en fosfaatgehalten die variëren tussen maximaal 2.5 micromol/liter (Twenthekanaal) en 11 micromol/liter (Zuid-Willemsvaart). Daarnaast komen macro-ionen in relatief hoge concentraties voor en is sprake van een hoge alkaliniteit<sup>5</sup>). Langs deze kanalen is door Rijkswaterstaat tussen 1986 en 1996 een scala van natuurvriendelijke oevers aangelegd van 2 tot 10 m breed en in lengte variërend tussen 0.3 en 3.6 km. Behalve in leeftijd en afmetingen, verschillen deze oevers in constructie en in de mate van contact met het kanaal (zie Fig. 2.1).

**Figuur 2.1.** Geschematiseerde dwarsprofielen en één bovenaanzicht van de oevers nabij de onderzoekslocaties. Naar Van Beusekom en Van Lier (1992), Rijkswaterstaat, Directie Noord-Brabant (z.j.) en Directie Oost-Nederland (z.j.). K = kanaal; o.s. = ondiepe strook.



## Uitvoering van het onderzoek

De gegevens werden verzameld in augustus 1998 in 50 proefvakken langs de Twenthekanaal en in augustus 1999 in 30 proefvakken langs de Zuid-Willemsvaart. Deze vakken (van 25 m<sup>2</sup>) werden zodanig gekozen dat de variatie in oevertypen en vegetatie werd vastgelegd. Binnen elk vak werd de bedekking van de vegetatielagen geschat en werden de plantensoorten, hun aantallen en bedekkingspercentage genoteerd. Verder werden monsters verzameld van het (porie)water en de bodem, die geanalyseerd werden op parameters die de aan- of afwezigheid van waterplanten zouden kunnen verklaren<sup>2</sup>). Met behulp van multivariate technieken zijn de vegetatietypen gerelateerd aan de milieugegevens. Via de optie 'forward selection' uit het programma CANOCO<sup>5</sup>) zijn de factoren, die het beste de variatie soortensamenstelling verklaren, afgeleid. Een vegetatietabel en nadere informatie over de methoden zijn opgenomen in Boedeltje et al.<sup>4</sup>).

## ***Aangetroffen vegetatie***

De vegetatie is in drie hoofdgroepen verdeeld.

De eerste hoofdgroep betreft vegetaties van wortelende waterplanten: (I) met gewoon kransblad in twee jaar oude, van het kanaal geïsoleerde oeverstroken nabij Schijndel; (II) met schedefonteinkruid in twee tot drie jaar oude, open oeverstroken langs het Twenthekanaal; (III) met aarvederkruid in drie tot vijf jaar oude, open oeverstroken langs de Zuid-Willemsvaart; (IV) met tener fonteinkruid in open, negen jaar oude, gebaggerde trajecten langs het Twenthekanaal, en (V) met smalle waterpest in drie jaar oude, geïsoleerde stroken langs de Zuid-Willemsvaart.

De tweede hoofdgroep omvat vegetaties van vrij drijvende en in het water zwevende planten: (I) met veelwortelig kroos en riet in negen jaar oude, niet-gebaggerde stroken met weinig dynamiek langs het Twenthekanaal; (II) met grof hoornblad in vijf jaar oude, open oeverstroken langs de Zuid-Willemsvaart nabij Helmond; (III) met grof hoornblad bedekt door een dek van klein kroos in een zes jaar oude oeverstrook met stagnant water achter een breukstenen dam nabij Helmond.

De derde hoofdgroep bestaat uit rietvegetaties: (I) ijl riet (bedekking kleiner dan 50 procent) met smalle waterpest in open, gebaggerde trajecten langs het Twenthekanaal; (II) dicht riet (bedekking 50 procent of meer) zonder waterplanten en ruigtesoorten in open, vijf tot negen jaar oude, niet gebaggerde stroken langs het Twenthekanaal (Fig. 2.2) en (III) dicht riet (bedekking 50 procent of meer) met grote brandnetel in dertien jaar oude, niet-gebaggerde, door het kanaal beïnvloede stroken nabij Someren (Zuid-Willemsvaart).

In een aantal proefvakken kwamen nauwelijks soorten voor en was de vegetatiebedekking kleiner dan één procent.

**Figuur 2.2.** Ondiepe oeverstrook langs het zijkanaal van het Twenthekanaal nabij Bornerboek die volledig is dichtgegroeid met riet.



## ***Vegetatie in relatie tot milieukenmerken***

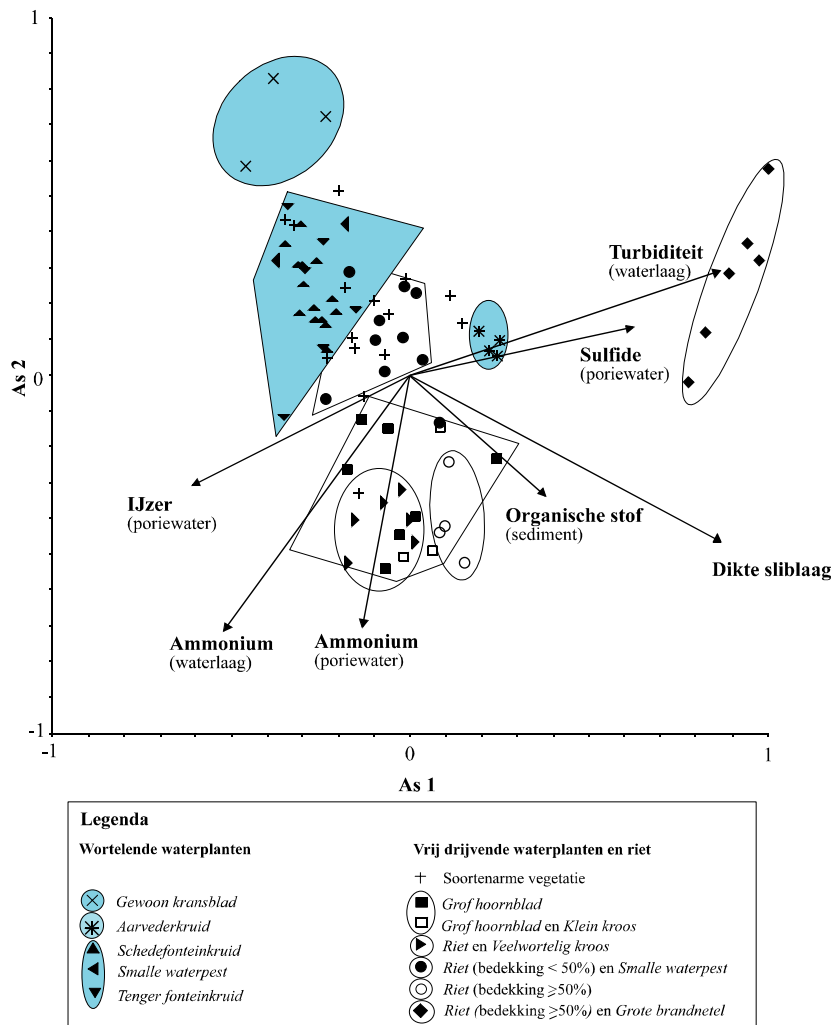
Karakteristieken van de bodem (dikte van de sliblaag, gehalte aan organische stof), het poriewater (ammonium, sulfide, ijzer) en de waterlaag (turbiditeit en ammonium) verklaren het beste de variatie in soortensamenstelling (Fig. 2.3). Slibophoping blijkt hierbij een sleutelproces te zijn, waaraan andere processen gekoppeld zijn, zoals ophoping van organische stof en de vorming van potentieel toxische stoffen zoals sulfide en ammonium.



Figuur 2.3 laat grofweg twee milieus zien:

- oeverstroken met een dunne sliblaag, een laag gehalte organische stof en lage concentraties ammonium en sulfide in het (porie)water (linksboven in het diagram)
- oeverstroken met een relatief dikke sliblaag en een relatief hoog percentage organische stof (rechtsonder in het diagram).

**Figuur 2.3.** CCA-ordinatiediagram met de opnamen (symbolen), vegetatietypen (omcirkelde vlakken) en de voornaamste verklarende omgevingsfactoren (pijlen). De opnamen zijn in de vorm van symbolen zodanig langs de assen gerangschikt, dat de symbolen, die vlakbij elkaar liggen, corresponderen met opnamen die overeenkomen in soortensamenstelling. De correlatie van de omgevingsfactoren met de assen kan uit het diagram worden afgeleid. Bijvoorbeeld, de coördinaten van de factor turbiditeit zijn 0.83 en 0.30, d.w.z. de correlatie met de eerste as is 0.83 en met de tweede as 0.30



Opnamen met wortelende waterplanten en van de rietvegetatie met smalle waterpest, zijn beperkt tot milieu (a). De sliabdikte in vegetaties van ondergedoken waterplanten was gemiddeld kleiner dan twee cm, de gemiddelde ammoniumconcentratie in de waterlaag varieerde tussen 7 en 17 micromol/liter en in het poriewater tussen 37 (kranswier) en 627 (schedefonteinkruid) micromol/liter. De opnamen met kroos, grof hoornblad en riet, zijn beperkt tot milieu (b). De gemiddelde sliabdikte varieerde tussen 7 (grof hoornblad) en 38 (riet en ruigte) cm. De hoogste ammoniumconcentraties werden gemeten onder het kroosdek: gemiddeld 46 micromol per liter in de waterlaag en 1855 micromol/liter in het poriewater. IJzer speelt een belangrijke rol bij het binden van sulfide dat bij de reductie van sulfaat wordt gevormd. De hoogste sulfideconcentraties (16 micromol/liter) werden dan ook gemeten in ijzerarme oeverzones, waarin wortelende waterplanten ontbraken. Eerder onderzoek<sup>12)</sup> toonde aan dat een sulfideconcentratie van 10 micromol/liter al toxisch is voor krabbescheer.

Een andere sleutelfactor is de turbiditeit van het water. Wortelende waterplanten kwamen voor bij een lage turbiditeit (tussen 2 en 5 ppm), wat een doorzicht betekent van meer dan 50 cm.

### ***Effecten van hydrologische isolatie***

Langs de Zuid-Willemsvaart zijn drie jaar oude, geïsoleerde oeverstroken vergeleken met ongeveer even oude stroken die op verschillende manieren in contact staan met het kanaal (Fig. 2.1). Het blijkt dat vegetaties van wortelende waterplanten beperkt waren tot geïsoleerde stroken, gekarakteriseerd door lage nutriëntenconcentraties in de waterlaag (gemiddelde concentratie fosfaat = 0.6 micromol/liter; nitraat = 12 micromol/liter; ammonium = 6.7 micromol/liter) en een sliblaag kleiner dan één cm. Oeverstroken, die via buizen met het kanaal in contact staan, hadden geen waterplantenvegetatie en in plasbermen die via openingen in de dam met het kanaal verbonden zijn, overheerste grof hoornblad. In tegenstelling tot geïsoleerde plassen, waren in deze stroken de nutriëntenconcentraties in het (porie)water hoger en de sliblaag dikker.

### ***Betekenis voor inrichting en beheer van ondiepe oeverstroken***

De habitatcondities waaronder wortelende waterplanten voorkomen (een doorzicht van meer dan 50 cm; een slibafzetting kleiner dan 2 cm; lage concentraties ammonium in het (porie)water en het ontbreken van sulfide in het poriewater) kunnen als uitgangspunt worden genomen bij oeverprojecten waarin de ontwikkeling van een vegetatie van wortelende waterplanten wordt nagestreefd<sup>vgl. 8)</sup>.

In open oeverstroken langs scheepvaartkanalen zullen deze condities echter slechts gedurende enkele jaren aanwezig zijn. In rustige gedeelten van deze oeverstroken vindt namelijk een snelle aanslibbing plaats<sup>4)</sup>. Hoewel aanslibbing nabij openingen in de vooroever niet plaatsvindt, is daar sprake van sterke stromingen en turbiditeit tijdens scheepspassages.

Het afsluiten van openingen in vooroevers wordt afgeraden als kanaalwater via overslaande golven de ondiepe oeverstrook nog kan bereiken of indien de oeverstrook gevoed wordt door eutroof water vanuit het achterland. Zo gauw slibophoping plaatsvindt, zal in dergelijke stroken in de zomer door microbiële processen eutrofiëring optreden gevolgd door een explosie van kroos (Boedeltje, ongepubliceerd) en mogelijk ook door de ontwikkeling van blauwwieren en botulisme<sup>13)</sup>. De aanleg van breukstenen vooroevers, die kanaalwater doorlaten, maar onvoldoende verversing van achterliggende stroken mogelijk maken, leidt op den duur tot hetzelfde ongewenste resultaat.

Van het kanaal geïsoleerde stroken, gevoed door grondwater, bieden alternatieve mogelijkheden aan wortelende waterplanten. Bovendien vinden amfibieën hierin betere leefmogelijkheden dan in door het kanaal beïnvloede oeverstroken<sup>7)</sup>.

### ***Toepassing van de resultaten in de praktijk: de Twenthekanalen als voorbeeld***

Na de verbreding van de Twenthekanalen en de realisatie van ondiepe oeverstroken omstreeks 2006<sup>1)</sup>, zal de vooroever grotendeels bestaan uit een niet-doorlaatbare dam. Op plaatsen met weinig ruimte, wordt een damwand als vooroever aangelegd. Waar sprake is van een slechte kanaalbodemkwaliteit, zullen eventueel pas openingen in de vooroever worden aangebracht, als de vaarweg gebaggerd is. Of en hoeveel openingen worden gemaakt, is afhankelijk gesteld van de vegetatieontwikkeling en de waterkwaliteit, die door monitoring wordt gevolgd. Faunabelangen spelen daarbij ook een rol, hoewel van verschillende faunagroepen de belangen nauw verweven zijn met die van waterplanten. In de plannen is ook de realisatie voorzien van waterpartijen, die van het kanaal geïsoleerd

zijn. Daarmee wordt optimaal tegemoet gekomen aan de eisen van wortelende waterplanten, die de basis vormen van een gezond watersysteem.

### **Literatuur**

- (1) Belois, C.H. van, C.J. Jaspers, S.T. Meliste, G. Boedeltje, W.H. Tukker, en A.G.M Klutman (1997). *De Twentekanalen natuurvriendelijk*. Groen 53, 28-40.
- (2) Bloemendaal, F.H.J.L. en J.G.M Roelofs (Red.) (1988). *Waterplanten en waterkwaliteit*. KNNV en Vakgroep Aquatische Oecologie, Katholieke Universiteit Nijmegen.
- (3) Boedeltje, G. en A.G.M. Klutman (1998). *Monitoring en tussentijdse evaluatie van natuurvriendelijke oevers langs de Twentekanalen*. Bureau Daslook en Rijkswaterstaat, Directie Oost-Nederland.
- (4) Boedeltje, G., A.J.P. Smolders, J.G.M Roelofs en J.M van Groenendael (2001). *Constructed shallow zones along navigation canals: vegetation establishment and change in relation to habitat characteristics*. Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems 11, 453-471.
- (5) Braak C.J.F. ter en P. Šmilauer (1998). *CANOCO Reference Manual and User's Guide to Canoco for Windows: Software for Canonical Community Ordination*. New York.
- (6) CUR (1999, 2000). *Natuurvriendelijke oevers*. CUR-publicaties 200 t/m 205, Stichting CUR, Gouda.
- (7) Felix, R., R. Krekels en R. Creemers (2000). *Amfibieën en reptielen*. In: Bak, A., A. Kaper, A.J.G Reeze en I. van Splunder, I. (Red.). *Biologische monitoring zoete rijkswateren, Watersysteemrapportage Noordzeekanaal, Amsterdam-Rijnkanaal, Kanaal Gent-Terneuzen, Twentekanalen 1997*. RIZA rapport 2000.031.
- (8) Haye, de la M.A.A. (1997). *Waterplanten in natte stroken: pioniers of blijvertjes? Habitateisen versus oeverontwerp*. Rijkswaterstaat, Dienst Weg- en Waterbouwkunde Rapport W-DWW-97-026.
- (9) Meesters, H.J.N. en G.M. Boks (1997). *Natuurvriendelijke oevers langs kanalen: kansen voor flora en fauna*. H<sub>2</sub>O 25, 772-774.
- (10) Reitsma, J.M., G.J. Brandjes en R. Munts (1997). *Monitoring natuurvriendelijke oevers kanalen Noord-Brabant, Wilhelminakanaal 1997*. Bureau Waardenburg en Rijkswaterstaat, Directie Noord-Brabant.
- (11) RWS Noord-Brabant en RIN (1989). *Onderzoek aan natte oeverstroken langs het Wilhelminakanaal*. Project Milieuvriendelijke Oevers rapportnr. 8.
- (12) Roelofs, J.G.M. en A.J.P. Smolders. (1993). *Grote veranderingen in laagveenplassen door de inlaat van Rijnwater*. De Levende Natuur 94, 78-82.
- (13) Soesbergen, M., M.A.A. de la Haye en E. Arens (1999). *Blauwwieren en botulisme in natte stroken te voorkomen door beheer en inrichting?* Rijkswaterstaat, Dienst Weg- en Waterbouwkunde Rapport W-DWW-98-083.
- (14) Velde, van der G. (1988). *Relaties tussen waterplanten en andere organismen*. In: Bloemendaal, F.H.J.L. en J.G.M. Roelofs, (Red.). *Waterplanten en waterkwaliteit* (zie 2).

## 2.2 De beschikbaarheid van zaden en vegetatieve plantendelen in het Twenthekanaal<sup>3</sup>

### **Samenvatting**

Gedurende een jaar zijn diasporen (zaden, vruchten en vegetatieve plantendelen) gevangen in het Twenthekanaal met een net dat een maaswijdte had van 200 micrometer, een opening van 30x30 cm en een lengte van 2 meter. Maandelijks werd op twaalf vaste plaatsen het bovenste gedeelte van de waterkolom bemonsterd over een traject van 400 m lengte. Van elk monster werden de levensvatbare vegetatieve delen direct geteld; de zaden werden in kiembakken in een kas gezet waarna de opgekomen kiemplanten werden geteld. In 144 monsters, werden in totaal 359188 levensvatbare planten geteld, 90% afkomstig van vegetatieve fragmenten en 10% van zaden. Deze planten vertegenwoordigen 174 soorten, waarvan 55 van water- en oevermilieus, 12 van open, natte pioniermilieus, 46 van graslanden, 32 van (oever)ruigten, 11 van bossen en struwelen en 18 soorten van andere plantengemeenschappen.

Aangezien de ondiepe oeverstroken in open verbinding staan met het kanaal betekent dit dat zich in principe een grote verscheidenheid aan planten kan vestigen, mits aan de voorwaarden voor kieming en vestiging wordt voldaan.

### **Inleiding**

In vergelijking met veel andere landen kent Nederland een dicht net van kanalen. Met inbegrip van de kanaaloevers vormt dit netwerk een natte dooradering van diverse landschappen. Veel kanalen vervullen, naast een functie voor de scheepvaart, ook een functie voor de waterhuishouding. Dit betekent dat het water in kanalen aan stroming onderhevig is: in perioden van neerslagoverschot voeren ze water af naar de grote rivieren, het IJsselmeer of de Waddenzee; in perioden van watertekort wordt er water ingelaten uit de rivieren of het IJsselmeer dat vervolgens wordt gebruikt om het peil te handhaven in beek- en slootssystemen. Daarmee vervult een kanaal in potentie een rol in de dispersie (verspreiding) van planten<sup>2)</sup> en als een corridor (verbindingsweg) tussen ruimtelijk gescheiden (sub)populaties van een soort<sup>6)</sup>. Kanaalwater kan zo een grote invloed hebben op de samenstelling van water- en moerasvegetaties in en langs de kanalen.

Eerder onderzoek<sup>4)</sup> heeft laten zien dat transport van zaden door de getijdenbeweging mogelijk is. Johansson et al.<sup>5)</sup> evalueerden het belang van dispersie in rivieren voor de frequentie en verdeling van soorten op de oever. Over de kwantitatieve rol van oppervlaktewater in de verspreiding van diasporen echter, was tot nu toe weinig bekend<sup>1)</sup> In een onderzoek dat is verricht in de Twenthekanaal, die water ontvangen van tientallen Achterhoekse en Twentse beken, stond deze mogelijke rol centraal. De hoofdvragen waren:

- Welke en hoeveel levensvatbare diasporen worden gedurende een jaar in het water van het Twentekanaal aangetroffen?
- Wat is de betekenis hiervan voor inrichting en beheer?

### **Uitvoering van het onderzoek**

Het onderzoek werd verricht van april 2001 t/m maart 2002 op drie locaties: Almen (km. 5), Lochem-west (km 13) en Bolksbeek (km 21). De bemonstering vond plaats vanaf een boot met een net (maaswijdte 200 µm) in een speciaal geconstrueerd frame met een instroomopening van 30x30 cm en een lengte van 2 meter (Fig. 2.4). Op elke locatie werden

<sup>3</sup> Gebaseerd op: "Dispersal phenology of hydrochorous plants in relation to discharge, seed release time and buoyancy of seeds: the flood pulse concept supported", dat is aangeboden aan Journal of Applied Ecology; auteurs: Ger Boedeltje, Jan P. Bakker, Albert ten Brinke, Jan van Groenendaal en Martin Soesbergen.

vier trajecten van 400 m aan het wateroppervlak bemonsterd. Tijdens de bemonstering werd tevens de stroming van het water gemeten met behulp van een stromingsmeter. Hierdoor kon de hoeveelheid water, die het net passeerde, nauwkeurig worden vastgesteld. De bemonstering van het kanaal vond één keer per maand plaats.

**Figuur 2.4.** Overzicht van het gebruikte net in het kanaal. Het net bevindt zich in een metalen frame dat met behulp van een kraan door het water wordt gesleept. Foto's: Martin Soesbergen.



De verzamelde diasporen werden gescheiden in vegetatieve delen en zaden. Van de vegetatieve delen werd bepaald of ze levensvatbaar waren door ze over te brengen naar een kas in aquaria (waterplanten) of op een waterverzadigd zandig substraat (wortelstokken van grassen, plantendelen van moerasplanten etc.).

De zaden werden te kiemen gelegd in een kas. In een laagje van maximaal 5 mm dik werden ze uitgespreid in een plastic bak op een mengsel van gesteriliseerd zand en gesteriliseerde potgrond. Allereerst werd het substraat gedurende twee weken bedekt door een laagje water van 2 cm, vervolgens werd het waterniveau zodanig ingesteld dat een waterverzadigd substraat ontstond<sup>3)</sup>. De laatstgenoemde condities werden tien weken gehandhaafd. Na deze periode ondergingen de bakken een koudebehandeling van tien weken, waarna ze weer te kiemen werden gezet gedurende tien weken.

Onder deze omstandigheden blijken niet alleen water- en oeverplanten goed te kiemen, maar ook de meeste andere soorten. De opgekomen kiemplanten werden wekelijks gedetermineerd, geteld en na determinatie verwijderd. Planten, die niet direct op naam gebracht konden worden, werden overgeplant in met potgrond gevulde potten waarna ze als volwassen plant op naam werden gebracht. Na afloop van de kiemingsperiode werd het materiaal in de bakken gedroogd. Het residu met eventueel nog aanwezige zaden werd van het laagje zand afgescheept, waarna controle van een deel van het materiaal plaatsvond op nog niet gekiemde zaden.

## Resultaten

Het aantal soorten en diasporen dat per maand gevangen werd, varieerde sterk. De hoogste soortenrijkdom werd waargenomen in januari toen gemiddeld 41 soorten per monster werden gevangen. Het gemiddelde aantal soorten was het laagst in mei en juni met respectievelijk 14 en 13 soorten per monster. Met gemiddeld ruim 10000 per monster scoorde december het hoogst wat betreft het aantal waargenomen diasporen.

De top-20 van meest gevangen soorten (Tabel 2.1), wordt aangevoerd door klein kroos, gevolgd door smalle waterpest, sterrenkroos, puntkroos, veelwortelig kroos en riet. Wortelende waterplanten, die een belangrijke rol in een aquatisch systeem vervullen, worden in deze lijst vertegenwoordigd door smalle waterpest en sterrenkroos; Andere wortelende waterplanten, die met meer dan 50 individuen in de monsters voorkwamen, zijn ondergedoken moerasscherm, drijvend, schede- en klein fonteinkruid.

**Tabel 2.1.** Top-20 van de meest voorkomende soorten in de 144 monsters.

Soort	Totaal aantal
Klein kroos ( <i>Lemna minor</i> )	183631
Smalle waterpest ( <i>Elodea nuttallii</i> )	101632
Sterrenkroos ( <i>Callitriche</i> spp.)	16271
Wolfspoot ( <i>Lycopus europaeus</i> )	16228
Puntkroos ( <i>Lemna trisulca</i> )	9240
Veelwortelig kroos ( <i>Spirodela polyrhiza</i> )	7154
Riet ( <i>Phragmites australis</i> )	4820
Zwarte els ( <i>Alnus glutinosa</i> )	4117
Blaartrekkende boterbloem ( <i>Ranunculus sceleratus</i> )	3969
Grof hoornblad ( <i>Ceratophyllum demersum</i> )	1779
Pinksterbloem ( <i>Cardamine pratensis</i> )	1407
Grote kroosvaren ( <i>Azolla filiculoides</i> )	674
Acacia ( <i>Robinia pseudoacacia</i> )	519
Rietgras ( <i>Phalaris arundinacea</i> )	465
Moerasvergeet-mij-nietje ( <i>Myosotis scorpioides</i> )	427
Liesgras ( <i>Glyceria maxima</i> )	329
Kleine egelskop ( <i>Sparganium emersum</i> )	328
Berk ( <i>Betula</i> spp.)	318
Grote waterweegbree ( <i>Alisma plantago-aquatica</i> )	295

Tabel 2.1 laat zien dat ook ongewenste soorten zoals klein en veelwortelig kroos en grote kroosvaren via het water oeverssystemen kunnen bereiken. Deze kunnen in stagnante delen van oeverstroken waar veel aanslibbing heeft plaatsgevonden, voor drijfslagen zorgen die een negatief effect hebben op het aquatisch systeem. Positief is het, dat een grote variatie van zaden van moerasplanten voorkomt, waaronder riet, dat in de oeverstroken een belangrijke ecologische rol vervult.

### **Betekenis voor het beheer**

Het aantal gevangen diasporen bedraagt slechts een fractie is van het totale aantal getransporteerde zaden. Dit betekent dat het Twenthekanaal per jaar miljarden diasporen vervoert, waarmee het een rijke bron is voor de ontwikkeling van vegetaties in ondiepe oeverstroken: aanplant is daarom niet nodig, omdat veel soorten er via het water wel komen. Voor de rivier de IJssel betekent het Twenthekanaal niet alleen een bron van water, maar ook van diasporen, die bij kunnen dragen aan het ontwikkelen van een gevarieerde vegetatie in uiterwaarden(plassen), graslanden en oevers. Daarmee is het kanaal een onmisbare schakel tussen populaties van planten langs Oost-Nederlandse beken en die langs de IJssel.

### **Literatuur**

- (1) Bakker, J.P., R.M. Bekker, P. Poschlod, R.J. Strykstra en K. Thomsson (1996). *Seed banks and seed dispersal: important topics in restoration ecology*. Acta Botanica Neerlandica. 45, 461-490.
- (2) Boedeltje, G. 1991. *Moerasmelkdistel (Sonchus palustris L.) en Grote Engelwortel (Angelica archangelica L.) langs het Twentekanaal: indicatoren van gebiedsvreemd water*. Gorteria 17, 138-148.
- (3) Boedeltje, G., G.N.J. ter Heerdt en J.P. Bakker (2002). *Applying the seedling-emergence method under waterlogged conditions to detect the seed bank of aquatic plants*. Aquatic Botany 72, 121-128.
- (4) Huiskes, A.H.L., B.P. Koutstaal, P.M.J. Herman, W.G. Beeftink, M.M. Markusse, en W. de Munck (1995). *Seed dispersal of halophytes in tidal marshes*. Journal of Ecology 83, 559-567.
- (5) Johansson, M. E., C. Nilsson en E. Nilsson (1996). *Do rivers function as corridors for plant dispersal?* Journal of Vegetation Science 7, 593-598.
- (6) Opdam, P. (1987). *De metapopulatie: model van een populatie in een versnipperd landschap*. Landschap 4, 289-294.

## 2.3 Effecten van baggeren op de waterkwaliteit en het ontstaan van kroosdekken in ondiepe oeverstroken<sup>4</sup>

### **Samenvatting**

Slibophoping is één van de problemen die zich voordoet in ondiepe waterzones achter vooroeververdedigingen langs kanalen, meren en plassen. In het bijzonder in oeverzones met stilstaand water, vormen zich bovendien kroosdekken die de aquatische biodiversiteit negatief beïnvloeden. Bij het ontstaan van deze drijfslagen zou het vrijkomen van voedingsstoffen uit het geaccumuleerde slib een sturende rol kunnen vervullen. In een enclosure-experiment, uitgevoerd in een ondiepe oeverstrook langs het Twentekanaal, is deze hypothese getoetst. In enclosures, waarvan de bodem bedekt was met een sliblaag, kwam in de zomer vanuit het slib 60 mg stikstof per m<sup>2</sup> per dag vrij en 14 mg fosfor wat aanleiding gaf tot de vorming van een kroosdek. In enclosures die geplaatst waren in een bodem waarvan de sliblaag verwijderd was, was dit niet of nauwelijks het geval en trad geen groei van kroosplanten op. Het experiment ondersteunt het advies dat slibverwijdering een effectieve beheersmaatregel is bij de bestrijding van kroosdekken.

### **Inleiding**

De afgelopen twintig jaar, zijn langs scheepvaartkanalen en grote wateroppervlakken golfwerende of golfbrekende constructies aangelegd die zich op enige afstand van de oever bevinden<sup>5</sup>. Hierdoor werden rietgordels beschermd, werd oeverafslag voorkomen en ontstonden (nieuwe) vestigingsmogelijkheden voor water- en oeverplanten. Veel van de ondiepe waterzones die zich bevinden tussen vooroeververdediging en land werden echter geconfronteerd met een sterke afzetting van slib<sup>3</sup>. Vooral in (semi)stagnante oeverstroken vormden zich bovendien drijfslagen van kroos, waarvan bekend is dat die de aquatische biodiversiteit negatief beïnvloeden<sup>9</sup>.

Geaccumuleerd slib bevat relatief veel organische stof<sup>3</sup> die vooral in de zomer door micro-organismen wordt afgebroken. Als gevolg hiervan wordt veel zuurstof verbruikt waardoor niet alleen het zuurstofgehalte van de bodem daalt, maar ook die van de waterlaag zoals werd vastgesteld in oeverstroken achter een gesloten vooroever van de Müggelsee<sup>8</sup>, Duitsland. Zuurstofloosheid van de waterbodem kan het resultaat zijn waardoor anaërobe micro-organismen actief worden, die organische stof onvolledig afbreken. Daarbij ontstaan voor planten toxische stoffen zoals gereduceerd ijzer, mangaan en sulfide. Uit de sliblaag van de Müggelsee, bijvoorbeeld, kwam in de zomer 6.5 mg waterstofsulfide per m<sup>2</sup> bodem vrij<sup>8</sup>. Wanneer ijzer wordt gereduceerd, komt het aan ijzer gebonden fosfaat vrij<sup>7</sup>. Indien het toplaagje van de onderwaterbodem vervolgens zuurstofloos is, worden ijzer en fosfaat afgegeven aan de waterkolom. Ook de concentratie van ammonium, dat in zuurstofloze bodems accumuleert<sup>3</sup>, kan onder anaërobe condities in de waterkolom toenemen. Het ligt voor de hand te veronderstellen dat een dergelijke nutriëntenflux een belangrijke rol kan spelen bij het ontstaan van kroosdekken.

Tijdens een studie<sup>2</sup> in een oeverzone langs het Twentekanaal, werd de grootte van de flux van stikstof, fosfor en ijzer vastgesteld in enclosures met een slibbodem en in enclosures waaruit de sliblaag was verwijderd. Daarbij werd de ontwikkeling van een drijfslag gekwantificeerd. De resultaten van deze studie en de betekenis voor het waterbeheer, worden besproken.

---

<sup>4</sup> Aangeboden aan H<sub>2</sub>O als: "De rol van slibophoping bij het ontstaan van eutrofiëring en kroosdekken in stagnante ondiepe oeverstroken"; auteurs: Ger Boedeltje, Alfons Smolders, Prisca Duijn en Wim Tukker.



### ***Uitvoering van het onderzoek***

De oeverstrook (0.5 m diep en 8 m breed) bevindt zich achter een damwand die de scheiding vormt met de vaarweg (Fig. 2.5). De overgang naar het talud bestaat uit een twee meter brede rietgordel. Bij de start van het experiment in december 2000, was de oeverstrook vierenhalf jaar oud, waarbij de oorspronkelijke zandbodem bedekt was door een sliblaag van gemiddeld 13.6 cm. De sliblaag had een hoger gehalte aan organische stof dan de zandbodem; ook de overige gemeten parameters kwamen in de sliblaag in hogere concentraties voor (Tabel 2.2). In bovenste 4 cm van de sliblaag kwamen turionen van Klein kroos met een dichtheid van gemiddeld 203 m<sup>-2</sup> voor<sup>1</sup>; de 4 cm dikke grenslaag tussen slib en zandbodem bevatte gemiddeld 70 m<sup>-2</sup>.

**Tabel 2.2.** Gemiddelde waarden (standaardfout tussen haakjes) van parameters die bepaald zijn in de sliblaag (0-4 cm) en de onderliggende zandlaag (0-4 cm). Concentraties zijn weergegeven in µmol per g drooggewicht, behalve van organische stof. (*n*=4. ANOVA, *b*: P ≤ 0.01, *c*: P ≤ 0.001, *d*: P ≤ 0.0001; NS = niet significant).

	Zand		Slib		
	Gem.	(0.41)	Gem.	(0.66)	Sign.
Organische stof (%)	1.29	(0.41)	9.20	(0.66)	<i>d</i>
Fosfor	8.2	(2.3)	84.9	(6.5)	<i>d</i>
IJzer	101	(20)	657	(49)	<i>d</i>
Mangaan	1.5	(0.4)	16.4	(1.2)	<i>d</i>
Zwavel	10.7	(3.7)	78.8	(2.6)	<i>d</i>
Kalium	14.2	(4.0)	32.4	(1.6)	<i>b</i>
Calcium	232	(74)	809	(29)	<i>b</i>
Magnesium	49	(7)	137	(6)	<i>d</i>
Aluminium	2.9	(0.4)	9.5	(0.6)	<i>c</i>

Acht enclosures (Fig. 2.5), bestaande uit transparante, polycarbonaat cilinders (Ø=50 cm; diepte=1.30 m), werden in de bodem geduwd tot 50 cm onder het bodemoppervlak.

**Figuur 2.5.** Overzicht van de proefopstelling in een oeverstrook ter hoogte van Intratuin.



In vier was de sliblaag aanwezig (hierna 'slibcilinders' genoemd), in vier andere (hierna 'zandcilinders' genoemd) was de sliblaag tot aan het grensvlak van slib en oorspronkelijke zandbodem verwijderd. Gedurende de onderzoeksperiode (december 2000 t/m december 2001) werden maandelijks in elke cilinder relevante parameters<sup>2</sup> van de waterkolom en de waterbodem gemeten en werd de bedekking van de drijfslag geschat. Om de biomassa en de nutriënteninhoud te bepalen, werd in september een deel van de drijfslag van elke cilinder geoogst. Ter vergelijking werden alle parameters ook gemeten op vier vaste punten buiten de cilinders in de oeverstrook.

## **Veranderingen in de hoeveelheid nutriënten, zuurstof, algen en kroos**

### *De periode december t/m juni*

In zowel slib- als zandcilinders daalde de nitraatconcentratie ( $\text{NO}_3\text{-N}$ ) van de waterkolom van gemiddeld  $400 \mu\text{mol L}^{-1}$  in december naar  $90 \mu\text{mol L}^{-1}$  in januari; vanaf april kwam nitraat (nagenoeg) niet meer in de waterkolom voor (Fig. 2.6). In alle cilinders daalde bovendien de ammoniumconcentratie ( $\text{NH}_4\text{-N}$ ) van de waterkolom van gemiddeld  $19 \mu\text{mol L}^{-1}$  in december naar  $1 \mu\text{mol L}^{-1}$  van april t/m juni (Fig. 2.6). Dit betekent dat de beschikbaarheid van stikstof voor de groei van kroosplantjes, die vanaf april op het wateroppervlak van alle cilinders werden geobserveerd, laag was: lager dan de concentratie van  $2.9 \mu\text{mol L}^{-1}$  die nodig is om 50% van de maximale groeisnelheid van klein kroos te bereiken<sup>11)</sup>.

De fosfaatconcentratie ( $\text{PO}_4$ ), die bij het begin van het experiment  $1.1 \mu\text{mol L}^{-1}$  was, daalde in zowel de slib- als zandcilinders tot  $0.3 \mu\text{mol L}^{-1}$  in januari, waarna geen veranderingen meer optraden tot juli. Deze fosfaatconcentratie ligt onder de waarde van  $0.5 \mu\text{mol PO}_4 \text{L}^{-1}$  die minimaal nodig is om 50% van de maximale groeisnelheid van Klein kroos te bereiken<sup>11)</sup>. In deze periode zal daarom de geringe beschikbaarheid van stikstof en fosfaat beperkend voor de groei van kroos zijn geweest.

De zuurstofconcentratie bedroeg in deze periode  $16\text{-}20 \text{ mg L}^{-1}$ , waarbij geen verschil tussen de behandelingen werd geconstateerd (Fig. 2.6). De stijging van de zuurstofconcentratie aan het begin van het experiment, ging samen met de vestiging van een dun laagje draadalg op de binnenwand van de cilinders. Het is mogelijk dat de daling van de ammoniumconcentratie aan het begin van het experiment samenhangt met opname door algen.

### *De periode juli t/m september*

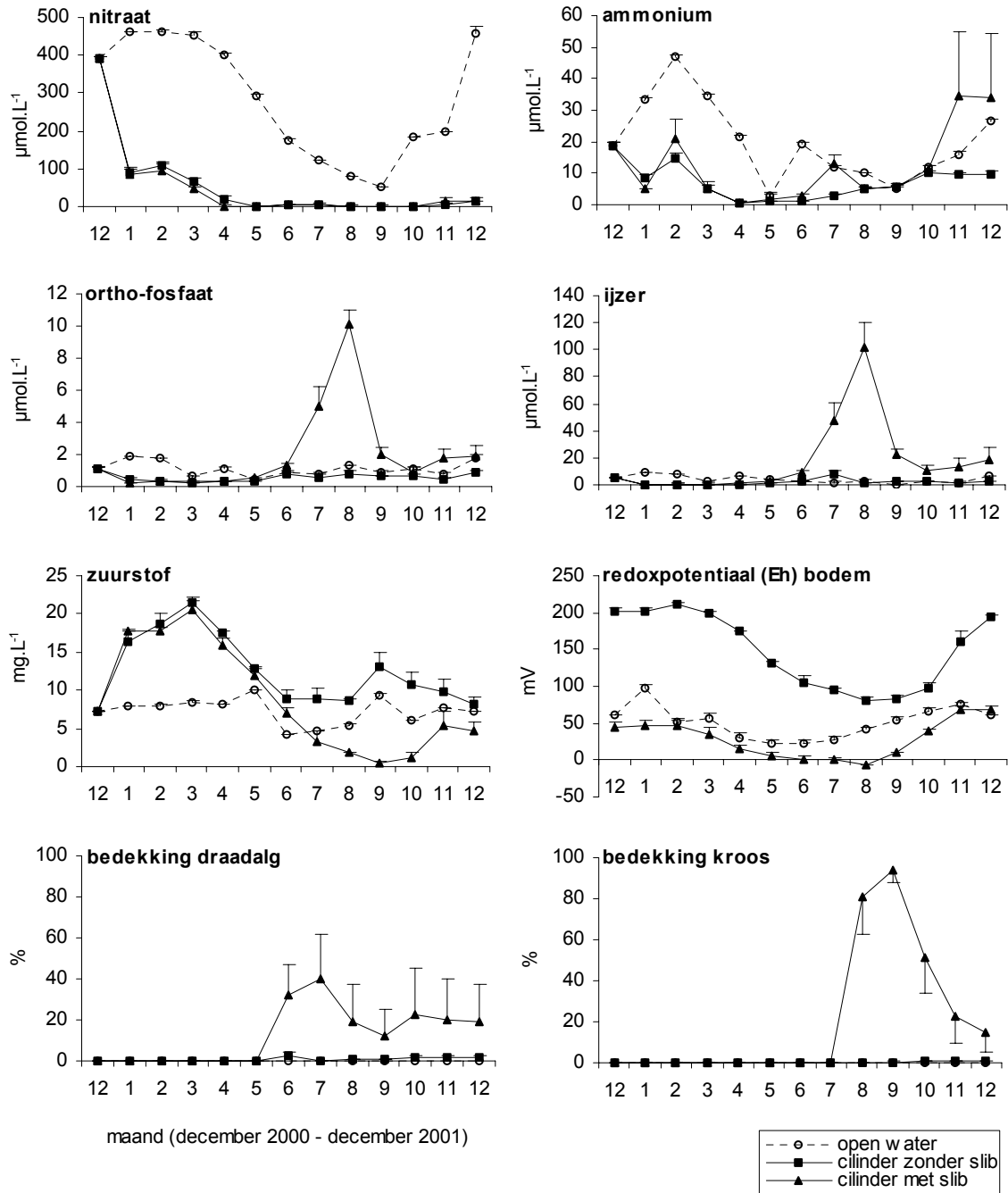
In juli was in de slibcilinders de beschikbaarheid van ammonium met  $12.9 \mu\text{mol L}^{-1}$  meer dan zes keer hoger dan in juni (Fig. 2.6). Deze concentratie was bovendien hoger dan in de zandcilinders in juli ( $2.9 \mu\text{mol L}^{-1}$ ). In de slibcilinders steeg ook de fosfaatconcentratie in juli tot  $5.1 \mu\text{mol L}^{-1}$ , waarna een piek werd bereikt van gemiddeld  $10.1 \mu\text{mol L}^{-1}$  in augustus. In de zandcilinders werd de fosfaatconcentratie niet hoger dan  $0.8 \mu\text{mol L}^{-1}$ .

Het is aannemelijk dat de verhoogde beschikbaarheid van ammonium en fosfaat in de slibcilinders in juli en augustus de basis vormde voor een snelle groei van kroos met als resultaat dat in augustus een kroosdek het wateroppervlak bedekte (Fig. 2.7). Deze hypothese wordt ondersteund door het feit dat in de zandcilinders, waar de nutriëntenbeschikbaarheid laag bleef, nauwelijks groei van kroos optrad waardoor de bedekking lager bleef dan 1% (Fig. 2.7).

De stijging van de fosfaatconcentratie in de slibcilinders verliep synchroon met een stijging van de ijzerconcentratie (Fig. 2.6). In dezelfde periode vond een daling van de zuurstofconcentratie van de waterlaag in de slibcilinders plaats tot  $0.5 \text{ mg L}^{-1}$  in augustus, terwijl ook de redoxpotentiaal van de slibbodem daalde tot  $-7 \text{ mV}$  in augustus (Fig. 2.6). Bij een dergelijk lage redoxpotentiaal vindt in de bodem ijzer(III)reductie plaats en gaat het aan ijzer(III) gebonden fosfaat in oplossing<sup>7)</sup>. Doordat in de waterkolom geen of weinig zuurstof meer aanwezig was, was ook het toplaagje van de slibbodem zuurstofloos geworden waardoor geen oxidatie meer kon plaatsvinden van ijzer(II) tot ijzer(III). Hierdoor konden fosfaat en ijzer vrij naar de waterlaag diffunderen. Onder de heersende anaërobe condities kon ook de concentratie van ammonium (dat in concentraties tot  $2 \text{ mmol L}^{-1}$  in het poriewater aanwezig was) in de waterkolom toenemen.

Gelet op de beschikbaarheid van zuurstof in de waterlaag van de zandcilinders (Fig. 2.6) vond weinig nalevering van fosfaat en ijzer naar de waterlaag plaats en bleef ook de ammoniumconcentratie laag. Het verschil in kroosbedekking tussen de zand- en slibcilinders (Fig. 2.7) kan hiermee verklaard worden.

**Figuur 2.6.** Het verloop van de concentraties van nitraat, ammonium, ortho-fosfaat, ijzer en zuurstof in de waterlaag, van de redoxpotentiaal in de bodemlaag (0-10 cm) en van de kroos- en draadalgbedekking op het wateroppervlak. De punten betreffen gemiddelden (+ standaardfout) van 4 metingen.



**Foto 2.7.** Overzicht van de resultaten van het experiment in september 2001: in de cilinders met een sliblaag (S) heeft zich een dik kroosdek gevormd, in de cilinders waar de sliblaag was verwijderd (Z) is dit niet het geval.



### **De nutriëntenflux gekwantificeerd**

Van december t/m april verdween ca. 240 mmol (3360 mg) stikstof  $m^{-2}$  uit de waterkolom van de zand- en slibcilinders (Tabel 2.3), waarschijnlijk door denitrificatie en opname door algen. Dit geldt ook voor fosfor en ijzer, waarvan echter geringere hoeveelheden werden vastgelegd.

**Tabel 2.3.** Netto uitwisseling van stikstof en fosfor tussen waterkolom en substraat (bodem, kroos, algen) in de zand- en slibcilinders van december 2000 t/m mei 2001 (= periode 1) en van mei 2001 t/m september 2001 (= periode 2). De data betreffen gemiddelde waarden (in mmol  $m^{-2}$  periode $^{-1}$ ) met standaard fout (SF) van de parameters die opgelost zijn in de waterkolom en vastgelegd in de biomassa van Klein kroos. ( $n = 4$ , behalve voor de biomassa-data van de zandcilinders, waarvoor geldt  $n = 2$ ). x = klein kroos is afwezig.

Periode	1	2	1	2	1	2	1	2
Opgelost	-234.53	-8.58	-245.42	2.87	-0.37	0.86	-0.04	1.87
SF	6.61	5.90	1.70	0.87	0.08	0.34	0.03	0.12
In biomassa van kroos	x	1.75	x	649.61	x	0.18	x	66.77
SF		0.30		58.74		0.14		7.47
In biomassa van algen	?	?	?	?	?	?	?	?

Van mei t/m september verdween 6.83 mmol stikstof  $m^{-2}$  uit de waterlaag van de zandcilinders; van fosfor en ijzer daarentegen, werd gemiddeld 1 mmol  $m^{-2}$  aan de waterkolom afgegeven. Geheel anders was de situatie in de slibcilinders in deze periode. In totaal werden vanuit de sliblaag 650 mmol stikstof, 69 mmol fosfor en 125 mmol ijzer per  $m^2$  aan de waterkolom afgegeven, wat voor elk element neerkomt op respectievelijk ca. 60, 14 en 46 mg  $m^{-2}$  dag $^{-1}$ . Dit zijn minimale hoeveelheden, omdat de opname door algen, die in deze periode ca. 15% van het wateroppervlak bedekten, niet in de berekening is opgenomen.

### **Veranderingen in de waterlaag buiten de cilinders**

In de waterlaag buiten de cilinders werd ondanks de aanwezigheid van een sliblaag geen piek in de concentraties van fosfaat en ijzer gedurende de zomer geconstateerd (Fig. 2.7). Ook trad er geen kroosexplosie op. Dit hangt waarschijnlijk samen met het feit dat het water tijdens scheepspassages aan stroming onderhevig is waardoor een betere verversing optreedt. Op geen van de meetpunten werden lage zuurstofconcentraties waargenomen en werden negatieve waarden van de redoxpotentiaal gemeten. De waargenomen daling in de nitraatconcentratie gedurende de zomer hangt waarschijnlijk samen met een verhoogde denitrificatie in de bodem; de stijging in de herfst en winter met aanvoer van nitraatrijk water door op het kanaal afwaterende beken.

### **Betekenis voor het beheer**

De resultaten laten zien dat slibophoping in oeverstroken met stagnerend (eutroof) kanaalwater leidt tot kroosdekken; verwijdering van slib voorkomt de nalevering van stikstof en fosfaat uit de waterbodem en daarmee ook de vorming van een kroosdek. Daarmee ondersteunen de resultaten het advies<sup>4,6,10</sup> dat baggeren een effectieve beheersmaatregel is bij de bestrijding van kroosdekken. Dit geldt niet alleen voor ondiepe oeverstroken, maar voor alle watergangen die met dezelfde problematiek te kampen hebben

De resultaten tonen verder aan dat slibophoping niet leidt tot vorming van een kroosdek zo lang er voldoende verversing en doorstroming van de waterkolom optreedt. Toch heeft slibophoping in deze systemen óók negatieve aspecten: 1) tijdens stroming, veroorzaakt door scheepspassages, wordt slib opgewoeld waardoor troebel water ontstaat; 2) in de slibbodem komt een steile gradiënt voor naar zuurstofloze lagen die ongunstig zijn voor wortelende waterplanten en veel macrofaunagroepen; 3) water- en moerasplanten kunnen zich in het zachte substraat slecht vestigen en hebben een grote kans te worden losgewoeld. Daarom is baggeren ook hier een zinvolle beheersmaatregel.

### **Literatuur**

- 1) Boedeltje, G., J.P. Bakker, en G.N.J. ter Heerdt (2003). *Potential role of propagule banks in the development of aquatic vegetation in backwaters along navigation canals*. Aquatic Botany nr. 77, 53-69.
- 2) Boedeltje, G., A.J.P. Smolders, L.P.M. Lamers & J.G.M. Roelofs (in druk). *The role of sediment accumulation in the eutrophication of shallow backwaters along navigation canals*. Archiv für Hydrobiologie.
- 3) Boedeltje, G., A. Smolders, W. Tukker, en M. de Groot - van Leerdam (2003). *Beperkingen en kansen voor waterplanten in natuurvriendelijke oevers langs scheepvaartkanalen*. H<sub>2</sub>O nr. 36, 22-24.
- 4) Boeijen, J.H. en H. van der Honing (1988). *Effect van baggeren op de waterkwaliteit in sloten van de Alblasserwaard en de Krimpenerwaard*. H<sub>2</sub>O nr. 21, 166-171.
- 5) CUR (1999, 2000). *Natuurvriendelijke oevers*. CUR-publicaties 200 t/m 205, Gouda.
- 6) Hesen, P.L.G.M., O.F.R. van Tongeren en C.A.M. van Helmond (1998). *Maatregelen tegen kroosdekken*. In: P.L.G.M. Hesen (red.), *Kroos nader beschouwd*, pag. 16-19. KIWA rapport nr. KOA 98.091.
- 7) Roelofs, J.G.M. en F.H.J.L. Bloemendaal (1988). *Eutrofiëring en oligotrofiëring*. In: F.H.J.L. Bloemendaal en J.G.M. Roelofs (red.), *Waterplanten en waterkwaliteit*, pag. 139-145. KNNV, Utrecht.
- 8) Rolletschek, H. (1999). *The impact of reed-protecting structures on littoral zones*. Limnologica nr. 29, 86-92.
- 9) STOWA (1992). *Ontstaan en bestrijden van deklagen van kroos*. 1. Literatuur. Rapport nr. 92-09, STOWA, Utrecht.

## 2.4 De mogelijke rol van de zaadvoorraad bij de vestiging van water- en oeverplanten in natuurvriendelijke oevers na baggeren<sup>5</sup>

### **Samenvatting**

De ontwikkeling en instandhouding van een gevarieerde aquatische vegetatie met wortelende, ondergedoken waterplanten in ondiepe oeverstroken is een belangrijk doel van het waterbeheer van (scheepvaart)kanalen. Aangezien door slibophoping veel van de oudere oeverstroken ongeschikt zijn geworden als leefgebied voor ondergedoken waterplanten, kan verwijdering van de sliblaag een beheersmaatregel zijn die leidt tot (her)vestiging van deze soorten. Levensvatbare zaden moeten dan wel aanwezig zijn in de onderwaterbodem die vrijkomt na baggeren. Is dit niet het geval, dan is de vegetatieontwikkeling aangewezen op de aanvoer van diasporen van buitenaf. Dit hoofdstuk laat zien van welke plantensoorten zaden in en onder de sliblaag van ondiepe oeverstroken aanwezig zijn en gaat in op de vraag of en in hoeverre deze zaadvoorraad een rol kan spelen bij de vestiging van ondergedoken waterplanten en moerasplanten na baggeren. Het Twenthekanaal staat daarbij centraal.

### **Inleiding**

De oudste natuurvriendelijke oevers langs scheepvaartkanalen zijn momenteel tussen de vijftien en twintig jaar oud en liggen langs de Brabantse kanalen en het Twenthekanaal. Ze bestaan uit ondiepe stroken die door een damwand of breukstenen dam geheel of gedeeltelijk zijn gescheiden van de vaarweg en die aan landzijde overgaan in een onbeschermd talud. Door monitoringonderzoek<sup>3,7,8)</sup> weten we dat op verschillende plaatsen in deze oeverstroken in de eerste twee tot vijf jaren na aanleg een gevarieerde waterplantenvegetatie voorkwam met fonteinkruiden. Thans zijn deze stroken voor een deel dichtgeslibd en begroeid met een ruigte van riet en haagwinde; drijvende soorten, zoals klein en veelwortelig kroos, bedekken op plaatsen met weinig dynamiek de waterlaag<sup>3)</sup>. Door het verwijderen van de sliblaag is het mogelijk het patroon van telkens terugkerende kroosdekken te doorbreken<sup>1)</sup>. Maar komen daarmee ook de gewenste waterplanten terug? Dit hangt in de eerste plaats af van de geschiktheid van de habitat voor kieming en vestiging van de doelsoorten, waarbij helderheid van het water, dikte van de achtergebleven sliblaag en dynamiek van het water belangrijke sturende factoren zijn<sup>3)</sup>. In de tweede plaats moeten op het juiste moment levensvatbare plantendelen aanwezig zijn van waaruit de gewenste vegetatie zich kan ontwikkelen. Deze kunnen als zaden, vruchten, sporen en/of vegetatieve delen voorkomen in de onderwaterbodem (hierna zaadvoorraad genoemd) of ze worden van buitenaf aangevoerd door water, dieren of andere vectoren.

Dit hoofdstuk bespreekt de resultaten van een studie<sup>2)</sup> waarin vegetatie en zaadvoorraad van ondiepe oeverstroken centraal staan. De volgende vragen dienen als leidraad:

- hoe is de vegetatie samengesteld?
- van welke plantensoorten zijn er zaden in en onder de sliblaag aanwezig en in welke dichtheden komen die voor?
- is de zaadvoorraad een weerspiegeling van de vegetatie?
- kan de zaadvoorraad de bron zijn voor een gevarieerde watervegetatie na baggeren?

---

<sup>5</sup> Aangeboden aan H<sub>2</sub>O als: "De mogelijke rol van de zaadvoorraad bij de vestiging van een gevarieerde watervegetatie in natuurvriendelijke oevers na baggeren"; auteurs: Ger Boedeltje, Jan P. Bakker, Prisca Duijn en Wim Tukker.

## De vegetatie

De samenstelling van de water- en oevervegetatie is in 1999 beschreven aan de hand van vegetatieopnamen in 50 gemarkeerde proefvakken van 25 m<sup>2</sup> verdeeld over vijf locaties. De locaties vertegenwoordigen alle aanwezige oeverstroken langs het kanaal die zijn aangelegd in 1989, 1994 en 1996 (Tabel 2.4).

**Tabel 2.4.** Karakteristieken van de oeverstroken op de onderzoekslocaties. Verschillende letters in dezelfde kolom geven significante verschillen ( $P < 0.05$ ) aan tussen de locaties (ANOVA gevolgd door een Tukey-test). N.B. Locatie 4 was een jaar voor de bemonstering gebaggerd.

No	Locatie	Leeftijd (1999)	Lengte (km)	Bodem	Gem. slibdikte (cm) <i>n</i> = 50	Breedte (m)	Gem. diepte (m) <i>n</i> = 30	Gem. vegetatiebedekking (%) <i>n</i> = 10		
								vrij-drijvend	onder water	emergent
1	Lochem-west	3	3.0	leem	2.0 <sup>a</sup>	5.0	0.8	0.6 <sup>a</sup>	17.5 <sup>a</sup>	0.0 <sup>a</sup>
2	Lochem-oost	3	3.4	zand	2.1 <sup>a</sup>	8.0	0.5	1.0 <sup>a</sup>	6.3 <sup>a</sup>	0.0 <sup>a</sup>
3	Goor	5	3.2	geotextiel	5.0 <sup>b</sup>	2.7	0.3	0.6 <sup>a</sup>	4.1 <sup>a</sup>	22.1 <sup>b</sup>
4	zijkanaal-oost	10	3.6	zand	4.2 <sup>ab</sup>	2.5	0.8	0.9 <sup>a</sup>	22.1 <sup>a</sup>	11.2 <sup>ab</sup>
5	zijkanaal-west	10	3.6	zand	10.7 <sup>c</sup>	2.5	0.5	54.4 <sup>b</sup>	20.1 <sup>a</sup>	65.4 <sup>c</sup>

De drie jaar oude oeverstroken (locaties 1 en 2) werden gekenmerkt door het voorkomen van smalle waterpest, grof hoornblad, aarvederkruid en schedefonteinkruid en een lage abundantie van riet; aanzienlijke oppervlakten waren ook onbegroeid. In de vijf jaar oude oeverstroken van locatie 3 was een matig dichte rietbegroeiing (bedekking ca. 50%) tot ontwikkeling gekomen. Het grootste deel van de vegetatie van de tien jaar oude oeverstroken (locatie 5) werd gedomineerd door riet, klein kroos, veelwortelig kroos en stomphoekig sterrenkroos. In de eveneens tien jaar oude oeverstroken van locatie 4, die in het voorjaar van 1998 gebaggerd waren, was riet weinig abundant aanwezig (bedekking ca. 10%) en kwamen stomphoekig sterrenkroos en tenger fonteinkruid frequent voor. De oevervegetatie werd op alle locaties gedomineerd door riet, haagwinde, harig wilgenroosje, rietgras en grote brandnetel.

## De zaadvoorraad

In februari 1999 zijn in elk proefvlak twee series van minimaal zes deelmonsters van de onderwaterbodem genomen. De deelmonsters van een serie werden verdeeld in twee lagen: de sliblaag (0-5 cm) en de sub-sliblaag (hierna ook wel sub-slib genoemd). Het sub-slib bestond uit de oorspronkelijke bodem (0-3 cm) en 2 cm van het bovenliggende slib (Fig. 2.8). De deelmonsters van de sliblaag van elke serie werden bij elkaar gevoegd en zorgvuldig gemengd; hetzelfde gebeurde met de deelmonsters van de sub-sliblaag. Van elke serie werd 1 liter slib en 1 liter sub-slib verzameld. In totaal 180 monsters van 1 liter werden op deze manier verkregen: 100 bestaande uit slib en 80 uit sub-slib. Alleen van locatie 3 kon het sub-slib niet verzameld worden vanwege de aanwezigheid van geotextiel. De bodemmonsters zijn gespoeld over zeven van 4 mm en 0,2 mm en vervolgens uitgespreid in een dun laagje op gesteriliseerde grond in de kas<sup>5</sup>. Kieming van de zaden en van potentieel levensvatbare vegetatieve plantendelen zoals winterknoppen vond plaats onder waterverzadigde omstandigheden<sup>4</sup>. De opgekomen kiemplanten zijn gedetermineerd en geteld. De dichtheid is uitgedrukt in het aantal zaden per liter substraat, hetgeen overeenkomt met het aantal zaden per m<sup>2</sup> in een laag van 1 mm dikte.

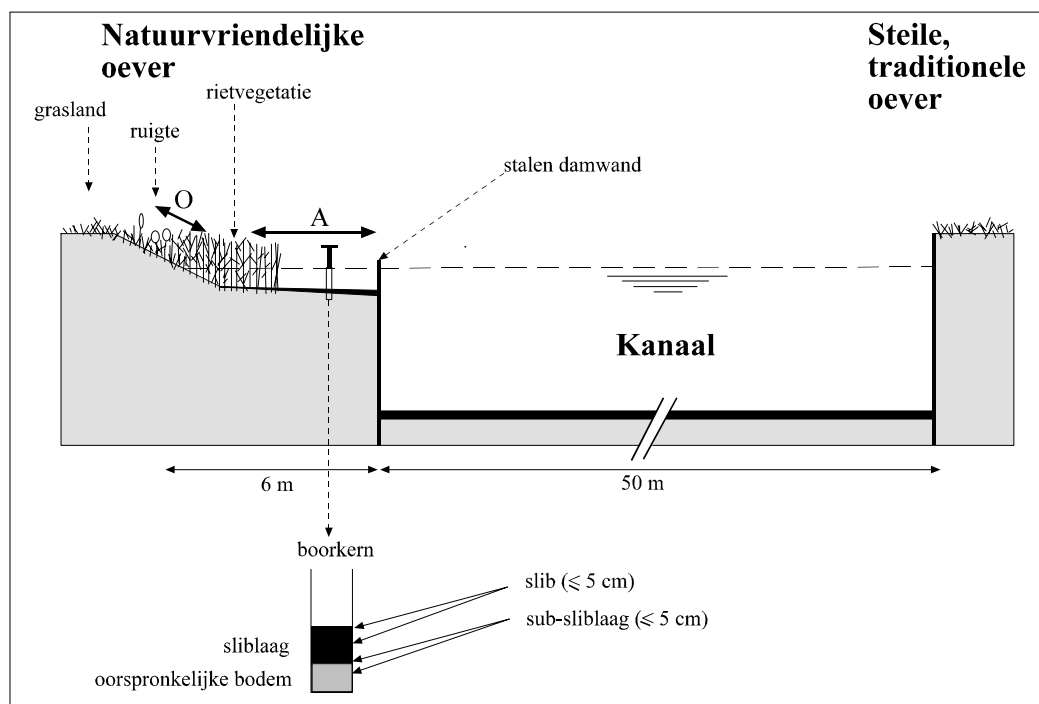
In de kiembakken kwamen 272000 planten op verdeeld over 113 soorten. Het aandeel van russen (88%) en van grote kattenstaart (7.%) was verreweg het grootst, gevolgd door klein kroos, veelwortelig kroos, grote brandnetel, riet, koninginnekruid, lisdodde, harig wilgenroosje en sterrenkroos. Klein en veelwortelig kroos ontwikkelden zich niet uit zaden maar uit kleine schijfjes. Behalve van sterrenkroos (412 gekiemde zaden), werden van zes andere doelsoorten zeer weinig individuen gevonden: schedefonteinkruid (27), brokkelig

kransblad (10), waterviolier (4), veenwortel (3), tener fonteinkruid (2) en grote waterranonkel (1).

Het gemiddelde aantal soorten in de sliblaag (10,8 - 17,8 per liter) was hoger dan in de sub-sliblaag (8,5 - 10,2 per liter). IJle zegge, beekpunge en waterviolier, bijvoorbeeld, werden exclusief in de sliblaag gevonden, overigens met weinig exemplaren. Het gemiddelde aantal zaden per liter verschilde niet tussen de bodemlagen, wel tussen de locaties. De zadenichtheid was het laagst in de bodem van de jongste locaties waar in het slib gemiddeld 187 ( $\pm 33$ ) zaden per liter voorkwamen en in het sub-slib 112 ( $\pm 27$ ) ( $n = 40$ ). In het slib van de tien jaar oude locaties daarentegen, werden per liter gemiddeld 3508 ( $\pm 388$ ) zaden in de sliblaag aangetroffen en 2856 ( $\pm 296$ ) zaden in de sub-sliblaag ( $n = 40$ ).

Uitgaande van de gemiddelde slibdikte (Tabel 2.4), betekent dit dat in de oudste oevers ruim 343000 zaden per  $m^2$  slib voorkwamen.

**Figuur 2.8.** Schematische dwarsdoorsnede van het Twenthekanaal ter hoogte van Lochem met een natuurvriendelijke en traditionele oever. De posities van een aquatisch proefvak (A) waarin de watervegetatie en de zaadvoorraad zijn bemonsterd, en een oeverproefvak (O), waarin de oevervegetatie werd opgenomen, zijn aangegeven. Onderaan is schematisch een boorkern met de bemonsterde lagen weergegeven.



### **Een vergelijking van zaadvoorraad met de vegetatie**

Een vergelijking met de vegetatie laat zien dat de zaadvoorraad in de onderwaterbodem geen goede afspiegeling is van de samenstelling van de vegetatie. Verschillende soorten zoals grof hoornblad, aarvederkruid, smalle waterpest, zevenblad en moerasspirea waren wel aanwezig in de vegetatie maar niet in de zaadvoorraad. Andere, zoals grote kattenstaart en russen, waren niet of weinig aanwezig in de vegetatie, maar domineerden wel de zaadvoorraad. Hiervoor kunnen een aantal mogelijke oorzaken genoemd worden. Zo werd vastgesteld dat grof hoornblad en aarvederkruid niet tot vruchtzetting komen in het troebele water. Dit geldt ook voor schedefonteinkruid, waarvan alleen tubers werden gevonden. Smalle waterpest vermeerderd zich met behulp van fragmenten die niet in de monsters werden aangetroffen. Veel voorkomende oeversoorten zoals moerasspirea, vogelwikke en zevenblad hebben kortlevende zaden<sup>9)</sup> en ontbreken om die reden in de zaadvoorraad.



Voor andere soorten bestaan er grote verschillen in abundantie waarmee ze voorkomen in de vegetatie en de zaadvoorraad. Dit geldt bijvoorbeeld voor grote kattenstaart (Fig. 2.9), die slechts sporadisch in de vegetatie maar overvloedig in de zaadbank is aangetroffen. Het feit dat één individu naar schatting 2700000 zaden kan vormen<sup>9)</sup> die bovendien langlevend<sup>10)</sup> zijn, houdt in dat maar weinig planten nodig zijn voor een grote zaadvoorraad!

**Figuur 2.9.** Grote kattenstaart in oeverzone van het Twenthekanaal. Grote kattenstaart heeft lang levende zaden die overvloedig aanwezig zijn in de zaadvoorraad. Op de foto zijn ook Grote wederik en Moerasspirea zichtbaar.



### ***Vestigingskansen van soorten vanuit de zaadvoorraad na baggeren***

Voor een succesvolle vestiging vanuit de zaadvoorraad is het noodzakelijk dat soorten in staat zijn om onder water te kiemen en te groeien. Van de soorten die in de sub-sliblaag van de oudste oeverstroken voorkomen (Tabel 2.5), geldt dit in de eerste plaats voor ondergedoken en drijvende waterplanten. Dit betekent dat na baggeren alleen sterrenkroos als doelsoort in de watervegetatie verwacht kan worden. Daarbij gelden wel twee aannames: 1) de abiotische omstandigheden voor kieming en vestiging zijn gunstig en 2) de zaadvoorraad is de enige bron van waaruit vestiging plaatsvindt. Voor de (meestal) niet-gewenste drijvende kroossoorten geldt, dat die ook na baggeren aanwezig zullen zijn. Behalve lisdodde, zijn de aanwezige moeras- en oeverplanten (Tabel 2.5) zijn niet in staat zich vanuit de onder water liggende zaadvoorraad in de oeverstroken te vestigen doordat ze niet in 0.5 tot 1.0 m diep water kunnen kiemen en groeien<sup>11)</sup>. Wel kan kieming en vestiging van deze soorten plaatsvinden op de vochtige tot waterverzadigde bodem in het grensgebied tussen water en land, waardoor een bloemrijke oevervegetatie (Fig. 2.9) kan ontstaan.

## Conclusie

We kunnen concluderen dat de zaadvoorraad bij de (her)vestiging van een gevarieerde aquatische vegetatie slechts een zeer beperkte rol kan spelen. Op sterrenkroos na, ontbraken wortelende, ondergedoken waterplanten vrijwel geheel in de onderwaterbodem. Dit betekent dat vestiging van deze doelsoorten alleen mogelijk is als zaden of vegetatieve delen van elders worden aangevoerd. Moerasplanten en oeversorten kwamen wel in de zaadvoorraad voor, hetgeen overeenstemt met de resultaten van Ivens<sup>6)</sup> in andere natuurvriendelijke oevers.

**Tabel 2.5.** Gemiddelde dichtheid van gekiemde zaden/m<sup>2</sup> (standaardfout tussen haakjes) in een laag van 2 cm slib en 2 cm sub-slib van drie en tien jaar oude oeverstroken langs het Twenthekanaal. Alle wortelende waterplanten zijn opgenomen; de overige taxa zijn opgenomen als het gemiddelde aantal per liter in één van de lagen > 1 bedroeg. De soorten van het geslacht Sterrenkroos, Lisdodde en Rus zijn als kiemplant niet of moeilijk van elkaar te onderscheiden.

	Sliblaag		Sub-sliblaag	
	Drie jaar oud n=40	Tien jaar oud n=20	Drie jaar oud n=40	Tien jaar oud n=20
<b>Wortelende waterplanten</b>				
Sterrenkroos	14 (4)	189 (51)	6 (2)	57 (23)
Schedefonteinkruid	4 (1)	0 (0)	10 (3)	0 (0)
Waterviolier	2 (1)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
Veenwortel	1 (1)	0 (0)	1 (1)	0 (0)
Brokkelig kransblad	0 (0)	0 (0)	5 (5)	0 (0)
<b>Vrij-drijvende waterplanten</b>				
Klein kroos	203 (63)	1375 (768)	70 (54)	2420 (1132)
Veelwortelig kroos	18 (9)	764 (255)	13 (5)	498 (173)
Puntkroos	0 (0)	16 (9)	0 (0)	25 (15)
<b>Moerasplanten</b>				
Riet	17 (4)	59 (14)	9 (3)	15 (4)
Lisdodde	4 (2)	110 (45)	7 (3)	41 (11)
Wolfspoot	10 (3)	49 (17)	7 (2)	16 (7)
Grote waterweegbree	2 (1)	26 (16)	3 (2)	16 (11)
Bosbies	2 (1)	18 (9)	1 (1)	22 (20)
<b>Planten van oevertuigten</b>				
Grote kattenstaart	33 (8)	2982 (798)	14 (4)	1665 (659)
Grote brandnetel	71 (13)	241 (43)	87 (13)	95 (26)
Koninginnekruid	9 (3)	142 (42)	4 (1)	30 (8)
Harig wilgenroosje	56 (14)	35 (19)	21 (9)	5 (2)
<b>Overige planten</b>				
Rus	2999 (611)	57995 (11288)	1775 (488)	53763 (8652)
Blaartrekkende boterbloem	49 (15)	11 (4)	45 (11)	13 (4)
Boerenwormkruid	2 (1)	33 (16)	1 (1)	10 (4)
Moeraskers	30 (9)	3 (2)	42 (16)	3 (1)
Kruizuring	22 (8)	3 (2)	6 (2)	2 (1)

Deze soorten kunnen echter in de diepe oevergedeelten niet kiemen en groeien. Dit is wel mogelijk in de overgangszone tussen water en land, waar de aanwezigheid van deze groep van planten een natuurdoel is. De aanleg van een flauw olopemd talud tussen water en land kan de vestigingskansen voor deze soorten vergroten. Ook een natuurlijker peilbeheer met lage waterstanden in de zomer kan de uitbreiding van bloemrijke moerasvegetaties bevorderen<sup>11)</sup>, hoewel dit in scheepvaartkanalen minder voor de hand ligt dan in niet bevaren wateren.

## Literatuur

- 1) Boedeltje, G. (2001) *Verwijderen van slib voorkomt de vorming van een kroosdek*. Bureau Daslook en Rijkswaterstaat, Dienstkring Twentekanal en IJsseldelta.
- 2) Boedeltje, G., J.P. Bakker, en G.N.J. ter Heerdt (2003). *Potential role of propagule banks in the development of aquatic vegetation in backwaters along navigation canals*. Aquatic Botany 77, 53-69.
- 3) Boedeltje, G., A. Smolders, W. Tukker, en M. de Groot - van Leerdam (2003). *Beperkingen en kansen voor waterplanten in natuurvriendelijke oevers langs scheepvaartkanalen*. H<sub>2</sub>O.36, 22-24.
- 4) Boedeltje, G., G.N.J. ter Heerdt, en J.P. Bakker (2002). *Applying the seedling-emergence method under waterlogged conditions to detect the seed bank of aquatic plants in submerged sediments*. Aquatic Botany 72, 121-128.
- 5) Heerdt, G.N.J. ter, G.L. Verweij, R.M. Bekker en J.P. Bakker (1996). *An improved method for seed bank analysis: seedling emergence after removing the soil by sieving*. Functional Ecology, 144-151.
- 6) Ivens, E. (1994). *Zaadvoorraden in oevers en de mogelijke toepassing bij inrichting van natuurvriendelijke oevers*. Rijkswaterstaat, Dienst Weg- en Waterbouwkunde, Delft.
- 7) Reitsma, J.M., Brandjes, G.J. en Munts, R. (1997). *Monitoring natuurvriendelijke oevers kanalen Noord-Brabant, Wilhelminakanaal 1997*. Bureau Waardenburg en Rijkswaterstaat, Directie Noord-Brabant.
- 8) RWS Noord-Brabant en RIN (1989). *Onderzoek aan natte oeverstroken langs het Wilhelminakanaal*. Project Milieuvriendelijke Oevers rapportnr. 8.
- 9) Thompson, D.Q., R.L. Stuckey en E.B. Thompson (1987). *Spread, impact, and control of Purple Loosestrife (Lythrum salicaria) in North American wetlands*. U.S. Fish and Wildlife Service, Washington DC.
- 10) Thompson, K., J.P. Bakker en R.M. Bekker (1997). *The soil seed banks of North West Europe: methodology, density and longevity*. Cambridge University Press, Cambridge.
- 11) Vermaat, J. (2002). *Ecologische effecten van peilbeheer in meren en plassen: ontwikkeling van oever- en moerasvegetatie*. In Coops, H. (red.): *Ecologische aspecten van peilbeheer: een kennisoverzicht*. RIZA rapport 2002.040, 79-101.

### **3 Aanbevelingen voor het beheer**

#### ***Inleiding***

In dit hoofdstuk worden aanbevelingen gedaan voor het beheer van ondiepe oeverstroken langs de Twenthekanalen. Deze zijn gebaseerd op de resultaten van het vierjarige onderzoek zoals die in hoofdlijnen zijn gepresenteerd in hoofdstuk 2.

#### ***Aanbevelingen voor het beheer***

##### Ecologische doelstellingen

Tot de ecologische doelstellingen van de oeverstroken behoort de vestiging van 1) een waterplantenvegetatie met fonteinkruiden in de diepste delen, 2) een rietgordel in de ondiepe delen en 3) een vochtige rietzoom met kleurrijke ruigtekruiden en hier en daar wilgen en elzen in de overgangszone van water naar land. De potentiële realisatie van deze drie zones in één oeverstrook is echter alleen mogelijk als deze voldoende breed (> 4m) is, hetgeen geldt voor de trajecten Lochem-Dochteren en Lochem-Bolksbeek. De overige oeverstroken tussen Diepenheim en Goor en langs het zijkanaal zijn zo smal (< 3m), dat hier het beste uitgegaan kan worden van de vestiging/handhaving van een rietgordel in het water overgaande in een vochtige rietzoom met ruigte en hier en daar wilgen en elzen.

Het dispersieonderzoek heeft laten zien dat het kanaalwater in principe voldoende diaspora's van water- en oeverplanten bevat om deze doelstellingen te realiseren, mede doordat de oeverstroken in open verbinding staan met de vaarweg. Ophoping van slib en organische stof en stagnerend water boven een slibbodem staan een duurzame realisatie van de doelstellingen in de weg. Door een gericht beheer (tabel 3.1) kunnen deze knelpunten echter (grotendeels) weggenomen worden.

##### Slibverwijdering

Slibophoping vormt een beperkende factor voor een (relatief) duurzame vestiging van wortelende waterplanten. Daarnaast is een dikke sliblaag ongunstig voor waterriet<sup>2,4)</sup> en voor allerlei soorten waterdieren die in of op de bodem leven en een goede zuurstofvoorziening behoeven zoals libellenlarven en kokerjuffers. Verder komt uit een dikke sliblaag op plaatsen met weinig waterverversing veel stikstof en fosfor vrij wat aanleiding kan geven tot het ontstaan van kroosdekken (hoofdstuk 2.3). Het is daarom essentieel de sliblaag, die in de trajecten Lochem-Dochteren en Lochem-Bolksbeek in 2003 een dikte had van gemiddeld 17 cm te verwijderen (tabel 3.1).

De frequentie waarmee dit moet gebeuren is afhankelijk van de aanslibbingsnelheid. Op basis van metingen in de trajecten Lochem-Dochteren en Lochem-Bolksbeek bedraagt de aanslibbing 2-4 cm per jaar. Deze aanslibbing is het sterkst in een zone van twee tot drie meter achter de damwand over de gehele lengte van een plasberm, met uitzondering van een smalle zone bij uitwisselingsopeningen. Aanbevolen wordt tot baggeren van een oeverstrook over te gaan als de gemiddelde slibdikte in deze zone 15 cm is. Direct achter de dwarsdammen van fauna-uitstapplaatsen (fup's) in deze natte stroken vindt niet alleen achter de damwanden maar over de gehele breedte van een plasberm een sterke slibophoping plaats. Dit betreft een afstand van ca. 15 meter.

Aanbevolen wordt om voorafgaande aan het baggeren een peiling van de slibdikte uit te voeren in raaien dwars op de damwanden om een nauwkeurig beeld te krijgen van de dikte van de te verwijderen laag. Het is raadzaam om op alle plaatsen in een oeverstrook met een slibdikte > 2 cm te baggeren aangezien wortelende waterplanten niet of nauwelijks bij slibdiktes > 2cm zijn gevonden (hoofdstuk 2.1).

Bij de uitvoering van de werkzaamheden is het van belang om het slib zo goed mogelijk te verwijderen (tot op de minerale ondergrond). Er wordt aanbevolen *tijdens* de

baggerwerkzaamheden regelmatig monsters van de waterbodem te nemen om de mate van slibverwijdering te controleren. Na afloop van het baggeren van ondiepe oeverstroken langs het zijkanaal bleek dat de sliblaag niet goed verwijderd was. In 25% van de onderzochte stroken was nog een sliblaag dikker dan 5 cm aanwezig, in 15% van de gevallen was de achtergebleven sliblaag zelfs dikker dan 10 cm<sup>1)</sup>.

**Tabel 3.1.** Doelstellingen en richtlijnen voor het beheer van de ondiepe oeverstroken op vier locaties langs de Twenthekanalen.

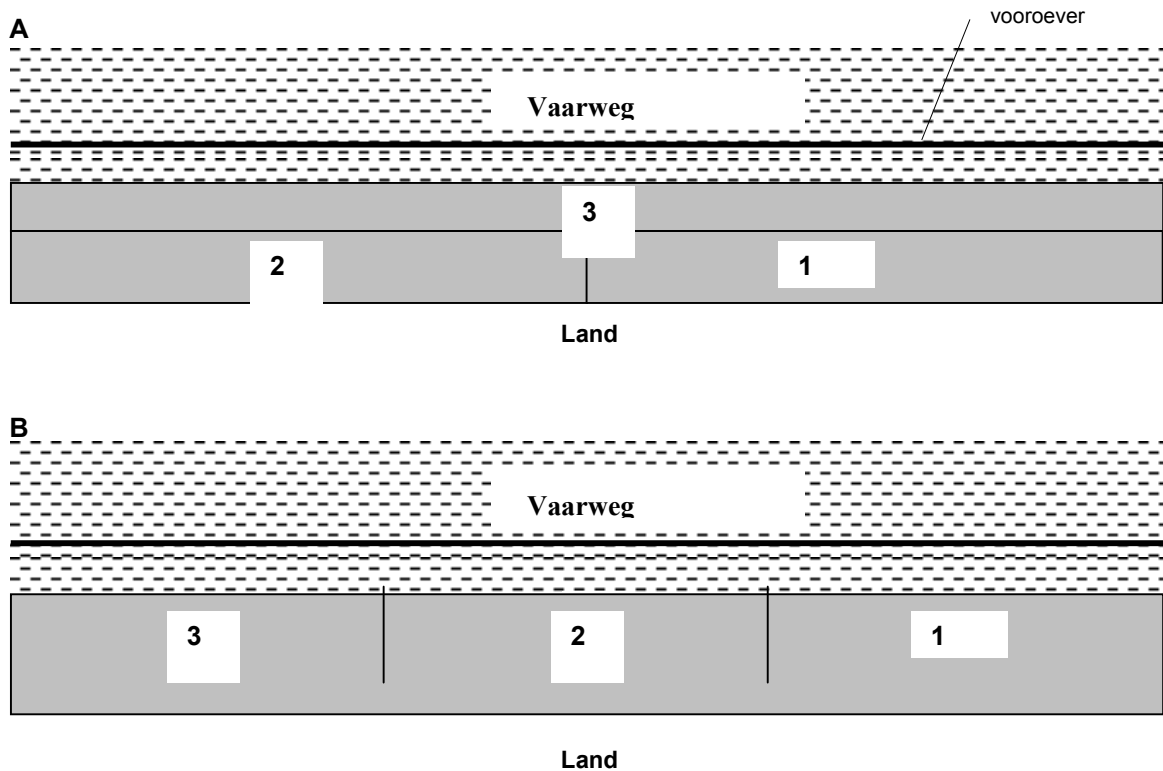
Traject	Doelstelling	Beheer			
		Maatregel	Eisen	Periode	Herhaling
Lochem-Dochteren Lochem-Bolksbeek	wortelende waterplanten	verwijderen van slib	Na baggeren mag de dikte van de sliblaag niet meer zijn dan 1 cm	oktober t/m februari	als gemiddelde slibdikte in een 2 m strook langs de damwanden meer dan 15 cm bedraagt
		goede verversing van water in plasberm	in het groeiseizoen moet er een goede doorstroming zijn tussen fup en plasberm, d.w.z. geen zwerfvuil en plantenresten die dit belemmeren	groeiseizoen (mei t/m augustus)	
Lochem-Dochteren Lochem-Bolksbeek Diepenheim-Goor Zijkanaal	rietgordel (waterriet)	maaien en afvoeren van riet en strooisel; uitkrabben plasberm	na maaien mogen op de waterbodem geen riet en ander grof organisch materiaal (takken, hopen waterpest) voorkomen	oktober t/m februari	alle riet moet één keer per drie jaar gemaaid worden; per jaar mag ca. 1/3 van het rietoppervlak in een traject gemaaid worden (figuur 3.1)
	vochtige rietzoom op overgang van water naar land	maaien en afvoeren van riet en strooisel; uitkrabben plasberm	na maaien mogen op de waterbodem en op het talud geen riet en ander grof organisch materiaal (takken, hopen waterpest) voorkomen	oktober t/m februari	alle riet moet één keer per drie jaar gemaaid worden; per jaar mag 1/3 van het rietoppervlak in een traject gemaaid worden (figuur 3.1)

### Maaien en afvoeren van riet

Een tweede speerpunt moet het behoud en de ontwikkeling van een gezonde rietgordel zijn met ruimte voor andere oeversoorten. Dit is mede daarom belangrijk omdat rietgordels langs veel Nederlandse wateren in omvang achteruit zijn gegaan<sup>4)</sup>. Voor de instandhouding van een soortenrijke en vitale rietvegetatie is het noodzakelijk het zwerfvuil jaarlijks te verwijderen en deze begroeiing één keer in de drie jaar te maaien (tabel 3.1). Het is wenselijk dat de oeverstrook na maaien tot op de bodem uitgekrabd wordt opdat geen maaisel en overig grof organisch materiaal (takken, matten van waterpest, sterrenkroos) achterblijven<sup>2)</sup>. Met het oog op de rietfauna is het gewenst dit gefaseerd uit te voeren. Voorgesteld wordt om uit te gaan van één traject als beheerseenheid. Per traject kan vervolgens een fasering aangebracht worden, waarbij per jaar 1/3 van het rietoppervlak gemaaid wordt. Voor het zijkanaal en het traject Diepenheim-Goor is het van belang dat per jaar op één locatie in ieder geval één zijde van het kanaal overstaand riet heeft. In de trajecten Lochem-Dochteren en Lochem-Bolksbeek, waar op de meeste plaatsen riet slechts

aan één kanaalzijde voorkomt, zou fasering bereikt kunnen worden zoals in figuur 3.1 is weergegeven.

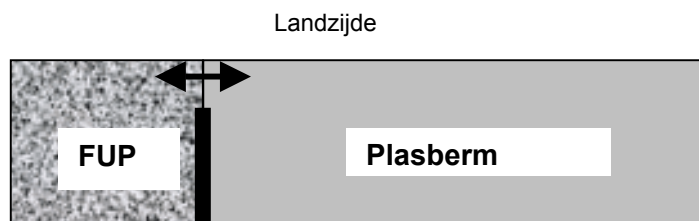
**Figuur 3.1.** Faseringsmogelijkheden (A en B) bij het maaien van riet (grijze vakken) in de trajecten Lochem-Dochteren en Lochem-Bolsbeek. 1 = eerste jaar; 2 = tweede jaar; 3 = derde jaar.



#### Open houden van uitwisselingsopeningen

Ten aanzien van de fup's in de natte stroken wordt voorgesteld om elk jaar de uitwisselingsopeningen met de natte stroken vrij te maken van takken, bladeren en zwerfvuil (figuur 3.2). Dit geldt met name voor het traject Lochem-Dochteren. Indien deze openingen verstopt zijn is er onvoldoende dynamiek achter de fup-dammen waardoor een snelle aanslibbing plaatsvindt. Langs het zijkanaal is het verder van belang om eens in de drie jaar het opgehoopte zand en slib nabij uitwisselingsopeningen te verwijderen om te verhinderen dat er stagnatie van water in de oeverstroken optreedt.

**Figuur 3.2.** Locatie van een opening (met pijl weergegeven) tussen fup en plasberm (traject Lochem-Dochteren).



## **Literatuur**

- 1) Boedeltje, G. (2000). *Effecten van maaien en baggeren op de vegetatie in ondiepe oeverstroken langs de zijtak van de Twenthekanalen in relatie tot water en bodem*. Bureau Daslook en Rijkswaterstaat, Directie Oost-Nederland.
- 2) Clevering, O. (1999). *Vitaliteit van rietbegroeiingen*. De Levende Natuur 100, 42-45.
- 3) Coops, H. (red.) (2002). *Ecologische effecten van peilbeheer: een kennisoverzicht*. RIZA-rapport 2002.040; DWW-rapport 2002-053.
- 4) Graveland, J. en H. Coops (1997) *Verdwijnen van rietgordels in Nederland, oorzaken, gevolgen en een strategie voor herstel*. Landschap 14, 67-86.

## **Bijlage**

### ***Kaartbijlage 1. Ligging van de oeverstroken langs de Twenthekanalen***