



ALTERRA

WAGENINGEN UR

Effecten van herinrichtingsmaatregelen in laagveensloten

II. Kortetermijneffecten en tweede beschrijving nulsituatie

R. Loeb
P.F.M. Verdonshot
R. Wiggers



Alterra-rapport 1828, ISSN 1566-7197



Effecten van herinrichtingsmaatregelen in laagveensloten

Effecten van herinrichtingsmaatregelen in laagveensloten

II. Kortetermijneffecten en tweede beschrijving nulsituatie

R. Loeb

P.F.M. Verdonshot

R. Wiggers

Alterra-rapport 1828

Alterra, Wageningen, 2009

REFERAAT

Loeb, R., P.F.M. Verdonschot & R. Wiggers, 2009. *Effecten van herinrichtingsmaatregelen in laagveen-sloten; II. Kortetermijneffecten en tweede beschrijving nulsituatie*. Wageningen, Alterra, Alterra-rapport 1828. 60 blz.; 17 fig.; 3 tab.; 11 ref.

Dit rapport beschrijft de kortetermijneffecten en de nulsituatie van een aantal herinrichtingsprojecten in voormalige landbouwgebieden in De Wieden. In de sloten van deze gebieden zijn de waterchemie, macrofyten, diatomeeën en macrofauna gemonitord. De goede ecologische ontwikkeling van de referentiegebieden die 10 jaar geleden heringericht zijn, gaf aan dat de potentie van de her in te richten gebieden hoog ligt. De geplande ontwikkeling van rietmoeras in de her in te richten gebieden kan aquatisch een waardevolle aanvulling geven op de huidige ecologische waarden. De geplande aansluiting van de nog her in te richten gebieden op de boezem, zal een positieve uitwerking hebben op de waterchemie, hoewel hiervoor isolatie ook van belang is. Na herinrichting is het van belang om ecologische doelen langdurig te blijven monitoren, omdat er meestal binnen de eerste paar jaar nog geen stabiele situatie ontstaat.

Trefwoorden: diatomeeën, herstelmaatregelen, laagveen, macrofauna, macrofyten, sloten,

ISSN 1566-7197

Dit rapport is gratis te downloaden van www.alterra.wur.nl (ga naar 'Alterra-rapporten'). Alterra verstrekt geen gedrukte exemplaren van rapporten. Gedrukte exemplaren zijn verkrijgbaar via een externe leverancier. Kijk hiervoor op www.boomblad.nl/rapportenservice.

© 2009 Alterra

Postbus 47; 6700 AA Wageningen; Nederland

Tel.: (0317) 474700; fax: (0317) 419000; e-mail: info.alterra@wur.nl

Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze ook zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Alterra.

Alterra aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.

Inhoud

Woord vooraf	7
Samenvatting	9
1 Inleiding	11
1.1 Aanleiding	11
1.2 Beleidsrelevantie	11
1.3 Het onderzoeksgebied en voorgaand onderzoek	12
1.4 Leeswijzer	13
2 Materiaal en methode	15
2.1 Waterchemie	15
2.2 Macrofyten	15
2.3 Diatomeeën	16
2.4 Macrofauna	16
2.5 Statistische verwerking	17
3 Muggenbeet	19
3.1 Uitgevoerde maatregelen	19
3.2 Waterchemie	19
3.3 Macrofyten	20
3.4 Diatomeeën	20
3.5 Macrofauna	21
3.6 Conclusies	24
4 De Kooi	25
4.1 Uitgevoerde maatregelen	25
4.2 Waterchemie	26
4.3 Macrofyten	26
4.4 Diatomeeën	26
4.5 Macrofauna	27
4.6 Conclusies	29
5 Hemelrijk	31
5.1 Uitgevoerde maatregelen	31
5.2 Waterchemie	31
5.3 Macrofyten	32
5.4 Diatomeeën	32
5.5 Macrofauna	33
5.6 Conclusies	33
6 Groen Kruispunt	35
6.1 Geplande maatregelen	35
6.2 Waterchemie	35
6.3 Macrofyten	36
6.4 Diatomeeën	37

6.5	Macrofauna	37
6.6	Conclusies	37
7	Beukers-Rodemon	39
7.1	Geplande maatregelen	39
7.2	Waterchemie	40
7.3	Macrofyten	40
7.4	Conclusies	40
8	Wink	41
8.1	Geplande maatregelen	41
8.2	Waterchemie	41
8.3	Macrofyten	42
8.4	Conclusies	42
9	Vergelijking deelgebieden	45
9.1	Waterchemie	45
9.2	Macrofyten	47
9.3	Diatomeeën	48
9.4	Macrofauna	49
10	Conclusies	51
10.1	Effecten van reeds genomen maatregelen	51
10.2	Te verwachten effecten rietmoeras	51
10.3	Te verwachten effecten hydrologische maatregelen	52
10.4	Aanbevelingen voor onderzoek en monitoring	53
	Literatuur	55
 <i>Bijlagen</i>		
1	Chemische waterkwaliteit slootwater	57
2	Afkortingen gebruikt in figuren multivariate analyses	59

Woord vooraf

Momenteel worden veel voormalig landbouwgebieden aangekocht, onder andere in het kader van de Ecologische Hoofdstructuur om als natuurgebied heringericht te worden. Herinrichtingsmaatregelen die worden genomen, zijn onder andere waterpeilverhoging, het afgraven van de toplaag van de bodem en de aanleg van natuurvriendelijke oevers. De effecten van deze maatregelen op de reeds aanwezige aquatisch ecologische waarden in een gebied, zoals die bijvoorbeeld aanwezig zijn in sloten, zijn nog vrijwel onbekend. In dit rapport wordt een overzicht gegeven van de resultaten van de monitoring van de abiotiek en aquatisch ecologische waarden in sloten in vijf herinrichtingsprojecten en twee referentieprojecten in het laagveen-gebied de Wieden.

In 2005 is begonnen met het volgen van een aantal voormalig landbouwgebieden in de Wieden waar op afzienbare tijd herinrichtingsmaatregelen genomen zouden worden. In het rapport 'Effecten van herinrichtingsmaatregelen in laagveensloten. I. Beschrijving van de nulsituatie', zijn deze gebieden en hun Ausgangssituatie voor het eerst beschreven. Door bestuurlijk-juridische vertragingen zijn tot op heden in slechts één van de gebieden herinrichtingsmaatregelen uitgevoerd. Om voldoende vergelijkingsmateriaal te hebben, is er in 2007/2008 daarom voor gekozen om aanvullend twee gebieden in het onderzoek te betrekken waar reeds in 1997/1998 gelijksoortige herinrichtingsmaatregelen zijn getroffen. Deze gebieden kunnen een referentie vormen voor een mogelijke eindsituatie voor de nog her in te richten gebieden. Daarnaast zijn ook de gebieden die mogelijk binnenkort worden heringericht opnieuw bemonsterd, zodat er een beter beeld wordt verkregen van de nulsituatie vlak voor aanvang van de werkzaamheden.

Resultaten zullen worden opgenomen in de database AQUAHERSTEL en komen zo ter beschikking van iedereen die te maken heeft met herstel van natte ecosystemen. Beheerders kunnen deze informatie gebruiken om effecten van maatregelen in hun eigen gebied/watertype in te schatten. Het project kan als basis dienen voor het vormen van adviezen in het kader van het ontwikkelen van maatregelenprogramma's voor de KRW, Natura 2000-beheersplannen, alsook voor de EHS.

Dit onderzoek is uitgevoerd binnen het Beleidsondersteunend Onderzoek, cluster Ecologische Hoofdstructuur, thema Optimalisatie van herstelmaatregelen in aquatische ecosystemen van het Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit.

Wij danken Vereniging Natuurmonumenten, Waterschap Groot Salland en Waterschap Reest en Wieden voor hun hulp bij de selectie van locaties en het aandragen van informatie. We willen Jos Sinkeldam, Agata Siedlecka, Martin van den Hoorn, Dennis Waasdorp, Marie-Claire Boerwinkel, Wim Dimmers, Hanneke

Keizer, Anna Besse en Ralf Verdonschot bedanken voor hun bijdragen aan dit onderzoek.

Samenvatting

In 2005 is begonnen met het volgen van een aantal voormalig landbouwgebieden in De Wieden waar op afzienbare tijd herinrichtingsmaatregelen genomen zouden worden. In het rapport 'Effecten van herinrichtingsmaatregelen in laagveensloten. I. Beschrijving van de nulsituatie', zijn deze gebieden en hun uitgangssituatie voor het eerst beschreven. Door bestuurlijk-juridische vertragingen zijn tot op heden in slechts één van de gebieden herinrichtingsmaatregelen uitgevoerd. Om voldoende vergelijkingsmateriaal te hebben, is er in 2007/2008 daarom voor gekozen om aanvullend twee gebieden in het onderzoek te betrekken waar reeds in 1997/1998 gelijksoortige herinrichtingsmaatregelen zijn getroffen. Deze gebieden kunnen een referentie vormen voor een mogelijke eindsituatie voor de nog her in te richten gebieden. Daarnaast zijn ook de gebieden die mogelijk binnenkort worden heringericht opnieuw bemonsterd, zodat er een beter beeld wordt verkregen van de nulsituatie vlak voor aanvang van de werkzaamheden.

De chemische waterkwaliteit in drie van de onderzochte gebieden (Groen Kruispunt, Beuker-Rodemonnd en Wink) is momenteel slecht te noemen. Dit wordt gereflecteerd in de aanwezigheid van zeer algemene plantensoorten van eutrofe gebieden en zeer algemene diatomeeënsoorten. Het water van deze sloten wordt gedomineerd door macrofaunasoorten die goed om kunnen gaan met zuurstofarme, slibrijke omstandigheden, zoals borstelwormen, dansmuggenlarven en slakken. Het gebied Muggenbeet, dat begin 2007 opnieuw is ingericht, heeft een betere chemische waterkwaliteit en had voor de inrichting sloten die rijk waren aan waterplanten en macrofaunasoorten. Momenteel verkeren de sloten in een pionierssituatie, waarin er nagenoeg geen vegetatie meer aanwezig is. Dit heeft op deze korte termijn geleid tot een verschuiving in macrofaunasoorten, waarbij soorten die in het detritus leven toe zijn genomen. Het eerste jaar na herinrichting waren dit vooral borstelwormen, het daaropvolgende jaar vooral vlokreeften, dansmuggen en erwtenmossels. De gebieden De Kooi en Hemelrijk zijn 10 jaar geleden opnieuw ingericht. Door hun geïsoleerde ligging hebben zij een zeer goede chemische waterkwaliteit. De sloten in deze gebieden, met name in De Kooi hebben een zeer goede vegetatieontwikkeling, met onder andere Groot blaasjeskruid, Kranswieren, Krabbescheer en Waterviolier. De diatomeeëngemeenschappen die op de waterplanten werd aangetroffen, was divers. Er komen veel macrofaunasoorten voor die indicatief zijn voor goedontwikkelde mesotrofe en eutrofe veensloten. De rietzone van deze sloten herbergt een macrofaunagemeenschap die afweek van die van het open gedeelte van de sloot. In de rietzone komen meer erwtenmossels, vlokreeften, kevers, slakken en knuttenlarven voor.

De goede ecologische ontwikkeling van de gebieden De Kooi en Hemelrijk, die naast de nog her in te richten gebieden Wink en Beukers-Rodemonnd liggen, geeft aan dat de potentie van de her in te richten gebieden hoog ligt. De geplande ontwikkeling van rietmoeras in de her in te richten gebieden kan aquatisch een waardevolle aanvulling geven op de huidige ecologische waarden, vooral voor wat minder

algemene keversoorten. Voorwaarde is dan wel dat de huidige sloten niet dichtgroeien met riet, want de diversiteit van zowel waterplanten als macrofauna is lager in een rietzone dan in het open water van de sloot. De geplande aansluiting van de nog her in te richten gebieden op de boezem, zal een positieve uitwerking hebben op de waterchemie. Een ecologische ontwikkeling zoals die in De Kooi heeft plaatsgevonden, is echter waarschijnlijk alleen haalbaar als de gebieden niet in direct contact staan met het boezemwater, maar een bepaalde mate van isolatie kennen. Aansluiting op het Meppelerdiep zal waarschijnlijk een sterke verslechtering voor de aquatisch-ecologische waarden betekenen.

Na herinrichting is het van belang om ecologische doelen langdurig te blijven monitoren, omdat er meestal binnen de eerste paar jaar nog geen stabiele situatie ontstaat. Deze monitoring kan extensief worden uitgevoerd. Evaluatie van de effecten van herinrichtingsmaatregelen kan vaak pas plaatsvinden op een termijn van 10 tot 30 jaar. Wel dient er gelijk na de ingreep gemonitord te worden of abiotische randvoorwaarden die benodigd zijn voor de juiste ontwikkeling van ecologische doelen wel gehaald worden. Uit wetenschappelijk oogpunt wordt aanbevolen ook in tussenliggende periode enkele malen te monitoren zodat er meer duidelijkheid komt in hoeverre de situatie vlak na inrichting voorspellend kan zijn voor de situatie die uiteindelijk bereikt wordt en hoe snel bepaalde soortgroepen gebieden kunnen (her)koloniseren.

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

In het kader van de Kaderrichtlijn Water, Natura2000, WB21 en de realisatie van de EHS worden veel maatregelen uitgevoerd die het leefmilieu van aquatische organismen veranderen. Voorbeelden hiervan zijn het laten hermeanderen van beken, de aanleg van natuurvriendelijke oevers en het aanleggen van waterretentie- of waterbergingsgebieden. De resultaten van deze maatregelen worden vaak niet of maar kort gevolgd (Nijboer et al., 2005), en vaak zijn de effecten op de verschillende facetten van aquatisch-ecologische waarden van deze ingrepen onbekend.

In De Wieden loopt momenteel een aantal projecten waarin landbouwgrond wordt omgevormd tot moeras. Hierbij wordt de waterstand opgezet tot boezempeil of (gedempt) Meppelerdieppeil, en wordt in een aantal gebieden het maaiveld afgegraven. De sloten die al aanwezig waren langs de agrarische percelen blijven daar over het algemeen liggen. Meestal is het doel om de gebieden geschikter te maken voor vogels, door bijvoorbeeld riet- of zeggenmoeras te ontwikkelen. De bestaande agrarische sloten hebben echter al bepaalde aquatisch ecologische waarden door de, soms bijzondere, planten en dieren die erin voorkomen. Het is dus de vraag welk effect de geplande vermoerassingsmaatregelen hebben op de aquatische natuurwaarden in een gebied. Wordt de chemische waterkwaliteit beter en verbeterd de aquatische ecologie hierdoor ook? Worden karakteristieke waterplanten of macrofaunasoorten verdrongen door andere soorten bij de aanleg van rietmoeras? Of vergroot het rietmoeras juist het aantal mogelijke habitats en daardoor de soortendiversiteit? En op welke termijn keren doelsoorten terug? Om dit soort vragen te kunnen beantwoorden is dit onderzoek opgezet. De resultaten van dit onderzoek zullen worden toegevoegd aan de database AQUAHERSTEL (Nijboer et al. 2005). Deze database geeft een overzicht van projecten waar herstelgrepen zijn gepleegd en de resultaten van deze projecten. Het doel is dat beheerders kunnen leren over de effectiviteit van maatregelen. Tot nu toe worden er nauwelijks resultaten van herstelprojecten aan deze database toegevoegd.

1.2 Beleidsrelevantie

Het is van belang om te weten welke herstelmaatregelen de juiste abiotische randvoorwaarden kunnen creëren en daardoor een positief effect hebben op het aquatische ecosysteem. Als de randvoorwaarden die de gewenste soorten stellen aan de milieuomstandigheden bekend zijn, is het kiezen van de maatregelen die leiden tot deze randvoorwaarden eenvoudiger en het resultaat succesvoller. Dit is van belang voor waterbeheerders, terreinbeheerders en overheden die de doelen en maatregelenprogramma's (KRW) voor de waterlichamen moeten vaststellen maar ook voor de implementatie van Natura 2000 en het soortenbeleid. Het onderzoek is tevens belangrijk voor het bereiken van de instandhoudingsdoelen van VHR-

gebieden. Maatregelen moeten zorgen voor het instandhouden of terugkeren van doelsoorten en van in Europees opzicht belangrijke habitats. Welke maatregelen geven de beste garanties op ecologisch herstel en op welke wijze en welke schaal? De op deze wijze opgebouwde kennis over maatregel-effect relaties kan worden ingepast in de beheers- en beleidsinstrumentari,a zoals de KRW- instrumenten, Waternood en natuurdoelen en -instrumenten.

1.3 Het onderzoeksgebied en voorgaand onderzoek

De onderzochte herinrichtingsprojecten liggen alle aan de rand van Nationaal Park Weerribben-Wieden (figuur 1).



Figuur 1. Ligging van de onderzochte vermoerassingsprojecten in De Wieden.

De gebieden Groen Kruispunt, Beukers-Rodemond en Wink liggen ten zuiden van de Beulakkerwilde en net ten noorden van het Meppelerdiep. Het betreft hier veengebieden, waarbij naar het oosten (Wink) toe het onderliggende zandpakket meer aan de oppervlakte ligt. Ten noorden van het Giethoornse Meer ligt het gebied

Muggenbeet. Het gebied ‘Verbindingszone Giethoorn’ ligt ten oosten van Giethoorn en moet een verbindingszone voor fauna gaan vormen tussen de Zuideindigerwijde en de Bovenwijde. In dit gebied zullen, zoals het er nu voorstaat, de komende paar jaar nog geen herinrichtingsmaatregelen genomen worden. Dit is de enige onderzoekslocatie waar de sloten in het zand liggen. Al deze gebieden zijn voor de herinrichting agrarisch beheerd en in de meeste is een eigen peil gevoerd, dat onder het boezempeil lag. Een uitgebreidere beschrijving van de gebieden is te vinden in Loeb & Verdonschot (2008). In 2005/2006 is voor de eerste maal de nulsituatie van deze gebieden vastgelegd (Loeb & Verdonschot, 2008). De sloten zijn toen bemonsterd op macrofauna, vissen, macrofyten en diatomeeën. Bij de start van het project was de inschatting dat de meeste van deze herinrichtingsmaatregelen inmiddels uitgevoerd zouden zijn. Uiteindelijk is alleen het gebied Muggenbeet heringericht. Alleen in dit gebied is dus te zien wat de kortetermijneffecten van de herinrichtingsmaatregelen zijn. De gebieden De Kooi en Hemelrijk, die tussen Wink en Beukers-Rodemond inliggen, zijn in 1997/1998 opnieuw ingericht. Net als bij de geplande projecten is hier het waterpeil opgezet en zijn de oorspronkelijke sloten blijven liggen. Langs de voormalige oevers (vooral in De Kooi) heeft zich een ondiepe, brede rietzone ontwikkeld. De Kooi en Hemelrijk zijn daarom gekozen als referentie voor hoe de overige onderzochte gebieden er op een termijn van ongeveer tien jaar uit komen te zien. De gebieden Groen Kruispunt, Beukers-Rodemond en Wink zijn in 2007/2008 opnieuw bemonsterd om de nulsituatie vast te leggen. Ten eerste geeft dit een completer beeld van de nulsituatie omdat er tussen verschillende jaren grote verschillen kunnen zijn en ten tweede zou een nulsituatie die is vastgelegd in 2005/2006 vrij lang geleden zijn als de herinrichting van de gebieden op korte termijn zou kunnen starten.

1.4 Leeswijzer

Dit rapport beschrijft de tweede ronde bemonsteringen in de gekozen herinrichtingsprojecten in De Wieden en de eerste ronde bemonsteringen in de gebieden De Kooi en Hemelrijk (referentiegebieden). Voor de resultaten van de eerste ronde bemonsteringen wordt verwezen naar Loeb & Verdonschot (2008).

In hoofdstuk 2 wordt de bemonstering en de verwerking van de gegevens besproken. De hoofdstukken 3 tot en met 8 geven een overzicht van de resultaten van de tweede bemonsteringsronde per gebied. Hierin wordt eerst per gebied aangegeven wat de geplande of uitgevoerde maatregelen zijn. Voor een uitgebreidere beschrijving hiervan wordt verwezen naar Loeb & Verdonschot (2008). In hoofdstuk 3 worden de resultaten van de bemonsteringen van het gebied Muggenbeet vóór en na de herinrichtingsmaatregelen met elkaar vergeleken. In hoofdstuk 4 wordt, naast een beschrijving van de natuurwaarden van De Kooi, een vergelijking gemaakt tussen het riethabitat en het sloothabitat, die in De Kooi en Hemelrijk apart bemonsterd zijn. Op deze wijze kan een voorspelling gedaan worden over mogelijke veranderingen die zich voor zullen doen bij de aanleg van meer rietmoeras. In de hoofdstukken 6 tot en met 8 wordt de nieuwe nulmeting van de gebieden Groen Kruispunt, Beukers-Rodemond en Wink besproken en vergeleken met de vorige nulmeting. Voor

Beukers-Rodemonnd en Wink betreft het hier alleen de waterchemie en de vegetatie. In elk van de hoofdstukken over de gebieden wordt een conclusie getrokken over de effecten van de maatregelen of over de verwachte effecten van maatregelen die nog gepland staan. In hoofdstuk 9 worden de chemische waterkwaliteit, de diatomeeën, macrofyten en macrofauna van de verschillende gebieden vergeleken. Hierin zijn ook de gegevens van de eerste nulmeting meegenomen, zodat zowel de verschillen tussen de gebieden onderling als de verschillen in de tijd zichtbaar worden. In hoofdstuk 10 worden de eindconclusies van het onderzoek getrokken en worden aanbevelingen gedaan voor vervolgonderzoek.

2 Materiaal en methode

2.1 Waterchemie

Voor de analyse van de chemische kwaliteit van het water zijn 1 liter polyethyleenpotten onder water geheel gevuld. In het lab zijn de monsters bewaard bij -18 °C. Chemische analyses voor NH₄, NO₂, NO₃, SO₄, Cl en PO₄ en na filtratie voor Ca, Mg, Kjeldahl-N, Fe, K, Na en totaal-P zijn uitgevoerd door Vitens. Voor de bepaling van de alkaliniteit is een 50 ml polyethyleenpotje onder water afgevuld met water. Met behulp van een TitraLab TIM840 is de alkaliniteit bepaald door 25 ml water te titreren met 0.100 M HCl tot pH 4,2. Deze analyse is alleen voor de monsters van 2008 uitgevoerd. pH en EGV zijn op locatie gemeten met een Hach sensION156 Portable pH/EGV-meter, zuurstof met een Hach LDO HQ10 Portable opgelost-zuurstofmeter. In 2007 en 2008 zijn watermonsters genomen in juli 2007 en oktober 2007 (Hemelrijk, De Kooi en Muggenbeet), in maart/april 2008 en juni 2008 (Beukers-Rodemond, Groen Kruispunt, De Kooi, Hemelrijk, Muggenbeet en Wink) in Groen Kruispunt zijn aanvullende metingen gedaan in maart, mei, augustus, september en november 2007 en maandelijks in 2008 tot en met juni. Voor metingen in 2005 en 2006 wordt verwezen naar het rapport Effecten van herinrichtingsmaatregelen in laagveensloten. I. Beschrijving van de nulsituatie (Loeb & Verdonshot, 2008). De belangrijkste resultaten van deze analyses staan samengevat in tabel 2 in Bijlage 1.

2.2 Macrofyten

Opnamen van de macrofyten zijn gemaakt in oktober 2005 en juni 2006 om de nulsituatie vast te leggen in de gebieden Beukers-Rodemond, Wink, Verbindingszone Giethoorn, Muggenbeet en Groen Kruispunt. In het heringerichte gebied Muggenbeet zijn in juli 2007 en juni 2008 opnames gemaakt. In dezelfde periodes is ook de watervegetatie in De Kooi en Hemelrijk vastgelegd. In juni 2008 zijn aanvullende opnames van de nulsituatie gemaakt in Wink, Beuker-Rodemond en Groen Kruispunt. De opnamen zijn gemaakt in de schaal van Tansley. Voor de kwantitatieve verwerking van de gegevens is de schaal omgezet in de getallen 1 tot en met 9. In elke opname is er geteld hoeveel indicatorsoorten van meso- en eutrofe veensloten volgens het Aquatisch Supplement (Nijboer, 2000) er aanwezig waren. Er is hier voor het Aquatische Supplement gekozen, omdat er momenteel nog geen (landelijke) maatlatten voor veensloten binnen de Kaderrichtlijn Water zijn. De herin te richten gebieden vallen binnen het Natura 2000-gebied De Wieden, wat betekent dat er ook in deze gebieden in kaart moet worden gebracht of en waar Europees vastgestelde habitattypen aanwezig zijn. Voor de wateren in de Wieden is het habitatype Meren met Krabbenscheer en Fonteinkruiden van belang. Het gaat hier om meren met een dominantie van Krabbenscheer, een aantal specifieke grote fonteinkruiden of Groot blaasjeskruid, of lijnvormige wateren (sloten of kanalen) die een dergelijke vegetatie kennen én die uitkomen op een meer (vlakvormig water) dat

eenzelfde vegetatie kent. In geen van de herin te richten of heringerichte gebieden voldoen de (voormalige) sloten aan deze vereisten. In de gebieden waar meren aangelegd worden is het theoretisch mogelijk dat dit habitattype zich hier al ontwikkelen.

2.3 Diatomeeën

Tijdens de macrofytenopnamen zijn stukken uit stengels van helofyten en waterplanten (Riet, zeggensoorten, Witte waterlelie) net onder het wateroppervlak geknipt en in een polyethyleenpotje met leidingwater gedaan en in het lab ingevroren (-18 °C). In het laboratorium werd na ontdooien het materiaal geoxideerd met waterstofperoxide (35%) om de celinhoud van de diatomeeën op te laten lossen, zodat de determinatiekenmerken van de diatomeeënschaaltjes goed zichtbaar werden. Preparaten zijn gemaakt door inbedding in Naphrax, een kunsthars. De aangetroffen diatomeeën zijn tot een zo laag mogelijk taxonomisch niveau gedetermineerd. De relatieve abundantie is vastgesteld door de schaalhelften van de afzonderlijke taxa per monster te tellen tot een totaal van 300 bereikt werd. Na deze telling zijn de preparaten doorzocht op verdere taxa, die werden genoteerd als “taxa buiten de telling”. Hierbij werd het betreffende preparaat in achtereenvolgende rijen gescand, waarmee is doorgegaan tot in totaal twee rijen geen nieuwe taxa meer werden aangetroffen.

De diatomeeën zijn geëvalueerd op hun indicatie voor zuurstofvoorziening, saprobie en trofie volgens Van Dam et al. (1994). Hierbij is gekeken naar soorten die een aandeel van meer dan 7% in de diatomeeënpopulatie hadden.

2.4 Macrofauna

Macrofaunabemonsteringen vonden plaats in oktober 2005 en mei 2006 om de nulsituatie vast te leggen in de gebieden Beukers-Rodemon, Wink, Verbindingszone Giethoorn, Muggenbeet en Groen Kruispunt. In oktober 2007 heeft bemonstering plaatsgevonden van het heringerichte gebied Muggenbeet en in de referentiegebieden De Kooi en Hemelrijk (circa 10 jaar geleden heringericht). Van De Kooi en Hemelrijk zijn de rietzone en het water apart bemonsterd, zodat ook de effecten van de uitbreiding van waterriet in de onderzoeksgebieden ingeschat kunnen worden. In het voorjaar van 2008 (eind maart/ begin april) zijn Muggenbeet, De Kooi en Hemelrijk nogmaals bemonsterd om een beeld te krijgen van de voorjaars situatie. Alleen in De Kooi is de rietzone toen apart bemonsterd. De rietzone in De Kooi is vele malen breder dan de rietzone in Hemelrijk. In de niet-heringerichte gebieden Groen Kruispunt, Beukers-Rodemon en Wink is in maart/april opnieuw een nultbemonstering uitgevoerd. Er is voor deze tweede nulmeting gekozen, omdat de vorige nulmeting inmiddels twee jaar geleden was uitgevoerd en er nog niet precies zicht is op de herinrichting van deze gebieden op zeer korte termijn. Deze monsters zijn wel uitgezocht, maar alleen de monsters van Groen Kruispunt konden binnen

het project gedetermineerd worden. De andere monsters blijven bewaard om in de toekomst als nulmeting te kunnen worden gebruikt.

Bemonstering van de macrofauna vond plaats met een standaard net van 500 μm . De data zijn omgerekend naar een standaardbemonsteringslengte van 5 m ($1,25 \text{ m}^2$).

In elk monster is er geteld hoeveel indicator- en doelsoorten van meso- en eutrofe veensloten volgens het Aquatisch Supplement (Nijboer, 2000) er aanwezig waren. Er is hier voor het Aquatische Supplement gekozen, omdat er momenteel nog geen (landelijke) maatlatten voor veensloten binnen de Kaderrichtlijn Water zijn.

2.5 Statistische verwerking

Voor de vergelijking van de aantallen individuen van macrofaunataxongroepen uit de rietzone en uit de andere sloothabitats in De Kooi en Hemelrijk zijn de data $2\log(x+1)$ getransformeerd, waarna een gepaarde t-toets is uitgevoerd. Significantie werd geaccepteerd bij $p < 0,05$. Voor het aandeel van de taxongroepen op het totaal aantal de individuen is dezelfde procedure gevolgd, maar hiervoor zijn de resultaten niet getransformeerd. Voor de multivariate analyses zijn de macrofauna en de diatomeeën $2\log(x+1)$ getransformeerd. Voor de macrofytenanalyses is de Tansleyschaal getransformeerd naar de getallen 1 t/m 9. Chemische parameters zijn $10\log(x+1)$ getransformeerd, behalve pH.

3 Muggenbeet



Figuur 2. Sloot 2 van Muggenbeet vóór de herinrichting (links) en na de herinrichting (rechts).

3.1 Uitgevoerde maatregelen

De doelstelling van het project ‘Muggenbeet’ is het verbeteren van het biotoop voor moerasvogels. De doelstelling komt voort uit het Soortbeschermingsplan moerasvogels, dat onder andere door Vogelbescherming Nederland in 2000/2001 is opgesteld met als doel het instandhouden en versterken van kwetsbare moerasvogels, zoals zwarte stern en waterral. Doel van de herinrichting van Muggenbeet is het ontwikkelen van een grote zeggenmoeras door het afgraven van het land tot circa 20-40 cm beneden maaiveld. De herinrichtingsmaatregelen zijn begin 2007 uitgevoerd. In plaats van dat in het gebied afzonderlijke plassen zijn uitgegraven, omgeven door een randsloot, zoals oorspronkelijk het plan was, is er één grote plas uitgegraven, die in verbinding staat met het Giethoornse meer. De oorspronkelijke sloten 1 en 2 waarvan in 2005/2006 de nulsituatie is vastgelegd, liggen nu in het midden van deze plas. Deze sloten zijn in het landschap te herkennen aan de hand van een aantal pollen met zegges die aan de voormalige slootrand zijn blijven staan en aan de hand van Gele plomp die nog in de voormalige sloot 2 voorkwam. De sloten zelf zijn niet vergraven en ook niet uitgebaggerd. Op de bodem ligt een dikke laag slib. Mogelijk zullen de voormalige sloten in de toekomst dichtslibben, omdat er ze door hun lage ligging als een soort van slibvangers fungeren voor het losse sediment van de afgegraven bodem van de gegraven plas.

3.2 Waterchemie

Het verbinden van het gebied met het water van de Wetering en het Giethoornse Meer heeft voor een verandering in waterchemie gezorgd. Dit verschil uit zich voornamelijk in hogere concentraties van de nutriënten N en P en van de macroïonen chloride en sulfaat (tabel 1). De hogere nutriëntenconcentraties in de zomer (vooral van orthofosfaat) kunnen mogelijk deels worden verklaard door het

ontbreken van vegetatie na de herinrichtingsmaatregelen. Hierdoor is de opname in het groeiseizoen momenteel lager dan voorheen. De waterkwaliteit valt binnen de marges van een eutrofe veensloot van het Aquatische Supplement (Nijboer, 2000). De concentratie totaal stikstof ligt echter wel hoger dan er als grens voor de Goede Ecologische Toestand voor matig grote ondiepe laagveenplassen (voor natuurlijke wateren) (Van der Molen en Pot, 2007) en voor eutrofe veensloten in het Aquatisch Supplement wordt gesteld (maximaal 1,3 mg N/l, respectievelijk 1 mg/l)).

Tabel 1. Belangrijkste chemische waterkwaliteitsgegevens in mg/l. NH_4 , NO_3 , Kjeldahl-N in mg N/l, orthofosfaat en totaal fosfor in mgP/l. Mb1 = Muggenbeet sloot 1, wi = winter, zo = zomer, 05 = 2005 (etc.).

	NH_4	NO_3	Kj-N	o-P	P_{tot}	K	Ca	Mg	Na	Cl	SO_4
Mb1-wi05	0.21	0.19	1	<0.005	<0.02	2.6	35	4	17	31	13
Mb1-wi07/08	0.383	0.3	1.50	0.007	0.030	4.6	40	5.8	26	48	16.5
Mb1-zo05	0.17	0.45	1.4	<0.005	<0.02	3.2	44	5	23	37	12
Mb1-zo07/08	0.157	0.2	2.30	0.009	0.032	4.1	50	6.0	23	45	17.0
Mb2-wi05	0.05	<0.1	1.1	<0.005	<0.02	4.1	35	6	26	46	12
Mb2-wi07/08	0.398	0.3	1.50	0.014	0.026	4.7	41	5.8	26	48	16.5
Mb2-zo05	0.03	<0.1	0.79	<0.005	0.022	1.8	32	3	14	24	9
Mb2-zo07/08	0.133	0.2	2.40	0.009	0.035	4.2	48	5.9	23	44	17.2

3.3 Macrofyten

De voormalige sloten van Muggenbeet zijn, twee jaar na de uitvoering van de herinrichtingsmaatregelen, nog schaars begroeid. Hier en daar zijn pollen met zegges langs de voormalige oevers blijven staan. Op deze pollen hebben zich ook andere soorten kunnen handhaven. In het water van sloot 2 domineerden in 2006 nog de kranswieren *Chara globularis* en *Chara vulgaris*. In 2008 is één exemplaar van *Chara vulgaris* teruggevonden. Ook werd in 2007 en 2008 *Nitella flexilis* in beide sloten gevonden, een soort die ook eerder al voorkwam. Kranswieren zijn indicatief voor een goede waterkwaliteit. Zij kunnen zich over het algemeen goed vestigen in pionierssituaties. Het is daarom de vraag of de sterke achteruitgang van *Chara globularis* en *C. vulgaris*, ook in het tweede jaar na de ingreep, alleen verklaard kan worden door de fysieke verwijdering van de vegetatie bij de uitvoer van de maatregel, of dat de achteruitgang ook aangeeft dat de groeiomstandigheden voor deze soorten verslechterd zijn. Op de oevers domineerde voor de ingreep Pitrus (*Juncus effusus*). Deze soort is door de ingreep nagenoeg verdwenen. Het doel van de herinrichtingsmaatregelen in Muggenbeet is het creëren van een grote-zeggenmoeras als biotoop voor moerasvogels. Met het huidige peilregime is echter niet te verwachten dat er op korte termijn een zeggenmoeras zal ontstaan. Het gebied staat permanent onder water, op de overgebleven pollen zegges na. Dit bemoeilijkt kieming of klonale groei vanuit de overgebleven pollen.

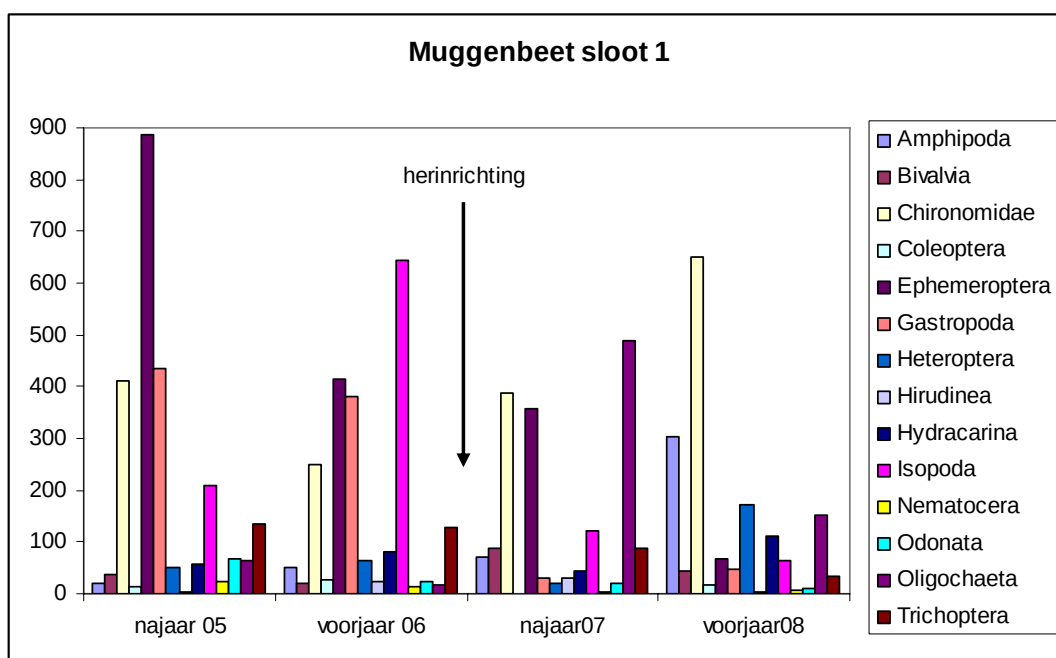
3.4 Diatomeeën

In 2005/2006 bestond de diatomeeënpopulatie in sloot 1 en 2 voornamelijk uit de algemene soorten *Achnanthes minutissimum* en *Cocconeis placentula*. In totaal zijn er circa 50 verschillende soorten per sloot gevonden in mei 2006, maar deze soorten kwamen bijna alle in zeer lage aantallen voor. In 2007 namen de aantallen van

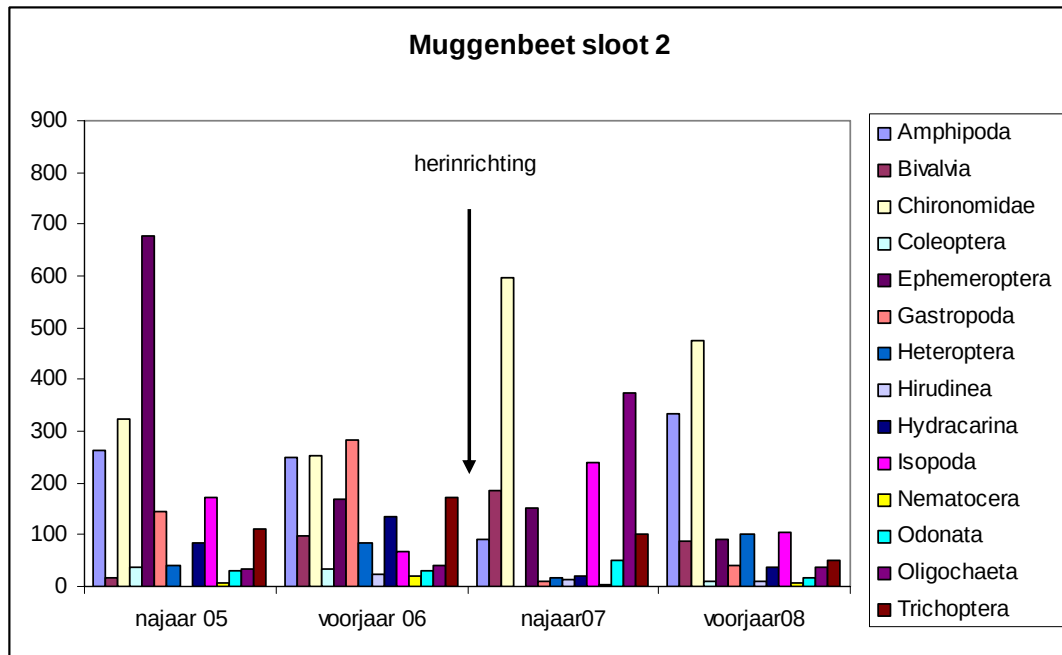
Cocconeis placentula, een soort die een voorkeur heeft voor de structuur van bepaalde planten, sterk af. De dominante soort bleef *Achnanidium minutissimum*. In het najaar van 2007 werden nog steeds gemiddeld 55 soorten per sloot gevonden. In mei 2008 werden 28 soorten geteld. Nog steeds was *Achnanidium minutissimum* de dominante soort. Wel werden er ook *Nitzschia paleacea* en *Gomphonema parvulum* met een aandeel van 10% in het monster waargenomen. Deze soorten kunnen wijzen op een gemiddeld tot lage zuurstofverzadiging, een α -mesosaproob/polysaproob, eutroof milieu. Soorten gevonden in 2005 zouden erop kunnen wijzen dat de zuurstofvoorziening en het saprobieniveau toen iets beter waren. Er kunnen echter geen harde conclusies verbonden worden aan de verandering van indicaties van diatomeeën in deze sloten, enerzijds omdat indicatieve soorten in zulke lage aantallen voorkwamen en anderzijds omdat de indicatiewaarde van de soorten in deze pionierssituatie waarschijnlijk kleiner is dan in een stabiele omgeving.

3.5 Macrofauna

In figuur 3 en 4 staan de aantallen van de verschillende taxa die in de monsters van sloot 1 en twee zijn aangetroffen.



Figuur 3. Aantallen van de verschillende taxa aangetroffen in sloot 1 vóór en na de herinrichtingsmaatregelen.



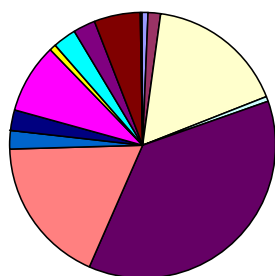
Figuur 4. Aantallen van de verschillende taxa aangetroffen in sloot 2 vóór en na de herinrichtingsmaatregelen.

In de sloten is na de maatregelen een toename te zien van het aantal *Amphipoda*, vooral in het tweede jaar. Dit betreft vooral het geslacht *Gammarus* (vlokreeften). Ook het aantal *Bivalvia* (tweekleppigen) (voornamelijk *Pisidium* (erwtmossels)) en het aantal *Chironomidae* (dansmuggen) (*Endochironimus albipennis* en *Glyptotendipes*) nam toe. *Coleoptera* (kevers), *Ephemeroptera* (eendagsvliegen) en *Gastropoda* (slakken) lijken af te nemen. *Oligochaeta* (Borstelwormen) nemen in het eerste jaar flink toe, maar laten in het tweede jaar weer een afname zien.

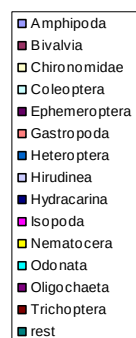
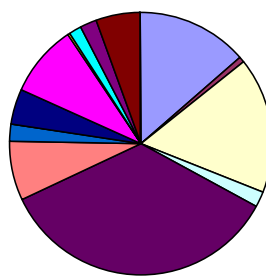
In figuur 5 staan de relatieve aandelen van de verschillende taxa in de monsters weergegeven. Opvallend is dat in de nulsituatie de sloten gedomineerd worden door *Ephemeroptera*, *Amphipoda* (sloot 2), *Isopoda* (sloot 1), *Gastropoda* en *Chironomidae*. Na de herinrichtingsmaatregelen verschuift dit naar *Chironomidae* samen met *Oligochaeta* en *Bivalvia* in het eerste jaar en met *Amphipoda* in het tweede jaar.

Afname van de *Gastropoda* is te verklaren door het ontbreken van graasoppervlak (zoals stengels en bladeren van planten) in de nieuwe situatie. *Amphipoda* zoals *Gammarus*, zijn detrituseters. In de sloten, die niet uitgebaggerd zijn, is genoeg oud organisch materiaal te vinden dat *Gammarus* kan eten. Zij namen daardoor sterk toe. Ook *Oligochaeta* en *Bivalvia* kunnen goed in deze vegetatieloze sloten leven. *Oligochaeta* leven in het slib, terwijl *Bivalvia* meer op het slib liggen. *Bivalvia* hebben in tegenstelling tot *Oligochaeta* wel een goede zuurstofhuishouding nodig.

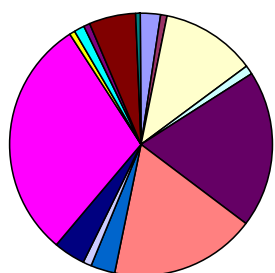
Muggenbeet sloot 1 najaar '05



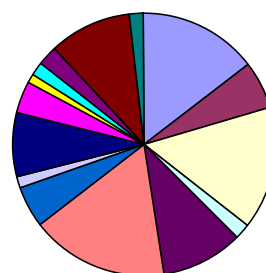
Muggenbeet sloot 2 najaar '05



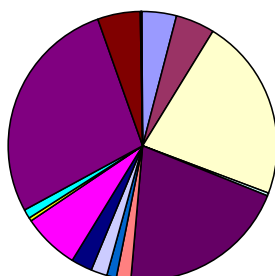
Muggenbeet sloot 1 voorjaar '06



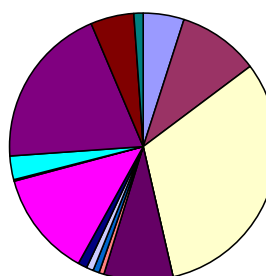
Muggenbeet sloot 2 voorjaar '06



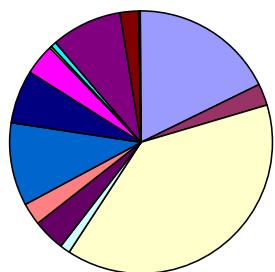
Muggenbeet sloot 1 najaar '07



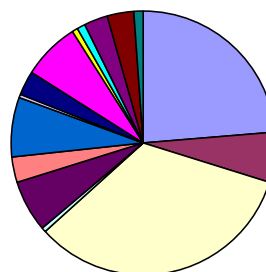
Muggenbeet sloot 2 najaar '07



Muggenbeet sloot 1 voorjaar '08



Muggenbeet sloot 2 voorjaar '08



Figuur 5. Aandeel van de verschillende taxa vóór (2005 en 2006) en na (2007 en 2008) de herinrichtingsmaatregelen in Muggenbeet.

De verschuivingen die in de macrofaunagemeenschap zijn opgetreden in de eerste twee jaar na de ingreep, zijn duidelijk kortetermijnveranderingen. Zij hangen samen met het verdwijnen van de vegetatie in de sloot en langs de oever. De gevonden dieren zijn deels dieren die gemakkelijk nieuwe gebieden koloniseren, en zijn alle dieren die niet sterk van vegetatie afhankelijk zijn. De verwachting is dat er, zodra de sloten en de oevers weer begroeid raken, er zich weer meer dieren zullen vestigen die voor hun voedsel of habitat afhankelijk zijn van vegetatie. In elk geval zullen dan de dominantie van de *Amphipoda* en *Chironimidae* afnemen.

In de sloten van Muggenbeet werden vóór de herinrichting in sloot 1 en 2 in het najaar 2 en in het voorjaar 4 indicatorsoorten van mesotrofe veensloten gevonden. Na de herinrichting werden er 0-2 soorten gevonden. Het ging hierbij vooral om slakken die verdwenen waren. Daarvoor in de plaats werd er toen juist een *Chironomide* gevonden die indicatorsoort is voor mesotrofe veensloten (*Nanocladius bicolor*). Voor de herinrichting werden er 10 tot 12 indicatorsoorten voor eutrofe veensloten gevonden, na de herinrichting 11 tot 13. In deze aantallen is dus geen effect van de ingreep terug te zien.

3.6 Conclusies

In 2007 is het gebied Muggenbeet vergraven en zijn de voormalige sloten in een grote plas komen te liggen. Er ligt een kade om het gebied heen, maar de plas staat wel in verbinding met het Giethoornse meer. Hierdoor is de chemische waterkwaliteit in het gebied achteruit gegaan. Zowel de sloten als de het afgegraven terrestrische deel is nu nog erg schaars begroeid. In de sloten komen voornamelijk macrofyten voor die er voor de herinrichting ook voorkwamen. Onder het huidige peilbeheer is niet te verwachten dat het gewenste zeggenmoeras snel gerealiseerd zal worden. De gemeenschappen van de diatomeeën en macrofauna laten zien dat het gebied nog in een vegetatiearme pioniersfase verkeert. De aquatische natuurwaarden die voor de ingreep aanwezig waren, zijn door de herinrichtingsmaatregelen verdwenen. Vanuit de hierbij ontstane pionierssituatie zullen zich dus nieuwe natuurwaarden gaan ontwikkelen. Bij een minder rigoureuze aanpak waarbij de voormalige sloten niet geheel geschoond worden, is er de mogelijkheid om een deel van de aanwezige natuurwaarden te behouden, waardoor de nieuw gegraven plas ook makkelijker gekoloniseerd zou kunnen worden. Omdat de chemische waterkwaliteit slechter is dan in de referentiegebieden De Kooi en Hemelrijk, is de verwachting dat de ontwikkeling van de aquatische ecologie niet hetzelfde zal verlopen als in deze gebieden. Er is meer onderzoek nodig om de ontwikkelingen op lange termijn in Muggenbeet te volgen.

4 De Kooi



Figuur 6. Sloot 2 van De Kooi.

4.1 Uitgevoerde maatregelen

De Kooi is in 1997 door Natuurmonumenten opnieuw ingericht. Tijdens de inrichting zijn diverse bosjes van berken en elzen gekapt. Ook zijn enkele nieuwe plassen aangelegd en oude plassen verdiept. Het oorspronkelijke patroon, de dimensies en taludvorm van de sloten, zijn tijdens de inrichting ongewijzigd gebleven. Het waterpeil is 0,7 m verhoogd en is nu gelijk aan het boezempeil. Het water in het gebied staat door middel van een buis in direct contact met het boezempeil in de Schutsloot. Het gebied bestaat uit hooilanden, bosjes en sloten, die door een brede rietkraag omzoomd zijn.

4.2 Waterchemie

De sloten van De Kooi en Hemelrijk hebben een lagere chlorideconcentratie en een lagere alkaliniteit dan de sloten in de andere onderzochte gebieden (tabel 2 Bijlage 1). Dit wijst er op dat deze sloten geïsoleerd liggen en veel gebiedseigen water herbergen. Blijkbaar heeft de open verbinding met de Schutsloot weinig effect op de kwaliteit van het water in de sloten in het midden van het gebied. Nutriëntenconcentraties blijven binnen de normen van het Aquatisch Supplement (eutrofe veensloot) en voor de GET van matig grote ondiepe laagveenplassen (behalve voor totaal N) (Nijboer, 2000; Van der Molen en Pot, 2007). De zuurstofconcentraties in het water zijn niet altijd hoog: in de winter werden er concentraties van 3,6 en 4,5 mg/l gemeten.

4.3 Macrofyten

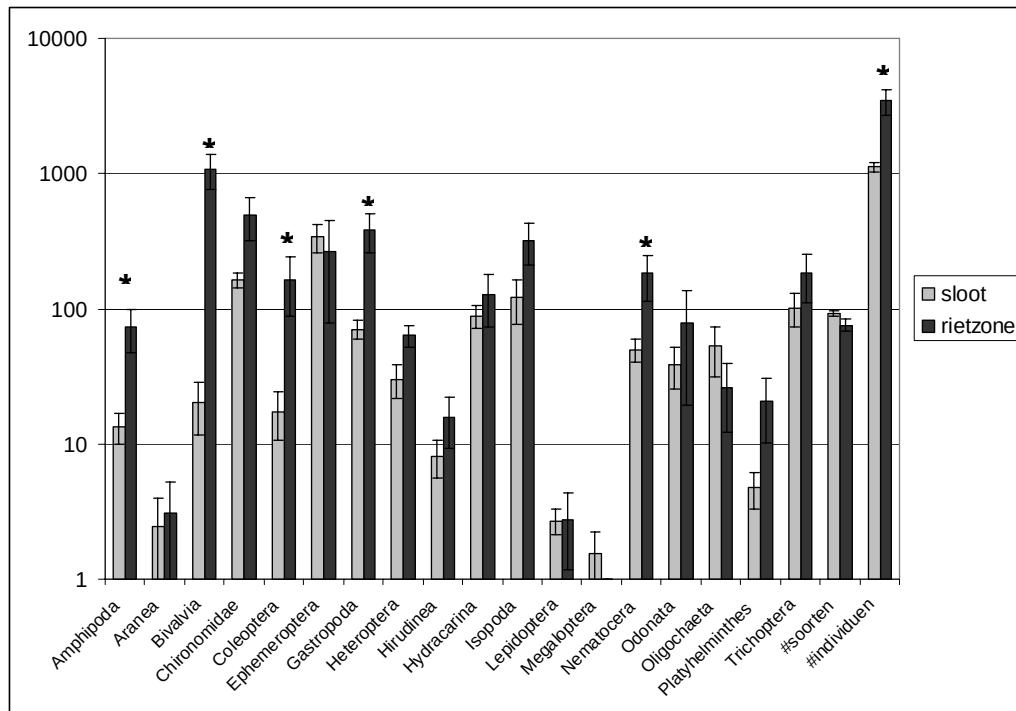
De Kooi heeft een goed ontwikkelde slootvegetatie. In het water komen de kranswieren *Chara globularis*, *Nitella flexilis*, *Nitella mucronata*, en in een van de andere sloten in het gebied ook de zeer zeldzame *Nitella hyalina*, voor. *Nitella hyalina* werd in 2002 voor het eerst weer teruggevonden in de Zuideindigerwijde nadat hij hier al meer dan 30 jaar verdwenen was. De terugkomst van de soort hangt mogelijk samen met de verbeterde chemische waterkwaliteit in de Wieden. In 2007 werd de soort voor het eerst door Alterra aangetroffen in de Bollemaat, ten noordwesten van de Beulakerwijde. Zover bekend is *Nitella hyalina* nog niet eerder gevonden in De Kooi. Aan hogere planten groeien er naast de algemene soorten ook *Hottonia palustris* (Waterviolier), *Utricularia vulgaris* (Gewoon blaasjeskruid) en *U. minor* (Klein blaasjeskruid), *Potamogeton obtusifolius* (Stomp fonteinkruid), *P. trichoides* (Haarfonteinkruid), *P. pusillus* (Tenger fonteinkruid), *P. mucronata* (Puntig fonteinkruid) en *Stratiotes aloides* (Krabbenscheer). De voormalige oevers zijn begroeid met Riet, maar op de rand met de sloot staan ook veel zegges. Met 28 à 32 soorten water- en oeverplanten per sloot hebben de sloten een zeer hoge floristische kwaliteit. In sloot 1 komen 10 indicatorsoorten voor eutrofe veensloten voor en 2 voor mesotrofe veensloten. In sloot 2 zijn dit er respectievelijk 9 en 1.

4.4 Diatomeeën

Van sloten 1 en 2 in de Kooi zijn juli 2007 en juni 2008 diatomeeënmonsters genomen. Vooral sloot 2 had een hoge diatomeeëndiversiteit met 50 à 60 verschillende soorten. In totaal waren er 7 soorten die in aanzienlijke aantallen voorkwamen in De Kooi. Naast *Achnanidium minutissimum* waren dit *Fragilaria capucina* var *capucina*, *Nitzschia archibaldii*, *Achnanthes linearoides* (sloot 2), *Epithemia sorex* (sloot 1), *Nitzschia paleacea* (sloot 2) en *Planothidium frequentissimum* (sloot 2). Samen zijn deze soorten indicatief voor een hoge tot gemiddelde zuurstofverzadiging, β -/ α -mesosaproob milieu en een meso- tot eutrofe nutriëntenstatus.

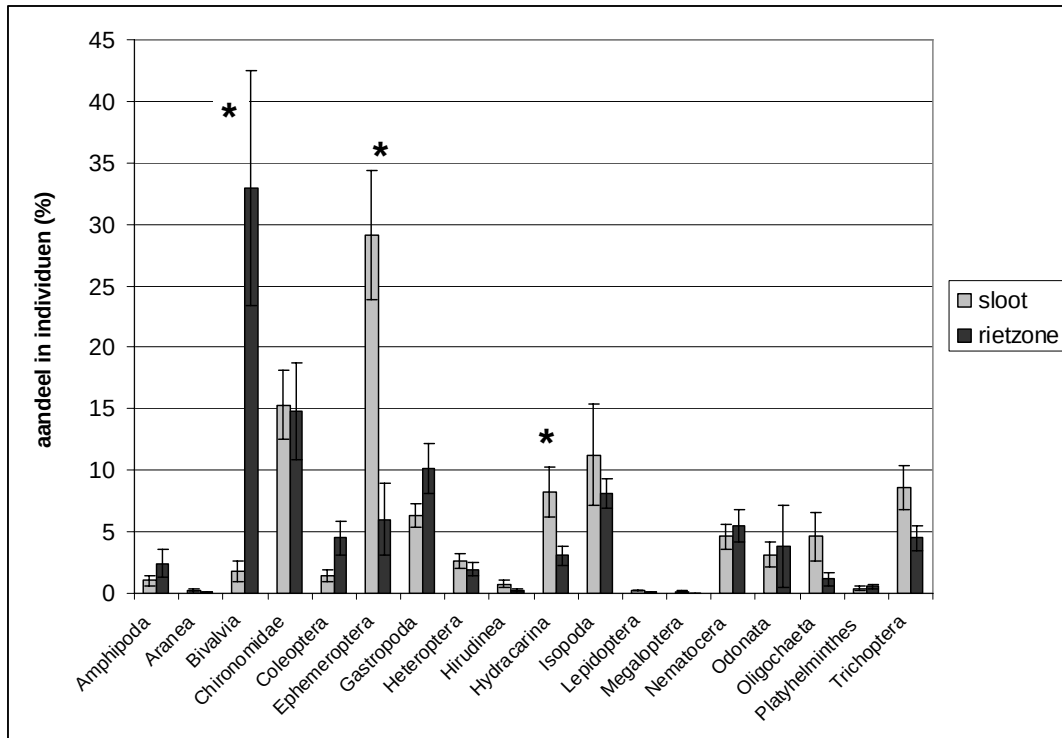
4.5 Macrofauna

In De Kooi (2007 en 2008) en in Hemelrijk (2007) zijn de rietzones van de sloten en de rest van de sloothabitats apart bemonsterd om de mogelijke effecten op de macrofauna in te kunnen schatten van de aanleg van rietmoeras in de herinrichtingsprojecten. In figuur 7 staan de aantallen individuen van de verschillende taxongroepen weergegeven. In de rietzone zijn de aantallen *Amphipoda*, *Bivalvia*, *Coleoptera*, *Gastropoda* en *Nematocera* significant groter dan in de sloot zelf. Ook is het totaal aantal gevonden individuen per meter groter. Bij de *Amphipoda* is het *Gammarus pulex* (vlokreeft) die meer voorkomt. Deze soort houdt van ondiep (niet te zuurstofarm) water met detritus. Bij de *Bivalvia* zijn het soorten van het geslacht *Pisidium* (erwtmossels) die meer voorkomen in de rietzone. Dit heeft waarschijnlijk te maken met de ondiepte van de oevers, waardoor er een goede zuurstofvoorziening is, en met het riet dat door zijn structuur voor een beschutte omgeving met detritus en slib op de bodem zorgt. Het zou kunnen dat de verschillen tussen de zones voor een klein deel verklaard kunnen worden door de monstermethodiek, omdat er in de sloot verschillende habitats (bodem, vegetatie) naar verhouding van voorkomen zijn bemonsterd. In het taxon *Coleoptera* (Kevers) zijn er veel verschillende soorten die het beter doen in moerasgebieden dan in diepere wateren. Het betreft hier onder andere soorten van de geslachten *Hydroporus*, *Hygrotus*, *Noterus* en *Scirtus*. Larven van het geslacht *Hydroporus* leven in bodemmateriaal of dichte vegetatie. Zij eten zooplankton (Drost et al., 1992). Noemenswaardig is de vondst van de vrij zeldzame *Hydroporus scalesianus* in de rietzone van sloot 1 in De Kooi; een soort die specifiek in riet- en zeggenmoerassen voorkomt (Drost et al., 1992). Van het geslacht *Hygrotus* komen *Hygrotus inaequalis* (een zeer algemene soort) en *H. decoratus* (een soort van oevers en verlandingszones) alleen voor in de rietzone. Soorten van het geslacht *Noterus* leven op de bodem tussen plantenwortels, waar zij wormen eten (Drost et al., 1992). Zij voelen zich daarom goed thuis in de rietzone. Het geslacht *Scirtus* (niet goed verder op soort te brengen) heeft alleen larven die aquatisch zijn. De adulten van *Scirtus* leven terrestrisch op de oever (Drost et al., 1992). *Scirtus* kwam in veel grotere aantallen voor in de rietzone dan in de sloten. Opvallend is het juist lagere voorkomen van *Gyrinus marinus* in de rietzone. Deze algemene soort leeft juist in grote, open wateren zonder al te veel vegetatie. Deze soort wordt ook nauwelijks tussen de vegetatie gevonden (Drost et al., 1992). De *Gastropoda* (slakken) komen ook in grotere aantallen voor in de rietzones dan in de sloten. Vaak leven zij van algen die op stengels van waterplanten groeien. Een rietzone biedt een groot graasoppervlak voor slakken. Soorten die vooral meer voorkwamen, zijn *Anisus vortex*, een zeer algemene soort van plantenrijk water, *Blathyomphalus contortus*, een detritusetter van plantenrijk water, *Segmentina nitida*, een soort met een brede voedselkeuze en de algemene *Valvata cristata* (Gittenberger et al., 1998). *Nematocera* zijn een suborde van de vliegen. In deze suborde vallen onder andere de muggen. Van de *Nematocera* zijn vooral de *Ceratopogonidae* (knutten) en de geslachten *Dixella* en *Helius* die meer voorkomen in de rietzone. Over het algemeen zijn er veel *Nematocera* die het goed doen in ondiep water.



Figuur 7. Aantallen van macrofaunataxa in de sloten en aangrenzende rietzones in De Kooi en Hemelrijk. Sterretjes geven significante verschillen tussen de sloot en de rietzone aan. Foutenbalken geven de standaardfout aan.

Behalve de aantallen van de bovengenoemde families was ook het totaal aantal getelde individuen groter in het rietmoeras dan in de sloot. Om te kijken of ook de totale soortensamenstelling van de gemeenschap verschilde tussen de sloot en de rietzone, hebben we in figuur 7 het percentage van een taxon ten opzichte van het totaal aantal individuen weergegeven. De gemeenschappen verschillen significant in het aandeel van de *Bivalvia* (meer in de rietzone), *Ephemeroptera* (eendagsvliegen; groter aandeel in de sloot) en *Hydracarina* (watermijten; groter aandeel in de sloot). Voor de andere taxa waren de verschillen tussen de habitats niet significant. Het aantal onderscheiden taxa ten opzichte van het aantal individuen verschilde wel significant tussen de sloot en de rietzone. In de sloot waren er gemiddeld 8 taxa op 100 individuen; in de rietzone maar 3 op de 100. Dit is voor een groot deel te verklaren aan de hand van het zeer grote aantal individuen van *Pisidium* die in de rietzone werd gevonden.



Figuur 8. Aandeel van macrofaunataxa (gerekend in individuen) in de sloot en het aangrenzende rietmoeras van De Kooi en Hemelrijk. Sterretjes geven significante verschillen tussen de sloot en de rietzone aan. Foutenbalken geven de standaardfout aan.

In De Kooi komen twee van de drie doelsoorten voor meso- en eutrofe veensloten uit het Aquatisch Supplement voor. Beide zijn Kokerjuffers van het geslacht *Limnephilus*. *Limnephilus binotatus* is een vrij zeldzame soort die voornamelijk op waterplanten in laag- en hoogveen wordt gevonden (Higler, 2008). Deze soort werd in het najaar van 2007 in sloot 2 van De Kooi aangetroffen. *Limnephilus marmoratus* is een vrij algemene soort van stilstaande wateren die vooral tussen de vegetatie voorkomt (Higler, 2008). De soort werd in beide sloten van De Kooi aangetroffen, zowel in het open water als in de rietzone.

Indicatorsoorten voor mesotrofe veensloten werden in De Kooi voornamelijk in het open water van de sloten aangetroffen. Het betreft hier vooral de kokerjuffer *Holocentropus dubius* en de kever *Gyrinus marinus*, die beide telkens in de sloot zelf voorkwamen en in de rietzone ontbraken. Het open slootwater had 3-5 indicatoren van mesotrofe veensloten, de rietzone 0-2. Indicatorsoorten van eutrofe veensloten werden veelvuldig in beide habitats aangetroffen (13-18 soorten). Hiervan kwamen de kevers *Hygrotusa decoratus* en *H. inaequalis* en de slak *Segmentina nitida* alleen in de rietzone voor.

4.6 Conclusies

De Kooi is een gebied met een goede chemische waterkwaliteit en een waardevolle aquatische ecologie. De chemische waterkwaliteit is goed. Ondanks de verbinding

met water van uit de boezem, is de invloed van dit water klein. Er komen veel soorten voor die als indicatorsoorten benoemd zijn voor goedontwikkelde meso- en eutrofe veensloten. Door het opzetten van het peil, heeft zich een brede rietkraag langs de sloten kunnen ontwikkelen. Deze rietkraag biedt een aanvullend habitat voor macrofauna, waardoor de soortenrijkdom waarschijnlijk is toegenomen. Hier zijn bijvoorbeeld grote aantallen kevers te vinden. Andersom is het de biodiversiteit ten goede gekomen dat de sloten niet zijn dichtgegooid bij de herinrichting. Uiteindelijk zullen de sloten verlanden als ze niet geschoond worden.

5 Hemelrijk



Figuur 9. Sloot 1 van Hemelrijk.

5.1 Uitgevoerde maatregelen

Het Hemelrijk ligt zuidelijk van het gebied De Kooi en is 15-20 ha groot. Het gebied is met een kade afgesloten van De Kooi. In 1998 is het gebied ingericht. Het gebied bestaat grotendeels uit gegraven ondiepe plassen in het noorden en ovegebleven sloten met daartussen graslanden in het zuiden. Ook hier is het waterpeil opgezet met 0,7 m tot het boezempeil. Het boezemwater wordt ingelaten via een sloot in het westen van het gebied. In 2008 zijn de bomen die langs enkele sloten stonden, gekapt.

5.2 Waterchemie

De chemische samenstelling van het water lijkt sterk op die van De Kooi (tabel 2 Bijlage 1). Ook de nutriëntenconcentraties liggen ongeveer gelijk. Dit is opmerkelijk, gezien de slechtere ontwikkeling van de slootvegetatie in het gebied. Ondanks dat het water in Hemelrijk in verbinding staat met water van buiten het gebied, heeft het

gebied, net als De Kooi, water met een wat lagere alkaliniteit en lagere chloride-concentraties dan de andere sloten.

5.3 Macrofyten

Sloot 1 is aan één oever begroeid met riet. De andere oever heeft een kleine zone met zegges. In de sloot drijven Gele plomp (*Nuphar lutea*) en Witte waterlelie (*Nymphaea alba*). In beide jaren was er behoorlijk veel flab aanwezig, hoewel de bedekking met flab kleiner was dan in sloot 2. Ondergedoken planten die gevonden werden, zijn *Elodea nuttallii* (Smalle waterpest), *Nitella flexilis*, *Potamogeton obtusifolius* (Stomp fonteinkruid), *P. pusillus* (Tenger fonteinkruid) en *P. compressus* (Plat fonteinkruid). Daarnaast zijn er in deze sloot veel helofyten, zoals Grote egelskop (*Sparganium erectum*), Pijlkruid (*Sagittaria sagittifolia*), Grote en Kleine Lisdodde te vinden (*Typha latifolia* en *T. angustifolia*). In totaal werden er 29 (2007) à 37 (2008) soorten water- en oeverplanten gevonden. Hiervan waren er 8 soorten indicatorsoorten voor eutrofe veensloten volgens het Aquatisch Supplement (Nijboer, 2000).

Sloot 2 heeft is voor een groot deel bedekt met Drijvend fonteinkruid (*Potamogeton natans*). Opvallend is de hoge bedekking met flab in deze sloot, zowel in 2007 als in 2008. Er zijn door de hoge bedekking maar weinig ondergedoken soorten gevonden. Dit zijn *P. obtusifolius*, *Nitella flexilis* (2007), *Elodea nuttallii* en *Myriophyllum spicatum* (Aarvederkruid). De oevers zijn begroeid met onder andere Riet (vooral in 2007) en Paddenrus (*Juncus subnodulosus*). De soortdiversiteit in deze sloot is niet zo hoog: er werden slechts 16 (2007) en 17 (2008) verschillende water- en oeverplanten gevonden. Er werden slechts 3 indicatorsoorten voor eutrofe veensloten gevonden en 1 voor mesotrofe veensloten. Op de momenten dat wij hebben gemeten, was er geen verschil in waterchemie tussen de sloten in Hemelrijk en De Kooi. Dit kan het verschil in vegetatie-ontwikkeling tussen de gebieden dus niet verklaren. Mogelijk ligt er toch een deel van de oorzaak in een verschil in landbouwkundig gebruik. Ook kan beschaduwing, die in De Kooi veel sterker is dan in Hemelrijk, een rol spelen. Opvallend is dat de ondiepe plas, waarin beide sloten uitkomen na 10 jaar nog steeds schaars begroeid is.

5.4 Diatomeeën

De diatomeeënpopulatie in sloot 1 van Hemelrijk wordt gedomineerd door *Nitzschia archibaldii*, een soort van een goede zuurstofvoorziening en een laag saprobieniveau. In sloot 2 is de algemene soort *Achnanthes minutissimum* dominant. *Fragilaria capucina* var *capucina* komt ook veelvuldig voor in deze sloten. In beide sloten samen komen 5 soorten voor die een aanzienlijk aandeel in de populatie halen. Sloot 2 herbergt een iets grotere diversiteit aan diatomeeën dan sloot 1. Over het algemeen wijzen de soorten die gevonden zijn op een behoorlijk goede zuurstofvoorziening (>75%), een β -/ α -mesosaproob milieu en een meso- tot eutrofe nutriëntenstatus.

5.5 Macrofauna

De macrofaunasamenstelling van Hemelrijk lijkt sterk op die van De Kooi en heeft een hoger voorkomen van kokerjuffers en libellen dan de slibrijke sloten van Wink, Beukers-Rodemonde en Groen Kruispunt. In de sloten van Hemelrijk werd éénmaal de doelsoort *Limnephilus marmoratus* (een kokerjuffer) aangetroffen. Het aantal indicatorsoorten van mesotrofe veensloten varieerde van 2 in de rietzone tot 3-5 in het open water van de sloten. De kever *Gyrinus marinus* ontbrak in de rietzone. Indicatorsoorten voor eutrofe veensloten werden ook veelvuldig aangetroffen (variërend van 8 tot 20 soorten).

5.6 Conclusies

Hemelrijk heeft net als De Kooi een goede chemische waterkwaliteit die afwijkt van die van het boezemwater. Ondanks de kwaliteit van het water, is de ontwikkeling van de waterplanten minder goed. Er komt meer flab voor en meer drijvende planten als Kikkerbeet en kroos. Hierdoor is de diversiteit aan ondergedoken waterplanten lager. Het is niet duidelijk waardoor dit komt. Mogelijk ligt er toch een verschil in landbouwkundig gebruik en nalevering van nutriënten, maar dit was niet direct in het water terug te meten. Net als in De Kooi is de macrofaunapopulatie in de rietzone anders dan die in de sloot. De rietzones zijn in Hemelrijk over het algemeen smaller dan in De Kooi.

6 Groen Kruispunt



Figuur 10. Sloot 1 (links) en sloot 2 (rechts) van Groen Kruispunt.

6.1 Geplande maatregelen

Groen Kruispunt is momenteel een weidegebied met sloten, waar een eigen peilregime wordt gevoerd. Bij de herinrichting wordt het gebied in stukken verdeeld. Het oostelijke deel, waar de twee gemonitorde sloten in liggen, is waarschijnlijk het eerst aan de beurt voor herinrichting. Tegen de verwachting in is echter tot op heden niet gestart met de herinrichting. In het herinrichtingsplan wordt het water in dit deel van Groen Kruispunt opgezet tot minimaal boezempeil. De bedoeling is dat er hier rietteelt plaats kan gaan vinden. Hiervoor wordt óf de grond afgegraven óf het peil wordt nog hoger opgezet door met molentjes water op te pompen. In het noorden van Groen Kruispunt komt moeras met open water. In het najaar van 2008 is begonnen met de herinrichtingswerkzaamheden.

6.2 Waterchemie

In de sloten van Groen Kruispunt vallen twee belangrijke processen op. Ten eerste zijn de concentraties chloride en natrium, en dus het EGV, bijzonder hoog (tabel 2 Bijlage 1). In sloot 1 komt het EGV in de periodes maart tot augustus 2007 en februari tot april 2008 zelfs boven 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ met chlorideconcentraties tussen 200 en 300 mg/l. Hier zijn verschillende mogelijke verklaringen voor te geven. Ten eerste is er in Groen Kruispunt momenteel sprake van kwel vanuit het Meppelerdiep, dat geen goede chemische waterkwaliteit heeft. Zoutconcentraties en EGV lopen echter in het Meppelerdiep niet zo sterk op als in de sloten van Groen Kruispunt. Chloride-

concentraties komen in het Meppelerdiep niet boven 100 mg/l uit (gegevens waterschap Groot-Salland, 1999-2005). Hogere concentraties zouden kunnen ontstaan door het indampen van het slootwater. Een andere verklaring zou kunnen zijn dat er brakke kwel op zou treden uit oude lagen die door doorbraken vanuit de Zuiderzee brak zijn geworden. Dat er (diepe) kwel optreedt in de Wieden lijkt echter niet zo waarschijnlijk vanwege de lage ligging van de Flevo- en Noordoostpolder.

Wat er verder opvalt is de zuurstofarme situatie in de sloten. Beide sloten zijn (vrijwel) geheel bedekt met Kroos en Kikkerbeet. Hierdoor is in het water eronder een zuurstofarme situatie ontstaan. Regelmatig worden in deze sloten concentraties onder 1 mg/l O₂ gemeten. Mede door deze omstandigheden zijn nutriëntenconcentraties erg hoog. Doordat het water (nagenoeg) zuurstofloos is, kan er geen nitrificatie optreden. Hierdoor wordt organische stof afgebroken tot ammonium, dat zich vervolgens ophoopt in plaats van verder geoxideerd te worden tot nitraat. Ook de concentraties orthofosfaat en totaal fosfor zijn hoog. Dit komt doordat onder anaerobe omstandigheden ijzer gereduceerd wordt, waarbij een groot deel van het fosfaat dat aan ijzer gebonden zit, vrijkomt. Indicatief voor de grote concentraties van gereduceerd ijzer in het water zijn de hoge concentraties ijzeroxiderende bacteriën (*Leptothrix*) die in het water waargenomen zijn (vooral in sloot 1) (Loeb & Verdonschot, 2008b). De aanhoudend lage zuurstofconcentraties kunnen de macrofaunadiversiteit negatief beïnvloeden. Ook kan bij een hoge pH ammonium omgezet worden in het voor de fauna zeer toxisch ammonia. De pH kan hoge waarden bereiken in perioden met een hoge algenbloei.

De lage zuurstofverzadiging, de hoge concentraties totaal stikstof en de regelmatig hoge chlorideconcentraties voldoen niet aan de GET voor matig grote, ondiepe laagveenplassen.

6.3 Macrofyten

In de vegetatie-opnamen die in 2006 en 2008 van de sloten van Groen Kruispunt zijn gemaakt, valt het op dat er in twee jaar grote veranderingen in de begroeiing van de sloten zijn opgetreden. In sloot 1 was in 2008 *Ceratophyllum demersum* (Grof hoornblad) abundant, samen met *Elodea nuttallii* (Smalle waterpest), *Lemna minor* (Klein kroos), *Potamogeton trichoides* (Haarfonteinkruid) en *Spirodela polyrrhiza* (Veelwortelig kroos). In 2008 was de bedekking met *Lemna minor* iets toegenomen, maar waren *Ceratophyllum demersum*, *Potamogeton trichoides* en *Spirodela polyrrhiza* sterk afgenomen en *Elodea nuttallii* zelfs geheel verdwenen. Ook op de oever veranderde er het een en ander. In 2006 was *Phalaris arundenacea* (Rietgras) de dominante soort op de oever, terwijl in 2008 *Glyceria maxima* (Liesgras) abundant was en ook enkele andere grassoorten en zegges aanwezig waren. In sloot 2 nam de bedekking met *Lemna minor* sterk af. *Potamogeton trichoides* en *Spirodela polyrrhiza* bleven abundant aanwezig. Opvallend was de vondst van *Elodea canadensis* (Brede waterpest) in 2008 in deze sloot, die niet eerder in een van beide sloten werd aangetroffen. Ook op de oever van deze sloot ging de abundantie van *Phalaris arundenacea* achteruit en werd *Glyceria maxima* dominant. Het aantal indicatorsoorten voor eutrofe veensloten

volgens het Aquatisch Supplement varieerde tussen 3 en 6 met af en toe een waarneming van één exemplaar van *Equisetum fluviatile* (Holpijp) (indicatorsoort voor mesotrofe veensloten), een soort die indicatief kan zijn voor kwel. De vegetatie in beide sloten in beide jaren is over het algemeen indicatief voor zeer eutrofe omstandigheden.

6.4 Diatomeeën

Veelvuldig voorkomende soorten in de sloten zijn *Gomphonema parvulum* (een soort van lage zuurstofconcentraties en een hoge organische-stofbelasting), *Eunotia bilunarius*, *Lemnicola hungarica*, *Nitzschia archibaldii* en *Achnanthes minutissimum*. Opvallend is dat de monsters van 2008 en het monster uit sloot 1 in 2006 wat afwijken van de monsters uit 2005 en het monster van sloot 2 in 2006. In de eerstgenoemde groep komen namelijk *Achnanthes minutissimum*, *Eunotia bilunarius*, en *Nitzschia archibaldii* veelvuldig voor, terwijl in de tweede groep *Lemnicola hungarica* veel voorkomt. De indicaties van de soorten lopen uiteen van een zeer goede tot een lage zuurstofvoorziening en weinig tot veel organische belasting, maar wel wijzen bijna alle soorten op de aanwezigheid van een eutroof tot hypertroof milieu.

6.5 Macrofauna

De sloten van Groen Kruispunt worden gedomineerd door *Gastropoda*, *Chironomidae*, *Oligochaeta*. Ook opvallend zijn de hoge aantallen *Coleoptera*. In de sloten ontbreken nagenoeg soorten van de families *Amphipoda* en *Trichoptera*. Soorten van de eerstgenoemde taxa kunnen goed onder zuurstofarme, troebele, slibrijke omstandigheden voorkomen, terwijl veel soorten van de *Amphipoda* (zoals *Gammarus*), en van *Trichoptera*, zuurstofrijk, helder water prefereren. De enige soort van de *Trichoptera* die wel in Groen Kruispunt voorkomt, is *Trietodes bicolor*, een soort die zeer algemeen is en juist wel tegen deze omstandigheden kan.

In Groen Kruispunt kwamen in mei 2006 in beide sloten twee indicatoren voor mesotrofe veensloten voor. Het betrof hier in beide gevallen slakken: *Planorbis carinatus* en *Viviparus contectus*. Er kwamen in de sloten 8 tot 17 indicatorsoorten van eutrofe veensloten voor.

6.6 Conclusies

De sloten van Groen Kruispunt zijn zeer eutroof en ontvangen kwelwater van slechte kwaliteit. Hierdoor wordt ook ijzer aangevoerd, wat een gunstig effect kan hebben op de binding van fosfaat. Het water in sloot 1 heeft hoge chlorideconcentraties, waarschijnlijk ook aangevoerd met kwelwater. Als bij de herinrichtingsmaatregelen het waterpeil wordt opgezet tot boezempeil, zal de kweldruk verminderen. De verwachting is dat het EGV dan daalt. Als de grond niet wordt weggegraven, zal er mogelijk veel nalevering van fosfaat uit de bemeste bodem

optreden naar het moeras. Hierdoor zal er algenbloei op kunnen treden, tenzij er direct gestuurd wordt op de ontwikkeling van een rietmoeras door de aanplant van riet of door peilwisselingen. Vermoedelijk zullen de aquatische natuurwaarden in de sloten van Groen Kruispunt toenemen door de verbeterde zuurstofvoorziening en verbeterde chemische waterkwaliteit. Door de kwaliteit van het boezemwater zullen de sloten van Groen Kruispunt niet dezelfde aquatisch ecologische kwaliteit kunnen bereiken als de sloten van De Kooi en Hemelrijk. De effecten van de verschillende herinrichtingsmaatregelen die in Groen Kruispunt genomen worden, zullen in vervolgonderzoek moeten worden onderzocht.

7 Beukers-Rodemon



Figuur 11. Sloot 1 (links en sloot 2 (rechts) van Beukers-Rodemon.

7.1 Geplande maatregelen

Beukers-Rodemon moet een nat gebied gaan worden waarin ruimte is voor waterberging uit het Meppelerdiep bij piekafvoer in dit kanaal. Het gebied zal door middel van een duiker verbonden worden met het Meppelerdiep dat gemiddeld een peil van 0,50 m -NAP heeft met pieken van 0,50 m +NAP (Waterschap Reest en Wieden). Het peil in het gebied zal tot maximaal 0,30 -NAP het Meppelerdieppeil gaan volgen. Overtollig water zal worden afgevoerd via het gemaal Doosje. Voordat het water het gebied in wordt geleid, zal het eerst door een opvangbekken geleid worden, waarin slibdeeltjes kunnen bezinken, en daarna door een helofytenfilter (rietzone) voor verdere zuivering. Hogere delen van het gebied zullen worden opgehoogd en lagere delen zullen worden afgegraven tot circa 0,40 to 1,0 m diepte voor het creëren van meer reliëf. Het al eerder ingerichte gebied aan de westzijde wordt ook op Meppelerdiepniveau gebracht, waardoor de waterstand daar met gemiddeld 0,20 m zal stijgen ten opzichte van het huidige peil (Engelbertink & De Vries, 2004). Tot op heden zijn er nog geen herinrichtingswerkzaamheden in het gebied uitgevoerd. Er wordt momenteel gewerkt aan de bedrijfsverplaatsing van de boerderij bij Wink. Als dit definitief rond is, wordt de procedure voor de herinrichting van Beukers-Rodemon en Wink weer opgestart.

7.2 Waterchemie

De sloten van Beukers-Rodemonnd zijn in het zomerhalfjaar nagenoeg zuurstofloos (tabel 2, Bijlage 1). Hierdoor zijn fosfaatconcentraties ook hoog (vooral in de zomer) en is ammonium de dominante vorm van anorganisch stikstof (vooral in de winter). Concentraties totaal stikstof zijn ook erg hoog. De chemische waterkwaliteit voldoet niet aan de GET voor matig grote, ondiepe laagveenplassen. Hiervoor is de zuurstofconcentratie te laag en de concentratie totaal stikstof te hoog.

7.3 Macrofyten

De sloten worden gedomineerd door de kroossoorten *Lemna minor* (Klein kroos), *Spirodela polyrrhiza* (Veelwortelig kroos) en door *Hydrocharis morsus-ranae* (Kikkerbeet) en *Ceratophyllum demersum* (Grof hoornblad) (sloot 1). Langs de oevers groeien voornamelijk *Glyceria maxima* (Liesgras) en *Phalaris arundenacea* (Rietgras) (in 2006). De plantengroei wijst op de zeer eutrofe condities in de sloot. Er werden tussen de 10 en 20 water -en oeverplanten genoteerd, waarvan er maximaal 4 indicatorsoorten voor eutrofe veensloten waren volgens het Aquatisch Supplement.

7.4 Conclusies

De waterkwaliteit in de sloten van Beukers Rodemonnd is momenteel slecht. De sloten hebben daardoor eveneens lage aquatische natuurwaarden. De chemische waterkwaliteit van het Meppelerdiep, waarmee Beukers-Rodemonnd verbonden zal worden, is eveneens niet goed. Mogelijk wordt een deel van de sedimentlast en van de nutriënten opgevangen door de aanleg van een bezinkings- en helofytenfilter bij de inlaat van het water. Het blijft echter de vraag of de ecologische kwaliteit van de huidige sloten wel zal verbeteren na de herinrichting. Vermoedelijk zal de aanleg van een grote waterpartij wel een positieve invloed hebben op de zuurstofhuishouding. Hoe de ontwikkeling van de aquatische natuurwaarden precies zal verlopen, zal na aanleg onderzocht moeten worden. Ook zal er gekeken moeten worden of er een ander verloop is dan in de andere gebieden, waar de slootdimensies veel groter zijn. Er valt echter niet te verwachten dat de ecologische kwaliteit met de inlaat van (voorgezuiverd) Meppelerdiepwater even hoog kan worden als in De Kooi en Hemelrijk.

8 Wink



Figuur 12. Sloot 1 (links) en sloot 2 (rechts) van Wink.

8.1 Geplande maatregelen

Het gebied Wink is momenteel in gebruik als weiland. Het peil dat gevoerd wordt is erg laag en ligt circa 70 cm onder het boezempeil. De doelstelling van de geplande herinrichtingsmaatregelen is om van Wink een nat natuurbied te maken door het te vernatten met boezemwater. Doordat Wink laag ligt, hoeft er niet afgegraven te worden om een nat gebied te creëren op boezempeil. Mogelijk worden er natuurvriendelijke oevers langs de sloten aangelegd en worden de sloten opgehoogd met het vrijgekomen materiaal. Uiteindelijk is het de bedoeling om Wink te verbinden met Beukers-Rodemon, als in tussenliggende gebied is aangekocht. Het peil wordt dan, net als in Beukers-Rodemon, verhoogd tot Meppelerdieppeil. Er is nog niet begonnen met de werkzaamheden. Er wordt momenteel gewerkt aan de bedrijfsverplaatsing van de boerderij bij Wink. Als dit definitief rond is, wordt de procedure voor de herinrichting van Beukers-Rodemon en Wink weer opgestart.

8.2 Waterchemie

De waterchemie in Wink wordt net als in Groen Kruispunt gekenmerkt door hoge zoutconcentraties (sloot 1) en door lage zuurstofconcentraties (behalve in de zomer van 2008). Net als in Groen Kruispunt zou dit zout van verschillende bronnen afkomstig kunnen zijn: mogelijk is er sprake van kanaalkwel vanuit het Meppelerdiep. Dit water heeft echter lagere concentraties chloride en natrium dan het water in het

sloot 1 van Wink. Door verdamping zouden deze concentraties hoger kunnen worden. Ook is het mogelijk dat er zich ergens in de ondergrond een laag bevindt met brak water van een inbraak vanuit de Zuiderzee en dat dit water onder andere in Wink omhoogkwelt. Het is echter niet heel erg waarschijnlijk dat er diepere kwel in de Wieden optreedt.

In Wink werden, vooral in de zomer, extreem hoge ammoniumconcentraties gemeten tot wel 1,65 mgN/l. Dit is te verklaren aan de hand van de lage zuurstofconcentraties. Onder anaerobe omstandigheden vindt er geen denitrificatie plaats. Ammonium dat ontstaat bij afbraak van organische stof, hoopt zich daarbij op. Nitraatconcentraties zijn onder deze omstandigheden laag, omdat nitraat gedenitrificeerd wordt. Opvallend in de waterchemie van Wink zijn verder de zeer lage sulfaatconcentraties (1 tot 1,5 mg/l) en de hoge alkaliniteit van het water. Dit wordt veroorzaakt door de lage redoxpotentiaal. Die is in de bodem van deze sloten zo laag dat er sulfaat gereduceerd wordt tot sulfide. Het sulfide bindt aan ijzer, dat in deze kwelsloot voldoende voorhanden is, waardoor het niet meer in de waterlaag zit, maar gebonden in het sediment. Het optreden van reductie van ijzer en sulfaat verklaart ook de hoge alkaliniteit van het water, omdat er bij deze processen bicarbonaat vrijkomt.

8.3 Macrofyten

De plantengroei in de sloten van Wink is relatief schaars, mogelijk doordat er frequent geschoond wordt. In 2006 was *Ceratophyllum demersum* (Grof hoornblad) de dominante soort in sloot 1. In 2008 was de bedekking met deze soort sterk afgenomen. In sloot 2 kwam deze soort niet voor in 2006, maar werd hij in 2008 wel gevonden. *Potamogeton trichoides* (Haarfonteinkruid) verdween uit sloot 1. De waterplanten in de sloten van Wink wijzen op eutrofe omstandigheden. De sloten van Wink zijn niet geheel bedekt met drijvende bladeren. De zeer lage zuurstofconcentraties die een groot deel van het jaar gemeten worden, ook in de winter, zijn daarom mogelijk het gevolg van ofwel een zeer grote zuurstofconsumptie van bagger op de slootbodem ofwel de aanvoer van anaerobe kwel en niet van een lage zuurstofuitwisseling tussen de lucht en de sloot.

8.4 Conclusies

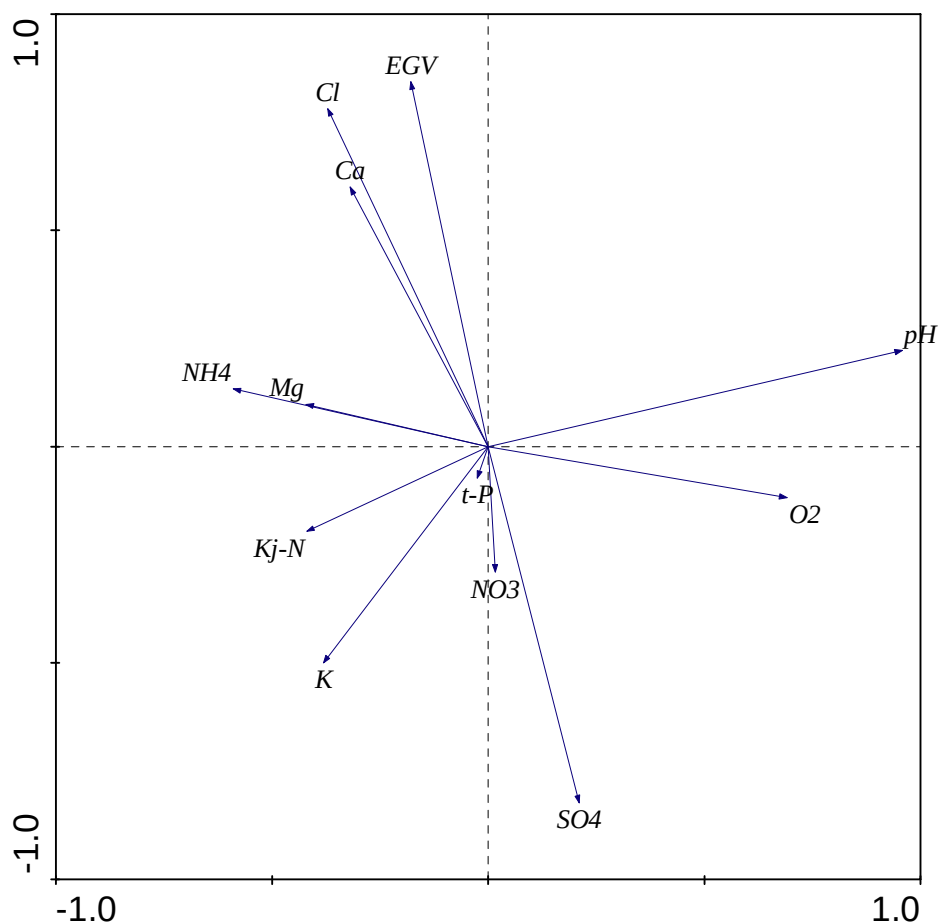
De sloten van Wink hebben momenteel een slechte chemische waterkwaliteit met lage zuurstofconcentraties, hoge nutriëntenconcentraties en hoge chlorideconcentraties. De aquatische natuurwaarden in de sloot zijn daardoor eveneens laag. Door het opzetten van het peil zal de aanvoer van kwelwater met een slechte kwaliteit stoppen. Het gevaar is echter dat er veel nalevering van fosfaat uit de vernatte bodems, die eerst bemest zijn geweest, plaats kan vinden, omdat deze niet afgegraven zullen worden. De chlorideconcentraties zullen echter omlaag gaan na de peilverhoging en vermoedelijk zal de zuurstofhuishouding van de huidige sloten verbeteren door de aanleg van een grote waterpartij, die minder stagnant is dan de

huidige sloten zijn. Of het gebied zich zal kunnen ontwikkelen zoals het naastgelegen Hemelrijk, zal afhangen van de nalevering van fosfaat uit de bodem. Als er een aansluiting op het Meppelerdiep gerealiseerd zal worden, zal de chemische waterkwaliteit verslechteren en zullen de aquatische natuurwaarden in elk geval achterblijven bij die van de gebieden Hemelrijk en De Kooi. Hoe de ontwikkeling precies zal verlopen, zal na herinrichting verder onderzocht moeten worden.

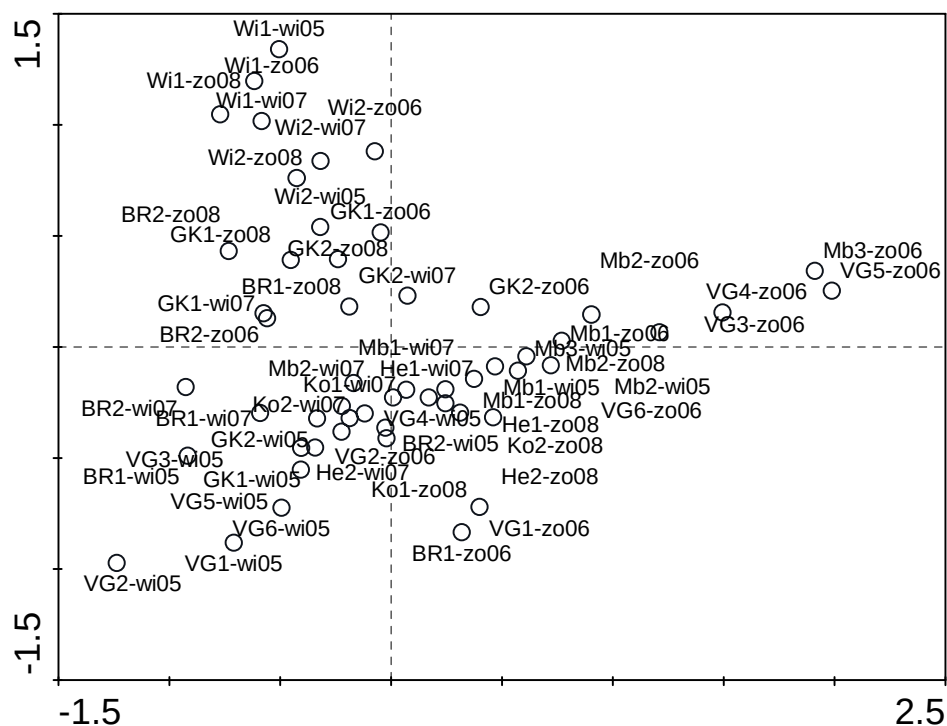
9 Vergelijking deelgebieden

9.1 Waterchemie

In figuur 13 en 14 is de PCA van de chemische waterkwaliteitsgegevens van 2005 tot en met 2008 (indien beschikbaar) weergegeven. Vanwege de hoge correlaties met respectievelijk Ca, Cl en totaal-P zijn de parameters berekende hardheid en berekende bicarbonaatconcentratie, Na en orthofosfaat niet meegenomen.



Figuur 13. Parameters van de waterchemie. As 1 en as 2 van de PCA.

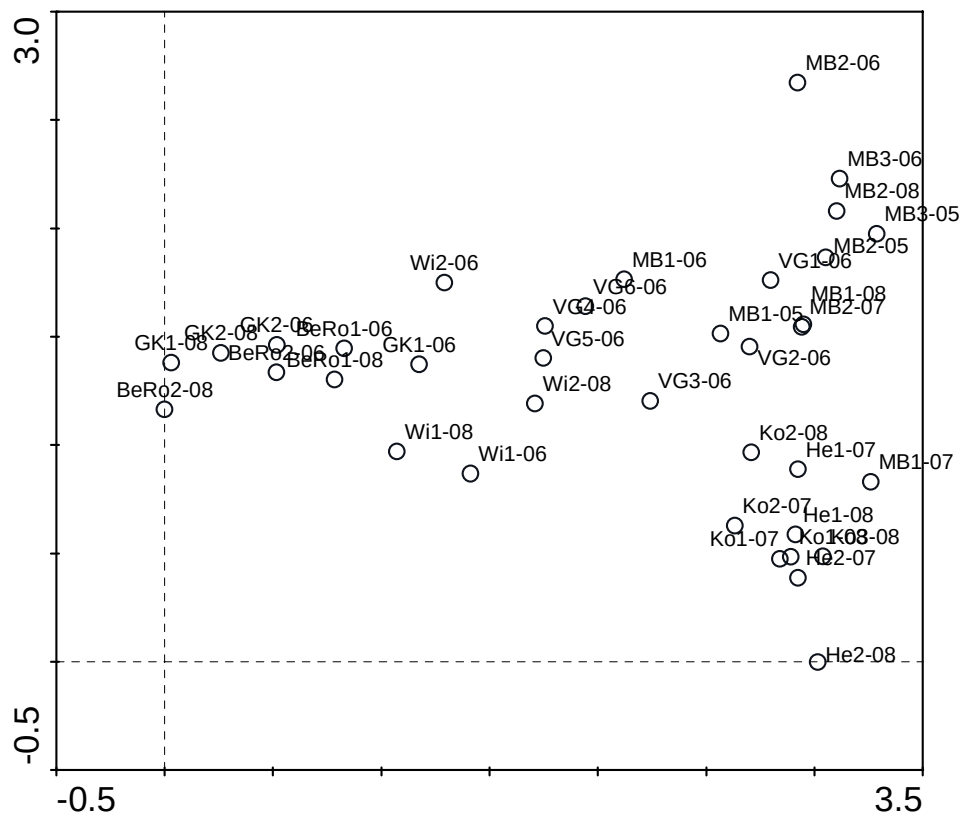


Figuur 14. Ligging van de verschillende sloten in de PCA van figuur 13 (as 1 en as 2).

As 1 van de figuur wordt voornamelijk verklaard door zuurstof en (in negatieve richting) door ammonium dat zich ophoopt bij een gebrek aan zuurstof. De slibrijke sloten met een slechte zuurstofvoorziening bevinden zich aan de linkerkant van het diagram, de sloten met een goede zuurstofvoorziening aan de rechterkant. Ook is in positieve richting de pH hoger. Geheel rechts staan de sloten die in zeer rijk zijn aan planten en door een hoge CO₂-consumptie door deze planten in de zomer een hoge pH kunnen krijgen. As 2 hangt samen met de macroionen Ca en Cl en daardoor met het EGV. Aan de bovenkant van het diagram bevinden zich de sloten die erg hoge zoutconcentraties hadden. De negatieve samenhang met sulfaat is te verklaren aan de hand van de lage sulfaatconcentraties in de sloten van Wink, waar het sulfaat vermoedelijk grotendeels was omgezet in ijzersulfiden. Er is soms een verschil tussen de waterchemie in de zomer en in de winter, zoals in de sloten van de Verbindingszone Giethoorn, waar de pH in de winter wel normale waarden heeft. Bij de interpretatie van het diagram is het van belang te onderkennen dat de ligging van de slootmonsters wordt bepaald door de grootste verschillen in waterchemie en dat deze verschillen niet noodzakelijkerwijs de belangrijkste verklaring vormen voor ecologische verschillen tussen sloten.

9.2 Macrofyten

Figuur 15 is de DCA van de macrofyten van de verschillende sloten.

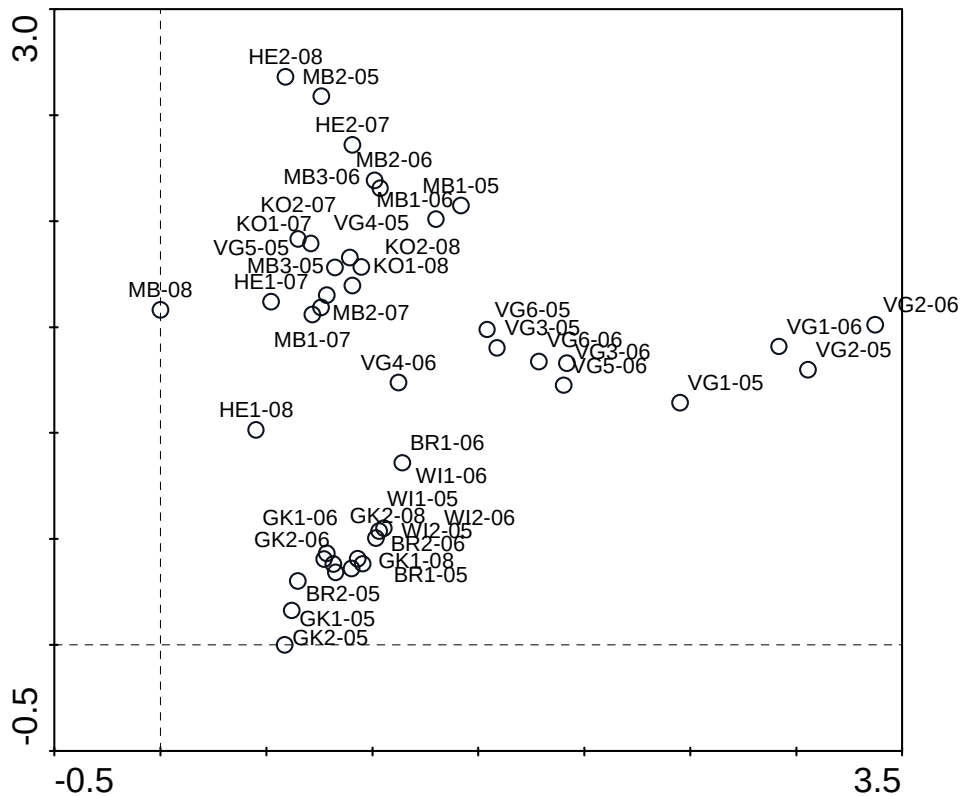


Figuur 15. DCA van macrofytenopnamen van de sloten.

In de figuur is in de eerste plaats een verschil te zien tussen de sloten met een eutrofe vegetatie aan de linkerkant (Beukers Rodemond, Groen Kruispunt, Wink), die vaak een hoge bedekking hebben met kroos en waarvan op de oevers eutrofe grassoorten als *Glyceria maxima* (Liesgras), *Phalaris arundinacea* (Rietgras) en *Agrostis stolonifera* (Fioringras) groeien. Aan de rechterkant van de figuur bevinden zich de sloten met een betere vegetatie-ontwikkeling. In deze sloten werden kranswieren gevonden en soorten als *Hottonia palustris* (Waterviolier), *Utricularia vulgaris* (Gewoon blaasjeskruid), *Potamogeton compressus* (Plat fonteinkruid) en *Myriophyllum verticillatum* (Kransvederkruid). Langs de oevers groeien vaker zeggensoorten. De verticale as laat een verschil zien tussen de opnames in de sloten van Muggenbeet en in de sloten van De Kooi en Hemelrijk. Dit komt vooral door een aantal sloten die ofwel in de sloten van Muggenbeet (zoals Dotterbloem en een aantal zegges) ofwel vooral in de sloten van Hemelrijk/De Kooi (Blaasjeskruid, Paddenrus, Waterviolier) voorkomen. Opvallend is dat ondanks de hogere bedekking van de sloten van Hemelrijk met flab en het lagere voorkomen van meer zeldzame soorten, de sloten in deze DCA vrij dicht bij elkaar liggen. Ook opvallend is dat de sloten van Muggenbeet vóór en na de herinrichtingsmaatregelen, waarbij erg weinig vegetatie is overgebleven, dicht bij elkaar in de figuur worden geplaatst. Ondanks de huidige kale toestand, komen er nu

nog vooral soorten voor die voor de ingreep ook voorkwamen. De eerste as van de DCA verklaart slechts 13% van de botanische variatie, de tweede as nog maar 7%.

9.3 Diatomeeën

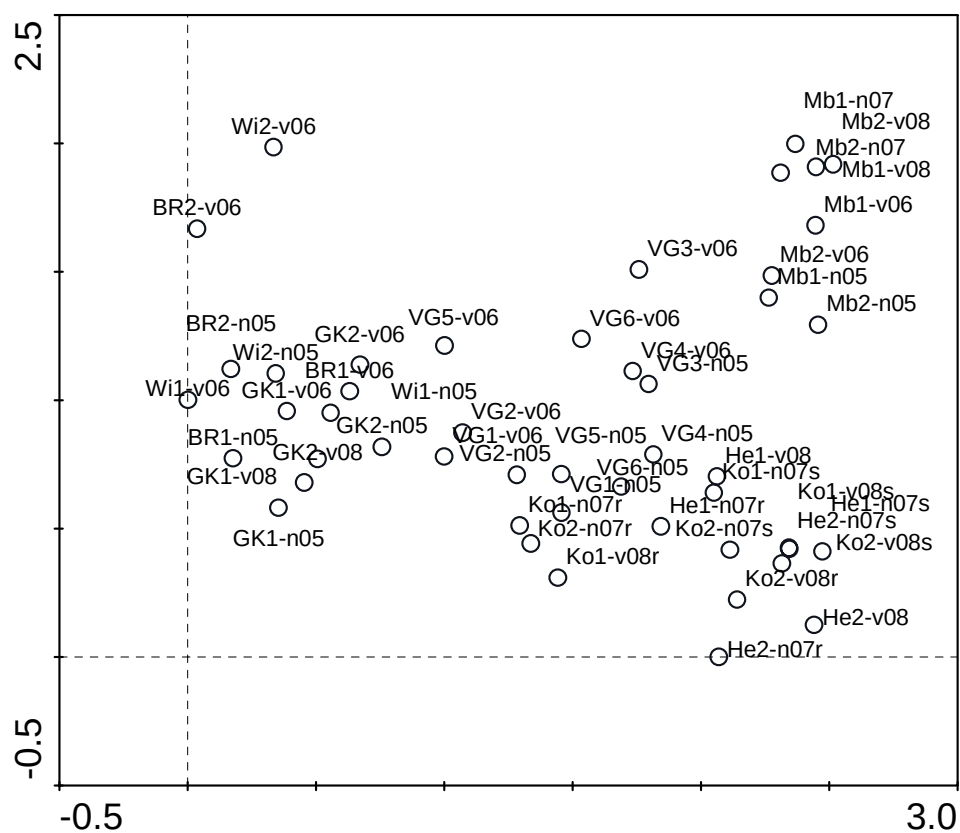


Figuur 16. DCA van diatomeeën op plantenstengels.

In de DCA van de diatomeeën zijn 3 groepen sloten te onderscheiden. Aan de rechterkant van het diagram liggen de sloten van Verbindingszone Giethoorn. Dit zijn sloten met een zandige bodem, terwijl de andere sloten een veenbodem hebben. In Verbindingszone Giethoorn hadden onder andere *Tabellaria flocculosa*, *Eunotia implicata* en *E. naegeli* hun optimum. Deze soorten doen het vooral goed bij hoge zuurstofconcentraties en niet al te hoge voedselrijkdom. In de bovenste helft van het diagram liggen de sloten van Hemelrijk (deels), De Kooi en Muggenbeet. Dit waren de sloten die botanisch het best ontwikkeld waren en een goede waterkwaliteit hadden. De soorten die specifiek zijn voor deze groep sloten, zijn soorten die in zeer lage aantallen gevonden zijn en vaak maar in 1 of enkele sloten van de hele dataset voorkwamen. De groep van sloten onderin het diagram zijn de sloten met een slechte chemische waterkwaliteit (Wink, Groen Kruispunt, Beukers Rodemond). Vooral hier kwamen *Lemnicula hungarica*, *Gomphomena parvulum*, *Eunotia bilunaris* en *Navicula cryptocephala* veel voor. De eerstgenoemde twee soorten zijn typisch soorten van een lage zuurstofconcentratie, een hoge saprobie en een hoge voedselrijkdom. De diatomeeënmonsters van Muggenbeet liggen na de uitvoer van de herinrichtings-

maatregelen meer naar het midden tussen de laatstgenoemde twee groepen. Dit komt deels doordat de monsters vooral algemene soorten bevatten, wat wijst op een pionierssituatie met nog weinig plantengroei. Anderzijds valt ook op dat er een redelijk aantal van *Gomphomena parvulum* in de monsters werd gevonden, een soort die in het algemeen wijst op eutrofe, zuurstofarme omstandigheden. Dat deze soort hier ook indicatief is voor de iets verslechterde waterkwaliteit, kan niet direct gezegd worden. In de huidige pionierssituatie is er nog geen ecologisch evenwicht bereikt. De eerste as van de DCA verklaart slechts 9% van de variatie. Dit komt doordat de monsters erg heterogeen zijn.

9.4 Macrofauna



Figuur 17. Eerste twee assen van DCA van macrofauna.

In de macrofaunagegevens (figuur 17) is een duidelijk verschil te zien tussen de slibrijke sloten met een slechte zuurstofvoorziening (aan de linkerkant van het diagram) en de sloten met een rijke vegetatie en goede zuurstofvoorziening (rechts). In de sloten van Beukers-Rodemon, Groen Kruispunt en Wink (links) worden gekenmerkt door soorten die goed tegen een hoge organische-stofbelasting en lage zuurstofconcentraties kunnen, zoals *Syrphidae* die direct aan de lucht ademen in plaats van uit het water en *Tubificidae* die aanpassingen hebben om zuurstof op te slaan in hun 'bloed'. De andere sloten worden gekenmerkt door een meer diverse

macrofaunapopulatie met onder andere watermijten, kokerjuffers, platwormen, en zwanemossels. Opvallend is dat de macrofaunamonsters van Muggenbeet vóór en na de ingreep bij elkaar clusteren. Zij lijken dus meer op elkaar dan op andere monsters, ook al zijn er na de herinrichtingsmaatregelen duidelijke verschuivingen tussen de monsters te zien (hoofdstuk 3). Hetzelfde geldt voor de riet- en slootmonsters van De Kooi en Hemelrijk. Deze liggen in het diagram ook dicht bij elkaar, terwijl er wel significante verschillen tussen deze twee habitats gevonden zijn voor een aantal families (hoofdstuk 4). Ook zijn de verschillen tussen voor- en najaarsmonsters erg klein. De eerste as van de DCA verklaart dan ook minder dan 10%, omdat de totale variatie in soortdiversiteit erg groot was. Hierdoor zijn verschillen tussen bemonsteringen op verschillende momenten op dezelfde locatie niet goed zichtbaar.

10 Conclusies

10.1 Effecten van reeds genomen maatregelen

Er zijn binnen de looptijd van dit project te weinig herinrichtingsmaatregelen in de onderzoeksgebieden uitgevoerd om de effecten van afzonderlijke maatregelen te kunnen evalueren. Alleen het gebied Muggenbeet is opnieuw ingericht. In dit gebied kunnen dus de kortetermijneffecten van de herinrichting, die bestond uit het afgraven van het terrestrische gedeelte en het opzetten van het waterpeil naar boezempeil, bekeken worden. In de voormalige sloten bleef de vegetatie in de twee jaar volgend op de ingrepen schaars. In Muggenbeet heeft de herinrichting op korte termijn geleid tot een toename van *Chironomidae* (dansmuggen) en *Amphipoda* (vooral vlokreeften). Deze groepen hebben, in tegenstelling tot veel andere groepen, geen vegetatierijke wateren nodig. Doordat de herinrichtingsmaatregelen zo rigoureus zijn doorgevoerd, waarbij er in de sloten nagenoeg geen flora en fauna is overgebleven, moet het gebied zich vanuit een pioniersituatie opnieuw ontwikkelen. De aanwezige oorspronkelijke natuurwaarden zijn door de ingreep verloren gegaan. De verwachting is dat op de lange termijn de ontwikkeling er heel anders uit zal gaan zien, omdat de begroeiing sterk toe zal nemen. De aquatisch ecologische natuurwaarden in het referentiegebied De Kooi laten zien dat de potenties van de gebieden na de geplande ingrepen erg hoog liggen, zowel op het gebied van macrofauna als op het gebied van macrofyten en diatomeeën, mits er voldaan wordt aan de abiotische randvoorwaarden, zoals lage nutriëntenconcentraties.

10.2 Te verwachten effecten rietmoeras

In de meeste van de onderzoeksgebieden is de ontwikkeling van riet- of zeggenmoeras één van de doelen. In de tien jaar geleden heringerichte gebieden De Kooi en Hemelrijk zijn brede rietzones langs de voormalige sloten ontstaan. De samenstelling van macrofaunapopulaties in de sloot en in de rietzone verschilden significant. In de rietzone kwamen significant meer *Bivalvia* (tweekleppigen, voornamelijk erwtenmossels) en *Coleoptera* (kevers), *Gastropoda* (slakken) en *Nematocera* (waar allerlei vliegen en muggen onder vallen) voor dan in de sloot. Vooral bij de kevers komen hier ook minder algemene en vrij zeldzame soorten voor. De sloot en het rietmoeras lijken in De Kooi en Hemelrijk een goede aanvulling op elkaar te geven, waardoor de totale macrofaunadiversiteit groter is dan bij afwezigheid van een van deze twee elementen. Vanzelfsprekend is de floristische biodiversiteit in het rietmoeras wel lager. Opvallend is wel dat de beschaduwing van de sloot door de rietzone in elk geval geen negatief effect heeft op de floristische samenstelling van de slootvegetatie. In het algemeen kan gesteld worden dat de aanleg van rietzones/rietmoerassen in aanvulling op de huidige sloten in de onderzoeksprojecten een positief effect kan hebben op de aquatische biodiversiteit, mits de aquatische elementen in de toekomst gehandhaafd blijven.

10.3 Te verwachten effecten hydrologische maatregelen

De gebieden waar nog herinrichtingsmaatregelen plaats zullen vinden, hebben een slechte chemische waterkwaliteit die zich uit in hoge nutriëntenconcentraties en (temporeel) lage zuurstofconcentraties. Een deel van de gebieden ontvangt kwelwater met een eveneens slechte kwaliteit en soms hoge zoutconcentraties. De gebieden hebben alle een eigen peilbeheer. Het enige gebied dat vóór de herinrichtingsmaatregelen een goede chemische waterkwaliteit had, was het gebied Muggenbeet. In de herinrichtingsplannen wordt ook de hydrologie van de gebieden veranderd en zal er geen eigen peil meer gevoerd worden. Hierdoor zal de kweldruk vanuit de boezem en het Meppelerdiep afnemen.

De gebieden Muggenbeet, Groen Kruispunt, Verbindingszone Giethoorn en Wink (eerste jaren) zijn of zullen worden aangesloten op de boezem en boezempeil gaan volgen, waarbij in de winter het water 20 cm onder het zomerpeil staat. Het boezemwater is van veel betere kwaliteit dan het huidige slootwater in Groen Kruispunt, Verbindingszone Giethoorn en Wink. De chemische kwaliteit van het water in Muggenbeet is juist iets achteruitgegaan na aansluiting op de boezem. Isolatie zou deze kwaliteit kunnen verbeteren. De gebieden De Kooi en Hemelrijk zijn ook aangesloten op de boezem. Zij hebben echter een betere chemische waterkwaliteit dan het boezemwater. Waarschijnlijk is hier de afstand die het water vanuit de boezem aflegt om tot de sloten van het gebied door te dringen, van belang. Het water in deze gebieden is hierdoor zachter, heeft een lagere alkaliniteit, lagere chlorideconcentraties en lagere nutriëntenconcentraties. Voor een deel van de opnieuw in te richten gebieden is een lange aanvoerroute van het boezemwater ook mogelijk. De huidige fluctuaties in het boezempeil bleken in De Kooi en Hemelrijk te klein te zijn om de sloten dicht te laten groeien met riet. Doordat er een apart slootmilieu is blijven bestaan, is zowel de floristische als macrofaunistische soortenrijkdom groter. Het huidige peilregime leidt er echter mogelijk wel toe dat het gewenste grote-zeggenmoeras in Muggenbeet zich moeilijk zal ontwikkelen.

De gebieden Beukers-Rodemond en later mogelijk ook Wink zullen op het Meppelerdiep worden aangesloten om bij hoge afvoer in het Meppelerdiep water te kunnen bergen. Voor de inlaat bij Beukers-Rodemond staat een voorzuivering gepland. Het Meppelerdiepwater heeft echter geen goede kwaliteit. De verwachting is dat de gebieden die op het Meppelerdiep worden aangesloten, niet meer de ecologische kwaliteit zullen halen die er op dit moment in de referentiegebieden De Kooi en Hemelrijk te vinden is.

Minstens zo belangrijk voor de nutriëntenconcentraties in de sloten als de aanvoer van oppervlaktewater is de nalevering uit de bodem. De meeste van de gebieden zijn in het verleden bemest. Bij vernatting kan er hierdoor veel fosfaat uit de bodem vrijkomen door reductie van ijzer onder zuurstofloze condities. Een oplossing hiervoor is het afgraven van de bodem tot de diepte waarop er nog maar weinig fosfaat in de bodem gebonden is. Voor een aantal gebieden is het afgraven van de bodem ingepland, vooral om natte condities te kunnen creëren, maar voor gebieden die van zichzelf al laag liggen, zoals Wink, is hier niet voor gekozen. Als de nalevering

van nutriënten uit de bodem groot is, kan dit een slechte biologische kwaliteit (met bijvoorbeeld (blauw)algenbloei) veroorzaken.

10.4 Aanbevelingen voor onderzoek en monitoring

De herinrichtingsmaatregelen die gepland stonden aan het begin van dit onderzoeksproject (2005) zijn in slechts één geval binnen de looptijd van dit project uitgevoerd (Muggenbeet). In Muggenbeet is in het jaar van de herinrichting, en het daaropvolgende jaar gemonitord. Duidelijk was dat het gebied op beide momenten nog in een pioniersstadium verkeerde. Om te achterhalen hoe de herkolonisatie van een pas heringericht gebied verloopt en om te zien of de pioniersfase net na herinrichting voorspellend is voor het verdere verloop van de successie is het aan te bevelen het gebied ook op langere termijn te blijven volgen, bijvoorbeeld elke drie jaar (dus in het vijfde, achtste en elfde jaar na herinrichting). De referentiegebieden De Kooi en Hemelrijk zijn 10 jaar na hun herinrichting bemonsterd. De vegetatie en macrofaunagemeenschappen in het gebied waren op dat moment goed ontwikkeld en er waren veel indicatorsoorten van beide groepen aanwezig. Of de opnieuw in te richten gebieden ook na 10 jaar al in een stabiel, ontwikkeld stadium zullen verkeren, hangt af van het type herinrichtingsmaatregelen. In Hemelrijk en de Kooi zijn bij de herinrichting de bestaande sloten niet vergraven, waardoor er waarschijnlijk geen echt pioniersstadium in de sloten is ontstaan na de herinrichting. In Hemelrijk is ook een grote plas aangelegd door het afgraven van de toplaag van het terrestrische deel van het terrein. Deze ondiepe plas is nu, 10 jaar na de herinrichting, nog bijna geheel kaal. Er groeien nagenoeg geen macrofyten op de bodem en in de zomer ligt er een laag algen in de plas. Hier verloopt de successie dus veel trager. De oorzaak hiervan is niet onderzocht, maar ligt mogelijk in slechtere kiemingsomstandigheden voor waterplanten. Aan dispersie van diasporen (zaden en vegetatieve plantendelen) zal het in Hemelrijk niet liggen, want de ondiepe plas staat in directe verbinding met de begroeide sloten van het gebied. Omdat bij een nieuw gegraven plas als in Hemelrijk de ontwikkeling zo langzaam kan verlopen, zou er hier voor gekozen moeten worden voor een extensieve, langdurige monitoring. De monitoring zou dan bijvoorbeeld elke 5 jaar uitgevoerd kunnen worden gedurende 30 jaar. Op deze manier kan ook onderzocht worden hoe de ontwikkeling van vermoerassingsprojecten in de tijd kan verlopen en of beginstadia al indicatief kunnen zijn voor de rest van de ontwikkeling.

De monitoringsstrategie zal af moeten hangen van de doelen die aan de herinrichting gesteld worden. Voor de evaluatie van de realisatie van de ecologische doelen is het absoluut noodzakelijk om niet na 1 of 2 jaar naar de herinrichting te stoppen met monitoring, omdat het gebied zich dan meestal nog in een pioniersstadium zal bevinden. Afhankelijk van de ingrepen die gepleegd zijn, zal het eerder circa 5 tot 30 jaar duren voordat er een stabiel stadium is bereikt. Pas dan kan er geëvalueerd worden of ecologische doelen zijn gehaald. Anders is het met de abiotische randvoorwaarden die aan de herinrichting gesteld zijn. Als de aanleg van natuurvriendelijke oevers onderdeel is van de herinrichting omdat hiermee bepaalde ecologische doelen behaald kunnen worden, moet er na de herinrichting worden nagegaan of deze zijn aangelegd en of zij de juiste dimensies hebben. Bij vernatting

van voormalige landbouwgrond is het van belang om te meten of er geen ernstige nalevering van fosfaat uit de bodem optreedt, waardoor ecologische doelen in de toekomst niet gehaald zullen worden. Dit geldt ook voor gebieden waar uit voorzorg een deel van de bouwvoor is afgegraven. Ook hydrologische randvoorwaarden zijn van belang om te monitoren. Is er bijvoorbeeld voldoende peilfluctuatie om de ontwikkeling van een riet- of zeggemoeras te garanderen? En is het maaiveld hiervoor tot de goede hoogte verlaagd?

Bij monitoring van de ecologie hoeft de monitoring van de vegetatie en diatomeeën maar éénmaal in het jaar uitgevoerd te worden. Van belang is wel om de monitoring in dezelfde periode uit te voeren als eerdere monitoringen in het gebied, zodat de resultaten vergelijkbaar zijn. Voor macrofauna ligt dit anders. Omdat een deel van de macrofauna gedurende het groeiseizoen uitvliegt, kan het beste eenmaal in het voorjaar en eenmaal in het najaar bemonsterd worden. Hoewel figuur 17 laat zien dat er de verschillen tussen voor- en najaarsbemonsteringen op één locatie klein zijn ten opzichte van verschillen tussen locaties, kunnen verschillen op soortsniveau tussen voor- en najaarsbemonsteringen groot zijn. Ecologische bemonsteringen of vegetatie-opnamen kunnen door fluctuaties tussen jaren en door ruimtelijke variatie sterk verschillen. Het daarom aan te bevelen om de nulsituatie niet éénmalig, maar meerdere jaren vast te leggen. Om de ruimtelijke variatie vast te leggen, kunnen het beste een aantal verschillende plekken in een gebied, bijvoorbeeld verschillende sloten, gemonitord worden, zodat de effecten van de herinrichting beter geëvalueerd kunnen worden. De chemie van oppervlaktewater kent een sterke fluctuatie tijdens het jaar. Hoewel de chemische samenstelling van het water in het groeiseizoen bepalend is voor de biota op dat moment, zeggen winterconcentraties van nutriënten (vooral van stikstof) vaak meer over de trofische status van het systeem, omdat nutriënten gedurende het groeiseizoen vaak in de vegetatie liggen opgeslagen en pas in het najaar weer vrijkomen als planten afsterven. De waterchemie dient dus in het jaar van monitoring meerdere malen per jaar in verschillende seizoenen vastgelegd te worden.

Literatuur

- Van Dam, H., A. Mertens & J. Sinkeldam, 1994. *A coded checklist and ecological indicator values of freshwater diatoms from The Netherlands*. Netherlands Journal of Aquatic Ecology 28: 117 -133.
- Drost, M.B.P, H.P.J.L Cuppen, E.J. Nieukerken & M. Schreijer (red.), 1992. *De waterkevers van Nederland*. Stichting Uitgeverij KNNV, Utrecht.
- Engelbertink G.A. & E. de Vries, 2004. *Vernattingsproject Rodemond-Wink – Motivatie van het inrichtingsplan tbv subsidieverlening Programma Beheer*. EcoGroen Advies BV, Zwolle.
- Gittenberger, E., A.W. Janssen, W.J. Kuijper, J.G.J. Kuiper, T. Meijer, G. van der Velde & J.N. de Vries, 1998. *De Nederlandse zoetwatermollusken*. Naturalis/KNNV/EIS-Nederland, Utrecht/Leiden.
- Higler, L.W.G., 2008. *Verspreidingsatlas Nederlandse kokerjuffers (Trichoptera)*. EIS-Nederland, Leiden.
- Loeb R. & P.F.M. Verdonschot, 2008. *Effecten van herinrichtingsmaatregelen in laagveensloten. I. Beschrijving van de nulsituatie*. Alterra-rapport 1774, Alterra, Wageningen.
- Loeb R. & P.F.M. Verdonschot, 2008. *Sluitfactoren en ecosysteemfunctioneren I. Eerste verkenning in laagveensloten*. Alterra-rapport 1751. Alterra, Wageningen.
- Van der Molen D. T. & Pot R. (red.), 2007. *Referenties en maatlatten voor natuurlijke watertypen voor de kaderrichtlijn water*. STOWA-rapport. STOWA, Utrecht.
- Nijboer, R., 2000. *Natuurlijke levensgemeenschappen van de Nederlandse binnenwateren. Deel 6, sloten*. Rapport EC-LNV nr. AS-06, EC-LNV, Wageningen.
- Nijboer, R.C., 2004. *Een expertsysteem voor de keuze van hydrologische maatregelen. I. Literatuurstudie naar hydrologische maatregelen en de effecten op sloot- en bekecosystemen*. Alterra-rapport 1066. Alterra, Wageningen.
- Nijboer, R.C., L.T.A. van Diepen & L.W.G. Higler, 2005. *Een expertsysteem voor de keuze van hydrologische maatregelen. III. Inventarisatie van hydrologische herstelprojecten*. Alterra-rapport 1067. Alterra, Wageningen.

Bijlage 1 Chemische waterkwaliteit slootwater

Tabel 2. Gemiddelde chemische samenstelling slootwater in 2007 en 2008 in het zomerhalfjaar (april t/m september) en het winterhalfjaar (oktober t/m maart). Waarden in mg/l (NO₃ en NH₄ in mg N/l, PO₄ en Ptot in mgP/l), alkaliniteit in meq/l, EGV in µS/cm.

		n	NH ₄	NO ₃	Cl	SO ₄	PO ₄	Ca	Mg	Kj-N	K	Na	Ptot	alk	EGV	O ₂	pH
BeRo1	wi	1	1.48	<0.1	47	10.3	<0.005	35	5.9	2.00	6.1	28	0.020	2.80	394	9.7	6.58
BeRo1	zo	1	0.30	<0.1	54	5.5	0.011	38	7.2	1.70	8.3	33	0.084	3.20	481	1.6	7.22
BeRo2	wi	1	1.54	<0.1	45	7.7	<0.005	56	8.7	3.20	6.7	42	0.020	3.16	476	5.0	6.44
BeRo2	zo	1	0.08	<0.1	75	2.4	0.010	52	8.2	1.80	14.3	43	0.052	3.88	602	0.4	6.93
GrKr1	wi	5	0.65	0.5	217	30.6	0.021	77	8.3	2.32	5.4	125	0.070	5.63	1081	6.4	6.78
GrKr1	zo	8	0.25	<0.1	152	12.1	0.010	62	8.0	1.68	4.6	116	0.037	4.83	969	3.4	6.94
GrKr2	wi	5	1.77	0.1	101	12.7	0.014	45	6.6	3.08	4.5	55	0.061	3.30	669	11.1	7.30
GrKr2	zo	8	0.51	<0.1	93	6.4	0.013	46	7.5	2.24	3.6	58	0.038	3.78	668	4.5	7.09
Mb1	wi	1	0.38	0.3	48	16.5	0.007	40	5.8	1.50	4.6	26	0.030		451	7.7	7.14
Mb1	zo	3	0.16	0.2	45	17.0	0.009	50	6.0	2.30	4.1	23	0.032	2.99	439	9.7	7.39
Mb2	wi	1	0.40	0.3	48	16.5	0.014	41	5.8	1.50	4.7	26	0.026		449	6.6	6.89
Mb2	zo	3	0.13	0.2	44	17.2	0.009	48	5.9	2.40	4.2	23	0.035	2.95	434	10.0	7.57
Ko1	wi	1	<0.03	<0.1	34	12.5	<0.005	34	5.5	0.70	4.7	20	0.020		361	4.5	6.89
Ko1	zo	3	0.03	<0.1	27	11.2	0.010	30	3.8	1.83	4.8	16	0.050	1.58	268	5.4	7.02
Ko2	wi	1	0.47	0.2	36	11.9	<0.005	52	5.6	1.40	5.1	18	0.021		465	3.6	7.03
Ko2	zo	3	0.04	<0.1	24	10.8	0.015	35	4.0	1.50	3.9	14	0.047	2.27	314	7.6	7.26
Wi1	wi	1	1.43	<0.1	174	1.4	<0.005	62	6.1	1.80	1.5	87	0.020	5.03	943	10.1	6.78
Wi1	zo	1	0.79	<0.1	197	1.5	0.015	47	6.8	3.90	4.2	144	0.092	5.42	1150	1.2	6.95
Wi2	wi	1	1.65	<0.1	78	1.0	<0.005	55	4.9	1.90	1.8	37	0.020	5.22	671	7.1	7.01
Wi2	zo	1	0.97	<0.1	67	1.3	<0.005	50	4.7	1.40	1.7	39	0.020	5.15	688	2.7	6.97
He1	wi	1	<0.03	<0.1	28	7.3	0.007	26	4.4	0.96	3.6	17	0.026	1.12	265	8.2	7.12
He1	zo	3	0.04	<0.1	25	7.1	0.012	27	3.8	1.93	3.3	15	0.041	1.38	223	7.2	7.21
He2	wi	1	<0.031	<0.1	33	12.5	0.010	36	4.6	0.81	4.8	18	0.028		316	5.6	6.82
He2	zo	3	0.03	<0.1	28	11.5	0.009	31	4.1	1.73	3.5	16	0.045	2.08	228	9.3	7.37

Bijlage 2 Afkortingen gebruikt in figuren multivariate analyses

Tabel 3.

Afkorting	Betekenis
BR	Beukers- Rodemond
GK	Groen Kruispunt
Wi	Wink
Ko	De Kooi
He	Hemelrijk
Mb	Muggenbeet
vo	Voorjaarsbemonstering
na	Najaarsbemonstering
wi	Winterbemonstering
zo	Zomerbemonstering
05	2005
06	2006
07	2007
s	Bemonstering in open sloot
r	Bemonstering in rietzone
Kj-N	Concentratie N bepaald met Kjeldahlmethode
t-P	Concentratie totaal fosfor

