

2000-01_aangepast-beheer-perceelsranden-sloten

stowa

Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer

Effecten van aangepast beheer van perceelsranden op de kwaliteit van sloten



2000 01

**Effecten van aangepast beheer
van perceelsranden op de
kwaliteit van sloten**

2000 01

Arthur van Schendelstraat 816
Postbus 8090, 3503 RB Utrecht
Telefoon 030 232 11 99
Fax 030 232 17 66
E-mail stowa@stowa.nl
<http://www.stowa.nl>

Publicaties en het publicatie-
overzicht van de STOWA kunt u
uitsluitend bestellen bij:
Hageman Fulfilment
Postbus 1110
3300 CC Zwijndrecht
tel. 078 - 629 33 32
fax 078 - 610 42 87
e-mail: hff@wxs.nl
o.v.v. ISBN- of bestelnummer en
een duidelijk afleveradres.
ISBN 90.5773.081.2

TEN GELEIDE

De Nederlandse overheid streeft naar reductie van de emissie van gewasbeschermingsmiddelen en meststoffen naar het oppervlaktewater. In het verlengde van het Meerjarenplan Gewasbescherming heeft IKC-Landbouw een demonstratieproject uitgevoerd gericht op een sterke verbetering van de acceptatie en inpasbaarheid van aangepast perceelsrandenbeheer. In aanvulling hierop is bij STOWA in het kader van het onderzoeksprogramma 1995 - 1999 voorliggend project uitgevoerd.

De doelstelling van het project was tweeledig:

- het monitoren van de ecologische kwaliteit van sloten waar door aangepast perceelsrandenbeheer emissiereductie van gewasbeschermingsmiddelen en/of meststoffen wordt nagestreefd;
- de bruikbaarheid toetsen van het STOWA ecologische beoordelingssysteem voor sloten voor het monitoren van dergelijke veranderingen.

Het voorliggende rapport geeft de onderzoeksresultaten weer van het effect van aangepast beheer van perceelsranden op de slootkwaliteit in vijf proefprojecten verspreid over Nederland: Bergambacht (Zuid-Holland), Bollenlanden (Noord-Holland), Biddinghuizen (Flevoland), Schone Maas (Noord-Brabant) en Zonnestraal (Zeeland).

Het onderzoek werd in 1995 door het bestuur van de STOWA opgedragen aan Witteveen Bos Raadgevende ingenieurs b.v. Het projectteam bestond uit Roel Knoben en Paulien Hartog, Jeanine van der Straten en Astrid Boerkamp. Het project werd begeleid door een commissie bestaande uit de heer A. Fortuin (Waterschap Zeeuwse Eilanden), van het Zuiveringsschap Hollandse Eilanden en Waarden eerst de heer H. Boeyen en later de heer W. Twisk, de heer W. Keijzer (Heemraadschap Fleverwaard), van IKC-Landbouw eerst de heer C. Kloet en later de heer P. Hotsma. Vanuit STOWA werd het project geïnitieerd door S. Klapwijk en begeleid door B. van der Wal.

Utrecht, januari 2000

De directeur van de STOWA
ir. J.M.J. Leenen

INHOUDSOPGAVE

blz.

SAMENVATTING

1

1. INLEIDING

3

1.1. Achtergronden en doelstelling

3

1.2. Leeswijzer

3

2. AQUATISCHE ECOSYSTEMEN EN BUFFERSTROKEN

5

2.1. Stoffen die het aquatische ecosystemen negatief beïnvloeden

5

2.1.1. Gewasbeschermingsmiddelen

5

2.1.2. Nutriënten

6

2.2. Effecten op aquatische ecosystemen

6

2.2.1. Bestrijdingsmiddelen

6

2.2.2. Nutriënten

7

2.3. Werking bufferstroken

8

3. WERKWIJZE FLANKEREND ONDERZOEK 1996 - 1998

10

3.1. Methoden van bemonstering, beoordeling en analyse

10

3.2. Keuze meetlocaties

12

3.2.1. Project "Bewust boeren voor een schone Maas"

13

3.2.2. Project "Bergambacht"

13

3.2.3. Project "Zonnestraal"

14

3.2.4. Project "Bollenlanden"

14

3.2.5. Project "Biddinghuizen"

15

3.3. Verwachte resultaten

15

4. EFFECTEN AANGEPAST RANDENBEHEER IN SLOOTSYSTEMEN

17

4.1. Samenvatting resultaten deelprojecten

17

4.2. Bepalende maatstaf binnen karakteristiek trofie

19

5. CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

20

laatste bladzijde

29

BIJLAGEN

I Overzicht meetlocaties

6

II Resultaten per meetlocatie

10

SAMENVATTING

achtergronden en doelstelling

De Nederlandse overheid streeft naar reductie van de emissie van gewasbeschermingsmiddelen en meststoffen naar het oppervlaktewater. In het verlengde van het Meerjarenplan Gewasbescherming heeft IKC-Landbouw een demonstratieproject uitgevoerd gericht op een sterke verbetering van de acceptatie en inpasbaarheid van aangepast perceelsrandenbeheer. In aanvulling hierop is bij STOWA in het kader van het onderzoeksprogramma 1995 - 1999 voorliggend project uitgevoerd.

De doelstelling van het project is tweeledig:

- het monitoren van de ecologische kwaliteit van sloten waar door aangepast perceelsrandenbeheer emissiereductie van gewasbeschermingsmiddelen en/of meststoffen wordt nagestreefd;
- de bruikbaarheid toetsen van het STOWA ecologische beoordelingssysteem voor sloten voor het monitoren van dergelijke veranderingen.

beïnvloeding van aquatische ecosystemen in landbouwgebieden

Gewasbeschermingsmiddelen en nutriënten kunnen in het aquatisch ecosysteem in landbouwgebieden terechtkomen via directe toediening ('meemesten'), af- en uitspoeling, drift (verwaaiing), nalevering uit de waterbodem, atmosferische depositie en aanvoer via oppervlaktewater. Over de effecten van gewasbeschermingsmiddelen op aquatische ecosystemen is nog weinig bekend. Het schaarse onderzoek duidt echter op ingrijpende effecten op de biodiversiteit. Nutriënten komen van nature voor in oppervlaktewater, maar in zeer lage concentraties. Een toename van meststoffen in het water (eutrofiëring) kan leiden tot een sterke toename van biomassa van vooral algen en/of kroos. Dit leidt tot lichtgebrek en slechte zuurstofomstandigheden beïnvloeden andere ecologische groepen als macrofauna en diatomeeën.

Met bemestings- en spuitvrije zones langs perceelsranden wordt geprobeerd in te grijpen op de transportroutes van gewasbeschermingsmiddelen en meststoffen via de lucht en het grondwater. De belasting van het oppervlaktewater kan gereduceerd worden door invangen of neerslaan in de bufferzone, binding aan bodemdeeltjes of duurzame verwijdering door denitrificatie (stikstof) en opname door planten (stikstof en fosfaat). Willen bemestings- en/of spuitvrije zones ook ecologisch rendement sorteren, dan gaat het niet alleen om de mate van reductie, maar vooral om de resterende belasting van het oppervlaktewater. Voor veel stoffen is nog niet bekend hoe laag deze concentraties moeten zijn voor een duurzame instandhouding van aquatische levensgemeenschappen.

werkwijze flankerend onderzoek

In verschillende landbouwgebieden in Nederland wordt geëxperimenteerd met aangepast randenbeheer. Om na te gaan of positieve effecten van aangepast perceelsrandenbeheer met behulp van het STOWA beoordelingssysteem meetbaar zijn in de ecologische waterkwaliteit van sloten, is in de periode 1996-1998 flankerend onderzoek uitgevoerd bij diverse lopende projecten met aangepast randenbeheer. Het onderzoek richtte zich in eerste instantie op akkerbouwgebieden, maar is uitgebreid naar veenweidegebied. Totaal zijn achttien meetlocaties en negen referentielocaties gevolgd in de periode 1996 tot en met 1998, verdeeld over vijf deelprojecten (Biddinghuizen in Flevoland, Bergambacht in Zuid-Holland, Zonnestraal en Prunje in Zeeland, Bollenlanden in Noord-Holland en 'Schone Maas' in Noord-Brabant).

effecten van randenbeheer

De resultaten van het flankerend onderzoek laten zien dat op slechts enkele meetlocaties op basis van de ecologische beoordelingmethode van STOWA positieve effecten van het aangepast randenbeheer gevonden zijn. Effect van aangepast gebruik van bestrijdingsmiddelen op de perceelsrand op de (voorlopige) karakteristiek toxiciteit van het ecologisch beoordelingssysteem voor sloten is waargenomen op twee locaties. Uit nadere analyse blijkt dat in beide gevallen tegelijkertijd sprake is van een geleidelijke toename van de diversiteit van de macrofaunagemeenschap. Een (beperkt) positief effect van aangepast gebruik van meststoffen op de perceelsrand op de karakteristiek trofie van het ecologisch beoordelingssysteem is waargenomen op drie locaties. Dit is niet eenduidig terug te vinden in een verandering van de diversiteit van de levensgemeenschap op deze locaties.

In de meeste gevallen blijft de beoordeling tijdens de drie meetjaren constant, verslechtert of fluctueert. Hiervoor zijn in enkele gevallen praktische oorzaken aanwijsbaar (verdwijnen rietstengels, schonen, droogvallen sloten). Daarnaast kon bij de locatiekeuze niet voorkomen worden dat de waterkwaliteit bij een deel van de meetlocaties beïnvloed wordt door andere factoren zoals de uit- en afspoeling en inwaaiing van de naastgelegen perceelsrand. Andere factoren dan onderzocht kunnen eventueel ook hun invloed hebben gehad. In Bergambacht is in het onderzoeksgebied niet alleen op de onderzochte locaties aangepast randenbeheer uitgevoerd, maar zijn tegelijkertijd grootschalige gebiedsgerichte maatregelen genomen. Het effect van aangepast randenbeheer op de onderzoekslocaties kan daardoor wellicht overschaduwd worden en niet meer aantoonbaar zijn.

bruikbaarheid STOWA methode

Ecologische beoordeling volgens het STOWA-systeem voor sloten is een geschikte methode om de kwaliteit van specifieke aspecten van het slootecosysteem, zoals in dit geval trofie en/of toxiciteit in beeld te brengen. Voor monitoring van relatief korte tijdreeksen, zoals de drie jaar van dit onderzoek, lijkt de methode echter minder geschikt, omdat het onderscheid tussen trend en fluctuatie niet te maken is. Enerzijds is het mogelijk dat veranderingen in het slootsysteem (nog) niet zodanig groot waren dat er letterlijk kwaliteitsklassen verschil in zat. Anderzijds traden er juist wel (op het eerste gezicht niet te verklaren) verschuivingen in kwaliteitsklassen op die een jaar later weer verdwenen waren. De incompleetheid van de basisgegevens is hier deels ook debet aan geweest.

aanbevelingen

Uit het flankerend onderzoek blijkt dat aangepast randenbeheer in landbouwgebieden meestal op korte termijn niet leidt tot een verbetering van de ecologische kwaliteit van het slootmilieu. Toch betekent dit niet dat randenbeheer geen zin heeft. De kwaliteit van sloten in landbouwgebieden wordt behalve door af- en uitspoeling (en inwaaiing) beïnvloed door veel, per locatie verschillende factoren, zoals inlaat van gebiedsvreemd water, drains, puntlozingen of afvoer van elders verontreinigd water. Het effect van perceelsrandenbeheer is naar verwachting groter als tegelijkertijd maatregelen gericht op andere factoren genomen worden in een aaneengesloten watersysteem. In zulke gebiedsgerichte projecten kan aangepast randenbeheer een belangrijke rol spelen. Dit blijkt reeds in Bergambacht, waar weliswaar op de meetpunten geen effect waarneembaar is op de karakteristiek trofie, maar waar de ecologische kwaliteit van het gehele projectgebied duidelijk verbeterd is. Met aangepast perceelsrandenbeheer worden wellicht tot nu toe kleine resultaten geboekt, maar het is een relatief eenvoudige maatregel die in grotere gebieden genomen kan worden.

Het is aan te bevelen om de effecten van aangepast randenbeheer langer te monitoren dan drie jaar en het aangepaste beheer op grotere schaal te meten om de invloed van praktijkproblemen te verminderen. De STOWA methode lijkt bij dergelijke monitoring goed bruikbaar voor trendanalyse.

1. INLEIDING

1.1. Achtergronden en doelstelling

De Nederlandse overheid streeft naar reductie van de emissie van gewasbeschermingsmiddelen en meststoffen naar het oppervlaktewater. In het kader van het Meerjarenplan Gewasbescherming (MJP-G) is de landbouwsector gebonden aan een aantal doelstellingen voor emissiereductie van gewasbeschermingsmiddelen, onder andere de emissie door drift (het uitwaaien, ook wel "spray" genoemd) naar oppervlaktewater. Een aangepast randenbeheer kan mogelijk een doorslaggevende bijdrage leveren aan het behalen van deze reductiedoelstellingen. Door deze maatregel worden gelijktijdig twee andere effecten bewerkstelligd:

- de vermindering van uit- en afspoeling van meststoffen zodat de stikstof- en fosfaatgehalten in oppervlaktewater aan de grenswaarden in de Evaluatie Nota Water kunnen voldoen;
- het creëren van mogelijkheden voor natuurwaarden in het cultuurlandschap.

In het verlengde van dit beleid is in 1994 vanuit het Informatie en Kennis Centrum (IKC-Landbouw (voorheen IKC-AGV)) een driejarig demonstratieproject opgestart gericht op perceelsrandenbeheer. Hoofddoelstelling van dit project is een sterke verbetering van de acceptatie en inpasbaarheid van aangepast perceelsrandenbeheer. In aanvulling hierop is door het IKC in het kader van het STOWA-onderzoekprogramma 1995-1999 bij de STOWA een verzoek ingediend voor een financiële bijdrage voor monitoring van de oppervlaktewaterkwaliteit bij dit project met aangepast randenbeheer. Dit verzoek is gehonoreerd in de vorm van voorliggend project.

De doelstelling van het project is tweeledig:

- het monitoren van de ecologische kwaliteit van sloten waar door aangepast perceelsrandenbeheer emissiereductie van gewasbeschermingsmiddelen en/of meststoffen wordt nagestreefd;
- de bruikbaarheid toetsen van het STOWA ecologische beoordelingssysteem voor sloten voor het monitoren van dergelijke veranderingen.

Witteveen+Bos Raadgevende ingenieurs b.v. te Deventer is verzocht het monitoringsprogramma voor het flankerend onderzoek te organiseren, coördineren en rapporteren. Het veldwerk en de determinatie van macrofauna en epifytische diatomeeën is uitgevoerd door de bureaus Biopt en Koeman & Bijkerk. Het veldwerk is uitgevoerd in de periode 1996 tot en met 1998.

1.2. Leeswijzer

Voorliggend rapport beschrijft de resultaten van het project. Bij wijze van referentie wordt in hoofdstuk 2 een overzicht geschetst van bestaande kennis over de invloed van perceelsrandenbeheer op aquatische ecosystemen. Vervolgens wordt in hoofdstuk 3 de werkwijze van het flankerend onderzoek beschreven. Dit betreft behalve methoden van bemonstering, beoordeling en analyse, de keuze van projecten en meetlocaties en hypothesen van de verwachte resultaten. De gevonden effecten van aangepast perceelsrandenbeheer zijn beschreven in hoofdstuk 4. Tenslotte zijn in hoofdstuk 5 conclusies en aanbevelingen geformuleerd.

2. AQUATISCHE ECOSYSTEMEN EN BUFFERSTROKEN

Voorliggend project heeft betrekking op de reducerende werking die bufferstroken kunnen hebben op uitspoeling van gewasbeschermingsmiddelen en nutriënten naar aquatische slootssystemen. In dit hoofdstuk wordt een overzicht geschetst van bestaande kennis over de relatie tussen aquatische ecosystemen, gewasbeschermingsmiddelen en nutriënten en bufferstroken op basis van literatuurgegevens.

2.1. Stoffen die het aquatische ecosystemen negatief beïnvloeden

2.1.1. Gewasbeschermingsmiddelen

Gewasbeschermingsmiddelen komen wijd verspreid in het aquatische milieu voor. Zowel in zoet als zout oppervlaktewater, in grondwater en regenwater, in sediment, in zwevende stof en in waterorganismen zijn gewasbeschermingsmiddelen aangetoond. De stoffen verschillen in chemische structuur, in toepassing, in teelten en in werkgebied: tegen insecten (insecticiden), tegen schimmels (fungiciden) tegen onkruid (herbiciden) en tegen aaltjes in de bodem (nematiciden of grondontsmettingsmiddelen). Van veel toegestane bestrijdingsmiddelen ontbreekt essentiële informatie over o.a. het gedrag van een stof in het water, de giftigheid en de omzettingsproducten.

overschrijding van normen

Concentraties van bestrijdingsmiddelen overschrijden in Nederland veelvuldig de Maximaal Toelaatbare Risiconiveaus (MTR's) voor oppervlaktewater, de Streefwaarde voor oppervlaktewater met een drinkwaterfunctie en de Streefwaarde voor grondwater. De grootste overschrijdingen (1000 - 10000x) komen vooral voor bij de hoog toxische **insecticiden**, hoewel de emissies daarvan slechts 3,6% van de totale emissies van 103 onderzochte bestrijdingsmiddelen vormen. Insecticiden vertegenwoordigen echter meer dan 79% van de totale risico's-emissies (genormeerd op MTRs) (Teunissen-Ordeman et al., 1996). Insecticiden worden in diverse teelten gebruikt in de volle grond, in de glastuinbouw en fruitteelt.

De belasting van het aquatische milieu met **nematiciden** is ook hoog. Deze worden in grote hoeveelheden gebruikt in de vollegrondsteelten. Nematiciden geven wegens hun toepassingsmethode, relatief snelle omzetting en lage toxiciteit weinig problemen in het oppervlaktewater, maar hebben grote invloed op de grondwaterkwaliteit. In grondwater, voornamelijk oevergrondwater en ondiep grondwater overschrijden veelal **herbiciden** de streefwaarden (0,1 µg/l). Herbiciden zijn over het algemeen minder giftig, maar worden op grote schaal toegepast. **Fungiciden** zijn nog maar weinig onderzocht, zodat het nog nauwelijks bekend is in welke mate zij een probleem vormen in het aquatische milieu.

bronnen

De belangrijkste bron van gewasbeschermingsmiddelen in slootssystemen is het intensieve gebruik ervan op de aangrenzende landbouwpercelen. De belangrijkste transportroutes zijn atmosferische depositie (met regenwater), af- en uitspoeling (ook uit bovenstrooms gelegen watergangen) en drift (verwaaiing). Daarnaast zijn in de bloementeelt het dompelen en in de glastuinbouw het lozen van condenswater emissieroutes langs welke gewasbeschermingsmiddelen het slootstelsel bereiken. Waterbodems kunnen een continue bron zijn voor nalivering van bestrijdingsmiddelen in het water. De gewasbeschermingsmiddelen worden in de bodem gebonden, maar geleidelijk aan komen ze weer beschikbaar in het watersysteem.

Vaak worden kleine lokale watergangen belast, waarin weinig verdunning plaatsvindt. Vooral kort na het toepassen van bestrijdingsmiddelen kan dit door drift (overwaaien) leiden tot hoge concentraties in het water. Piekbelastingen door uitspoeling doen zich langer na het tijdstip van toepassing voor en hangen samen met de hoeveelheid regen (waarin ook de MTR kan worden overschreven). (Faasen, 1992).

Besputtingen van de perceelranden

Uit een onderzoek onder 88 akkerbouwers in de Haarlemmermeerpolder bleek dat 85% de akkerrand (insteek) meespuit met de rest van het perceel, 95% van de akkerbouwers de akkerrand (insteek) apart bespuit, 60% de slootkanten bespuit en 30% de slootbodems. Veel gebruikte middelen zijn glyfosaat en MCPA. Voor de slootkant worden daarnaast veel andere middelen toegepast, waarvan het gebruik voor dit doel grotendeels verboden is. De insteek wordt in de regel 1 à 2 keer per jaar bespoten. De slootkant wordt in de meeste gevallen 1 keer per jaar bespoten en de slootbodem 1 keer of minder (De Snoo et al, 1995).

2.1.2. Nutriënten

Nutriënten komen van nature maar in lage concentraties in wateren voor. Door invloeden van buitenaf kunnen deze concentraties toenemen waardoor evenwichten worden verstoord. De nutriënten **stikstof** en **fosfor** zijn hoofdzakelijk verantwoordelijk voor het eutrofiëringprobleem in de Nederlandse wateren.

bronnen

De belangrijkste bronnen van meststoffen voor het watersysteem in landbouwgebieden zijn het (rechtstreeks) meemesten van de sloten en af- en uitspoeling van meststoffen vanuit de omliggende landbouwgronden. Af- en uitspoeling zijn meestal een gevolg van een overmaat aan stikstof- en fosfor toediening via bemesting (kunstmest of dierlijke mest). De uitspoelings- en afspoelingsvrachten van stikstof en fosfaat uit de landbouwgronden verschillen per bodemtype en zijn afhankelijk van neerslaghoeveelheid, neerslagpatroon, afstand tot het oppervlaktewater, grondwatertrap, helling en bodemsamenstelling (STOWA, 1998a). In Nederland is de bijdrage van afspoeling aan de nutriëntenbelasting over het algemeen kleiner dan de bijdrage door uitspoeling.

Afspoelingsvrachten stikstof en fosfor voor verschillende bodemtypen

Voor stikstof is gemiddeld op kleigronden 42 kg N/ha/jaar (min. 27-max. 70) gemeten, op laagveen 30 kg N/ha/jaar (min. 6-max. 130) en op zandgronden 48 kg N/ha/jaar (min. 6-max. 180). Voor fosfor zijn de volgende vrachten gemeten: kleigrond 3 kg P/ha/jaar (min. 1-max. 4), laagveen 3 kg P/ha/jaar (min. 0,4-max. 10) en zandgronden 3,2 kg P/ha/jaar (min. 0,4-max. 10) (STOWA, 1998a).

Ook al zou bemesting (direct of indirect) worden gestopt, dan vormt nalevering of achtergrondbelasting vanuit de waterbodem nog een bron van nutriënten voor het watersysteem. De achtergrondbelasting van stikstof wordt geschat op 20% van de totale vracht en van fosfor op 60% (STOWA, 1998a). Nutriënten gebonden aan bodemdeeltjes kunnen weer beschikbaar komen en ook nutriënten die opgenomen waren door planten kunnen weer beschikbaar komen als de planten afsterven en afgebroken worden. Tenslotte kunnen nutriënten door atmosferische depositie, drift van meststoffen, lozingen van rioolwaterzuiveringsinstallatie en als gevolg van inlaat van gebiedsvreemd water het slootsysteem bereiken.

2.2. Effecten op aquatische ecosystemen

In deze paragraaf worden de effecten die bestrijdingsmiddelen en meststoffen kunnen hebben op het aquatische milieu beschreven.

2.2.1. Bestrijdingsmiddelen

Bestrijdingsmiddelen kunnen ingrijpende effecten hebben op de biodiversiteit van aquatische ecosystemen. Soorten kunnen gaan ontbreken of worden slechts weinig meer gevonden. De tolerante soorten blijven over en andere kunnen verdwijnen. De aquatische levensgemeenschap raakt verarmd en onevenwichtig van opbouw. Primaire effecten zijn meestal op korte termijn waar te nemen (bijvoorbeeld sterfte of gedrag beïnvloeding). Secundaire effecten zijn waar te nemen aan veranderingen van relaties binnen het ecosysteem. Te denken valt aan:

- fytoplanktonbloei veroorzaakt door het wegvallen van zoöplankton (algen eters);
- toename van draadalg door het wegvallen van herbivore insecten;

- toename van macro-faunaorganismen die tolerant zijn voor de verontreiniging, vanwege verminderde predatie door of door competitie met, niet-tolerante soorten;
- toename van tolerante aaseters zoals oligochaeten, slakken en bloedzuigers.

Vooral van insecten is echter bekend dat ze relatief snel resistentie kunnen opbouwen. Voor een groot aantal stoffen kan de situatie voor het aquatische milieu echter nog niet in kaart worden gebracht, onder meer doordat verschillende stoffen nog niet geanalyseerd kunnen worden of doordat de detectiegrenzen hoger liggen dan de norm.

Intermezzo

Het meest gevoelig voor het detecteren van negatieve effecten van herbiciden in aquatische ecosystemen zijn het gemeenschapsmetabolisme (afname van zuurstof en pH, toename van nutriënten, alkaliniteit, geleidbaarheid, etc.), de structuur van de fytoplankton- en perifytogemeenschappen (dichtheid, biomassa, soortensamenstelling, chlorofylgehalte) en de structuur van de macrofytengemeenschap (bedekking, biomassa). Plankton gedomineerde systemen adapteren sneller en herstellen zich hierdoor eerder dan macrofyten gedomineerde systemen. Indirecte effecten van herbiciden zijn algenbloei (t.g.v. afname concurrentie om ruimte, licht en nutriënten met gevoelige primaire producenten zoals macrofyten) en verdwijnen van waterplanten geassocieerde dierpopulaties door habitat-destructie (t.g.v. verdwijnen macrofyten) (STOWA, 1998b). In aquatische ecosystemen zijn geen specifieke indicatorsoorten aan te wijzen die representatief zijn voor stress van alle insecticiden. In het algemeen zijn vertegenwoordigers van Cladocera, Amphipoda, Isopoda, Ephemeroptera, Hemiptera en Diptera het meest gevoelig. Indirecte effecten van insecticidenstress zijn de toename van algen (symptomen van eutrofiëring) en toename van minder gevoelige herbivoren (o.a. rotiferen en slakken) (STOWA, 1998c).

2.2.2. Nutriënten

Door een toename aan voedingsstoffen kunnen algen en planten sneller gaan groeien; een toename van biomassa. Doordat de nutriënten in plantmateriaal worden opgeslagen neemt de concentratie aan voedingsstoffen in het water af en neemt de pH toe. Tot op zekere hoogte zal er zich een nieuw evenwicht instellen tussen de algenproductie en -consumptie. Bij een sterkere toename kunnen de algeneters het aanbod aan algen niet aan en zullen de algen gaan overheersen.

In beschutte wateren (zoals sloten) leidt eutrofiëring veelal tot een toename van opportunistische plantensoorten zoals kroos (*Lemna* sp.). De waterkwaliteit verslechtert en er treedt ecologische verarming op. Het kroosdek leidt tot beschaduwing en een hoge productie van organische stof en daarmee tot eenzijdige watersystemen, waarin slechts enkele soorten zich kunnen handhaven (Wagemakers et al., 1997). Het kroos sterft wordt op de bodem langzaam afgebroken, omdat maar weinig macrofaunasoorten zich bij een lage zuurstofconcentratie kunnen handhaven. Als kroos niet domineert kunnen ondergedoken waterplanten zich vestigen, die een belangrijke schakel in de verwijdering van nutriënten uit het water vormen.

In open, onbeschutte wateren kan door een overmaat aan nutriënten een dominantie van hinderlijke cyanobacteriën (blauwalgen) optreden, waarbij detritus en opgelost organisch materiaal een steeds belangrijkere rol gaan spelen. Zoöplankton kan de algenbiomassa maar beperkt onder controle houden, omdat cyanobacteriën minder geschikt voedsel zijn voor de grotere crustaceën in het zoöplankton. Grote zoöplanktonsoorten zullen verdwijnen uit het systeem en worden vervangen door kleinere soorten die hoofdzakelijk van detritus en kleine algen leven (Stowa, 1998a). Bacteriën die afsterven vormen een opwoelbare sliblaag op de bodem, waardoor nutriënten weer gemakkelijk beschikbaar komen en het water troebel wordt.

2.3. Werking bufferstroken

In het kader van dit project zijn vooral bemestings- en spuitvrije zones en terrestische bufferstroken relevant. Bij de bemestings- en spuitvrije zone wordt een strook landbouwgewas langs de watergang niet bemest of bespoten met gewasbeschermingsmiddelen. Bij terrestische bufferstroken is de strook niet begroeid met landbouwgewassen maar ligt braak, is ingezaaid (bijv. gras, kruiden, hennep) of beplant met bomen en struiken. De bufferstrook kan effect hebben op de transportroutes van gewasbeschermingsmiddelen en meststoffen.

via de lucht

Het transport via de lucht wordt op verschillende manieren beïnvloed. De eerste manier, wegverlenging, is vooral van belang bij bufferstroken waarop gras of lage kruiden groeien. Doordat de weg die een stof moet afleggen tot het water wordt verlengd slaat de stof neer voordat deze het slootsysteem kan bereiken. Bij bufferstroken beplant met hogere gewassen speelt vooral filtering een belangrijke rol. Hogere planten filteren de lucht waardoor de inwaaiing van gewasbeschermingsmiddelen, mest of ammoniak in het oppervlaktewater wordt voorkomen (STOWA, 1998a). Beplantingen kunnen tevens de lokale windsnelheid wat verlagen, waardoor meer nutriënten en gewasbeschermingsmiddelen in de bufferstrook neerslaan. In de bufferstrook zelf zal accumulatie van stoffen plaatsvinden. Daardoor is het risico aanwezig dat een deel van de stoffen alsnog via andere transportroutes in het watersysteem terechtkomt. De stoffen kunnen ook in de bufferstrook worden vastgelegd. Met name stikstof wordt door planten opgenomen en fosfaat en gewasbeschermingsmiddelen worden gebonden aan bodemdeeltjes.

via het (grond)water

De nutriëntenvracht die uiteindelijk in het water terechtkomt, is onder meer afhankelijk van:

- de concentratie van nutriënten in de verschillende bronnen (begin van de route);
- de hoeveelheid water waarin de nutriënten vervoerd worden (afvoer van overtollig regenwater, afvoersnelheid van verschillende transportroutes);
- de processen die zich op of in de bodem afspelen tijdens het afleggen van de route.

Factoren die de werking van een bufferstrook bepalen zijn vooral de breedte, het vegetatietype en de karakteristieken van de bodem. Fysische processen zijn verantwoordelijk voor de vermindering van de nutriëntenvracht uit afspoelend regenwater. Bij hevige regenval kan water oppervlakkig afspoelen naar de sloot. Uit het water dat via de bufferstrook afspoelt worden partikels gefilterd en het sediment dat door het water wordt meegevoerd kan in de bufferstrook neerslaan, omdat de stroomsnelheid van het passerende water afneemt. Infiltratie is het belangrijkste proces voor de reductie van oppervlakkige afstroming.

Behalve infiltratie van het afspoelend water (met daarin opgelost en/of particulier materiaal) zijn fysische, chemische en biologische processen in de bodem verantwoordelijk voor verwijdering of nalevering van nutriënten (STOWA, 1998a). Deze processen spelen niet alleen in de bufferstrook, maar vinden algemeen plaats in bodems als gevolg van de uitwisseling van water met bodem, levende planten en de atmosfeer. De belangrijkste bodemprocessen zijn: nitrificatie, denitrificatie, vervluchtiging (alleen stikstof), opname van nutriënten door planten (assimilatie/immobilisatie), mineralisatie en adsorptie/desorptie. Welke processen optreden en de mate waarin is afhankelijk van de vorm waarin de nutriënten aanwezig zijn in de bodem en/of het bodemvocht. Slechts enkele processen leiden tot een definitieve verwijdering van stikstof en fosfaat uit het systeem:

- denitrificatie: nitraat wordt omgezet in stikstofgas. Dit gas vervluchtigt naar de atmosfeer;
- opname van nutriënten door planten, waarna het plantmateriaal geoogst wordt. Het afvoeren van het maaisel leidt tot verwijdering van nutriënten;
- vervluchtiging van NH_3 : dit proces treedt in zeer beperkte mate op aangezien het evenwicht tussen ammoniak en ammonium meer aan de kant van ammonium ligt.

Denitrificatie en opname van voedingsstoffen (stikstof en fosfaat) door planten in combinatie met het oogsten van planten zijn de meest duurzame verwijderingprocessen. Voor fosfaat speelt ook de opname aan het bodemcomplex een belangrijke rol. In natte bufferstroken met een natuurlijk waterpeilverloop is in de winter denitrificatie het belangrijkste reductieproces. De grondwaterstand is dan relatief hoog, wat leidt tot anaërobe bodems, hetgeen gunstig is voor de denitrificatie. In de zomer resulteert de lage grondwaterstand in meer aërobe bodems, waarin denitrificatie nauwelijks optreedt. Bij een 'omgekeerd' peilverloop, met hoge standen in de zomer en lage in de winter, zal denitrificatie juist vooral in de zomer kunnen optreden. Opname door planten is vooral zomers van belang. De zomer is het groeiseizoen voor de meeste planten, wat betekent dat de vastlegging van nutriënten dan optimaal is. Droge bufferstroken functioneren vooral door het vastleggen van stikstof en fosfaat in planten.

Een kritische factor voor het functioneren van bufferstroken is de contacttijd van de stoffen met de biologisch actieve bodem- en strooisellaag in de bufferstrook (STOWA, 1998a). Hevige regenval zorgt bijvoorbeeld voor piekafvoeren waarbij het overgrote deel van het regenwater via afspoeling en ondiepe uitspoeling wordt afgevoerd. De verblijftijd van het water in de buffer is in dat geval minimaal. In Nederland wordt afspoelend en ondiep uitspoelend water vaak versneld afgevoerd via drains. Drainage en diepe uitspoeling omzeilen de bufferstrook, waardoor de bufferstrook op deze transportroutes géén invloed heeft.

Voor ecologisch rendement gaat het niet alleen om de mate van reductie, maar ook om de grootte van de resterende belasting van gewasbeschermingsmiddelen, stikstof en fosfaat die vanuit de bufferstrook het oppervlaktewater bereikt. Voor veel stoffen is niet bekend hoe laag deze concentraties moeten zijn voor een duurzame instandhouding van levensgemeenschappen in het watersysteem. Tevens dient rekening te worden gehouden met de overige bronnen (bijv. inlaat van gebiedsvreemd water) en belastingen op het betreffende oppervlaktewater. Dit vereist inzicht in de totale stoffenbalans. Omdat bijna overal in Nederland lokale specifieke factoren aanwezig zijn is het moeilijk een directe relatie te leggen tussen de bufferstroken en het ecologische effect in het water.

Enkele resultaten van onderzoeken naar de effectiviteit van bufferstroken (STOWA, 1998a)

De onderzoeken hebben onder meer betrekking op bufferstroken langs beken, maar niet specifiek over bufferstroken langs sloten.

- Langs landbouwpercelen die natuurlijk draineren via aangrenzende weinig tot niet gedraineerde oeverstroken is de nitraatbelasting van de beek tot praktische nul gereduceerd.
- De invloed van de breedte van de bufferstrook (4,5m en 9m) op de hoeveelheid meststoffen die uitspoelen naar het oppervlaktewatersysteem is beperkt. De resterende belasting vanuit deze stroken is niet laag genoeg met het oog op de gestelde normen.
- De abundantie van macro-evertebraten en soortenrijkdom waren significant hoger in beken met bufferstroken (30 m breed). Ook soortenrijkdom en diversiteit van de visfauna vertoonden significante verschillen. Bufferstroken beschermen de beek tegen nadelige effecten van landbouwkundig gebruik; verrijking met sediment en nutriënten, veranderde hydrologie en verandering in habitats.
- De aquatische macrofauna- en visgemeenschappen in rivieren blijken indirect gecorreleerd te zijn met de aanwezigheid en kwaliteit van bufferstroken. De effecten van bufferstroken op deze gemeenschappen verloopt via andere factoren, zoals verandering in habitats.

3. WERKWIJZE FLANKEREND ONDERZOEK 1996 - 1998

Dit hoofdstuk beschrijft de werkwijze van het flankerend onderzoek bij aangepast (perceels)randenbeheer dat is uitgevoerd in de periode 1996 - 1998. Beschreven worden de methoden van beoordeling en analyse van de resultaten en de keuze van meetlocaties. Ten slotte wordt per project aangegeven op welke aspecten of karakteristieken resultaten verwacht kunnen worden op grond van de genomen maatregelen.

3.1. Methoden van bemonstering, beoordeling en analyse

Het flankerend onderzoek richt zich op het effect van aangepast (akker)randenbeheer op de ecologische kwaliteit van de aangrenzende sloten. Indien mogelijk is bij elk meetpunt met aangepast randenbeheer een referentiepunt zonder aangepast beheer gezocht in een vergelijkbare sloot in hetzelfde watersysteem.

De bemonstering van de ecologische waterkwaliteit is uitgevoerd volgens de STOWA ecologische beoordelingsmethode voor sloten. Hiervoor zijn in de periode 1996 - 1998 jaarlijks de macrofauna, vegetatie en epifytische diatomeeën bemonsterd. Daarnaast zijn gedurende deze periode de voor de beoordeling benodigde fysisch-chemische parameters bemonsterd.

ecologische beoordeling

Het ecologisch beoordelingssysteem voor sloten (STOWA 1993) is gebaseerd op het bestaan van verschillende beïnvloedingsfactoren die sturend zijn voor de samenstelling van de levensgemeenschap in sloten. Veranderingen in een bepaalde factor leiden tot veranderingen in het voorkomen van specifieke, aan die factor gerelateerde, planten- of diersoorten. Het beoordelingssysteem maakt gebruik van meerdere biotische componenten van het waterecosysteem: hogere planten (macrofyten), macrofauna en epifytische diatomeeën.

De soortveranderingen blijken niet in alle wateren van een watertype gelijk te zijn, zodat een typologische onderverdeling in subtypen of typologische varianten noodzakelijk is. Voor sloten zijn zes verschillende typologische varianten onderscheiden: klei-, zand- en veensloten, licht brakke, brakke en zure sloten.

Het water staat bloot aan verschillende processen die van invloed zijn op de ecologische kwaliteit. Voorbeelden zijn eutrofiëring, saprobiëring, verzuring en verzilting. Daarnaast zijn ook de inrichting en het beheer van grote invloed op de kwaliteit van een watersysteem. Per typologische variant zijn verschillende beïnvloedingsfactoren relevant. Daarnaast verschilt de uitwerking die een beïnvloedingsfactor op de aquatische levensgemeenschap heeft voor wateren van verschillende typologische varianten. Het STOWA-ecologisch beoordelingssysteem kent daarom voor elk watertype en typologische variant een toetsingskaart om het ecologisch niveau te bepalen. Om de effecten van beïnvloedingsfactoren (bijvoorbeeld eutrofiëring) te beschrijven maakt de methode gebruik van karakteristieken van het ecosysteem (bijvoorbeeld trofie). Een karakteristiek beschrijft op geabstraheerde wijze het effect van een bepaalde beïnvloedingsfactor op het ecosysteem. Soorten kunnen kenmerkend zijn voor één of meerdere karakteristieken. In aanvulling op de biologische resultante van de inwerking van beïnvloedingsfactoren wordt voor sommige watertypen ook gebruik gemaakt van abiotische kenmerken en maatstaven. De beoordeling van de voorlopige karakteristiek toxiciteit (gebaseerd op de relatieve abundantie van voor bestrijdingsmiddelen gevoelige macrofaunasoorten) is indicatief meegenomen.

In de ideale situatie wordt het fysisch slootmilieu gekenmerkt door een bepaalde mate van variabiliteit. Het bodemsubstraat bestaat uit een zeker patroon van verschillende korrelgroottefracties. Ook het slootprofiel is gevarieerd: flauwere taludhellingen afgewisseld met steilere. Door deze variabiliteit in de vaste component is het aantal microhabitats groot, wat leidt tot een gevarieerde samenstelling van de (aquatische) levensgemeenschap. De chemi-

sche samenstelling van het water in zandsloten is arm aan organisch materiaal en nutriënten. Het water in klei- en veensloten is van nature voedselrijker.

Voor de beoordeling is het computerprogramma EBEOSLO onder BeVer (Beoordelings- en Verwerkingsprogrammatuur water, versie 1.6; RIZA/STOWA, 1997) gebruikt.

aanvullende analyses

In aanvulling op de toetsing met het ecologisch beoordelingssysteem voor sloten zijn enkele nadere analyses uitgevoerd: berekeningen van de diversiteitsindex (D.I. van Margalef) en de similariteitsindex (Jaccard's Index). Met de analyses is geprobeerd het volgende in beeld te brengen:

- mogelijke verschillen in de samenstelling van de slootlevensgemeenschappen die niet met de ecologische beoordelingsmethode voor sloten naar voren zijn gekomen;
- de verhouding tussen de locaties onderling (zowel de meet- als de referentielocaties);
- de ontwikkelingen van de meetlocaties in de tijd.

Aangezien op de onderzoekslocaties slechts in zeer beperkte mate macrofyten voorkwamen, is ervoor gekozen in de aanvullende analyses alleen gebruik te maken van de diatomeeën- en macrofaunagegevens.

diversiteitsindex

Op basis van de soortenlijsten van diatomeeën en macrofauna zijn diversiteitsindices berekend volgens Margalef. Deze diversiteitsindex is een maat voor het aantal aangetroffen soorten per locatie ten opzicht van het aantal aangetroffen individuen (drie soorten in een monster van 1000 individuen geeft een lagere diversiteitsindex dan drie soorten bij tien aangetroffen individuen). Deze index maakt een betere vergelijking van de diversiteit van levensgemeenschappen tussen verschillende locaties mogelijk.

$$\text{Diversiteitsindex Margalef } D.I. = (S-1) / \ln(N)$$

D.I. = Diversiteitsindex

S = Aantal soorten

N = Aantal individuen

similariteitsindex

Om per locatie de similariteit tussen levensgemeenschappen te bepalen tussen de meet- en referentielocatie en tussen 1996, 1997 en 1998, is voor diatomeeën en macrofauna de Jaccard's index berekend op basis van de soortenlijsten (Boyle et al., 1990). Hierbij zijn de soortenlijsten kritisch bekeken. Nymfen, larven en adulten van één soort (aparte codering in soortenlijsten) zijn bij de berekening van de index samengevoegd.

$$\text{Jaccard's index } J.I. = 100 * S_c / (S_i + S_j)$$

J.I. = Jaccard's Index

S_c = aantal overeenkomende soorten

S_i, S_j = aantal soorten in levensgemeenschap *i* en *j*

De levensgemeenschappen op de meetpunten in 1996, 1997 en 1998 zijn op de wijze onderling vergeleken op soortensamenstelling. Bij identieke levensgemeenschappen zou de Jaccard-index de waarde 50 hebben. Hoe lager de Jaccard-index, des te geringer de similariteit tussen de levensgemeenschappen. Daarnaast is de index berekend per locatiepaar (meetlocatie en bijbehorende referentielocatie).

3.2. Keuze meetlocaties

Het project is gestart als aanvulling op het IKC-demonstratieproject perceelsrandenbeheer en zou daarom plaatsvinden op (een deel van) de aan dit project deelnemende bedrijven. In 1995 bleek echter dat de landbouwbedrijven die meewerken aan dit project voor het overgrote deel het aangepaste randenbeheer in de vorm van "roulerende braak" toepasten, waarbij een akkerrand slechts één jaar braak ligt. In overleg met STOWA is besloten dat deze vorm van randenbeheer ongeschikt is voor het monitoren van effecten op de slootkwaliteit, omdat de ecologische effecten naar verwachting niet binnen één jaar meetbaar zijn.

Vervolgens bleek in 1995 dat de sloten langs de percelen met niet-roulerend braak uit het IKC-demonstratieproject slechts in zeer geringe mate watervoerend waren. Voor het monitoren van de slootkwaliteit zijn ook deze daarom minder geschikt. Daarom is besloten om voor het flankerend onderzoek te zoeken naar andere lopende projecten gericht op aangepast randenbeheer. Hieruit zijn vijf projecten met geschikte locaties geselecteerd:

- "Bewust boeren voor een schone Maas" in Oost-Brabant;
- "Bergambacht" in de Krimpenerwaard, Zuid-Holland;
- "Zonnestraal" op Schouwen-Duiveland, Zeeland;
- "Bollenlanden" in Rijnland, Zuid-Holland;
- "Biddinghuizen" in Flevoland.

Het project in Bergambacht betreft geen randenbeheer in akkerbouwgebied, maar in weidegebied. Vanwege het geringe aantal projecten in akkerbouwgebied waarin watervoerende sloten aanwezig waren, is besloten Bergambacht mee te nemen in het flankerend onderzoek.

Hierna zijn elk van de deelnemende projecten en de daar gelegen meetpunten kort omschreven. In tabel 3.1. zijn de belangrijkste kenmerken per project samengevat.

Tabel 3.1. Belangrijkste kenmerken per deelproject

	1. Schone Maas	2. Bergambacht	3. Zonnestraal	4. Bollenland	5. Biddinghuizen
Water-beheerder	WS de Aa	ZS Hollandse Eilanden en Waarden	WS Zeeuwse Eilanden	HH Rijnland	HH Fleverwaard
Aantal locaties	4	6+6 ref	2+2 ref	3	3+1
Teelttype	snijmaïs	Grasland	akkerland/ grasland	bloembollen	Akkerland (wisselende teelt)
Randbeheer	deels 1,5 meter	0,6 - 1,8 m (gem. 0,4 m)	9 meter, 1-zijdig	1,5 meter	6 meter, 1/2-zijdig
Projectdoel	reductie bestrijdingsmiddelen en meststoffen	Reductie meststoffen	reductie bestrijdingsmiddelen en meststoffen	reductie bestrijdingsmiddelen	reductie bestrijdingsmiddelen
Sloottypen (STOWA)	zandsloten	Veensloten	(zwak) brakke sloten of kleisloten	zandsloten	klei- of zandsloten

3.2.1. Project "Bewust boeren voor een schone Maas"

coördinatie project	: projectbureau Noordbrabantse Christelijke Boerenbond (NCB)
waterbeheerder	: Waterschap de Aa
doel	: reductie bestrijdingsmiddelen en meststoffen
looptijd	: 1995 - 1998
grondsoort	: zand
teelt	: snijmaïs en grasland

Dit is een project van melkveehouders in Someren-Eind (Noord-Brabant) gericht op een reductie van de uitstoot van bestrijdingsmiddelen en meststoffen uit de landbouw naar het, op de Maas afwaterende, oppervlaktewater. Het project is opgestart door VEWIN, Waterbedrijf Europoort, de Noord-Brabantse Christelijke Boerenbond, de provincie Noord-Brabant en de Oost-Brabantse Waterschappen. Het is een voorbeeldproject in het kader van de aanpak van diffuse lozingen op oppervlaktewater van probleemstoffen voor drinkwater.

De deelnemende veehouders hebben de cursus 'optimalisering bemesting en gewasbescherming' gevolgd. Maatregelen die op grond daarvan genomen zijn bestaan uit het afstellen van kunstmeststrooiers, mechanische onkruidbestrijding en spuitvrije zones. In 1995 heeft het accent gelegen op een vermindering van het gebruik van bestrijdingsmiddelen en meststoffen en nauwelijks op slootkantenbeheer. Vanaf 1996 doet een groter aantal bedrijven mee (ook akkerbouwers) en is er meer nadruk op slootkantenbeheer. SC-DLO volgt in het project de kwaliteit van het oppervlaktewater via actieve biomonitoring: agarbolletjes met plankton, fluorescentiemetingen in waterpest, eendenkroostellingen en uithangen van objectglaasjes. Dit onderzoek wordt uitgevoerd in een kavelsloot langs een snijmaïspaneel met een teelt- en spuitvrije zone van 1,5 meter (het huidige schouwpad).

Het flankerend STOWA-onderzoek is uitgevoerd op een meetpunt bij de uitstroom van de proefsloten van SC-DLO. Daarnaast is het flankerend onderzoek uitgevoerd op drie (reguliere) meetpunten van de waterbeheerder (Waterschap de Aa) in (hoofd)-waterlopen van het projectgebied. Langs elk van deze (of daarin uitmondende) waterlopen liggen verschillende aan het project deelnemende bedrijven (snijmaïs en grasland). Omdat de deelname van de bedrijven in het projectgebied in de loop van de onderzoeksperiode kan variëren, zijn geen referentielocaties aanwezig.

3.2.2. Project "Bergambacht"

coördinatie project	: Zuiveringsschap Hollandse Eilanden en Waarden
waterbeheerder	: Zuiveringsschap Hollandse Eilanden en Waarden
doel	: reductie meststoffen
looptijd	: 1996 - 2006
grondsoort	: veen
teelt	: grasland

In het Zuid-oosten van de Krimpenerwaard werken 8 partijen samen in het project 'samen naar schoon water in peilgebied Bergambacht'. Doel is de verbetering van de waterkwaliteit in de typisch Hollandse poldersloten. De locaties voor het flankerend onderzoek ('project Bergambacht') maken ook onderdeel uit van dit project. Het doel van het project Bergambacht is het vaststellen van het effect van niet meemesten van de perceelsrand op de waterkwaliteit van de sloot. Aan het project doen zes bedrijven in de omgeving van Bergambacht mee. Bij elk bedrijf worden de randen langs een sloot deels beiden wel bemest en deels beiden niet bemest. Het proefstation Rundveehouderij doet een flankerend onderzoek naar de opbrengstderiving ten gevolge van de maatregelen.

Voor het flankerend STOWA-onderzoek zijn op zes plaatsen in de polder Bergambacht meetlocaties met niet bemeste randen gekozen in kavelsloten. Bij elke meetlocatie bevindt zich

een (bovenstroomse) referentie in dezelfde sloot waar de randen wel bemest worden. De precieze ligging van de meet- en referentielocaties zijn weergegeven in Bijlage I. In de locatienummering (BA) zijn de meetpunten aangeduid met 'a' en de referentiepunten met 'b' (KOP-nummers: oneven zijn meetpunten, even referentiepunten).

3.2.3. Project "Zonnestraal"

coördinatie project : vereniging van agrariërs 'Zonnestraal'
waterbeheerder : Waterschap Zeeuwse Eilanden
doel : reductie bestrijdingsmiddelen en meststoffen
looptijd : 1995 - 1997
grondsoort : zavel/klei
teelt : akkerbouw/grasland

Het project natuurbraak 'Zonnestraal' is opgestart door een aantal agrariërs op Schouwen-Duiveland als weerwoord van de landbouw op natuurclaims. In totaal doen $\pm$ 22 bedrijven mee. Perceelsranden van 9 meter breed worden niet bespoten, niet bemest en ingezaaid met een bloemenmengsel of 2-jarige cultuurgewassen (rammenas, mosterd, kamille, phase-lia). Op basis van het eerste jaar (1995) is het draagvlak voor het project in de streek vergroot. Het project heeft ook recreatieve perspectieven (fietsroute). Vanaf 1996 wordt het project uitgebreid naar de lager gelegen polder Prunje.

Het project is gesubsidieerd door LNV. Met financiële steun van het provinciaal Milieufonds hebben alle deelnemers kantdoppen gekregen om drift te verminderen. Het Waterschap Zeeuwse Eilanden bemonsterde de flankerende sloten op bestrijdingsmiddelen. In 1998 is de subsidie voor het project Zonnestraal weliswaar gestopt, maar zijn de deelnemers door-gegaan met het randbeheer. De locaties konden daarom ook in het laatste jaar van het flankerend onderzoek nog mee blijven doen.

Voor het flankerende STOWA-onderzoek zijn in dit project twee meetlocaties en twee referentielocaties geselecteerd, waarvan de ligging weergegeven is in Bijlage I. De bodem bij de locatie Zonnestraal (ZS1a en ZS1b) bestaat uit lichte zavel op grof zand. De perceelsranden langs de noordzijde van de Noord Bosweg (kopse kant van de percelen) hebben allemaal een aangepast beheer. Aan de andere zijde van de weg liggen geen perceelsranden met aangepast beheer langs de sloot. In deze sloot is de referentielocatie gesitueerd. De bodem op de locatie Prunje bestaat uit klei op veen. De aangrenzende percelen worden vooral als grasland gebruikt. De percelen met aangepast randbeheer liggen afwisselend aan de noord- en zuidzijde van de Tellersweg, waardoor langs beide wegsloten een niet aaneengesloten beheersvorm aanwezig is. Ook zijn de sloten geen kopsloten, maar wordt water doorgevoerd wat deels ernstig vervuild is (peenwasserij, afsputplaats). In Prunje is sprake van zoute kwel.

3.2.4. Project "Bollenlanden"

coördinatie project : Hoogheemraadschap van Rijnland
waterbeheerder : Hoogheemraadschap van Rijnland
doel : reductie bestrijdingsmiddelen
looptijd : vanaf 1996
grondsoort : zand
teelt : bloembollen

In de bloembollenteelt is in een landelijk convenant afgesproken dat vanaf 1 september 1996 langs sloten een spuit- en bollenrijke zone van 1,5 meter wordt aangehouden. Dit maakt het mogelijk de effecten van emissiereducerende maatregelen op het slootmilieu te monitoren. Het Hoogheemraadschap van Rijnland gaat deze effecten onderzoeken in een gebiedsgericht bestrijdingsmiddelenonderzoek in de Hoogeveense polder en de Noordzijder-

polder. In augustus 1996 is de nulsituatie (zonder emissiereductie) beoordeeld. In de jaren daarna wordt een verbetering verwacht.

Het flankerend STOWA-onderzoek betreft de locaties ROP05307, ROP05308 en ROP25525 van het meetnet oppervlaktewater van het Hoogheemraadschap Rijnland. De ligging van deze locaties is weergegeven in Bijlage I.

3.2.5. Project "Biddinghuizen"

coördinatie project	: Federatie Biddinghuizen, Stichting Agrotransfer
waterbeheerder	: Heemraadschap Fleverwaard
doel	: reductie drift van bestrijdingsmiddelen
looptijd	: 1996 - 1998
grondsoort	: klei op zand
teelt	: akkerbouw

Het demonstratie- en bewustwordingsproject 'Effecten van perceelsrandenbeheer op bedrijfsvoering, oever en watersysteem' in Biddinghuizen is gericht op onderzoek naar perceelsranden, oever- en waterkwaliteit in het agrarisch gebied. Een zestal agrariërs verenigd in de Federatie Biddinghuizen vormen de deelnemende bedrijven. Het initiatief komt uit de groep zelf. In het project zijn contractuele afspraken gemaakt over spuit- en mestvrije zones langs de sloten en over het uitvoeren van onderzoek naar de effecten hiervan.

Het Heemraadschap Fleverwaard monitort de fysisch-chemische waterkwaliteit en de drift in dit project. Voor de driftmetingen informeren de deelnemers het heemraadschap wanneer bespuitingen plaats zullen vinden, zodat tijdens het spuiten gemeten kan worden. De uitvoering van het randenbeheer wordt verzorgd door Agrotransfer, een bedrijf dat verbonden is aan de Agrarische Hogeschool in Dronten. Er wordt geëxperimenteerd met verschillende vormen van randenbeheer (breedte strook, vanggewas), die geëvalueerd gaan worden wat betreft driftreductie (bestrijdingsmiddelen) en agrarische inpasbaarheid. Inmiddels is er een teelthandleiding uitgebracht door stichting Agrotransfer.

Het flankerend STOWA-onderzoek is uitgevoerd bij drie deelnemende bedrijven met sloten die gedurende het gehele jaar waterhoudend zijn. Het betreft in alle gevallen door kwel gevoede kavel-kopsloten. De sloten zijn allen goed vergelijkbaar in dimensie. Bij één bedrijf is een geschikte referentie aanwezig (voor de ligging van de locaties wordt verwezen naar Bijlage I).

3.3. Verwachte resultaten

Het flankerend onderzoek is opgezet omdat op basis van onder meer literatuurgegevens verwacht mag worden dat aangepast randenbeheer een positief effect heeft op de ecologische slootkwaliteit. Omdat de deelnemende projecten verschillen in doel en beheersvorm is in deze paragraaf aangegeven welke resultaten op voorhand verwacht zijn. In hoofdstuk 4 kunnen de gemeten resultaten aan deze hypothesen getoetst worden.

Bewust boeren voor een schone Maas

Het flankerend onderzoek in dit project richt zich op het meten van een verbetering van de ecologische waterkwaliteit van het oppervlaktewater dat vanuit het gebied richting de Maas stroomt. Door de maatregelen wordt in de ecologische beoordeling een effect verwacht in de karakteristieken trofie en toxiciteit. Een verbetering op deze aspecten kan naar verwachting gepaard gaan met een verhoging van de diversiteit van de levensgemeenschap.

Bergambacht

In Bergambacht monitort het flankerend onderzoek het effect van het niet meemesten van slootranden in de tijd (1996 - 1998) en in de ruimte (meet- versus referentielocaties). In de

ecologische beoordeling wordt een effect verwacht in de karakteristiek trofie. Dit kan naar verwachting gepaard gaan met een verhoging van de diversiteit van de levensgemeenschap.

Zonnestraal

Het flankerend onderzoek richt zich in Zonnestraal op het meten van een verbetering van de ecologische waterkwaliteit. Door de maatregelen wordt een effect verwacht in de karakteristieken trofie en toxiciteit.

Bollenland

In Bollenland monitort het flankerend onderzoek het effect van het convenant met de bollenteelt op de ecologische waterkwaliteit in de tijd. De meting van 1996 betreft de uitgangssituatie, in 1997 en 1998 wordt een effect verwacht in de karakteristiek toxiciteit.

Biddinghuizen

In Biddinghuizen zijn de maatregelen gericht op een vermindering van de belasting van het water in de sloten met bestrijdingsmiddelen. Daarom wordt een verbetering verwacht in de karakteristiek toxiciteit. De verbetering kan optreden in de loop van de periode van drie jaar of waarneembaar zijn door verschillen tussen de meet- en referentielocatie.

4. EFFECTEN AANGEPAST RANDENBEHEER IN SLOOTSYSTEMEN

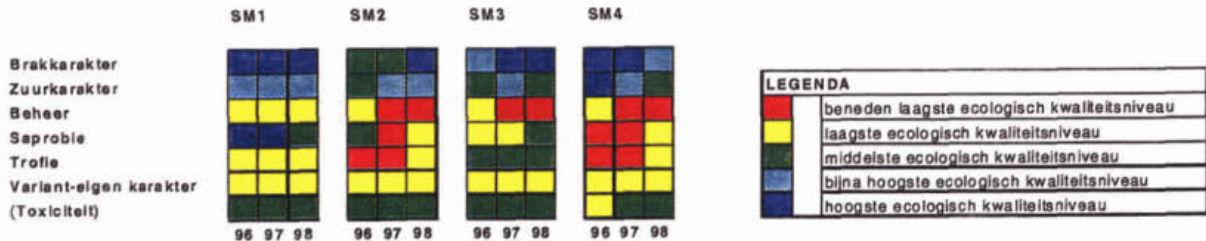
In dit hoofdstuk zijn de resultaten van het flankerend onderzoek aangepast randenbeheer over de periode 1996 - 1998 beschreven. Van elk project worden achtereenvolgens de resultaten van de ecologische beoordeling en de nadere analyse besproken. Tenslotte wordt gezocht naar een algemene trend in de resultaten. Een uitgebreide bespreking van de resultaten is opgenomen als Bijlage II.

4.1. Samenvatting resultaten deelprojecten

Schone Maas

In het project bewust boeren voor een schone Maas zijn de maatregelen gericht op een verbetering van de trofietoestand en toxiciteit van het water in de sloten. De verbetering kan optreden gedurende de periode van drie jaar. Er zijn geen referentielocaties. De situatie in 1996 vormt het uitgangspunt ten opzichte waarvan de resultaten van de volgende twee jaren worden vergeleken. Over het hele project bezien springt locatie SM1 er uit door de relatief goede kwaliteit (geen beneden-laagste niveau), zij het dat er van 2 van de 3 jaren geen diatomeeëngegevens beschikbaar waren. Op de locaties SM2 en SM4 verslechtert de karakteristiek beheer en verbeteren de trofie- en de saprobietoestand, hoewel deze nog steeds op het laagste niveau blijft. SM3 valt op door een sterke daling in diversiteit voor diatomeeën. De samenstelling van de vegetatie is tijdens de meetperiode niet veranderd.

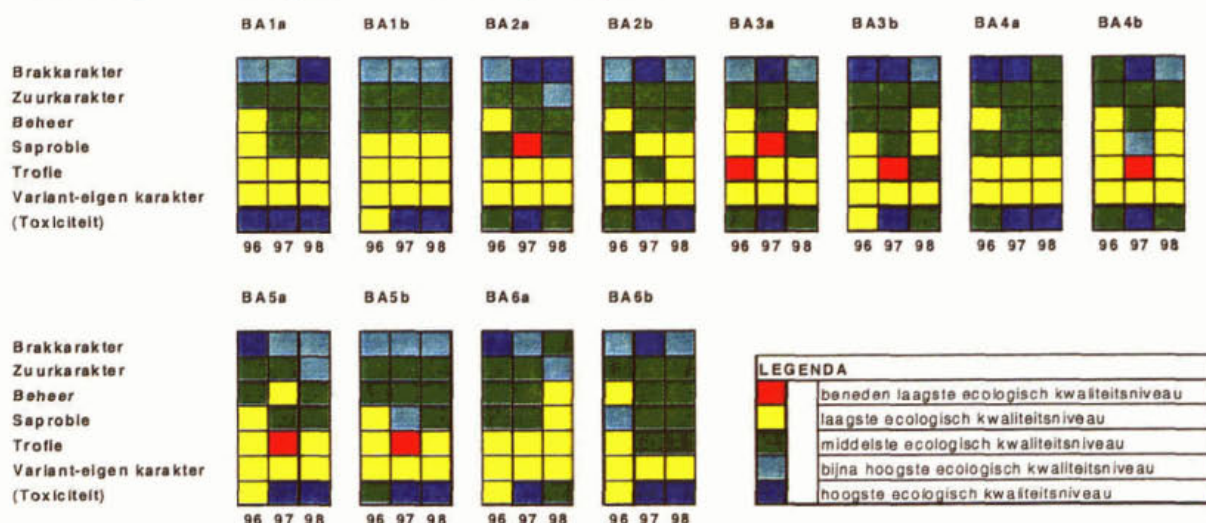
Afbeelding 4.1. Ecologische beoordeling "Schone Maas"



Bergambacht

In Bergambacht zijn de maatregelen gericht op een verbetering van de trofietoestand in het water. De verbetering kan optreden tussen meet- en referentielocatie of gedurende de periode van drie jaar. In de onderzochte sloten in Bergambacht heeft de macrofaunagemeenschap sinds 1997 over het algemeen een hogere diversiteit gekregen. Hierbij is geen duidelijk verschil tussen meet- en referentielocaties: het aangepaste randenbeheer heeft blijkbaar een uitstraling naar de gehele sloot. In de score van de karakteristiek trofie van de ecologische beoordeling is de verbetering niet terug te vinden. De vegetatie op de locaties is tijdens de meetperiode nauwelijks veranderd: in sommige sloten overheersen kroossoorten en in andere submerse soorten.

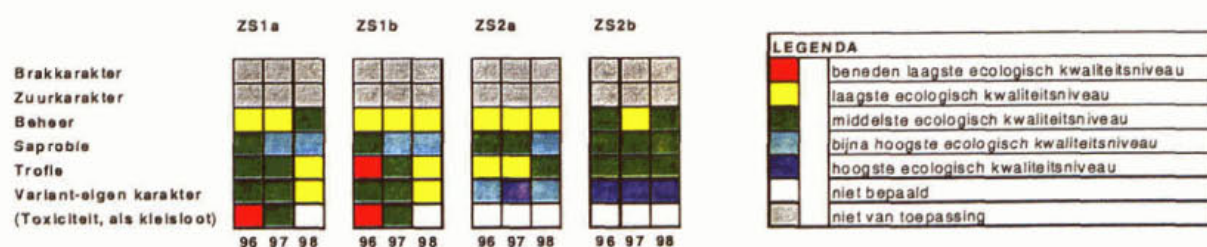
Afbeelding 4.2. Ecologische beoordeling "Bergambacht"



Zonnestraal

In het project Zonnestraal zijn de maatregelen gericht op een verbetering van de trofietoe-stand en toxiciteit van het water in de sloten. De verbetering kan optreden tussen meet- en referentielocaties of gedurende de periode van drie jaar. Door regelmatig droogvallen van de meetsloten zijn de onderstaande resultaten gebaseerd op een onvolledige gegevensset. De locaties in de polder Prunje hebben een betere ecologische kwaliteit dan de locaties Zon- nestraal. Bij Zonnestraal is de karakteristiek trofie op de meetlocaties in 1996 en 1997 beter beoordeeld dan in dezelfde jaren op de referentielocatie. In 1998 was dit verschil verdwe- nen. Door de frequente droogval van de sloten bestaat de vegetatie op beide locaties alleen uit oeverplanten, voornamelijk Riet en Fioringras. De toetsingsresultaten voor Zonnestraal kunnen een wat vertekend beeld geven door onvolledige basisgegevens in verband met het droogvallen van de sloten.

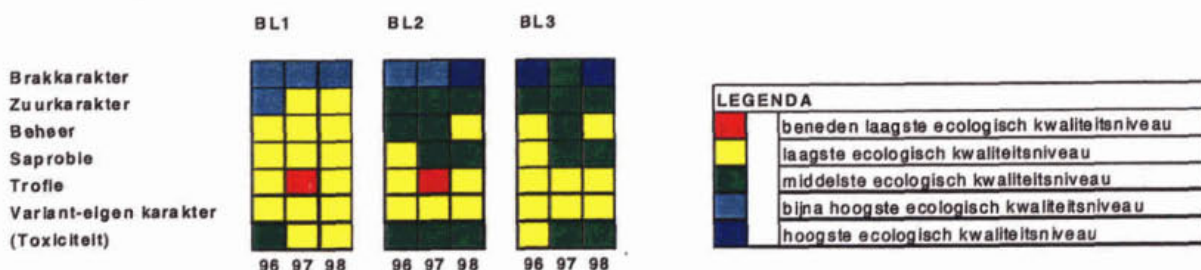
Afbeelding 4.3 Ecologische beoordeling "Zonnestraal"



Bollenlanden

In het project Bollenland zijn de maatregelen die zijn afgesproken in het convenant met de bollenteelt gericht op reductie bestrijdingsmiddelen in het slootwater. De verbetering van de waterkwaliteit zou moeten optreden in de loop van de periode van drie jaar. De situatie in 1996 vormt de uitgangssituatie. Er zijn geen referentielocaties. Een verbetering van het eco- logisch kwaliteitsniveau voor toxiciteit is alleen waargenomen op locatie BL3 zien. Op de locaties BL1 en BL2 blijft de ecologische kwaliteit min of meer gelijk.

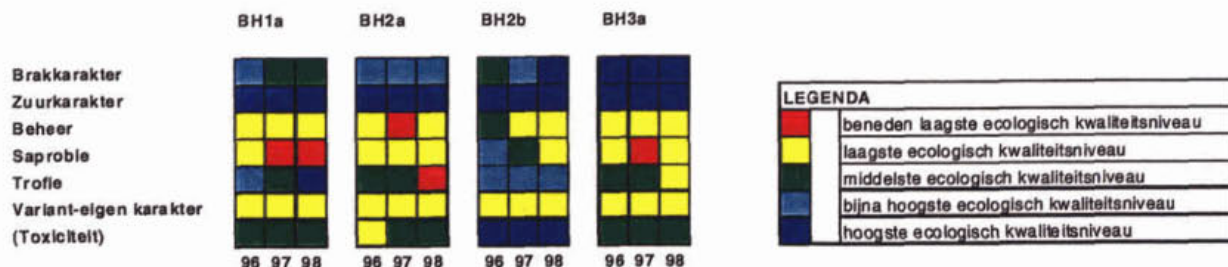
Afbeelding 4.4. Ecologische beoordeling "Bollenlanden"



Biddinghuizen

In het project Biddinghuizen zijn de maatregelen gericht op een vermindering van de belasting van het water in de sloten met bestrijdingsmiddelen. De verbetering kan optreden in de loop van de periode van drie jaar of in de ruimte waarneembaar zijn in het meet- en referentielocatie-koppel. Er kan geen duidelijke verbetering worden geconstateerd voor de karakteristiek toxiciteit. Opvallend is dat zowel op locatie BH1a als BH2b de saprobietoestand verslechterd is. Op locaties BH2a en BH3a is een verslechtering van de trofietoestand waargenomen.

Afbeelding 4.5. Ecologische beoordeling "Biddinghuizen"



4.2. Bepalende maatstaf binnen karakteristiek trofie

Om een wat gedetailleerder inzicht te krijgen in het verloop van het ecologische kwaliteitsniveau van de karakteristiek trofie, is ter illustratie het volgende overzicht opgesteld van de klassescores:

Tabel 4.1. bepalende maatstaf trofie

Locatie	trofie (maatstaf)	1996	1997	1998
BH1a	ecologisch niveau trofie	IV	III	V
	vegetatie klasse	3	3	3
	diatomeeën klasse	2	1	-
BH2a	ecologisch niveau trofie	III	III	II
	vegetatie klasse	3	3	1
	diatomeeën klasse	1	1	-
BH2b	ecologisch niveau trofie	IV	IV	V
	vegetatie klasse	3	3	3
	diatomeeën klasse	2	2	-
BH3a	ecologisch niveau trofie	III	III	II
	vegetatie klasse	3	2	1
	diatomeeën klasse	1	2	-

Uit de tabel blijkt dat de maatstaven waaruit het ecologisch niveau voor de karakteristiek trofie wordt berekend, niet altijd hetzelfde scoren. Voor BH1a is bijvoorbeeld duidelijk dat de slechtere klasse van diatomeeën het ecologisch niveau naar beneden haalt. Er is dus nog wel enige differentiatie over de jaren heen te constateren wanneer naar de individuele maatstaven wordt gekeken.

5. CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

effecten van randenbeheer

Uit de literatuur is bekend dat uit- en afspoeling vanaf landbouwpercelen een belangrijke bron is van verhoogde trofie- en toxiciteitsniveaus in oppervlaktewater. In verschillende landbouwgebieden in Nederland wordt daarom geëxperimenteerd met aangepast randenbeheer. Bufferstroken blijken een positief effect te kunnen hebben op de oppervlaktewaterkwaliteit (STOWA, 1998A) en op de terrestrische natuurwaarde van de oevers in landbouwgebieden. Om na te gaan of dit effect ook optreedt bij randenbeheer en of dit effect ook meetbaar is in de ecologische waterkwaliteit van sloten met behulp van het STOWA beoordelingssysteem, is in de periode 1996-1998 aanvullend flankerend onderzoek uitgevoerd bij diverse lopende projecten met aangepast randenbeheer. Dit onderzoek richt zich in eerste instantie op akkerbouwgebieden, maar is uitgebreid naar veenweidegebied. Totaal zijn achttien meetlocaties en negen referentielocaties gevolgd in de periode 1996 tot en met 1998.

De resultaten van het flankerend onderzoek laten zien dat op slechts enkele meetlocaties op basis van de STOWA ecologische beoordelingsmethode positieve effecten van het aangepast randenbeheer gevonden zijn. Het gaat om zowel verschillen tussen locaties met en zonder bufferstrook, als om locaties die in de tijd gevolgd zijn. De positieve effecten (indien geconstateerd) uitten zicht in een lichte verbetering in de kwaliteit van de STOWA karakteristiek trofie en/of toxiciteit.

Effect van aangepast gebruik van bestrijdingsmiddelen op de perceelsrand op de (voorlopige) karakteristiek toxiciteit van het ecologisch beoordelingssysteem voor sloten is bijvoorbeeld waargenomen op locatie BL3 in Bollenland (nabij Noordwijkerhout) en BH2a in Biddinghuizen (Oost-Flevoland). Uit nadere analyse blijkt dat in beide gevallen tegelijkertijd sprake is van een geleidelijke toename van de diversiteit van de macrofaunagemeenschap. Er lijkt dus een relatie te bestaan tussen de STOWA beoordeling en deze andere methode van beoordelen.

Effect van aangepast gebruik van meststoffen op de perceelsrand op de karakteristiek trofie van het ecologisch beoordelingssysteem is waargenomen op locatie ZS2a in Zonnestraal (Prunje, Schouwen-Duiveland) en in minder sterke mate op de locaties SM2 en SM4 in het project Schone Maas (nabij Someren). Dit is niet duidelijk waarneembaar in een verandering van de diversiteit van de levensgemeenschap op deze locaties.

In de meeste gevallen blijft de beoordeling tijdens de drie meetjaren constant, verslechtert of fluctueert. Hiervoor zijn in enkele gevallen praktische oorzaken aanwijsbaar (verdwijnen rietstengels, schonen, droogvallen sloten). Daarnaast kon bij de locatiekeuze niet voorkomen worden dat de waterkwaliteit bij een deel van de meetlocaties beïnvloed wordt door andere factoren zoals de uit- en afspoeling en inwaaiing van de naastgelegen perceelsrand. Andere factoren dan onderzocht kunnen eventueel ook hun invloed hebben gehad. In Bergambacht is in het onderzoeksgebied niet alleen op de onderzochte locaties aangepast randenbeheer uitgevoerd, maar zijn tegelijkertijd grootschalige gebiedsgerichte maatregelen genomen. Het effect van aangepast randenbeheer op de onderzoekslocaties kan daardoor wellicht overschaduw worden en niet meer aantoonbaar zijn.

aanbevelingen

De effecten van het aangepast randenbeheer zijn (nog) niet zo groot gebleken. Wellicht zijn de heterogene proefopzet en kortere onderzoeksduur dan gepland (3 i.p.v. 4 jaar) van invloed geweest. Uit het flankerend onderzoek is duidelijk geworden dat aangepast randenbeheer in landbouwgebieden vaak niet direct leidt tot een verbetering van de ecologische kwaliteit van het slootmilieu volgens de ecologische beoordelingsresultaten van het STOWA systeem voor sloten. Toch betekent dit niet dat randenbeheer geen zin heeft. De kwaliteit van sloten

in landbouwgebieden wordt behalve door af- en uitspoeling (en inwaaiing) beïnvloed door veel, per locatie verschillende factoren, zoals inlaat van gebiedsvreemd water, drains, puntlozingen of afvoer van elders verontreinigd water. Daarnaast wordt in veel sloten jaarlijks de verlanding tegengegaan door schoningsbeheer, waardoor de aquatische levensgemeenschap zich elk jaar weer in een pionierstadium bevindt. Dit kan echter ook een voordeel zijn; een nieuwe ronde en nieuwe kansen voor een levensgemeenschap bij een wellicht verbeterde waterkwaliteit.

Het effect van randenbeheer is naar verwachting groter als tegelijkertijd maatregelen gericht op andere factoren genomen worden in een aaneengesloten watersysteem. In zulke gebiedsgerichte projecten kan aangepast randenbeheer een belangrijke rol spelen. Dit blijkt reeds in Bergambacht, waar weliswaar op de meetpunten geen effect waarneembaar is op de karakteristiek trofie, maar waar de ecologische kwaliteit van het gehele projectgebied duidelijk verbeterd is. Met aangepast perceelsrandenbeheer worden wellicht tot nu toe kleine resultaten geboekt, maar het is een relatief eenvoudige maatregel die in grotere gebieden genomen kan worden.

bruikbaarheid STOWA methode

Ecologische beoordeling volgens het STOWA-systeem voor sloten is op zich een geschikte methode om de kwaliteit van specifieke aspecten van het slootecosysteem, zoals in dit geval trofie en/of toxiciteit in beeld te brengen. Voor monitoring van relatief korte tijdreeksen, zoals de drie jaar van dit onderzoek, lijkt de methode echter minder geschikt, omdat het onderscheid tussen trend en fluctuatie niet te maken is. Enerzijds is het mogelijk dat veranderingen in het slootsysteem (nog) niet zodanig groot waren dat er letterlijk kwaliteitsklassen verschil in zat. Anderzijds traden er juist wel (op het eerste gezicht niet te verklaren) verschuivingen in kwaliteitsklassen op die een jaar later weer verdwenen waren. De incompleteheid van de basisgegevens is hier deels ook debet aan geweest.

De geschiktheid van de regionale ecologische beoordelingsmethode voor sloten in Noord- en Zuid-Holland, het Kleine Wateren-systeem, is naar verwachting niet beter. Dit systeem beoordeelt de ecologische waterkwaliteit op basis van fysisch-chemische gegevens, macrofauna en macrofyten. Uit een vergelijkend onderzoek naar ecologische beoordelingsmethoden van kleine wateren (Witteveen+Bos, 1997) blijkt dat zowel het Kleine Wateren-systeem als de STOWA-karakteristieken trofie en saprobie (voor de onderzochte bestanden) onderscheidend zijn voor de hele gradiënt van de ecologische kwaliteit. Het STOWA-systeem betreft daarbij bovendien meer soorten in de beoordeling dan het Kleine Wateren-systeem.

REFERENTIES

Boyle, P., G.M. Smillie, J.C. Anderson and D.R. Beeson, 1990.

A sensitivity analysis of nine diversity and seven similarity indices. Research Journal WP-CF, Volume 62, Number 6. pp. 749-762.

Brink, J. van den, et al.

Effects of the insecticide Dursban 4E (active ingredient chlorpyrifos) in outdoor experimental ditches: II. Invertebrate community responses and recovery

CUWVO werkgroep VI (1990).

Emissie problematiek agrarische bedrijven en bestrijdingsmiddelen: Een verkennende studie naar de emissie naar oppervlaktewater van bestrijdingsmiddelen gebruikt in de land- en tuinbouw.

Faasen, R. (1992)

Landbouwbestrijdingsmiddelen in oppervlaktewater, een situatieschets. H₂O (25). p.30.

Koeman en Blijkerk bv., 1998.

Epifytische diatomeeën op rietstengels in sloten 1998. Eindrapportage van analyses, in opdracht van Witteveen+Bos in het kader van het STOWA-project Flankerend onderzoek aangepast randenbeheer. Rapportnr. 98-42. Haren, 34 pp.

Mul, M.I., G. Slijkhuis, P.A.M. Brouwer (1996).

De waterkwaliteit en de akkerbouw op de Zuidhollandse Eilanden; de grenswaarde in zicht? H₂O (29). p.215.

RIVM (1996).

Interactions of nutrients and toxicants in the foodchain of aquatic ecosystems. RIVM-rapportnr 703715001.

RIZA (1997).

Watersysteemverkenning 1996: Verslag van de beleidsanalyse voor de doelgroep landbouw. RIZA-rapportnr 97.014.

RIZA/STOWA, 1997.

Beoordelings- en Verwerkingsprogrammatuur water. Gebruikershandleiding BEVER 1.6.

Snoo, G.R. de, A Wegener Sleeswijk (1995).

Gebruik van bestrijdingsmiddelen langs akkerranden en slootkanten in de Haarlemmermeer. H₂O (28). p.430.

Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer, STOWA, 1993a.

Ecologische beoordeling en beheer van oppervlaktewater; beoordelingssysteem voor sloten op basis van macrofyten, macrofauna en epifytische diatomeeën. Rapportnr. 93-14. 77 pp.

Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer, STOWA, 1993b.

Ecologische beoordeling en beheer van oppervlaktewater; Wetenschappelijke achtergronden van het beoordelingssysteem voor sloten. Rapportnr. 93-15. 96 pp.

Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer, STOWA, 1995.

Bedrijfstakonderzoek akkerbouw- en vollegrondsgroenten: Inventarisatie van mogelijke maatregelen voor de emissiebeperking van gewasbeschermingsmiddelen en meststoffen. STOWA-rapportnr 95-02.

Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer, STOWA, 1998a
Ecologisch onderzoek naar de effecten van bufferstroken langs waterwegen: Een literatuuronderzoek naar werking, rendement en kansrijkdom. STOWA-rapportnr 98-26.

Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer, STOWA, 1998b
Ecologische risico's van bestrijdingsmiddelen in zoetwater ecosystemen. Deel 1 herbiciden. STOWA-rapportnr. 98-30.

Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer, STOWA, 1998c
Ecologische risico's van bestrijdingsmiddelen in zoetwater ecosystemen. Deel 2 insecticiden. STOWA-rapportnr. 98-31.

Teunissen-Ordeman, H.G.K., S.M. Schrap & P.C.M van Noort (1996).
Bestrijdingsmiddelen zeer schadelijk voor aquatische milieu. H₂O (29). p.684.

Wagemaker, F.H., J.A.W.A. Reus, P.C.M. Boers en G.E. Arnold (1997).
Watersysteemverkenningen 1996. Doelgroepstudie Landbouw. RIZA rapport 97.014.

Werkgroep 'Effecten van bestrijdingsmiddelen uit de tuinbouw op de waterkwaliteit' (1988).
Invloeden van de tuinbouwactiviteiten op de waterkwaliteit in de polder Nieuwland en Noordland [Westland]. Hoogheemraadschap van Delfland.

Witteveen+Bos, 1996.
Flankerend onderzoek akkerranden. Draaiboek monitoring. In opdracht van STOWA. Projectcode Sto51.1.

Witteveen+Bos, 1997.
Flankerend onderzoek aangepast akkerranden. Rapportage fase 1: 1996. In opdracht van STOWA. Projectcode Sto51.1.

Witteveen+Bos, 1997.
Vergelijking ecologische beoordelingsmethoden voor kleine wateren. In opdracht van Provincies Zuid-Holland, Noord-Holland en Utrecht. Projectcode Gv274.1.

Witteveen+Bos, 1998.
Flankerend onderzoek aangepast akkerranden. Rapportage fase 2: 1997. In opdracht van STOWA. Projectcode Sto51.1.

BIJLAGE I OVERZICHT MEETLOCATIES

BIJLAGE I OVERZICHT MEETLOCATIES

deelpro- ject	monsterpunt- code	beheerder	monsterpuntomschrijving
Schone	SM1	WS De Aa	noordelijke GTD-locatie
Maas	SM2	WS De Aa	middelste GTD-locatie
	SM3	WS De Aa	zuidelijke GTD-locatie
	SM4	WS De Aa	GTD-locatie bij SC-DLO perceel
Bergam- bacht	BA1a	ZHEW	KOP0841
	BA1b	ZHEW	KOP0842 (ref.)
	BA2a	ZHEW	KOP0843
	BA2b	ZHEW	KOP0844 (ref.)
	BA3a	ZHEW	KOP0845
	BA3b	ZHEW	KOP0846 (ref.)
	BA4a	ZHEW	KOP0847
	BA4b	ZHEW	KOP0848 (ref.)
	BA5a	ZHEW	KOP0849
	BA5b	ZHEW	KOP0850 (ref.)
	BA6a	ZHEW	KOP0851
	BA6b	ZHEW	KOP0852 (ref.)
Zonne- straal	ZS1a	WS Zeeuwse Eilanden	noordelijk van Noordbosweg
	ZS1b	WS Zeeuwse Eilanden	zuidelijk van Noordbosweg (ref.)
	ZS2a	WS Zeeuwse Eilanden	noordelijke wegsloot Tellersweg bij Arkelweg
	ZS2b	WS Zeeuwse Eilanden	noordelijke wegsloot Tellersweg bij Heuvelsweg (ref.)
Bollen- landen	BL1	HHRS van Rijnland	ROP05307
	BL2	HHRS van Rijnland	ROP05308
	BL3	HHRS van Rijnland	ROP25525
Bidding- huizen	BH1a	HHRS Fleverwaard	sloot bij W. Keizer, Mosselweg 13
	BH2a	HHRS Fleverwaard	oostelijke randsloot bij S. de Groot
	BH2b	HHRS Fleverwaard	westelijke randsloot bij S. de Groot (ref.)
	BH3a	HHRS Fleverwaard	sloot bij J. Noome-Wiersma



Project: Bewust boeren voor een schone Maas Locatie: Someren (Oost-Brabant)

Witteveen + Bos

Project: Flankerend onderzoek akkerranden
code: Sto51.1



Project: Bergambacht

Locatie: Krimpenerwaard (Zuid-Holland)

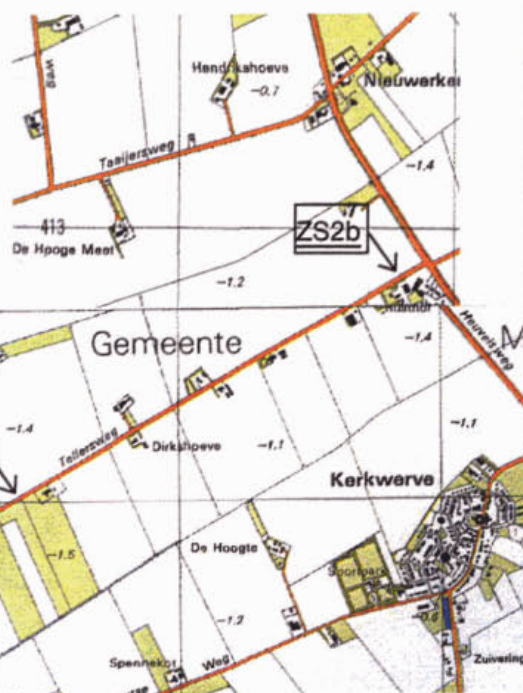
Witteveen + Bos

Project: Flankerend onderzoek akkerranden

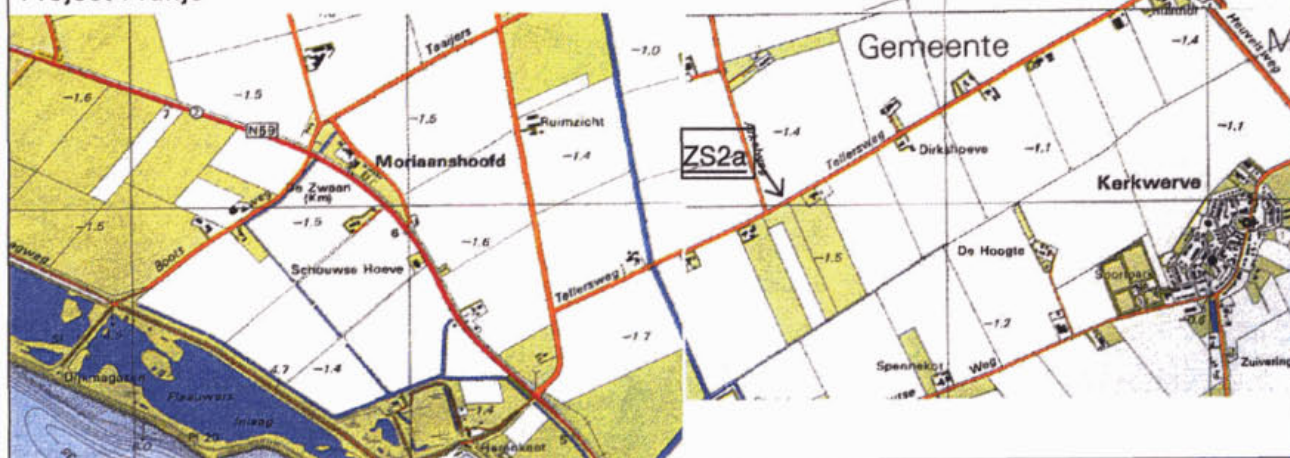
code: Sto51.1



Project Zonnestraal



Project Prunje



Project: Zonnestraal & Prunje

Locatie: Schouwen-Duivenland (Zeeland)

Witteveen + Bos

Project: Flankerend onderzoek akkerranden

code: Sto51.1

BIJLAGE II RESULTATEN PER MEETLOCATIE

BIJLAGE II RESULTATEN PER MEETLOCATIE

Resultaten per meetlocatie Project "Bewust boeren voor een schone Maas".

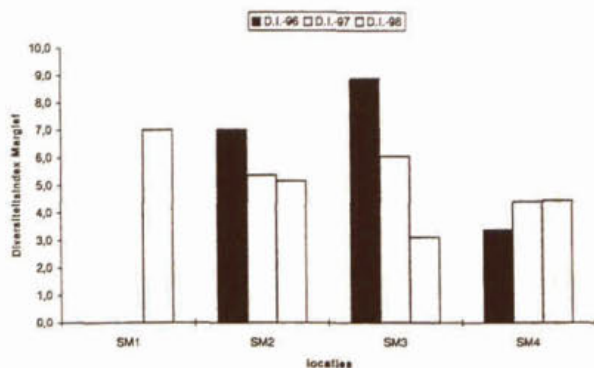
Op meetlocatie **SM1** is het ecologisch kwaliteitsniveau van de karakteristiek trofie tijdens de periode 1996 - 1998 constant op het laagste niveau gebleven. De karakteristiek toxiciteit is gedurende deze hele periode op het middelste kwaliteitsniveau. De karakteristieke variant-eigen karakter en beheer zijn continu op het laagste kwaliteitsniveau gebleven. De saprobietoestand vertoont een lichte verslechtering in 1998 van het bijna hoogste naar het middelste kwaliteitsniveau. Omdat de diatomeeën bemonstering zowel in 1996 als in 1997 mislukt is door het verdwijnen van de rietstengels, kan voor SM1 geen uitspraak worden gedaan over een verandering in de diversiteit van de diatomeeëngemeenschap. De diversiteit van de macrofauna is de hele periode laag. Ook zijn er gedurende het project weinig verschuivingen opgetreden in de soortensamenstelling. De watervegetatie wordt gedomineerd door verschillende kroossoorten.

Op meetlocatie **SM2** is de ecologisch kwaliteitsniveau van de karakteristiek trofie tijdens de periode 1996 - 1998 in 1998 verbeterd van het beneden-laagste niveau naar het laagste niveau, maar is daarmee nog steeds onder de maat. De karakteristiek toxiciteit is gedurende de hele periode op het middelste kwaliteitsniveau. De saprobietoestand van deze locatie vertoont een schommelend beeld; van het middelste niveau in 1996 naar het beneden laagste en laagste niveau in respectievelijk 1997 en 1998. Het zuur- en brak karakter verbeteren beide van het middelste niveau in 1996 naar het (bijna) hoogste in 1998. De diversiteitsindex voor diatomeeën laat een daling in 1997 zien die in 1998 gelijk blijft. De index voor macrofauna daalt in 1998 licht. De similariteitsindexen laten zien dat de soortensamenstelling van zowel diatomeeën als macrofauna relatief sterk veranderd is tussen 1996 en 1998. Ook op deze locatie wordt de watervegetatie gedomineerd door kroossoorten.

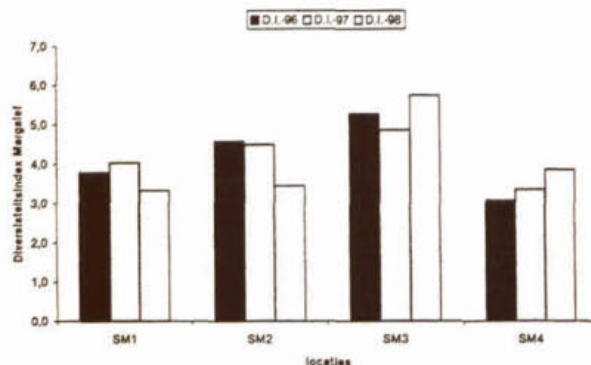
Op meetlocatie **SM3** is het ecologisch kwaliteitsniveau van de karakteristiek trofie tijdens de periode 1996 - 1998 continu op het middelste niveau gebleven. Dit is opmerkelijk gezien de slechte trofietoestand van de overige locaties in het deelproject. Ook de karakteristiek toxiciteit is gedurende deze hele periode op het middelste kwaliteitsniveau. Opvallend is dat de karakteristiek beheer in 1997 naar het beneden-laagste ecologisch kwaliteitsniveau zakt en daar in 1998 ook op blijft. Dit kan veroorzaakt worden door het schonen en maaien van deze locaties kort voor de bemonstering in 1997. De saprobietoestand verbetert in het laatste jaar van het laagste naar het middelste niveau. De diversiteitsindex voor diatomeeën laat een dalende trend zien, die veroorzaakt kan zijn door het verdwijnen van een deel van de rietstengels. De diversiteit van de macrofauna is vrij constant. De soortensamenstelling van de diatomeeëngemeenschap is tijdens de onderzoeksperiode vrij sterk veranderd.

Op meetlocatie **SM4**, nabij de proefsloot van SC-DLO, is het ecologisch kwaliteitsniveau van de karakteristiek trofie, net zoals op locatie SM2, pas in 1998 verbeterd van het beneden-laagste niveau naar het laagste niveau, maar is daarmee nog steeds onder de maat. Het ecologisch kwaliteitsniveau van de karakteristiek toxiciteit is in 1997 verbeterd van het laagste naar het middelste niveau, en ook in 1998 daarop gebleven. Opvallend is dat, net als op SM3, de karakteristiek beheer in 1997 naar beneden het laagste ecologisch kwaliteitsniveau zakt en daar in 1998 ook op blijft. Hier waren de oevers in 1997 vlak voor de vegetatieopname gemaaid. De saprobietoestand verbetert in 1998 enigszins tot het laagste kwaliteitsniveau. De diversiteitsindices voor diatomeeën en macrofauna laten een lichte toename zien in 1997 die stabiliseert in 1998. De similariteitsindex is laag. De watervegetatie verandert tijdens de meetperiode vrijwel niet: in alle jaren zijn kroossoorten dominant, maar is plaatselijk Sterrekroos aanwezig.

Diversiteit diatomeeëngemeenschap '96-'98



Diversiteit macrofaunagemeenschap '96-'98



Jaccard-indices diatomeeën

locatie	Si meet 96	Sj		Sc		Jaccard index	
		meet 97	meet 98	96-97	96-98	96-97	96-98
SM1	-	-	40	-	-	-	-
SM2	42	31	30	20	16	27	22
SM3	52	35	18	21	10	24	14
SM4	21	26	26	13	12	28	26

Jaccard-indices macrofauna

locatie	Si meet 96	Sj		Sc		Jaccard index	
		meet 97	meet 98	96-98	96-98	96-97	96-98
SM1	29	30	24	23	17	39	32
SM2	33	30	25	25	20	40	34
SM3	39	34	39	28	24	38	31
SM4	23	23	25	15	14	33	29

LEGENDA

Si, Sj	aantal soorten in levensgemeenschap i en j
Sc	aantal overeenkomstige soorten
"meet"	lokatie met aangepast akkerrandenbeheer

Resultaten per meetlocatie Project "Bergambacht".

Op meetlocatie **BA1a** en bijbehorende referentielocatie **BA1b** is de ecologische beoordeling van de karakteristiek trofie tijdens de periode 1996-1998 constant op het laagste kwaliteitsniveau. Alleen de karakteristieken beheer en saprobie vertonen een lichte verbetering op de meetlocatie: van het laagste niveau in 1996 naar het middelste niveau in 1997 en 1998. De diversiteitsindex van epifytische diatomeeën is in alle jaren op de referentielocatie hoger dan op de meetlocatie. In de tijd is hier geen duidelijke trend in aanwezig. De diversiteitsindex van macrofauna laat een belangrijke toename zien tussen 1996 en 1997 op zowel meet- als referentielocatie. In 1998 is deze index weer iets lager, maar nog steeds veel hoger dan in 1996. De similariteitsindex van de macrofauna is opvallend laag: de levensgemeenschap is tijdens de onderzoeksperiode sterk veranderd. In de vegetatie op de meet- en referentielocatie zijn kroossoorten tijdens de gehele periode dominant aanwezig.

Ook op meet- en referentielocatie **BA2a** en **BA2b** is de ecologische beoordeling van de karakteristiek trofie tijdens de periode 1996 - 1998 voornamelijk op het laagste kwaliteitsniveau. Alleen in 1997 scoort de referentielocatie een middelste niveau wat betreft trofie. Wellicht is dit veroorzaakt doordat de slootranden bij de referentielocatie in 1997 per abuis ook niet bemest zijn. De karakteristiek beheer vertoont op zowel meet- als referentielocatie een verbetering van het laagste niveau in 1996 naar het middelste niveau in 1997 en 1998. De karakteristiek saprobie vertoont geen duidelijke trend, maar is over het algemeen van het middelste niveau op de meetlocatie en van het laagste niveau op de referentie. De diversiteitsindex van epifytische diatomeeën neemt zowel op meet- als referentielocatie af tijdens de onderzoeksperiode. De similariteit tussen de diatomeeëngemeenschap in 1996 en 1998 is zeer laag. De diversiteitsindex laat voor macrofauna een duidelijke toename zien tussen 1996 en 1997. In 1998 loopt de diversiteit iets terug, maar blijft op een veel hoger niveau dan in 1996. De similariteit tussen de macrofauna-gemeenschap in 1998 en 1996 is laag: de soortensamenstelling is duidelijk verandert. De verstoring van de meting in 1997 door voortijdig schonen en tijdelijk verwijderen van de rietstengels lijkt de beoordeling niet ernstig te beïnvloeden. In redelijk diverse watervegetatie zijn submerse soorten als Smalle waterpest tijdens de gehele periode dominant aanwezig naast soorten als Sterrekroos, Stijve waterranonkel en Zwanebloem.

De ecologische beoordeling van de meet- en referentielocatie **BA3a** en **BA3b** vertonen wat betreft trofie geen duidelijke trend. Op de meetlocatie lijkt de trofie-toestand iets te verbeteren: van het beneden laagste niveau in 1996 naar het laagste niveau in 1997 en 1998. Op de referentielocatie is de trofie-maatstaf opvallend positief in 1998 (middelste niveau). De karakteristieken beheer en saprobie vertonen geen duidelijke trend. De diversiteitsindex van de epifytische diatomeeën is op de meetlocatie tijdens de onderzoeksperiode vrij constant. Op de referentielocatie is de diversiteit in 1998 flink toegenomen. Hier is geen verklaring voor aan te geven. De diversiteitsindex van macrofauna vertoont zowel op de meet- als op de referentielocatie een duidelijke toename in 1997. In 1998 is de diversiteit weer op het niveau van 1996. Wellicht is dit veroorzaakt door het late tijdstip van bemonstering (oktober) van de macrofauna in 1998 vanwege het schonen van de sloot vlak voor de geplande bemonsteringsdatum in augustus.

Op meet- en referentielocatie **BA4a** en **BA4b** is de ecologische beoordeling van de voor dit project relevante karakteristiek trofie over het algemeen van het laagste niveau. In 1997 scoort de referentielocatie wat trofie zelfs op het beneden-laagste niveau. Wat betreft de karakteristieken saprobie en beheer scoort de meetlocatie over het algemeen iets beter dan de referentielocatie. In 1997 is de sloot vlak voor de bemonstering geschoond. Dit lijkt vooral effect te hebben op de beoordeling van de referentielocatie (beheer en saprobie hoger, trofie lager). De diversiteit van de epifytische diatomeeëngemeenschap is op deze locatie laag in vergelijking met de andere meetpunten in Bergambacht en vertoont geen duidelijke trend. De diversiteitsindex van de macrofauna is in 1997 flink hoger dan in 1996, en neemt op de meetlocatie in 1998 nog iets toe. De similariteitsindex laat zien dat de samenstelling van de macrofaunagemeenschap sinds 1996 flink veranderd is. De watervegetatie is tijdens

de meetperiode redelijk divers met lokale dominantie van Grof hoornblad en Smalle waterpest.

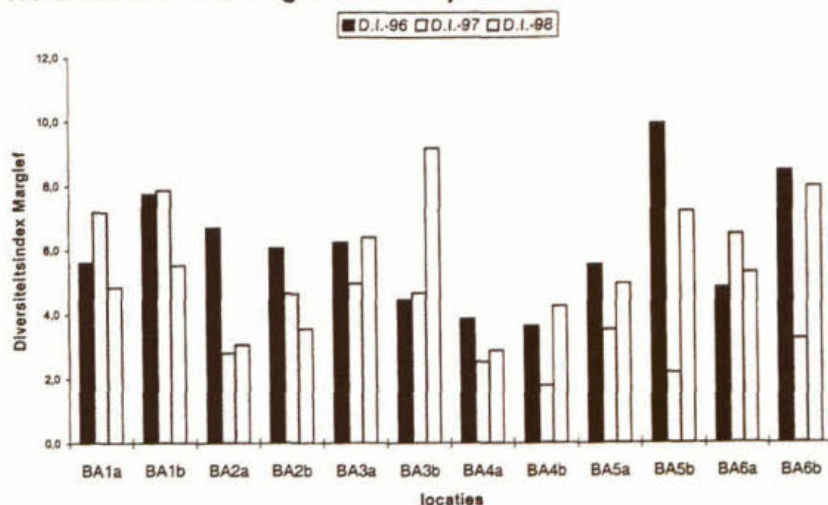
De ecologische beoordeling van de meet- en referentielocatie **BA5a** en **BA5b** scoren wat betreft trofie in 1996 en 1998 op het laagste niveau en in 1997 op het beneden laagste niveau. Hiervoor is geen duidelijke verklaring. De karakteristiek saprobie lijkt vanaf 1997 in de sloot te verbeteren van laagste naar middelste of zelfs hoogste niveau. De diversiteit van de diatomeeëngemeenschap is in 1996 en 1998 op de referentielocatie flink hoger dan op de meetlocatie. In 1997 is de diversiteit op beide locatie erg laag. De diversiteit van de macrofaunagemeenschap is vanaf 1997 toegenomen op zowel de meet- als referentielocatie. Dit niveau is in 1998 min of meer gehandhaafd. De similariteit tussen de samenstelling van de macrofaunagemeenschap in 1996 en 1997/1998 is zeer laag. De watervegetatie bestaat vooral uit kroossoorten en draadwieren.

Op de meetlocatie **BA6a** is de ecologische beoordeling van de karakteristiek trofie tijdens de gehele onderzoeksperiode van het laagste niveau. Op de referentielocatie **BA6b** is de karakteristiek in 1997 en 1998 hoger: van het middelste niveau. Hier lijkt het aangepast randenbeheer dus een nadelig effect te hebben op de levensgemeenschap. De karakteristieken saprobie en beheer zijn op beide locaties over het algemeen van het middelste niveau. De diversiteit van de diatomeeën- en macrofaunagemeenschap zijn op de referentielocatie over het algemeen hoger dan op de meetlocatie. De hogere diversiteit van macrofauna op zowel meet- als referentielocatie in 1997 is in 1998 gedaald. De watervegetatie op de meetlocatie bestaat vooral uit verschillende (drijvende) kroossoorten, terwijl de in de vegetatie op de referentielocatie de submerse Smalle waterpest overheerst.

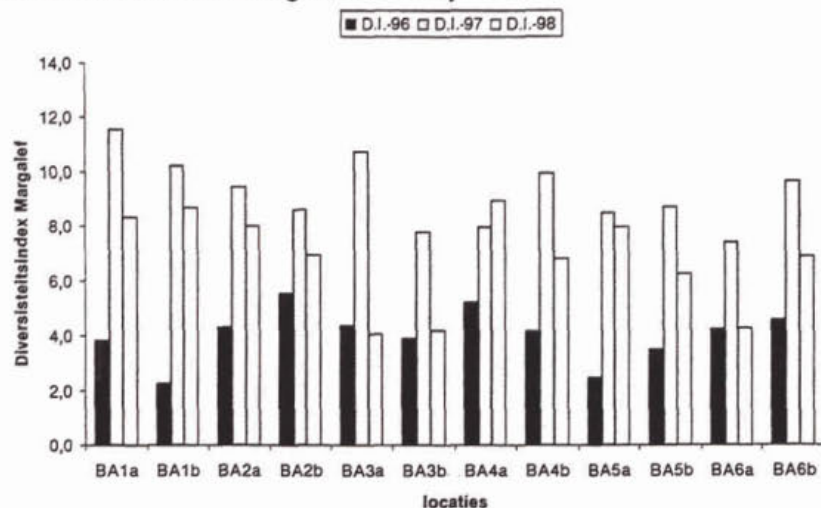
De resultaten van de gradiëntanalyse van alle locaties en meetjaren van het project Bergambacht voor diatomeeën en macrofauna zijn weergegeven in afbeelding 4.5. en 4.6. Hieruit blijkt dat de soortensamenstelling wat betreft diatomeeën in 1997 afwijkt van die in 1996 en 1998. Wellicht wordt dit veroorzaakt door het tijdelijk verwijderen van de rietstengels tijdens het schonen. In 1998 wijkt de samenstelling van de locaties BA4a en BA6a sterk af van de rest. Dit wordt bepaald door soorten *Navicula halophila* en *Navicula lanceolata*. Deze zijn indicatief voor relatief brakke en toxische, mesosaprobe omstandigheden.

Wat betreft macrofauna blijkt uit de gradiëntanalyse dat de soortensamenstelling van de meeste punten in 1996 duidelijk afwijkt van die in 1997 en 1998. Dit wordt bepaald door het verdwijnen van de *Gammarus*-soorten, die weinig tolerant zijn voor toxiciteit.

Diversiteit diatomeeëngemeenschap '96-'98



Diversiteit macrofaunagemeenschap '96-'98



Jaccard-indices diatomeeën

locatie	Si		Sj		Sc		Jaccard index	
	meet 96		meet 97	meet 98	96-97	96-98	96-97	96-98
BA1	32		46	28	20	13	26	22
BA2	39		17	18	12	8	21	14
BA3	35		29	36	19	17	30	24
BA4	22		15	17	10	13	27	33
BA5	32		21	29	15	15	28	25
BA6	27		38	30	16	12	25	21

locatie	Si		Sj	Sc	Jaccard index
	ref 96	meet 96			
BA1	32	45		23	30
BA2	39	35		26	35
BA3	35	25		18	30
BA4	22	21		11	26
BA5	32	56		26	29
BA6	28	49		17	22

locatie	Si		Sj	Sc	Jaccard index
	ref 97	meet 97			
BA1	45	46		29	32
BA2	27	17		12	27
BA3	27	29		16	29
BA4	11	15		6	23
BA5	13	21		8	24
BA6	19	38		13	23

locatie	Si		Sj	Sc	Jaccard index
	ref 98	meet 98			
BA1	32	28		18	30
BA2	21	18		12	31
BA3	52	36		24	27
BA4	25	17		14	33
BA5	41	29		21	30
BA6	46	30		20	26

LEGENDA	
Si, Sj	aantal soorten in levensgemeenschap i en j
Sc	aantal overeenkomstige soorten
"ref"	referentielokatie
"meet"	locatie met aangepast akkerrandenbeheer

Jaccard-indices macrofauna

locatie	Si	Sj		Sc		Jaccard index	
	meet 96	meet 97	meet 98	96-98	96-98	96-97	96-98
BA1	15	77	61	15	13	16	17
BA2	26	62	57	14	15	16	18
BA3	31	71	27	21	7	21	12
BA4	37	63	61	20	17	20	17
BA5	15	57	52	12	10	17	15
BA6	27	50	29	18	13	23	23

locatie	Si	Sj	Sc	Jaccard
	ref 96	meet 96		index
BA1	15	13	9	32
BA2	25	33	11	19
BA3	29	20	13	27
BA4	36	29	13	20
BA5	15	18	9	27
BA6	25	21	9	20

locatie	Si	Sj	Sc	Jaccard
	ref 97	meet 97		index
BA1	80	77	52	33
BA2	58	62	41	34
BA3	56	71	43	34
BA4	65	63	42	33
BA5	61	57	39	33
BA6	62	50	38	34

locatie	Si	Sj	Sc	Jaccard
	ref 98	meet 98		index
BA1	69	61	42	32
BA2	52	57	34	31
BA3	30	27	11	19
BA4	46	61	37	35
BA5	45	52	32	33
BA6	53	29	22	27

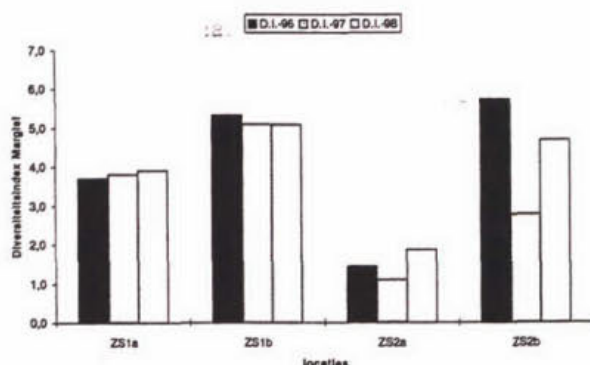
LEGENDA	
Si, Sj	aantal soorten in levensgemeenschap i en j
Sc	aantal overeenkomstige soorten
"ref"	referentielokatie
"meet"	lokatie met aangepast akkerrandenbeheer

Resultaten per meetlocatie Project "Zonnestraal"

Op meetlocatie **ZS1a** en bijbehorende referentielocatie **ZS1b** is het ecologisch kwaliteitsniveau van trofie zowel op de meet- als de referentielocatie in 1998 het laagste niveau. De meetlocatie was in 1996 en 1997 beoordeeld als het middelste niveau, terwijl de referentielocatie in 1996 nog op het beneden-laagste niveau was en in 1997 tijdelijk een verbetering liet zien. Voor zover daartoe gegevens beschikbaar waren en met de kanttekening dat voor brakke sloten de karakteristiek toxiciteit eigenlijk niet in het ecologisch profiel thuishoort, laten beide locaties in 1997 en 1998 wat betreft toxiciteit een sterke verbetering zien van het beneden laagste naar het middelste kwaliteitsniveau. De saprobietoestand bereikt voor beide locaties het bijna hoogste kwaliteitsniveau in 1997, wat zo blijft in 1998. De diversiteit voor diatomeeën blijft op beide locaties gedurende de hele periode onveranderd. De similariteit tussen de soortensamenstelling van diatomeeën en macrofauna op de meet- en referentielocatie is relatief klein.

Op meetlocatie **ZS2a** en bijbehorende referentielocatie **ZS2b** is het ecologisch kwaliteitsniveau van trofie in 1998 beoordeeld als het middelste niveau. De meetlocatie bevond zich in 1996 nog op het laagste niveau, de referentielocatie is steeds op het middelste niveau beoordeeld. De diversiteit voor diatomeeën is gedurende de hele periode op de referentielocatie veel hoger dan op de meetlocatie. De referentielocatie laat wel een dip zien in 1997, omdat toen de rietstengels verdwenen waren.

Diversiteit diatomeeëngemeenschap '96-'98



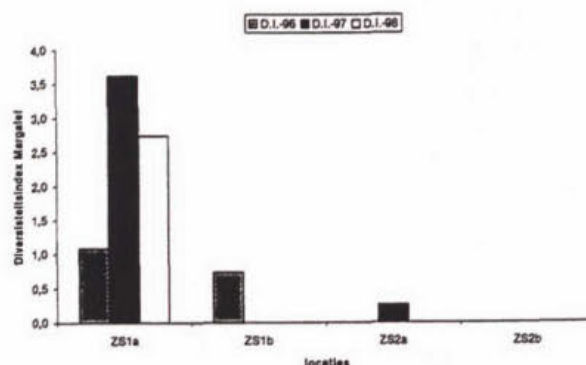
Jaccard-indices diatomeeën

Jaccard-indices Gratonneen								
locatie	Si		Sj		Sc		Jaccard index	
	meet 96	meet 97	meet 98	96-97	96-98	96-97	96-98	
ZS1	21	22	23	10	7	23	16	
ZS2	10	7	11	4	3	24	14	

locatie	Si		Sj		Sc		Jaccard index	
	ref 97	meet 97	ref 97	meet 97	ref 97	meet 97	ref 97	meet 97
ZS1	29	22	7	14				
ZS2	16	7	5	22				

locatie	Si		Sj		Sc		Jaccard index	
	ref 98	meet 98	ref 98	meet 98	ref 98	meet 98	ref 98	meet 98
ZS1	29	23	12	23				
ZS2	27	11	10	26				

Diversiteit macrofaunagemeenschap '96-'98



Jaccard-indices macrofauna

Jaccard-indices macrofauna								
locatie	Si		Sj		Sc		Jaccard index	
	meet 96	meet 97	meet 98	96-98	96-98	96-97	96-98	
ZS1	6	21	13	4	2	15	11	

locatie	Si		Sj		Sc		Jaccard index	
	ref 97	meet 97	ref 97	meet 97	ref 97	meet 97	ref 97	meet 97
ZS1	-	21	-	-				

locatie	Si		Sj		Sc		Jaccard index	
	ref 98	meet 98	ref 98	meet 98	ref 98	meet 98	ref 98	meet 98
ZS1	-	13	-	-				

LEGENDA

Si, Sj	aantal soorten in levensgemeenschap i en j
Sc	aantal overeenkomstige soorten
"ref"	referentielocatie
"meet"	locatie met aangepast akkerrandenbeheer

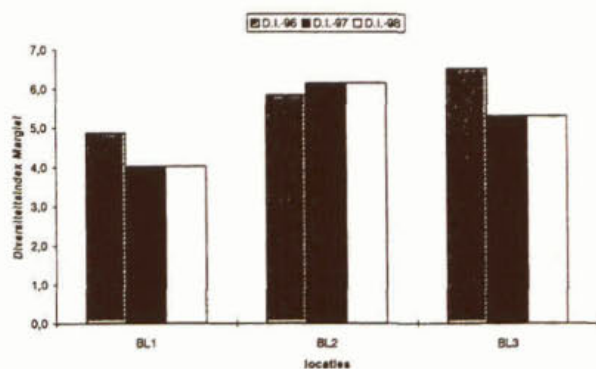
Resultaten per meetlocatie Project "Bollenlanden"

Op locatie **BL1** is het ecologisch niveau voor de karakteristiek toxiciteit in 1997 gezakt van het middelste naar het laagste niveau en blijft daar in 1998. Het ecologische niveau voor de karakteristiek trofie verandert tijdens deze periode weinig. De diversiteit van diatomeeën heeft een dip in 1997, maar herstelt zich in 1998 (en wordt dan zelfs beter dan in 1996). De diversiteit van de macrofaunagemeenschap blijft nagenoeg constant. De watervegetatie wordt in alle jaren gedomineerd door kroossoorten.

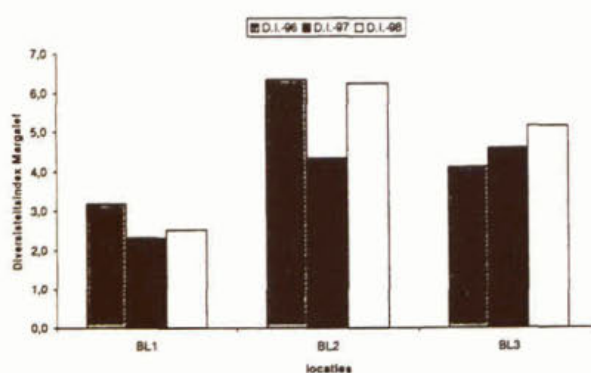
Op locatie **BL2** blijft het ecologische niveau voor de karakteristieken toxiciteit en trofie vrijwel onveranderd laag. De saprobietoestand verbetert zich in 1997 naar het middelste kwaliteitsniveau, wat ook in 1998 zo blijft. De diversiteit van diatomeeën daalt in 1998. De diversiteit van macrofauna heeft een dip in 1997, maar herstelt zich weer in 1998. De watervegetatie wordt gedomineerd door Grof hoornblad en kroossoorten en verandert nauwelijks.

Op meetlocatie **BL3** is vanaf 1997 een verbetering te zien van de karakteristiek toxiciteit naar het middelste ecologisch kwaliteitsniveau. De karakteristiek trofie blijft gedurende de hele periode onveranderd op het laagste kwaliteitsniveau. De saprobietoestand verbetert zich vanaf 1997 naar het middelste kwaliteitsniveau. De diversiteit van diatomeeën heeft een dip in 1997, maar herstelt zich in 1998 (zelfs beter dan in 1996). De diversiteit van macrofauna neemt in de loop van de meetperiode geleidelijk toe. De vegetatie is op deze locatie in alle jaren goed ontwikkeld met soorten als Watergentiaan, Stijve waterranonkel, Zwaanbloem, Kleine waterpeppe, Grof hoornblad en verschillende kroossoorten.

Diversiteit diatomeeëngemeenschap '96-'98



Diversiteit macrofaunagemeenschap '96-'98



Jaccard-indices diatomeeën

locatie	Si	Sj		Sc		Jaccard index	
	meet 96	meet 97	meet 98	96-97	96-98	96-97	96-98
BL1	28	23	35	16	16	31	25
BL2	33	36	25	18	14	26	24
BL3	36	30	41	18	21	27	27

Jaccard-indices macrofauna

locatie	Si	Sj		Sc		Jaccard index	
	meet 96	meet 97	meet 98	96-98	96-98	96-97	96-98
BL1	22	15	15	13	9	35	24
BL2	38	27	46	22	26	34	31
BL3	28	33	38	20	20	33	30

LEGENDA

Si, Sj	aantal soorten in levensgemeenschap i en
Sc	aantal overeenkomstige soorten
"meet"	lokatie met aangepast

Resultaten per meetlocatie Project "Biddinghuizen"

Op locatie **BH1a** blijft de toxiciteit-karakteristiek gedurende de meetperiode onveranderd op het middelste ecologisch kwaliteitsniveau. Opvallend is dat de saprobietoestand vanaf 1997 verslechtert, terwijl de trofietoestand flink verbetert (tot het hoogste ecologisch kwaliteitsniveau in 1998). De diversiteit van diatomeeën was al laag, maar neemt in de loop van de meetperiode nog verder af. De diversiteit voor macrofauna blijft vrijwel constant op een laag niveau. De watervegetatie is steeds redelijk divers met een dominantie van Smalle waterpest en daarnaast Schedefonteinkruid, Gekroesd fonteinkruid en sterrekroos.

Op locatie **BH2b** is het ecologische niveau voor toxiciteit en trofie gedurende de gehele meetperiode van het hoogste of bijna hoogste niveau, terwijl hier geen aangepast randen-beheer plaatsvond. Als ruimtelijke referentie voor meetlocatie **BH2a** is het daarom niet geschikt gebleken.

Op meetlocatie **BH2a** is het kwaliteitsniveau voor toxiciteit sinds 1997 verbeterd naar het middelste niveau. De trofietoestand is in 1998 gedaald tot het beneden- laagste niveau. De diversiteit van diatomeeën is op locatie **BH2a** hoger dan op locatie **BH2b** gedurende de hele periode. Beide laten een sterke afname in 1997 zien, die zich weer enigszins herstelt in 1998. De diversiteit voor macrofauna neemt op beide locaties wat toe. De watervegetatie op de referentielocatie is beter ontwikkeld dan op de meetlocatie. De meetlocatie wordt in alle jaren gedomineerd door kroossoorten. Op de referentielocatie verandert de zeer gevarieerde watervegetatie van 1996 (met soorten als kranswier (*Chara vulgaris*), Schedefonteinkruid, Stijve waterranonkel, Smalle waterpest en sterrekroos) via een dominantie van Smalle waterpest in 1997 naar een door kroossoorten en Smalle Waterpest gedomineerde vegetatie met wat sterrekroos en Tenger fonteinkruid in 1998. Het kranswier is sinds 1997 verdwenen.

Op meetlocatie **BH3a** heeft de toxiciteit-karakteristiek tijdens de gehele meetperiode het middelste ecologisch kwaliteitsniveau. De diversiteit van diatomeeën neemt opvallend toe in de jaren. Voor macrofauna gebeurt dat niet. De similariteit voor diatomeeën tussen de jaren is opvallend laag. Dit is niet zo sterk voor macrofauna. De watervegetatie wordt overheerst door kroossoorten en Schedefonteinkruid en verandert nauwelijks.

