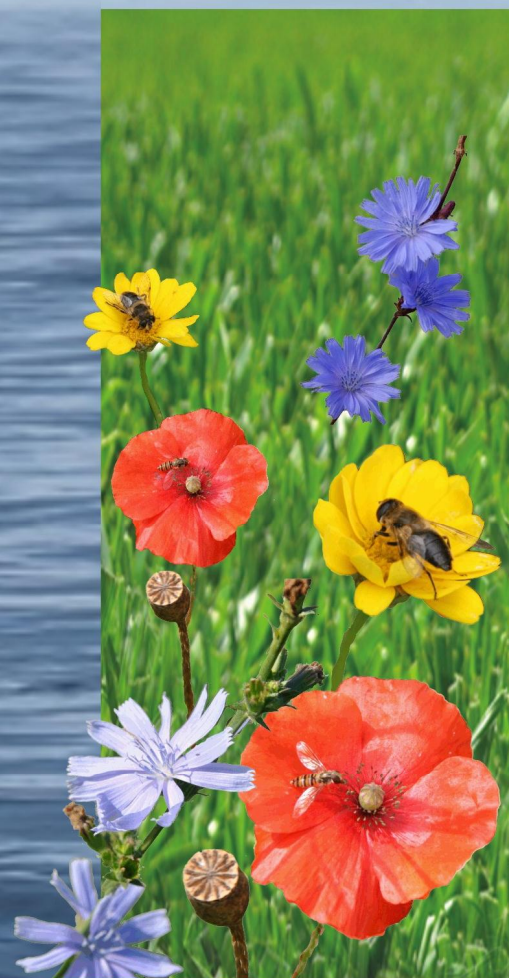


Macrofauna in kleine wateren

Een nadere analyse voor Hollandse Delta





Macrofauna in kleine wateren

Een nadere analyse voor Hollandse Delta

Datum:	18 mei 2011
Opdrachtgever:	Waterschap Hollandse Delta
Contactpersoon opdrachtgever:	dhr. F. Kuipers
Projectnummer:	22
Auteurs:	Dr. J.F. Postma & ing. C.M. Keijzers
Status:	Eindrapport

Ecofide
Singel 105
1381 AT Weesp
Telefoon: 0294-450282
Fax: 0294-458727
KvK: 32134487
info@ecofide.nl
www.ecofide.nl



Inhoudsopgave



Inhoudsopgave	i
1. Inleiding	1
2. Werkwijze en aanpak	3
2.1 Gebruikte gegevens	3
2.2 Macrofaunagemeenschappen in kleine wateren	5
2.3 Trends in de tijd	5
3. Resultaten	7
3.1 Macrofaunagemeenschappen in kleine wateren	7
3.1.1 Zout	8
3.1.2 Watertype	10
3.1.3 Eutrofiering (N en P)	11
3.1.4 Andere factoren	15
3.2 Trends in de tijd	19
3.2.1 Ammonium en fosfaat	19
3.2.2 Macrofauna	22
3.3 Verificatie en selectie mogelijke controle lokaties	24
4. Conclusies en onderzoeksopzet	29
4.1 Conclusies	29
4.2 Onderzoeksopzet voor het vervolg	30
4.2.1. Parameter selectie	30
4.2.2. Lokatie selectie	30
5. Literatuur	33
6. Bijlagen	35



1. Inleiding



Aanleiding

In het Meerjarenprogramma Vitaal Platteland 2007-2013 (MJP2) van de toenmalige ministeries van LNV, VROM, V&W en OC&W is aangegeven dat het rijk een vitale landbouw wil bevorderen door onder meer het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen, mineralen en energie te beperken. Dit in aanvulling op bestaande wetgeving. Agrorandenbeheer wordt hierbij expliciet genoemd als maatregel, die kan worden ingezet om de agrobiodiversiteit te bevorderen en daarmee de natuurlijke ziekten- en plaagonderdrukking te vergroten. Hierdoor kan het gebruik van chemische gewasbeschermingsmiddelen worden teruggedrongen. Agroranden en biodiversiteit dragen volgens het rijk bij aan het behalen van de ecologische doelen van de Europese Kaderrichtlijn Water KRW. Over de mate waarin, en de manier waarop, is echter nog veel onduidelijk, mede doordat de ervaring met agrorandenbeheer in Nederland nog beperkt is. Bij waterschap Hollandse Delta zijn agroranden daarom opgenomen als onderzoeksmaatregel voor het behalen van de KRW doelstellingen.

Daarnaast wordt binnen de regeling "Agroranden 2008-2013" door het waterschap ingezet op een geleidelijke uitbreiding van de lengte aan agroranden. In 2007 zijn beheersovereenkomsten afgesloten voor circa 260 km agrorand. In 2009 is dit toegenomen tot circa 410 km agrorand. Het doel is om dit te laten groeien tot 600 km in 2013. Om deze groei mogelijk te maken zijn extra financiële middelen noodzakelijk en zal ook de nodige menskracht moeten worden ingezet. Het is daarom van belang om de effectiviteit van de regeling Agroranden tussentijds te evalueren.

In de eerste fase van het onderzoek (Ecofide & Brooswater, 2010) is hiertoe de in Nederland aanwezige kennis en ervaring met agroranden geïnventariseerd, zijn verwachtingen voor de effectiviteit van de agroranden binnen Hollandse Delta opgesteld en is inzicht gegeven in enkele hiaten in kennis. Voor het aquatische ecosysteem werd geconcludeerd dat:

- Agroranden een minimale effectiviteit zullen hebben in het verminderen van de emissie van meststoffen door de alom aanwezige drainage. De effectiviteit is onvoldoende om voor dit doel het aanleggen van agroranden als effectieve maatregel binnen de KRW op te nemen.
- Agroranden leiden tot een daling in de piekconcentraties van meerdere gewasbeschermingsmiddelen door een afname van de drift. Positieve effecten op de flora (vanuit herbiciden) en fauna (vanuit insecticiden) zijn waarschijnlijk.
- Praktijkonderzoek nodig is om deze verwachte effectiviteit van agroranden in de reductie van de drift van gewasbeschermingsmiddelen te evalueren.



Projectdoel

Praktijkonderzoek naar het effect van een reductie van gewasbeschermingsmiddelen komt neer op het vergelijken van de aquatische flora en fauna in aquatische systemen, met en zonder een agrorand. Uit een studie bij het waterschap Hunze en Aa's (Noordam-ten Have, 2010) blijkt dat positieve effecten van agroranden weliswaar kunnen optreden, maar dat soms een omvangrijke studie nodig is om deze ook statistisch significant aan te tonen. Dit heeft alles te maken met de grootte van het verwachte effect t.o.v. de aanwezige biologische variatie. Voor waterschap Hollandse Delta is nog onbekend hoe groot het effect van agroranden op de aquatische levensgemeenschap zal zijn. De detaillering van praktijkonderzoek moet dan ook zorgvuldig gebeuren, om zo de kans op zinvolle uitkomsten te vergroten.

De huidige studie is gericht op het verzamelen van de hiervoor benodigde kennis en inzicht. Op drie verschillende aspecten wordt nagegaan hoe de biologische variatie in het onderzoek kan worden verminderd, zodat het onderscheidend vermogen toeneemt. De analyse is uitgevoerd met monitoringsresultaten van macrofauna en fysisch/chemische parameters in kleine wateren, zoals dat sinds 1980 in het beheersgebied van waterschap Hollandse Delta wordt uitgevoerd. De bestudeerde aspecten zijn:

- *Andere bronnen van variatie cq. lokatiekeuze*
Wat zijn de belangrijkste stuurfactoren voor de macrofauna in deze kleine wateren van het waterschap Hollandse Delta? Welke grenswaarden kunnen gehanteerd worden om de gemeenschappen te onderscheiden? Welke keuzes kunnen op basis hiervan gemaakt worden om te komen tot een zo goed mogelijk omschreven 'voorkeurslokatie' voor onderzoek naar de effectiviteit van agroranden.
- *Trends in de tijd*
Is er sprake van een significante afname van (bijv.) ammonium of fosfaat? Reageert de macrofauna hier zichtbaar op? Is het optreden van dergelijke trends afhankelijk van andere factoren (gebied, zoutgehalte etc.)? Kan men ondanks dergelijke trends in de tijd, toch een zinvolle vergelijking maken van een macrofaunagemeenschap op een specifieke lokatie vóór en na de aanleg van een agrorand? Zijn er situaties waar de agroranden al voldoende jaren aanwezig zijn om te kunnen kijken naar eventueel optredende verbeteringen (lieft 4 jaar of langer)?

Op basis van dit inzicht wordt een opzet voor het praktijkonderzoek voorgesteld.

Leeswijzer

In hoofdstuk 2 is aangegeven welke gegevens in de analyse zijn betrokken en op welke manier de analyses zijn uitgevoerd. De resultaten van de analyse zijn beschreven in hoofdstuk 3. Hoofdstuk 4 vat de belangrijkste conclusies samen en geeft de opzet voor het praktijkonderzoek.

2. Werkwijze en aanpak



Een overzicht van de gebruikte gegevens en de uitgevoerde basisbewerkingen is opgenomen in §2.1. In §2.2 wordt beschreven hoe de macrofaunagemeenschappen zijn geclassificeerd en hoe criteria voor de indeling zijn afgeleid. Paragraaf 2.3 gaat tenslotte in op de uitgevoerde trendanalyses.

2.1 Gebruikte gegevens

De analyses zijn gericht op kleine wateren op Goeree-Overflakkee en in de Hoeksche Waard. Het doel van het onderzoek is het koppelen van biologische informatie aan fysisch/chemische variabelen. Daarom zijn alleen lokaties in kleine wateren geselecteerd waar zowel fysisch/chemische als macrofauna analyses zijn uitgevoerd. Er zijn in totaal 565 monsters van 115 lokaties.

Deze 115 lokaties kennen een verschillende datadichtheid. Voor sommige lokaties beginnen de datareeksen vanaf 1980 en lopen door tot in 2010. Andere lokaties zijn over een kortere periode bemonsterd. Daarnaast zijn fysisch/chemische analyses meestal in meer jaren uitgevoerd dan de macrofauna analyses, alhoewel ook het fysisch/chemische analyses pakket per lokatie en/of jaar verschilt. Ook de meetfrequentie per jaar verschilt: voor fysische/chemische parameters is die vaak maandelijks, terwijl de macrofauna meestal een keer per jaar is bemonsterd.

Fysisch/chemische parameters

Van de volgende parameters zijn gegevens aangeleverd:

- Geleidbaarheid, Cl^- ,
- Macro-ionen als Ca , HCO_3^- , K , Mg , Na , SO_4
- N_{tot} , NH_4^+ , N-Kj , NO_2^- , NO_3^-
- P_{tot} , PO_4^{3-} ,
- BZV, O_2 , Chl-f-a, doorzicht, pH, temp, zwevende stof

Een eerste datacontrole was gericht op eenheden, uitschieters, datadichtheid en onderlinge correlaties. Afhankelijk van de analyse zijn verdere bewerkingen uitgevoerd (zie hieronder). Voor 5 van de 565 monsters waren geen fysisch/chemische gegevens aanwezig in het jaar dat er een macrofauna bemonstering was uitgevoerd. In dat geval zijn deze geëxtrapoléerd op basis van de resultaten in het voorliggende en het eerste daarop volgende jaar.

Voor de Canoco-analyses heeft de fysisch/chemische en lokatie informatie (zie onder) nog een extra bewerking ondergaan. Zo is informatie over het analyserende laboratorium, het landgebruik en het watertype omgezet in een getalswaarde. Ook is een correlatiematrix

opgesteld en zijn parameters met een hoge onderlinge correlatie uitgesloten. Voor Canoco is alleen gewerkt met parameters, die voor alle macrofauna opnames beschikbaar waren. Tenslotte is de variatiecoëfficiënt van de verschillende parameters zo goed mogelijk geüniformeerd. De meeste parameters zijn daartoe logaritmisch getransformeerd (met uitzondering van de pH en de niet-kwantitatieve parameters als laboratorium, landgebruik en watertype). Uiteindelijk zijn de volgende parameters in de Canoco-analyses meegegeven: Jaar, maand, gebied (H, G of F), uitvoerend laboratorium, BZV, Cl, NH₄, O₂, pH, PO₄, sNO₃NO₂, agrorand, breedte, diepte, landgebruik en oevertype.

Macrofauna gegevens

De gebruikte macrofauna gegevens zijn geëxporteerd uit Ecolims en betreffen 565 opnames van 115 lokaties (zie bijlage 2 voor een overzicht). Dit zijn volgens opgave van waterschap Hollandse Delta allen handnet monsters van 10 meter lengte. Er is daarom geen verdere standaardisatie op de opgegeven aantallen uitgevoerd. Ook is een overzicht opgesteld van de monsternamen, datum en de uitvoerder van het veldwerk en/of de determinaties.

In een eerste datacontrole zijn de gebruikte macrofauna codes gestandaardiseerd op de thans gebruikte TWN-codes en zijn dubbellingen verwijderd. Een eventueel aangebracht onderscheid tussen larvale stadia, poppen en adulte dieren is verwijderd door de aantallen te sommeren. Ook zijn ondersoorten gegroepeerd op het niveau van de soort en zijn de verschillende aggregaten geüniformeerd (er zijn bijv. 3 codes voor *Cladotanytarsus mancus* gr.). Tenslotte is een controle uitgevoerd op het aantal waarnemingen per soort. Soorten die in ≤4 monsters (van de 565) zijn aangetroffen, zijn niet meegenomen in de Twinspan-analyses om zo de dataset iets overzichtelijker te maken. Een uitgevoerde controle toonde aan dat dit geen invloed heeft gehad op de resultaten van de clustering.

Lokatie informatie

Van alle opgenomen lokaties is een karakterisering opgenomen met het watertype (sloot, singel, hoofdwatgang etc), breedte en diepte, primair landgebruik rond de lokatie (akkerbouw, grasland, natuur etc), type oever (beschoeid, niet-beschoeid) en talud. Voor alle lokaties uit het lopende meetnet konden deze gegevens door het waterschap worden aangeleverd. Voor enkele lokaties, die alleen in het verleden zijn bezocht ontbrak deze informatie. Waar mogelijk is deze alsnog achterhaald dan wel ingeschat, bijv. door gebruik te maken van Google (landgebruik, breedte) en Gis-informatie over de watersystemen (verschil tussen bodemhoogte en waterpeil levert waterdiepte).

Tenslotte is een koppeling gelegd tussen de macrofauna lokaties en de aanwezigheid van agroranden door beide in Gis te koppelen. Van de 565 individuele macrofauna monsters konden op deze manier 22 waarnemingen gekoppeld worden aan de aanwezigheid van een agrorand. Hierbij is tevens een onderscheid gemaakt tussen een "echte" match, waarbij de agrorand exact langs de macrofaunalokatie is gelegen (11 van de 22 gevallen) en een minder sterke match, waarbij er bijvoorbeeld 100 meter tussen ligt, maar een invloed niet is uit te sluiten. Een laatste aandachtspunt betreft het aantal jaren dat de agrorand aanwezig is. Hoe langer dit is (liefst meer dan 3-4 jaar) hoe groter de kans dat het verwachte positieve effect ook kan worden aangetroffen. Van de 11 macrofauna opnames op lokaties met een goede match, zijn er echter 5 genomen in het jaar van aanleg van de agrorand, 4 in het eerste jaar daarna en 2 in de daaropvolgende 2 jaar. Dit maakt de kans klein dat er met de huidige monitoringsresultaten al een indicatie van een positief effect is te verkrijgen.



2.2 Macrofaunagemeenschappen in kleine wateren

De analyse is gericht op de stuurfactoren van de macrofaunagemeenschap in kleine wateren op een zodanige wijze dat de gegevens gebruikt kunnen worden bij het opstellen van een proefopzet voor het onderzoek naar het effect van agroranden. Criteria voor de stuurfactoren moeten daarom kwantitatief gemaakt worden. Het doel van de analyse is niet om aan te tonen dat het zoutgehalte een stuurfactor is (als voorbeeld), maar eerder om te achterhalen bij "welke chloride concentratie in het water langs een agrorand de lokatie af zou moeten vallen voor het beoogde praktijkonderzoek".

Hiertoe heeft de analyse in een iteratief proces plaatsgevonden. De eerste stap is het achterhalen van de stuurfactor (in bovenstaand voorbeeld dus het zoutgehalte) en de tweede stap het vaststellen van een bijbehorend criterium (max. Cl⁻ conc). Vervolgens is een selectie van lokaties gemaakt, die het meest geschikt zouden zijn voor onderzoek naar het effect van agroranden (in het huidige voorbeeld van zoutgehalten, is gekozen voor zoete wateren omdat de kans op een aantoonbaar effect daarvoor groter lijkt).

Vervolgens is de macrofauna van alleen de geselecteerde lokaties opnieuw geclusterd met Twinspan; is bij de bijbehorende stuurfactor wederom een geschikt criterium opgesteld en zijn de lokaties wederom hierop geselecteerd. Dit proces is een aantal keren herhaald om een zo nauwkeurig mogelijke omschrijving van geschikte lokaties te krijgen. Twinspan-analyses (om verschillen in de macrofaunagemeenschappen te herkennen) en Canoco-analyses (om zicht te krijgen om stuurfactoren) spelen hierbij een belangrijke rol.

2.3 Trends in de tijd

Trends in de tijd zijn allereerst beoordeeld voor ammonium en fosfaat. Vervolgens is ook gekeken naar trends in de macrofaunagemeenschappen. Hierbij is vooral gelet op lokaties met een duidelijke afname en dus verbetering in de ammonium en/of fosfaat concentratie.

Ammonium en fosfaat

De trendanalyses zijn uitgevoerd met alle individuele metingen (dus geen jaar of zomergemiddelden). Ook eventuele metingen in jaren zonder macrofauna inventarisatie zijn meegenomen. In het algemeen zijn er fysische/chemische resultaten beschikbaar over de periode tussen 1980 – 2010, maar de beschikbaarheid en dus periode waarover de trends zijn bestudeerd verschilt per lokatie. Wel zijn er enkele minimum eisen aan de gegevens gesteld. Er zijn geen trends geanalyseerd als:

- i) de gegevens zich beperken tot 1, 2 of 3 meetjaren (tenzij deze drie jaren een brede spreiding over de periode hebben; bijv. 1985-1995-2005);
- ii) als er minder dan ca. 25 meetpunten beschikbaar zijn of
- iii) als de meeste gegevens op of rond de detectiegrens liggen

In bijlage 3 is aangegeven voor welke lokaties de trends al dan niet zijn geanalyseerd en wat dan de begin- en eindjaren van de meting zijn. Trends zijn gebaseerd op een lineaire regressie, waarbij statistische significantie is beoordeeld via variantie-analyses. De helling van de regressielijn is vervolgens voor iedere lokatie omgezet in een af- of toename per jaar (hetzij in mg/l hetzij in %).

Macrofauna

Trends in de macrofauna zijn niet voor alle lokaties onderzocht. Voor veel lokaties is het aantal waarnemingen beperkt en is het dan moeilijk om een onderscheid te maken tussen een trend of 'gewone' variatie. Trends zijn vooral bekeken voor lokaties waar een verwachting voor kon worden opgesteld, omdat dan een patroon met een verwachting vergeleken kan worden. Hiertoe zijn lokaties geselecteerd die een duidelijke trend in ammonium en/of fosfaat concentraties lieten zien (>5% afname/jaar en significant). Voor deze lokaties mag verwacht worden dat de macrofauna een positieve ontwikkeling laat zien, waarbij vooral macrofauna groepen karakteristiek voor schoon, niet al te voedselrijk water zullen toenemen. Deze verwachting is vervolgens vergeleken met de werkelijke macrofauna inventarisaties. Naast individuele soorten is vooral gebruik gemaakt van het aantal soorten en de dichtheden per soortsgroep. Het aantal soorten is hierbij gebaseerd op het minimale aantal, dat zeker is aangetroffen. Individuen die niet verder dan geslacht of familie zijn gedetermineerd, zijn daarom niet meegenomen.

3. Resultaten



Van agroranden mag een positief effect op de macrofauna in het naastliggende water verwacht worden (Ecofide & Brooswater, 2010). Om dit effect ook daadwerkelijk te kunnen aantonen is de lokatiekeuze een belangrijk aandachtspunt. Agroranden zijn aangelegd langs een grote diversiteit aan wateren; variërend van zoet, brak en zoutwater, van perceelstoten, hoofdwatergangen en natuurontwikkelingsgebieden en variërend in de voedselrijkdom. Deze variabelen hebben allen een invloed op de macrofaunagemeenschap. Dit betekent dat de variatie in de macrofaunagemeenschap in de wateren langs agroranden groot is. Het is daarom aan te raden om het onderzoek naar het effect van agroranden op een selectie van lokaties te richten. Op deze manier kan de variatie in de macrofaunagemeenschap door andere factoren worden beperkt, waardoor de kans groter wordt dat het verwachte effect van agroranden ook daadwerkelijk kan worden aangetoond. De hiervoor benodigde analyse is beschreven in §3.1.

Daarnaast is het van belang om zicht te krijgen op al bestaande trends in waterkwaliteit en macrofauna in kleine wateren. Zo kan worden voorkomen dat een eventueel optredende verbetering onterecht als een effect van de agrorand wordt bestempeld (zie §3.2).

3.1 Macrofaunagemeenschappen in kleine wateren

Alle macrofaunagemeenschappen zijn geclusterd met Twinspan-analyses. Daarnaast zijn Canoco-analyses uitgevoerd om de bijbehorende stuurfactoren te achterhalen. Door vervolgens beide technieken te combineren ontstaat een set aan lokatie eigenschappen, die bij het selecteren van onderzoekslokaties kan worden gehanteerd. Bijvoorbeeld: welke bovengrens in de chloride concentratie kan gehanteerd worden bij het aanduiden van wateren als zoete macrofaunagemeenschap? Nieuw te kiezen lokaties moeten aan deze grenswaarden voldoen willen ze in het onderzoek kunnen worden opgenomen.

De stuurfactoren worden besproken op volgorde van hun invloed op de macrofauna; 1^{ste}=zoutgehalte, 2^{de} = watertype; 3^{de} = eutrofiering en als 4^{de} de overige factoren. Het totaal van 115 macrofauna lokaties met 565 opnames in kleine wateren op Goeree-Overflakkee en in de Hoeksche Waard wordt zo steeds verder afgepeld, totdat er uiteindelijk een subset wordt verkregen die een zo nauwkeurig mogelijk beeld schetst van de macrofaunagemeenschappen, aangetroffen in potentiële lokaties voor het agroranden onderzoek.

3.1.1 Zout

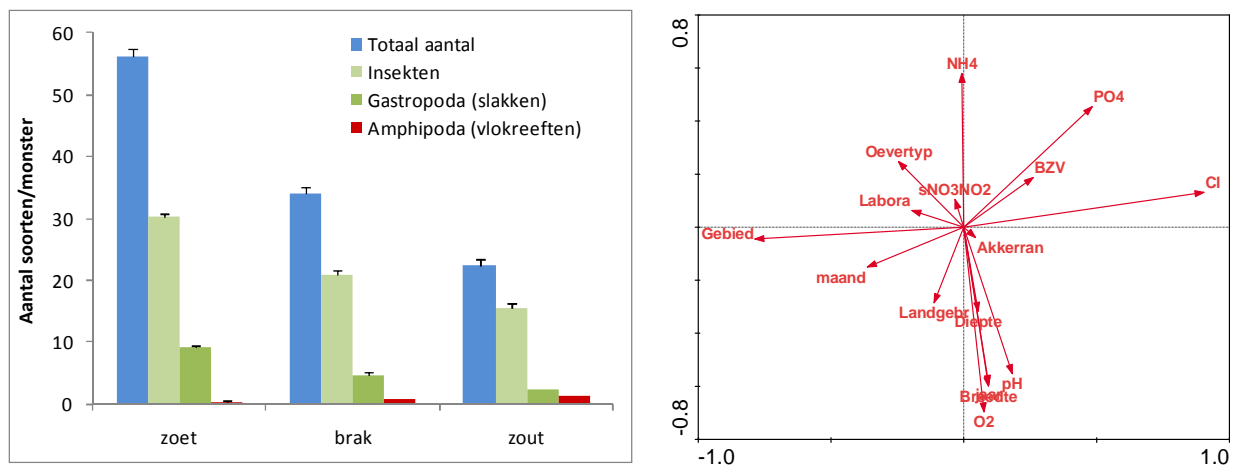
Algemeen

De eerste Twinspan-clustering is uitgevoerd met alle macrofauna gegevens van 115 kleine wateren op Goeree-Overflakkee en de Hoeksche Waard, bemonsterd tussen 1983 en 2008, waarbij in totaal 565 datapunten zijn meegenomen. De Canoco-analyse kan 25,7% van de hierin aanwezige variatie verklaren, waarbij (niet onverwacht) het zoutgehalte van het oppervlaktewater veruit de belangrijkste stuurfactor is. Dit percentage ligt binnen de verwachting op basis van vergelijkbare studies. In een studie naar de macrofauna in het benedenrivieren gebied (Peeters *et al.*, 2010) werd bijv. 18,2% van de variatie door ecologische factoren verklaard, 10% door verontreinigingen in de waterbodem en 10% aan gedeelde variantie. Tegelijkertijd geeft dit percentage ook aan, dat macrofaunastudies (zeker als deze op een niet-gerepliceerde monsternamen is gebaseerd) worden gekenmerkt door een hoog percentage niet-verklaarde variantie.

Twinspan en Canoco resultaten

De resultaten zijn weergegeven in figuur 3.1. Een twinspan-analyse verdeelt monsters standaard in twee groepen; in dit geval zoete en zoute monsters. Daarnaast geeft een Twinspan ook aan welke monsters mogelijk fout zijn geklassificeerd of zogenaamde grensgevallen betreffen. Deze laatste groep monsters blijkt op basis van het zoutgehalte apart te clusteren onder de noemer 'brak'. Als een lokatie meerdere jaren is bemonsterd is het oordeel 'zoet', 'brak' of 'zout' gebaseerd op het gemiddelde beeld over de jaren.

Zoet-, brak- en zoutwater kent een duidelijk verschillende macrofaunagemeenschap. Figuur 3.1 illustreert dit verschil aan de hand van het aantal soorten per monster, waarbij zoetwater lokaties duidelijk soortenrijker zijn. Dit verschil komt vooral door de insecten, maar ook het aantal soorten slakken (*Gastropoda*), watermijten, pissebedden, bloedzuigers en platwormen is hoger in zoetwaterlokaties. Aan de andere kant worden brakke en zoute lokaties gekenmerkt door een hoger aantal soorten vlokreeften (*Amphipoda*), garnalen en Polychaete wormen.



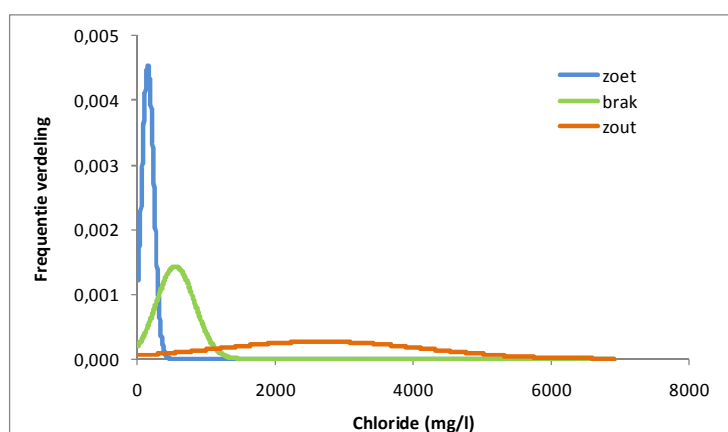
Figuur 3.1. Opdeling van macrofaunagemeenschappen cf. de Twinspan-analyse, geïllustreerd aan het aantal soorten binnen enkele karakteristieke soortsgroepen alsmede de bijbehorende Canoco-analyse om zicht te geven op de verklarende variabelen op de eerste as. Weergegeven zijn de gemiddelden met hun standaardfouten.

Consequenties voor het onderzoek naar het effect van agroranden

Zoals bekend is het zoutgehalte van het oppervlaktewater gekoppeld aan het gebied: de macrofaunalokaties op Goeree-Overflakkee zijn over het algemeen brak tot zout, terwijl de Hoeksche waard een veel lager zoutgehalte in het oppervlaktewater kent. Dit betekent dat als men op zowel Goeree-Overflakkee als de Hoeksche Waard onderzoek naar de effecten van de agroranden wilt uitvoeren, een dubbele set referentielokaties noodzakelijk is (zoetwater en brak-zoutwater controles). Een keuze is daarom wenselijk. Het is hierbij het verstandigst om het onderzoek te richten op zoetwater lokaties (en dus de Hoeksche Waard). De variatie in de macrofaunagemeenschappen tussen licht brak tot flink zout is namelijk nog zo groot, dat dit nog steeds een beperkende factor in het onderscheidend vermogen van het agrorandenonderzoek zou gaan vormen. Daarnaast betekent de hogere soortenrijkdom van de zoete lokaties ook een grotere kans op het aantonen van mogelijke effecten.

Niet alle lokaties in de Hoeksche Waard zijn echter zoet. Het is dus nog steeds nodig om een criterium op te stellen voor de lokatie selectie. Figuur 3.2 illustreert daartoe de frequentieverdeling van de chloride concentraties binnen de drie watertypen (zie bijlage 1 voor details per lokatie en monster). In onderstaand overzicht zijn enkele bijbehorende percentiel waarden opgenomen. Als voorbeeld: Wanneer voor een criterium van ≤ 222 mg Cl⁻/l gekozen zou worden, zou 85% van de zoetwater lokaties binnen de selectie vallen terwijl tegelijkertijd ook 5% van de lokaties wordt opgenomen, die op basis van de macrofaunagemeenschap door Twinspan als brakwater worden bestempeld. Bij een hoger chloride criterium (bv 315 mg/l) zal automatisch een hoger percentage van de zoetwater lokaties mee mogen doen (95%), maar zullen tegelijkertijd in de selectie ook meer lokaties worden meegenomen waar de macrofaunagemeenschap een brakwater karakter heeft (20%).

	Mogelijk criterium voor Cl ⁻ -conc (mg/l)		
	222	240	315
Zoetwater	212 (85 percentiel)	241 (90 percentiel)	317 (95 percentiel)
Brakwater	222 (5 percentiel)	239 (10 percentiel)	316 (20 percentiel)



Figuur 3.2. Frequentieverdeling van de chloride concentratie in het oppervlaktewater voor lokaties, die door Twinspan zijn ingedeeld in een cluster 'zoetwater', 'brakwater' of 'zoutwater'.

Het te hanteren criterium moet zo zuiver mogelijk zijn. Het liefst wil men alle zoetwater lokaties meenemen, maar alle brakwater lokaties uitsluiten. De frequentieverdeling in figuur 3.2 illustreert dat dit natuurlijk niet kan. Het is ook sowieso een continue verdeling van lokaties met

een steeds iets oplopend zoutgehalte. Toch wil men voorkomen dat er in de selectie teveel lokaties worden opgenomen, die qua macrofaunagemeenschap al richting een brakwatergemeenschap gaan. Dit verhoogd de variatie in het onderzoek en verlaagd daarmee het onderscheidend vermogen. Op basis van deze overwegingen wordt voorgesteld om een criterium van 240 mg Cl⁻/l aan te houden als maximum.

Conclusie: Onderzoek naar het effect van agroranden richten op zoetwater lokaties in de Hoeksche Waard, waarbij een chloride concentratie van 240 mg/l de indicatieve maximum waarde is.

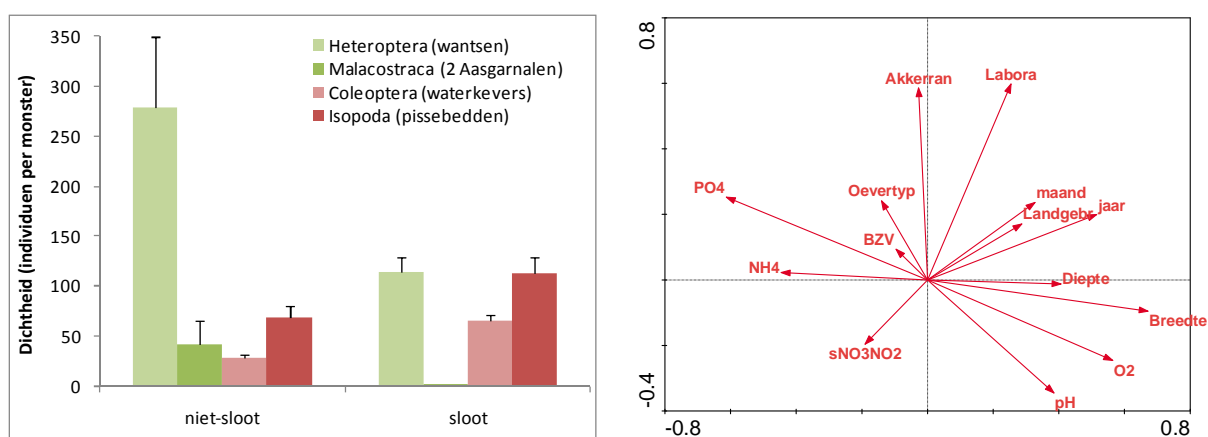
3.1.2 Watertype

Algemeen

De tweede analyse is uitgevoerd met de 68 zoetwater lokaties, waar in totaal 325 macrofauna monsters van aanwezig zijn. Het merendeel van de lokaties is gelegen in de Hoeksche Waard, op Goeree-Overflakkee liggen 12 lokaties. De Twinspan-analyse verdeeld de 325 monsters in twee groepen van 189 en 136 monsters. Het totaal aan verklaarde variantie in de Canoco-analyse bedraagt 16%. Dit is niet onlogisch, als het vergeleken wordt met de 26% die in de eerste analyse (incl. de brakwater en zoute lokaties) verklaard kon worden.

Twinspan en Canoco resultaten

Uit de Canoco-analyse (figuur 3.3) blijkt dat meerdere parameters correleren met de eerste as, zoals de breedte en diepte van het bemonsterde water, maar ook de fosfaat en NH₄⁺ concentraties. Uit een nadere analyse van de gegevens blijkt dat deze parameters onderling gecorreleerd zijn en afhangen van het watertype. Binnen de 68 zoetwater lokaties bevinden zich een groot aantal sloten, maar ook enkele poelen, singels, hoofdwatgangen en natuurontwikkelingsgebieden. Deze laatste groep ("niet-sloot", zoals hoofdwatgangen, singels en natuur) is over het algemeen breder en dieper, maar zal ook een grotere verversingsgraad en/of lagere belasting kennen dan de sloten. Hierdoor liggen PO₄³⁻ en NH₄⁺ concentraties lager.



Figuur 3.3. Resultaten van een Twinspan-analyse met zoetwater lokaties, geïllustreerd met de dichtheid van enkele onderscheidende soortsgroepen, alsmede de bijbehorende Canoco-analyse om zicht te geven op de verklarende variabelen op de eerste as. Weergegeven zijn de gemiddelden met hun standaardfouten.

Dit leidt tot verschillen in de macrofaunagemeenschap (figuur 3.3). Voor verschillende macrofaunagroepen is de dichtheid in sloten significant lager dan in de "niet-sloten". Dit betreft bijvoorbeeld de wantsen (*Heteroptera*) en een tweetal Aasgarnalen (*Limnomysis* en *Neomysis*; *Malacostraca*; zie figuur 3.3), maar ook de dichtheid van tweekleppigen is in sloten gemiddeld 35% lager. Aan de andere kant zijn er ook groepen die juist in sloten een gemiddeld hogere dichtheid hebben zoals pissebedden (*Isopoda*) en kevers (*Coleoptera*; zie figuur 3.3), maar ook slakken en oligochaete wormen (niet geïllustreerd).

Consequenties voor het onderzoek naar het effect van agroranden

In de Hoeksche waard zijn niet alle agroranden langs sloten gelegen. Sommige liggen langs hoofdwatgangen of langs natuurontwikkelingsgebieden. Om de variatie te verkleinen wordt aanbevolen om alleen agroranden langs sloten in het onderzoek te betrekken.

Hiervoor zijn meerdere redenen. Zo is het watervolume in een sloot kleiner. Bij een gegeven belasting aan gewasbeschermingsmiddelen leidt dit tot hogere concentraties in de sloot en daarmee tot sterkere effecten. Verder is de afstand tussen landbouwgebied en het water in natuurontwikkelingsgebieden veelal groter, waardoor de emissie navenant kleiner is. Tenslotte zijn sloten meer representatief voor het merendeel van de lokaties waar agroranden zijn aangelegd.

Conclusie: Onderzoek naar het effect van agroranden richten op zoete sloten in de Hoeksche Waard. De sloten kennen hierbij een variabele breedte: 60% heeft een breedte ≤ 3 m, maar enkele sloten hebben een grotere breedte oplopend tot 7m.

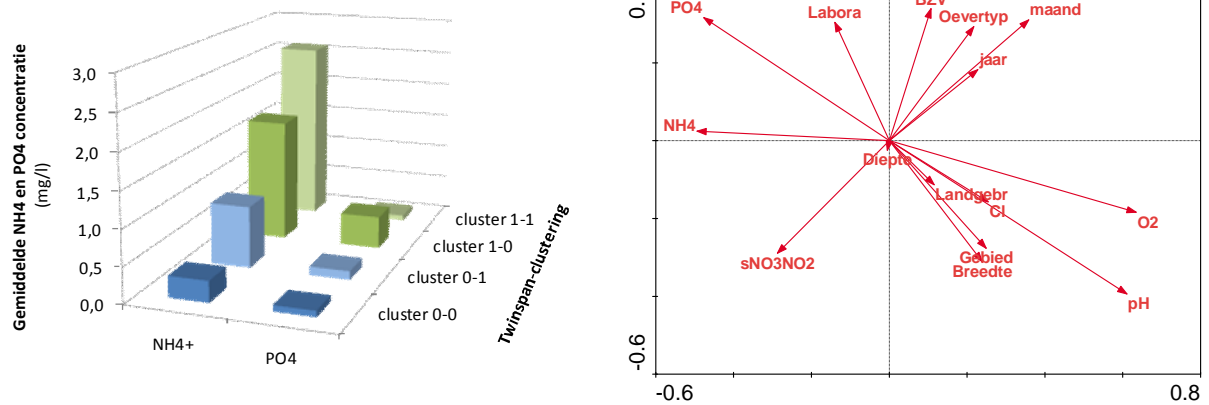
3.1.3 Eutrofiëring (N en P)

Algemeen

De derde analyse is uitgevoerd met alle lokaties gelegen in zoete sloten. Dit zijn 42 lokaties met in totaal 195 macrofauna opnames. 33 lokaties zijn gelegen in de Hoeksche Waard. De overige 9 zijn zoete sloten op Goeree-Overflakkee. Wederom zijn de sloten op Goeree-Overflakkee in de analyse meegenomen om te achterhalen in hoeverre de macrofauna in deze sloten overeenkomt met die in de Hoeksche Waard. De Canoco-analyse kan in totaliteit 14% van de aanwezige variatie verklaren. Dit ligt slechts 2% lager dan in de tweede analyse (§3.1.2).

Twinspan en Canoco resultaten

De eerste as in de Canoco-analyse (figuur 3.4) geeft een sterke correlatie met de ammonium concentraties en de daaraan gecorreleerde pH en zuurstofconcentraties; hoge ammonium concentraties leiden tot een lagere pH en eutrofiëring heeft een verlagend effect op de zuurstofgehalten in de sloot. Ook de fosfaat concentraties dragen hieraan bij. Dit geeft aan dat de voedselrijkdom de belangrijkste stuurfactor is op de macrofaunagemeenschap van zoete sloten.



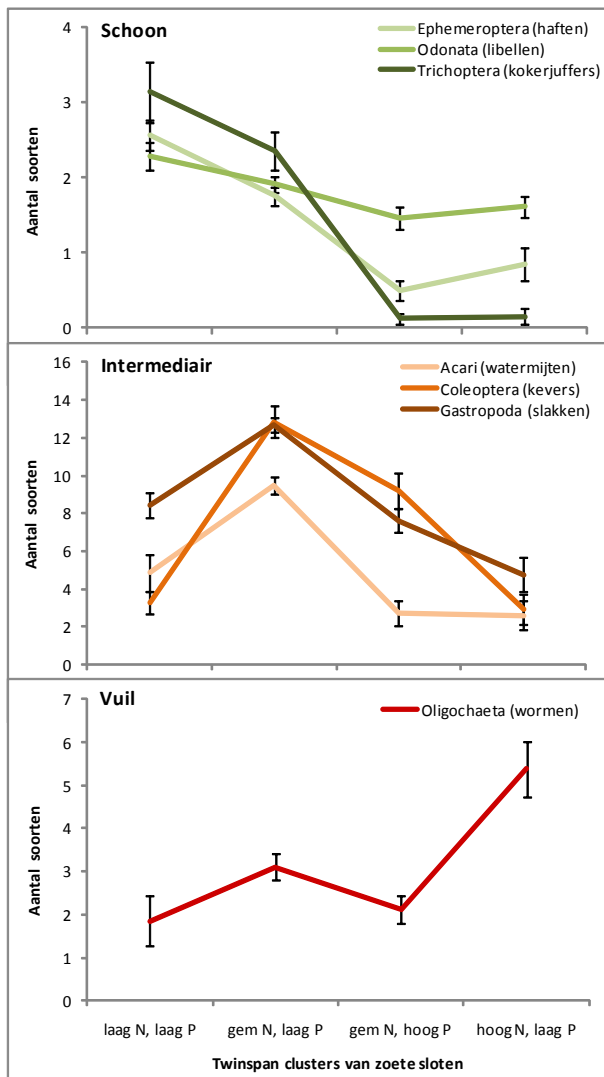
Figuur 3.4. Resultaten van de Twinspan-analyse met zoetwater sloten, geïllustreerd met de gemiddelde NH_4^+ en PO_4^{3-} concentraties van alle lokaties binnen een bepaald Twinspan-cluster. Ook is de bijbehorende Canoco-analyse opgenomen.

Zowel het eerste als het tweede niveau van de Twinspan-clustering blijkt gecorreleerd te zijn aan de voedselrijkdom van het water. Het eerste niveau wordt met name gestuurd door ammonium, terwijl in het tweede niveau ook fosfaat een bepalende rol op de macrofaunagemeenschap blijkt te hebben. Om deze relaties te illustreren zijn voor de vier te onderscheiden macrofaunacusters gemiddelde ammonium en fosfaat concentraties berekend. Deze gemiddelden zijn gebaseerd op de jaargemiddelde waarden per monster voor alle monsters van het betreffende Twinspan-cluster. Monsters die door Twinspan zijn aangeduid als "borderline" of "misclassified" zijn hierbij niet meegenomen, omdat dit grensgevallen zijn die een intermediaire positie innemen. De resultaten zijn geïllustreerd in figuur 3.4. De bijbehorende getalswaarden en standaardfouten zijn opgenomen in tabel 3.1.

Tabel 3.1. Gemiddelde ammonium en fosfaat concentraties in de vier te onderscheiden macrofauna clusters binnen de zoete sloten op Goeree-Overflakkee en in de Hoeksche Waard.

	Ammonium (mg/l)	Fosfaat (mg/l)	Klassificatie
	Gem. ± std. fout	Gem. ± std. fout	
Cluster 0-0	0,30 ± 0,10	0,09 ± 0,03	Laag N, laag P
Cluster 0-1	0,88 ± 0,14	0,13 ± 0,01	Gem N, laag P
Cluster 1-0	1,74 ± 0,38	0,47 ± 0,09	Gem N, hoog P
Cluster 1-1	2,58 ± 0,82	0,08 ± 0,01	Hoog N, laag P

Vervolgens is gekeken naar de gevolgen voor de macrofaunagemeenschap: sommige macrofauna groepen (zoals libellen, haften en kokerjuffers) zijn karakteristiek voor schone wateren; andere voor water met een intermediaire voedselrijkdom (watermijten, waterkevers en slakken) en weer anderen (met name oligochaete wormen) komen juist frequenter voor in voedselrijke wateren. Deze verschillen zijn in figuur 3.5 geïllustreerd aan de hand van het gemiddeld aantal soorten, maar worden ook in de dichtheden teruggevonden.

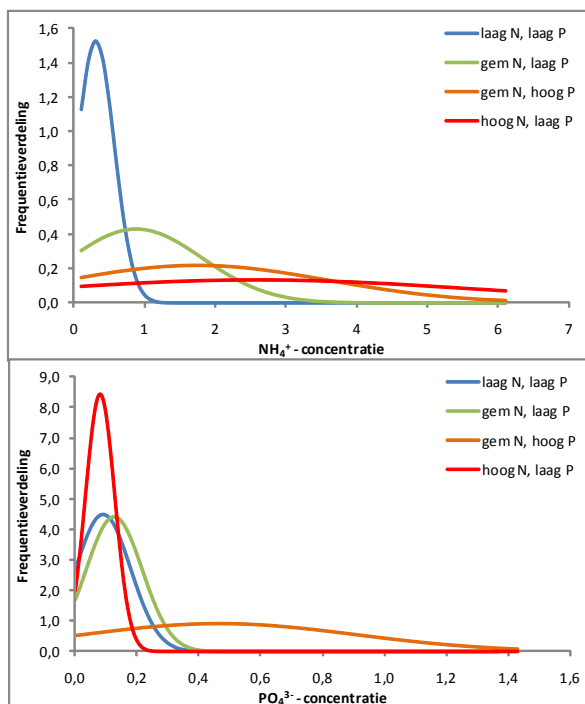


Figuur 3.5

Voor verschillende macrofauna groepen is het gemiddeld aantal soorten/monster weergegeven, waarbij de monsters zijn gegroepeerd op basis van de Twinspan indeling in mate van voedselrijkdom (laag N, laag P; gem N, laag P; gem N, hoog P; hoog N, laag P).

Consequenties voor het onderzoek naar het effect van agroranden

Dat de voedselrijkdom van een sloot een belangrijke stuurfactor is op de macrofaunagemeenschap is niet verbazingwekkend. Wil dit inzicht toepasbaar zijn in de onderzoeksofzet naar de effecten van agroranden, dan moet het echter ook een voorspellende waarde kunnen hebben. Hiertoe moet de redenering kunnen worden omgedraaid. Hierboven is op basis van de aangetroffen macrofaunagemeenschap gekeken naar de gemiddelde voedselrijkdom van het water, waarmee duidelijke verschillen zijn te illustreren. Wil men echter een bepaalde lokatie met agrorand kunnen toetsen aan een verwachtingswaarde voor een vergelijkbare sloot zonder agrorand, dan moet men op basis van de gemeten N en P concentraties het bijbehorende macrofauna cluster (laag N, laag P; gem N, laag P; gem N, hoog P of hoog N, laag P) kunnen vaststellen. Om de betrouwbaarheid waarmee dit kan vast te kunnen stellen, speelt de variatie in de parameterwaarden een belangrijke rol. Hiertoe zijn in figuur 3.6 frequentieverdelingen opgesteld van de ammonium en fosfaat concentraties wederom opgedeeld in de vier clusters van macrofaunagemeenschappen.



Figuur 3.6

Frequentieverdeling van ammonium en fosfaat concentraties (jaargemiddelden) in de lokaties van de vier verschillende macrofauna clusters.

Dit figuur illustreert een probleem voor het praktisch onderzoek naar het effect van agroranden: waar de macrofaunagemeenschappen duidelijk gestuurd worden door de voedselrijkdom, is het andersom veel moeilijker: ook al zou de ammonium en fosfaat concentratie van een nog te selecteren monsterlokatie bekend zijn, dan nog is het niet direct duidelijk welke macrofaunagemeenschap daar nu te verwachten is. De verschillende verdelingen vertonen hiertoe teveel overlap. Alleen bij lokaties met een fosfaat concentratie >0,4 mg/l is duidelijk dat hier het cluster "gem N, hoog P" als verwachtingswaarde bij zou moeten. In alle andere gevallen is de kans dat men het juiste macrofauna cluster kiest, gegeven een bepaalde ammonium en fosfaat concentratie, te laag voor een zinvolle indeling voor praktijk gericht onderzoek naar agroranden.

Vanuit de wens om de variatie in de macrofaunagemeenschap van controle lokaties zo laag mogelijk te houden, zou de conclusie dan zijn dat het onderzoek naar het effect van agroranden zich vooral moet richten op lokaties met een hoge fosfaat concentratie. Figuur 3.6 illustreert echter, dat een dergelijke keuze leidt tot lokaties met een lage diversiteit van gevoelige soorten als haften, libellen en kokerjuffers¹. De verwachte toename van gevoelige soorten door de aanleg van een agrorand wordt dan in de praktijk niet waargenomen omdat de verhoogde fosfaat concentratie voor deze soorten al limiterend is.

¹ In §3.3 wordt ingegaan op de gevoeligheid van macrofaunagroepen voor gewasbeschermingsmiddelen. De hier genoemde drie groepen zijn allen indicators voor toxiciteit binnen het Stowa-systeem voor sloten.

De consequentie voor het praktijkonderzoek naar het effect van agroranden is daarom dat de lokatieselectie het beste gericht kan worden op relatief voedselarme sloten en dan voor lief nemen dat de variatie in de macrofaunagemeenschappen zich niet helemaal laat duiden op basis van alleen voedselrijkdom. Indicatieve bovengrenzen zijn een NH_4^+ -concentratie $<1,5$ mg/l en een PO_4^{3-} -concentratie $<0,3$ mg/l.

In §3.1.4 worden enkele andere factoren benoemd die op dit niveau van Twinspan-clustering ook een merkbare invloed op de macrofauna beginnen te hebben, waardoor uiteindelijk een multifactoriële invloed ontstaat die in het agroranden onderzoek niet verder valt op te splitsen. Een effect van een agrorand moet dan ten opzichte van deze mix aan controle lokaties vergeleken worden.

Conclusie: Onderzoek naar het effect van agroranden richten op zoete sloten in de Hoeksche Waard met een maximale ammonium en fosfaat concentratie van 1,5 en 0,30 mg/l respectievelijk.

3.1.4 Andere factoren

Algemeen

De drie hierboven genoemde factoren (zoutgehalte, watertype en voedselrijkdom) hebben de grootste invloed op de macrofaunagemeenschap in de kleine wateren op Goeree-Overflakkee en de Hoeksche Waard. Een verdere opdeling in zo homogeen mogelijke macrofaunagemeenschappen is voor het onderzoek naar de effecten van agroranden minder zinvol, omdat de invloed van voedselrijkdom niet in voldoende scherpe criteria is te beschrijven. Dit komt enerzijds doordat het opdelen van macrofaunagemeenschappen in homogene clusters altijd een versimpeling is van de werkelijkheid, die eerder een continue verdeling met geleidelijke overgangen zal vertonen. Daarnaast zullen ook andere factoren een steeds grotere rol gaan spelen op de macrofaunagemeenschap. Binnen de zoete sloten is daarom gekeken naar andere stuurfactoren.

Twinspan en Canoco resultaten

In tabel 3.2 is samengevat welke parameters een verdere opdeling van de macrofaunagemeenschappen in zoete sloten sturen. Hieruit blijkt allereerst dat in drie van de vier clusters de voedselrijkdom toch nog steeds een bepalende invloed heeft. Als voorbeeld: het macrofauna cluster "laag N en laag P" laat zich opsplitsen in een "echt" laag en "redelijk laag". Dit geeft goed weer dat het effect van voedselrijkdom een continue variabele is, waarbij de ammonium concentratie een grotere invloed lijkt te hebben dan de fosfaat concentratie. Alleen in het cluster "gem. N, laag P" blijkt een verdere opdeling door andere stuurfactoren beïnvloed te worden, en dan met name het landgebruik.

Tabel 3.2. Stuurfactoren op het eerste Twinspan-niveau onder de voedselrijkdom indeling zoals besproken in §3.1.3. Weergegeven zijn gemiddelden (mg/l) met hun standaardfout.

Cluster	Stuurfactor op volgend Twinspan niveau	Groep 1	Groep 2
Laag N, laag P	Wederom voedselrijkdom	$\text{NH}_4^+ < 0,2$ $\text{PO}_4^{3-} < 0,1$	$0,2 < \text{NH}_4^+ < 0,8$ $0,1 < \text{PO}_4^{3-} < 0,35$
Gem. N, laag P	Landgebruik	Sloten in natuurgebied	Sloten langs akkers of grasland
Gem. N, hoog P	Biologisch zuurstofverbruik en wederom NH_4^+	BZV = $3,3 \pm 0,2$ $\text{NH}_4^+ = 0,4 \pm 0,1$	BZV = $6,4 \pm 0,7$ $\text{NH}_4^+ = 2,0 \pm 0,4$
Hoog N, laag P	Wederom NH_4^+	$\text{NH}_4^+ = 0,8 \pm 0,4$	$\text{NH}_4^+ = 2,2 \pm 0,4$

Deze analyse levert de volgende inzichten:

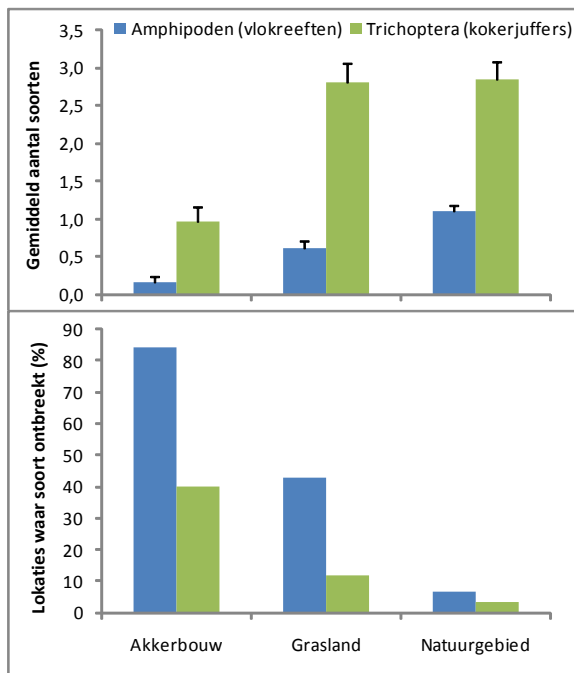
Jaarlijkse variaties

De macrofauna is niet een weerspiegeling van de waterkwaliteit in alleen het betreffende meetjaar, maar zal eerder een geïntegreerd beeld over de afgelopen paar jaar laten zien. Een illustratie hiervan is te vinden bij lokatie HOP 2401. In 2008 waren de gemiddelde ammonium en fosfaat concentraties laag (0,19 en 0,12 mg/l resp.). Toch werd de macrofauna door Twinspan ingedeeld in het cluster "hoog N, laag P". Als echter naar de ammonium concentratie in eerdere jaren gekeken wordt, dan varieert dit over de periode 1997-2007 tussen de 0,5 en 1,3 mg/l. Waarden die meer representatief zijn voor een verhoogd N-gehalte in de sloot. Onderzoek naar het effect van agroranden zou daarmee ook aan onderscheidend vermogen winnen, als het enkele jaren herhaald kan worden.

Landgebruik

Om de invloed van de factor landgebruik te beoordelen zijn de lokaties van beide minst voedselrijke macrofauna clusters ("laag N, laag P" en "gem N, laag P") bij elkaar gevoegd, omdat deze lokaties op alleen ammonium en fosfaat concentraties ook niet goed zijn te scheiden (zie §3.1.3). Wel is er op gelet, dat de lokaties moeten voldoen aan de criteria voor ammonium en fosfaat zoals die aan het eind van §3.1.3 in de conclusies zijn opgenomen.

De analyse is uitgevoerd voor drie typen landgebruik: akkerbouw, grasland en natuurgebied, aangezien er te weinig waarnemingen van de andere typen landgebruik (bebouwd gebied, infrastructuur) waren. Deze drie typen landgebruik zijn herkenbaar in de macrofaunagemeenschap in de sloot. Met name bij de akkerbouw is voor verschillende macrofauna groepen het aantal soorten iets lager dan bij grasland of in sloten in een natuurgebied. Dit betreft bijvoorbeeld de waterkevers (gemiddeld 8 tot 10-12 soorten) en de wantsen (gem. 4 tot 6 soorten), maar de duidelijkste verschillen betreffen de vlokreeften en de kokerjuffers (figuur 3.7), waar het aantal soorten een factor 3-5 lager is bij de akkerbouw. Voor deze laatste twee macrofaunagroepen is ook gekeken naar het aantal monsters, waarin er überhaupt geen vlokreeften dan wel kokerjuffers aanwezig waren. Dit is ook in figuur 3.7 geïllustreerd. Met name voor de vlokreeften valt op dat in meer dan 80% van de perceelsloten langs akkerbouw géén vlokreeften zijn aangetroffen. Dit betreft dan vooral de afwezigheid van *Gammarus pulex* en/of *G. tigrinus*.



Figuur 3.7

Gemiddeld aantal *Amphipoda* (vlokreeften) en *Trichoptera* (kokerjuffers) in zoete, niet al te voedselrijke sloten met een onderscheid naar het landgebruik op de oever. Tevens is het aantal monsters (als %) gepresenteerd waar de betreffende soortsgroep in zijn geheel niet in is waargenomen.

Consequenties voor het onderzoek naar het effect van agroranden

Dit grote verschil tussen sloten langs een akkerbouwperceel en een perceel grasland moet ergens door veroorzaakt worden. De huidige gegevens leveren hiervoor helaas niet de causale factoren. Het lijkt echter niet onwaarschijnlijk om te veronderstellen dat een emissie van gewasbeschermingsmiddelen hiervoor verantwoordelijk kan zijn. De druk van gewasbeschermingsmiddelen is bij de akkerbouw namelijk hoger dan bij grasland. Verder gelden zowel Gammaride-vlokreeften als kokerjuffers als gevoelig voor gewasbeschermingsmiddelen (zie Intermezzo). Verder is er een controle uitgevoerd op een invloed van mogelijk andere factoren, zoals de breedte van de sloot, verschillen in voedselrijkdom etc, maar deze heeft geen andere logische verklaring voor het verschil tussen akkerbouw en grasland aangedragen. Ook vanuit een afgelegd veldbezoek is geen opvallend verschil tussen beide sloten opgemerkt.

De eerder opgestelde verwachting dat agroranden kunnen leiden tot een verbetering van de macrofauna (Ecofide & Brooswater, 2010) is dan als werkhypothese aan te scherpen tot: De aanleg van agroranden leidt tot een hogere soortenrijkdom van *Gammaridae* en/of kokerjuffers in sloten langs een akkerbouwgebied.

Noot. Dit wil niet zeggen dat niet ook andere macrofauna-groepen een positief effect kunnen ondervinden. Aan de andere kant is de kans dat een dergelijk effect van een agrorand wordt aangetroffen bij Gammaride-vlokreeften en kokerjuffers het grootst. Door het onderzoek op deze groepen te richten worden de kosten/lokatie lager en kan men meer lokaties in het onderzoek betrekken. Dit vergroot de statistische gevoeligheid sterk.

Vanuit de statistiek is het verder van belang om op te merken dat het duidelijke verschil in het aantal "0-waarnemingen" kansen biedt voor het aantonen van een statistisch significant verschil.

Intermezzo: macrofauna, bestrijdingsmiddelen en agroranden

In het beheersgebied van waterschap Hollandse Delta zijn vrijwel alle landbouwgebieden van drainage voorzien. Agroranden zullen daarom nauwelijks enig effect op de ammonium en fosfaat concentraties in het oppervlaktewater hebben (Ecofide & Brooswater). Het verwachte positieve effect van een agrorand zal vooral gelegen zijn in het verminderen van de emissies aan gewasbeschermingsmiddelen (Ecofide & Brooswater, 2010). Voor gewasbeschermingsmiddelen gevoelige soorten kunnen dan weer in aantal toenemen. In het STOWA-systeem voor sloten (Stowa, 1993) is aangegeven dat met name de afwezigheid van de volgende groepen/soorten als indicator voor toxiciteit gezien kan worden:

- *Pisidiidae + Sphaeriidae* (tweekleppigen)
- *Hydrachnellae* (watermijten)
- *Gammaridae* (vlokreeften)
- *Ephemeroptera* (haften)
- *Odonata* (libellen)
- *Coleoptera* (waterkevers, met uitzondering van *Spercheus* sp.)
- *Trichoptera* (kokerjuffers)
- enkele *Diptera*, nl. *Cylindrotomidae*, *Limoniidae*, *Psychodidae*, *Ptychopteridae*, *Rhagionidae* en *Stratiomyidae*

De aanleg van agroranden zou dan leiden tot een toename in soortenrijkdom en/of dichtheden van met name deze macrofaunagroepen. Echter, dit effect zal alleen optreden als de sloot ook vanuit andere factoren (zoals voedselrijkdom) een geschikt biotoop biedt aan deze macrofauna soorten.

Deze conclusies komen goed overeen met de bevindingen van een studie naar gewasbeschermingsmiddelen en macrofauna in het glastuinbouwgebied van het Hoogheemraadschap van Delfland (Ecofide, 2008; 2009). Ook hier werd namelijk geconcludeerd dat de groep der kreeftachtigen (waaronder de *Gammaridae* vlokreeften) het gevoeligst reageert op de aanwezigheid van gewasbeschermingsmiddelen. Ook de watermijten vertoonden overigens een gevoelige respons, maar deze groep liet in de laatste jaren (waarbij de druk vanuit de gewasbescherming al aanzienlijk is gereduceerd) tekenen van herstel zien. De kreeftachtigen bleken echter nog steeds in een groot aantal monsterpunten volledig te ontbreken.

Conclusie: -Het aantal soorten vlokreeften (*Amphipoda*) en kokerjuffers is in sloten langs akkerbouw aanzienlijk lager dan langs grasland. Dit is mogelijk een indicator voor toxiciteit. Onderzoek naar het effect van agroranden daarom richten op sloten langs akkerbouw-percelen.
-Overweeg om ipv een volledige macrofauna-analyse op een beperkt aantal lokaties over te stappen op een meer kwalitatief onderzoek naar *Gammaridae* en kokerjuffers maar dan op een groot aantal lokaties.

3.2 Trends in de tijd

Eén van de mogelijkheden voor onderzoek naar het effect van agroranden is het maken van een tijdreeks. Door een bepaalde lokatie voor en na aanleg te vergelijken, ontstaat inzicht in de verschillen. Helaas wordt de lokatiekeuze van agroranden niet beïnvloed door het al dan niet aanwezig zijn van een monitoringspunt. Dit maakt de trefkans klein. In de gehele dataset van 565 macrofauna monsters zijn er 12 die in meer of mindere mate een positief effect van een agrorand hebben kunnen ondervinden. Dit is te weinig voor een statistisch betrouwbaar onderzoek.

Praktijkonderzoek zal dus neerkomen op het vergelijken van een groep lokaties met en zonder agrorand. Bekeken moet worden of een effect van een agrorand niet gemaskeerd kan worden door andere factoren. Uit het onderzoek naar stuurfactoren (§3.1) blijkt dat met name de voedselrijkdom in de sloot bepalend is. Het is daarom van belang om zicht te krijgen op mogelijke trends in de ammonium en fosfaat concentraties en de vraag of de macrofauna op deze trend reageert.

3.2.1 Ammonium en fosfaat

Ammonium

Voor drie watertypen zijn voldoende lokaties gemonitord om een zinvolle vergelijking van trends mogelijk te maken. Dit zijn zoete sloten, brakke of zoute sloten en hoofdwatgangen. Voor alle drie watertypen vertoont het merendeel van de lokaties een dalende trend (zoete sloten: 70%; brak/zoute sloten: 86% en hoofdwatgangen: 74% van de lokaties), waarbij dit voor ca. 40% van de lokaties ook statistisch significant is (zie figuur 3.8). Er zijn echter ook enkele lokaties met een significant stijgende trend. De achterliggende details (periode waarover de trend is berekend, gemiddelde ammonium conc. van de lokatie, aantal datapunten etc) zijn opgenomen in bijlage 3. Trends zijn niet voor alle lokaties berekend. Voor lokaties met te weinig meetpunten, te weinig meetjaren of een concentratie die vanaf het begin rond de detectiegrens schommelt, kunnen geen zinvolle trends berekend worden.

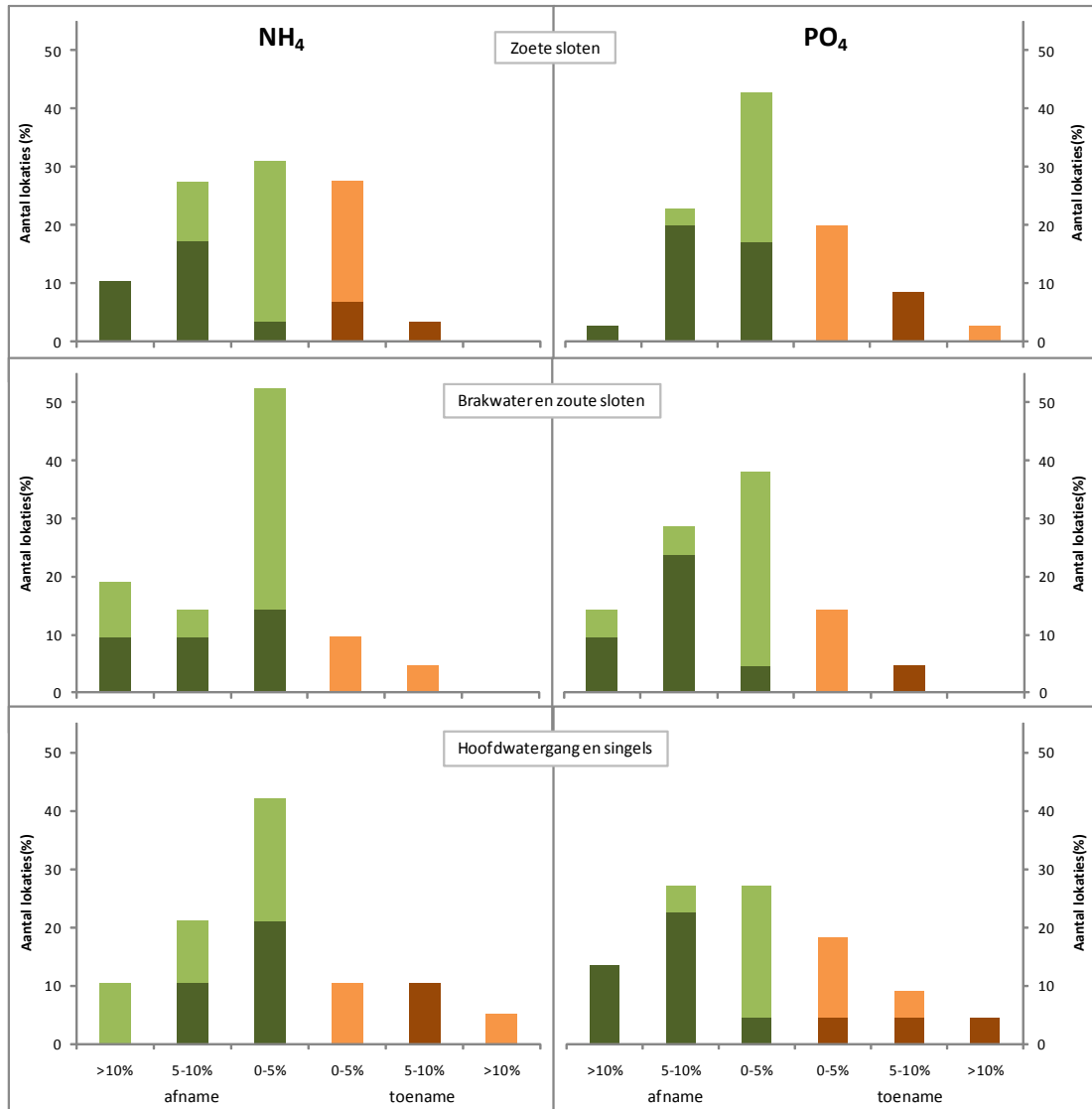
Verder blijkt uit figuur 3.8 dat de snelheid waarmee de ammonium concentraties dalen in de meeste gevallen varieert tussen de 0 en 10% per jaar. Als dergelijke afnamesnelheden over een voldoende lange periode worden gerealiseerd, mag men zeker verwachten dat ook de macrofauna hier positief op gaat reageren. Om enkele voorbeelden te noemen:

HOP 133 Deze lokatie had in 1994 een gemiddelde ammonium concentratie van 2,4 mg/l, terwijl de concentratie in 2008 was gedaald naar 0,11 mg/l. Op basis van de frequentieverdelingen voor de vier macrofauna clusters (figuur 3.6) mag verwacht worden dat een dergelijke afname zou resulteren in een macrofauna verschuiving van cluster "gem N, hoog P" (de fosfaat concentratie was in 1994 0,65 mg/l) naar cluster "gem N, laag P".

HOP 410 Deze lokatie kent een nog sterkere afname: van gem. 5,5 mg/l in 1988 naar 0,2 mg/l in 2007.

Verder lijken er weinig verschillen te bestaan in de trends tussen de drie watertypen. De concentraties nemen overal in een meer of minder vergelijkbare manier af. Hoogstens zijn er in de zoete sloten iets meer lokaties met een stijgende trend, maar het aantal lokaties is niet zo groot, dat dit is te benoemen als een significant verschil.

Tenslotte mag verwacht worden dat in de komende jaren steeds meer lokaties een significante trend zullen laten zien. De afname (in mg/l) over de jaren moet een bepaalde minimumwaarde bereiken voordat dit verschil groter is dan de jaarlijkse meetvariatie. Dit wordt geïllustreerd doordat het aantal lokaties met een significante trend hoger is naarmate de jaarlijkse afname toeneemt. Van de lokaties met een jaarlijkse afname tussen de 0 en 5% geeft 30% een significante trend. Voor de lokaties met een jaarlijkse afname >5% is dit percentage twee keer zo hoog.

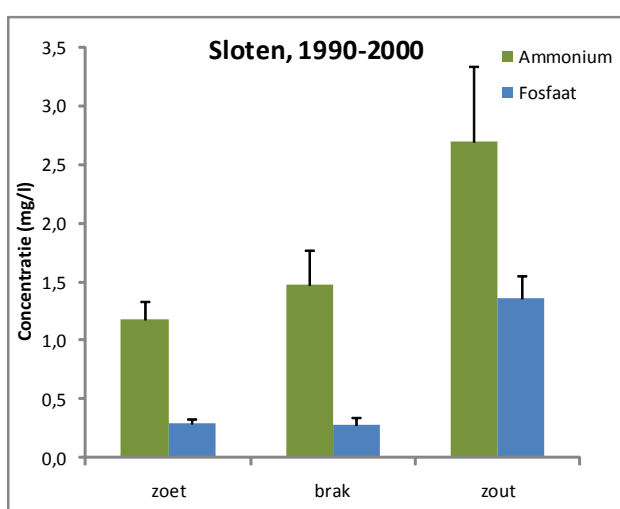


Figuur 3.8. Trends in ammonium en fosfaat concentraties per lokatie. Trends zijn veelal gebaseerd op de periode 1980-2010, maar kan voor individuele lokaties afwijken (zie bijlage 3 voor details). Voor zowel een afname (groen) als een toename (oranje) is het aantal lokaties met een significante trend aangeduid met een donkere kleur. De lichte kleur zijn het aantal lokaties met een vergelijkbare trendlijn, die echter niet significant is.

Fosfaat

Het beeld voor de trends in fosfaat concentraties verschilt niet sterk van dat voor ammonium. Ook voor fosfaat laten 70-80% van de lokaties een dalende trend zien, die meestal varieert tussen de 0-10% afname op jaarbasis. Alleen is het aandeel statistisch significante trends iets hoger (55% voor fosfaat tov 40% voor ammonium). Verder zijn er ook voor fosfaat enkele lokaties met een (significante) stijgende trend en zijn er weinig verschillen tussen de trends bij zoete sloten, brakke en zoute sloten en hoofdwaterringen.

Wel is het nuttig om de aandacht te vestigen op een verschil in de fosfaat (en ammonium) concentraties tussen zoete, brakke en zoute wateren, waarbij deze concentraties in zoute wateren aanzienlijk hoger liggen. In figuur 3.9 is dit geïllustreerd met de gemiddelde concentraties in sloten over de periode 1990-2000².



Figuur 3.9. Ammonium en fosfaat concentraties in zoete, brakke en zoute sloten in de periode van 1990-2000. Weergegeven zijn de gemiddelden met hun standaardfout.

Conclusie: -In 70-80% van de sloten en hoofdwaterringen vertonen ammonium en fosfaat concentraties een dalende trend, die in 40-55% van de gevallen ook statistisch significant is. Er zijn echter ook enkele lokaties met een stijgende trend.
-De snelheid waarmee ammonium en fosfaat concentraties dalen varieert tussen de 0-10% per jaar.
-Ammonium en fosfaat concentraties zijn gemiddeld hoger in zoute wateren dan in zoete en brakke wateren.

² Voor deze uitsnede van jaren is gekozen om te voorkomen dat verschillen in de meetperiode tussen zoete en zoute lokaties, in combinatie met de significant dalende trends de geconstateerde verschillen beïnvloeden.

3.2.2 Macrofauna

Vervolgens is bekeken of bovenstaande trends in ammonium en fosfaat ook zijn terug te vinden in een zich herstellende macrofaunagemeenschap. Van een veranderende gemeenschap wordt gesproken als de resultaten van de Twinspan-analyses dit aangeven. Latere jaren worden dan in een ander cluster ingedeeld dan eerdere jaren van die lokatie. Om een verband te kunnen leggen met bovenstaande trends in ammonium en fosfaat is deze analyse alleen uitgevoerd voor zoete sloten³. Uit de resultaten blijkt dat 6 van de 29 zoete sloten een veranderende macrofaunagemeenschap laten zien. Dit is zo'n 20% van de lokaties en dus globaal een factor 2-3 lager dan het aantal lokaties dat voor ammonium of fosfaat een significante trend laat zien (40-55%). Dit na-ijl effect is niet onverwacht: de concentraties in het oppervlaktewater kunnen weliswaar dalen, maar de voedselrijkdom van de waterbodem kan nog jaren verhoogd blijven. Verder betekent dit niet dat de macrofauna in géén van de andere 23 sloten aan het herstellen is. Alleen dat Twinspan een dergelijk herstel nog niet in een ander cluster indeelt. Doorgaande monitoring kan ook hier leiden tot een stijgend aantal lokaties met een significant herstel.

De 6 lokaties met een veranderende macrofaunagemeenschap zijn opgenomen in tabel 3.3. Ook zijn de globale trends in ammonium en fosfaat concentraties opgenomen. Uit deze vergelijking blijkt een goede mate van overeenstemming: waar de macrofauna clustering duidt op dalende ammonium dan wel fosfaat concentraties, worden deze trends ook in de concentraties vastgesteld. Alleen moet voor dit verband soms gekeken worden naar de concentraties in het oppervlaktewater in de jaren vóór aanvang van de macrofauna monitoring. Dit is wederom een illustratie van bovengenoemd na-ijl effect. Alleen HOP 410 wijkt enigszins af. De Twinspan-clustering duidt hier op dalende fosfaat concentraties, terwijl in werkelijkheid juist de ammonium concentraties zeer sterk afnamen. Beide zijn echter indicatief voor een afnemende voedselrijkdom.

Tabel 3.3. De zes zoete sloten met een herstellende macrofaunagemeenschap.

	Periode		Macrofauna cluster		Ammonium		Fosfaat	
	van	tot	van	naar	van	naar	van	naar
HOP 802	1994	2008	hoog N, laag P	gem N, laag P	1,2	0,2	0,2	0,1
HOP 1101	1994	2007	hoog N, laag P	gem N, laag P	2,0 ¹⁾	1,5	0,1	0,1
HOP 408	1991	2008	gem N, hoog P	gem N, laag P	1,6	0,5	0,3 ²⁾	0,1
HOP 409	1991	2007	gem N, hoog P	gem N, laag P	1,8	0,5	0,8	0,2
HOP 410	1988	2008	gem N, hoog P	gem N, laag P	6,0	0,3	0,1	0,3
HOP 2401	1991	2008	gem N, hoog P	laag N, laag P	0,3 ³⁾	0,2	1,0 ⁴⁾	0,5

¹⁾ waarden liepen in 1982-1986 op tot aan 6 mg/l

²⁾ waarden liepen in 1988-1990 op tot aan 1 mg/l; maxima vanaf 2002 <0,4

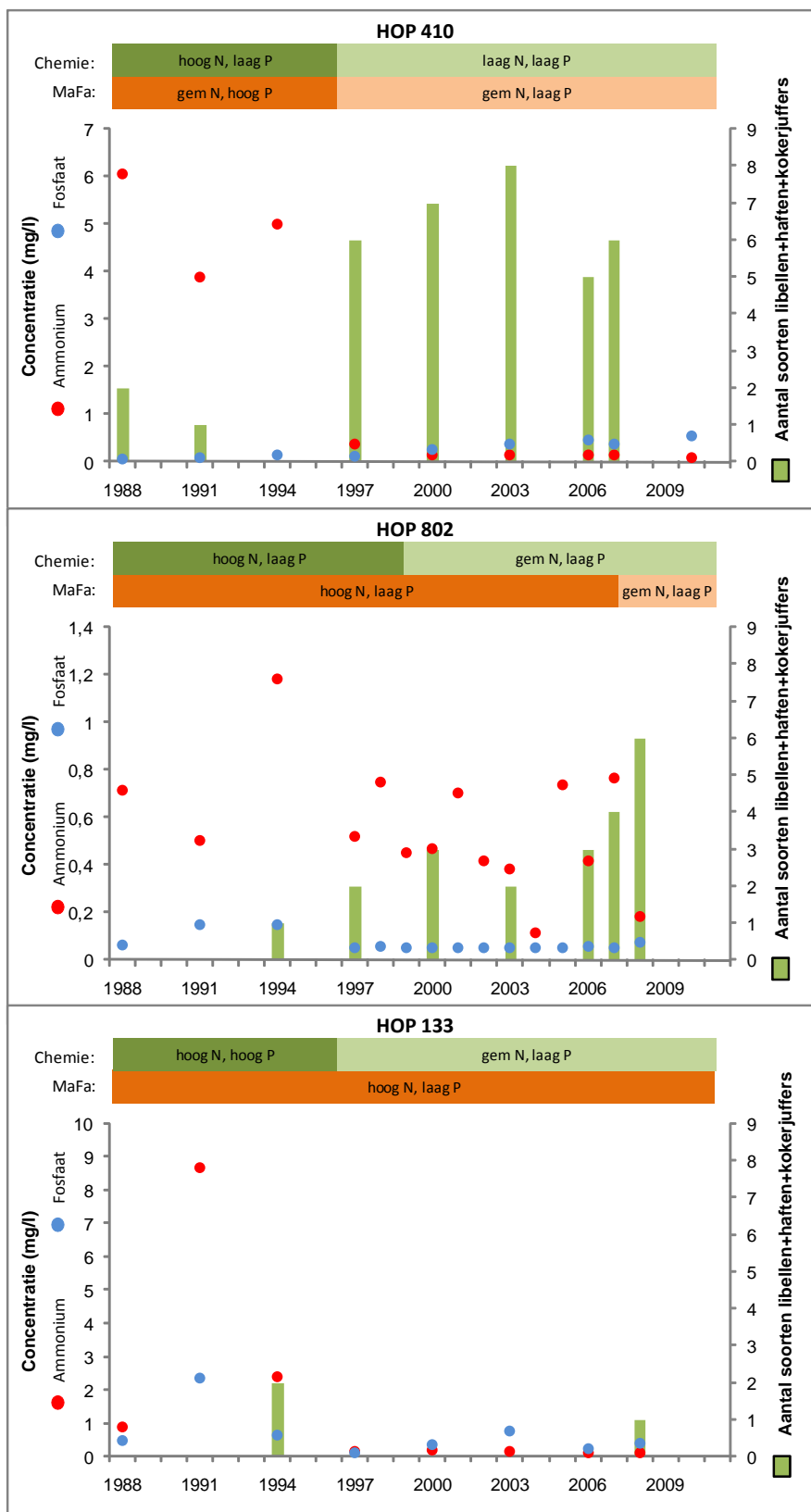
³⁾ waarden liepen in 1988 op tot aan 3 mg/l

⁴⁾ waarden liepen in 1988 op tot aan 3 mg/l; hoogste waarde van 2002 was 2 mg/l

Voor drie lokaties is dit herstel van de macrofauna geïllustreerd (figuur 3.10). De macrofaunagemeenschap is hierbij gekarakteriseerd met het gezamenlijk aantal soorten libellen, haften en kokerjuffers. In eerdere analyses (zie figuur 3.5 in § 3.1.3) bleken deze drie groepen het meest karakteristiek voor een voedselarme omgeving.

³ Alleen voor zoete sloten is het verband tussen de Twinspan-clustering en de voedselrijkdom nauwkeurig in beeld gebracht.





Figuur 3.10. Verschillen in de snelheid waarmee de macrofauna reageert op een afnemende voedselrijkdom van het oppervlaktewater. Vrijwel meteen in HOP 410; met ca. 7 jaar vertraging in HOP 802 of nog niet in HOP 133.

Uit figuur 3.10 blijkt dat er drie verschillende reacties op kunnen treden:

HOP 410 De macrofaunagemeenschap reageert snel op de verlaagde ammonium concentraties. 1997 is het eerste jaar waarin duidelijk lagere concentraties zijn vastgesteld en in datzelfde jaar is de macrofaunagemeenschap al aanzienlijk hersteld met zes soorten libellen, haften en/of kokerjuffers.

HOP 802 Ook op deze lokatie vertonen de ammonium concentraties een dalende trend. Het verschil is echter veel geleidelijker dan in HOP 410. Dit heeft consequenties voor de macrofaunagemeenschap. Het aantal soorten libellen, haften en kokerjuffers neemt weliswaar toe, maar pas vanaf 2008 wordt de gemeenschap door Twinspan ingedeeld in het cluster "gem N, laag P".

HOP 133 Deze lokatie illustreert een derde mogelijkheid. De ammonium en fosfaat concentraties nemen significant af, terwijl de macrofaunagemeenschap nog geen tekenen van herstel laat zien. Dit ondanks het feit dat de concentraties in het oppervlaktewater al vanaf 1997 laag zijn te noemen.

Conclusie: -In 20% van de zoete sloten laat de macrofauna een herstel zien in de richting van een gemeenschap karakteristiek voor een minder voedselrijke omgeving. Hiermee ijlt de macrofauna na op de dalende ammonium en fosfaat concentraties in het water. Dit kan te maken hebben met de aanwezigheid van een voedselrijke waterbodem.
-De verbetering laat zich karakteriseren in een toenemend aantal soorten libellen, haften en/of kokerjuffers.
-Met een doorgaande afname van ammonium en fosfaat wordt verwacht, dat ook de macrofauna een verdere verbetering zal laten zien. Zowel in aantallen soorten per lokaties als het aantal lokaties dat hersteld.

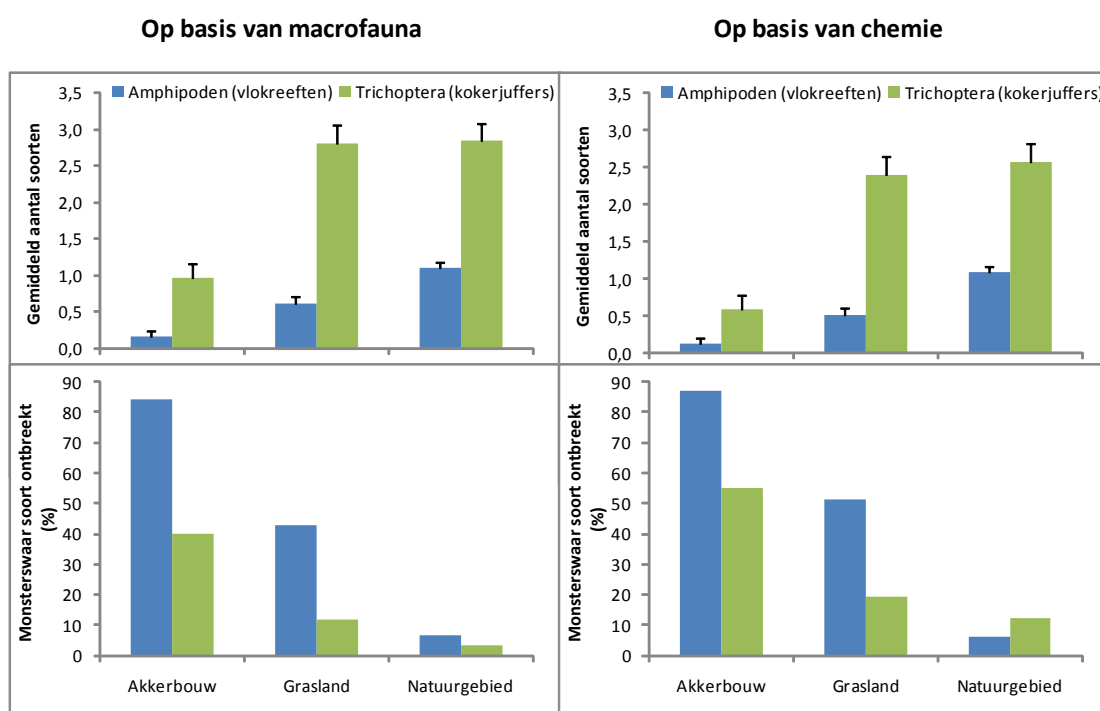
3.3 Verificatie en selectie mogelijke controle lokaties

In bovenstaande karakterisering van de macrofauna in kleine wateren waren de macrofaunagemeenschappen en Twinspan-analyses leidend. Bij het selecteren van nieuwe lokaties voor onderzoek naar de effecten van agroranden is deze informatie echter niet aanwezig. De verkregen inzichten zijn daarom gebruikt voor het opstellen van selectiecriteria, waarmee de geschiktheid van een nieuwe lokatie voor het onderzoek beoordeeld kan worden. Dit is gedaan voor chloride (<240 mg/l), ammonium (<1,5 mg/l) en fosfaat (<0,3 mg/l) om zo te komen tot lokaties die omschreven kunnen worden als "zoete, niet al te voedselrijke sloten". Alle drie de criteria vertonen echter een bepaalde onzekerheid. De eerste stap is daarom een controle op de juistheid van deze criteria.

Hiertoe zijn alle 565 datapunten van de 115 kleine wateren Goeree-Overflakkee en de Hoeksche Waard geselecteerd op bovenstaande drie criteria, alsmede op de karakteristiek "sloot". In de resulterende selectie kunnen nu lokaties zitten met een chloride concentratie net onder de 240 mg/l, terwijl de macrofauna toch duidde op een brakke gemeenschap. Of lokaties, waar de huidige ammonium en fosfaat concentraties aan genoemde criteria voldoen, terwijl de

macrofaunagemeenschap na-ijlt en nog niet is hersteld. Om de geldigheid van de selectiecriteria te toetsen zijn twee vergelijkingen gemaakt.

Allereerst is gekeken naar de verdeling van het aantal soorten vlokreeften en kokerjuffers, aangezien die twee soortsgroepen in §3.1.4 werden voorgedragen als de meest gevoelige parameter om een effect van agroranden aan te tonen. De bijbehorende figuur 3.11 is hieronder daarom nogmaals opgenomen en vergeleken met hetzelfde plaatje, voor de lokaties die zuiver op basis van de genoemde criteria zijn geselecteerd. De conclusie is dat genoemde criteria voor chloride, ammonium en fosfaat niet tot andere uitkomsten leidt dan als de lokatieselectie op basis van de macrofauna wordt uitgevoerd.



Figuur 3.11. Vergelijking van het aangetroffen verschil tussen akkerbouw en grasland wanneer de lokaties worden geselecteerd op basis van de macrofaunagemeenschap (A) of op basis van de genoemde criteria voor de oppervlaktewater kwaliteit (B) (Cl, NH₄ en PO₄).

Vervolgens zijn mogelijke controle lokaties voor het beoogde onderzoek naar agroranden geselecteerd. Dit zijn dus sloten die aan bovenstaande criteria voor chloride, ammonium en fosfaat voldoen, maar die tevens langs een akkerland liggen. De resterende lokaties zijn opgenomen in tabel 3.4. Het betreft een tweetal lokaties op Goeree-Overflakkee en zes in de Hoeksche Waard. Uit tabel 3.4 blijkt verder dat voor de meeste lokaties de informatie vanuit de aanwezige macrofauna overeenkomt met de criteria voor chloride, ammonium en fosfaat. Alleen HOP 1403 zou op basis van de aangetroffen macrofauna niet als controle lokatie geselecteerd worden, omdat die gemeenschap nog duidt op een naijlend effect van verhoogde voedselrijkdom. HOP 1405 wordt niet geselecteerd omdat de ammonium concentratie te hoog is, ondanks het feit dat de macrofaunagemeenschap hier niet op lijkt te reageren. Tenslotte is in tabel 3.4 ook het aantal aangetroffen soorten vlokreeft en kokerjuffer opgenomen.

Tabel 3.4. Selectie van lokaties, die als controle gebruikt kunnen worden bij het agroranden onderzoek.

Lokatie	Jaar	Macrofauna		Chemie Criterium: <240 mg/l	Cl	NH ₄	PO ₄	Aantal soorten	
		Zoet/brak	Voedselrijkdom					vlokreeften	kokerjuffers
FOP 0102	2008	zoet	Hoog N, Laag P		113	0,14	0,08	1	
FOP 1314	2007	brak	?		191	0,33	0,05		
HOP 0408	2008	zoet	Gem N, Laag P		89	0,53	0,09	0	1
HOP 0802	2008	zoet	Gem N, Laag P		150	0,84	0,07	0	2
HOP 1303	2008	zoet	Gem N, Laag P		88	0,47	0,05	0	2
HOP 1403	2007	zoet	Gem N, Hoog P		64	0,81	0,09	2	0
HOP 1404	2007	zoet	Laag N, Laag P		87	0,72	0,05	0	0
HOP 1405	2007	zoet	Gem N, Laag P		132	4,41	0,05		
HOP 2401	2008	zoet	Gem N, Laag P		214	0,19	0,12	2	1

¹ slechts 1 jaar

² MaFa ijlt na, want N en P was in eerdere jaren hoger

Tenslotte is gekeken in hoeverre deze zes lokaties in de Hoeksche waard door een agrorand kunnen zijn beïnvloed. Dit blijkt voor drie lokaties het geval te zijn (tabel 3.5). Voor twee lokaties kan de invloed niet met zekerheid vastgesteld worden, omdat er een duiker (HOP 802) of 120m (HOP 408) tussen de monitoringslokatie en de dichtstbijzijnde agrorand is gelegen. Voor HOP 2401 geldt dat deze vanaf 2008 door een agrorand is beïnvloed. Tabel 3.5 geeft een overzicht van de bijbehorende macrofauna resultaten. Voor alle drie de lokaties laat het gesommeerde aantal libellen, haften en kokerjuffer soorten zien dat de voedselrijkdom afneemt. Deze samenloop tussen "afnemende voedselrijkdom" en een "mogelijk effect van agroranden" is een complicerende factor, met name omdat het aantal soorten kokerjuffers bij beide een belangrijke rol speelt. Het aantal vlokreeften (*Amphipoda*) bleek echter een sterkere indicator te zijn voor toxiciteit, terwijl het tegelijkertijd een minder sterke indicator voor voedselrijkdom is. Daarom is in tabel 3.5 ook alleen het aantal vlokreeft-soorten opgenomen. Conform verwachting blijken vlokreeften slechts zelden te zijn aangetroffen. Ook is voor HOP 802 en HOP 408 nog geen verbetering te zien. Het mogelijke effect van drie jaar agrorand in de nabijheid is wellicht kleiner dan verwacht. Ook voor HOP 2401 is er nog geen eenduidige relatie met de agrorand, die vanaf 2008 aanwezig is. Er werd namelijk al vanaf 2000 een vlokreeft aangetroffen. Dit kan echter ook op toeval duiden. Het eigenlijke onderzoek zal dan ook meer lokaties moeten omvatten⁴. Daarmee zijn er in de huidige dataset nog geen indicaties te vinden voor het verwachte positieve effect van agroranden op de macrofaunagemeenschap in de belendende sloot.

⁴ In 2009 is ook door WSHD onderzoek gedaan naar de toxiciteit van sloten (Koumans, 2010). Hiervoor zijn drie lokaties geselecteerd. Deze lijken voor de huidige selectie niet geschikt omdat ze zijn aangemerkt als "hoofdwatgang" (HOP 804, HOP 805) of als landgebruik 'grasland' hebben (HOP 1028).

Tabel 3.5. Drie mogelijke controle lokaties, die in de laatste jaren al door een agrorand (kunnen) zijn beïnvloed.

Macrofauna		1991	1994	1997	2000	2003	2006	2007	2008
HOP 408	Schoon indicierend ¹⁾	0	2	2	0	5	6	-	3
	Toxiciteit indicierend ²⁾	0	0	1	0	2	1	-	1
	Alleen vlokreeften ²⁾	0	0	0	0	0	0	-	0
HOP 802	Schoon indicierend ¹⁾	-	1	2	3	2	3	4	6
	Toxiciteit indicierend ²⁾	-	0	1	1	0	1	0	2
	Alleen vlokreeften ²⁾	-	0	1	0	0	0	0	0
HOP 2401	Schoon indicierend ¹⁾	0	3	2	3	3	3	5	3
	Toxiciteit indicierend ²⁾	0	0	1	1	1	1	2	2
	Alleen vlokreeften ²⁾	0	0	0	1	1	1	1	1

¹⁾ aantal soorten libellen, haften en kokerjuffers

²⁾ aantal soorten vlokreeften en kokerjuffers

- : niet onderzocht

■ =mogelijke invloed van agrorand; ■ =zeker invloed van agrorand

Benodigd aantal onderzoekslokaties

In de statistiek zijn methoden beschikbaar om in te schatten hoeveel replica's er nodig zijn om een bepaald verwacht effect ook daadwerkelijk aan te kunnen tonen (Sokal & Rohlf, 1980).

Deze methoden zijn gebaseerd op normale verdelingen.

Ter illustratie: Als de onderzoeksparameter zou bestaan uit "het aantal soorten dat in de Stowa-systemen wordt aangeduid als gevoelig voor toxiciteit" en we willen een 30% toename van het aantal soorten door de aanleg van een agrorand vaststellen met een p-waarde van 5% en een β van 80% dan zijn er rond de 30 replica's nodig.

Hierboven is echter beargumenteerd dat het aantal soorten vlokreeft dan wel de aan- of afwezigheid van vlokreeften een meer gevoelige parameter zal zijn. Beide zijn echter niet normaal verdeeld, doordat het aantal vlokreeft-soorten relatief laag is (0-3/lokatie) dan wel omdat het een binomiaal verdeling betreft (aan- of afwezigheid). Schattingen van het aantal benodigde replica's zijn daarom meer indicatief en maken gebruik van non-parametrische statistiek.

Ter illustratie: Als we op 20 lokaties met en 20 lokaties zonder agrorand kijken naar de aanwezigheid van vlokreeften, waarbij in 20% van de lokaties zonder agrorand vlokreeften aanwezig zijn, dan zou een toename in de aanwezigheid van vlokreeften tot 35% van de lokaties met een agrorand, net tot een statistisch significant verschil kunnen leiden.

Conclusie: -Het op voorhand selecteren van onderzoekslokaties op basis van een drietal criteria voor chloride, ammonium en fosfaat leidt tot eenzelfde beeld van macrofaunagemeenschappen in "zoete, niet al te voedselrijke sloten langs akkerland", dan als deze selectie naderhand zou zijn uitgevoerd met de macrofauna resultaten.

-Met de huidige monitoringsresultaten zijn nog geen indicaties voor een effect van agroranden te verkrijgen. Afhankelijk van de grootte van het effect van een agrorand zou praktijk onderzoek zich moeten richten op 20-30 lokaties met en even zoveel lokaties zonder agrorand.

4. Conclusies en onderzoeksopzet



4.1 Conclusies

- De macrofaunagemeenschappen in de kleine wateren op Goeree-Overflakkee en in de Hoeksche Waard clusteren primair op basis van de volgende drie stuurfactoren:
 - a) Zoutgehalte
 - b) Watertype (sloot, hoofdwaterring, natuurontwikkelingsgebied etc)
 - c) Voedselrijkdom
- In zoete, niet al te voedselrijke sloten langs akkerbouwgebieden is het aantal soorten vlokreeften (*Amphipoda*) en kokerjuffers aanzienlijk lager dan langs grasland en/of in natuurgebieden. Dit is een mogelijke indicator voor toxiciteit. Vooral het aantal soorten vlokreeften lijkt een goede indicator. Deze parameter heeft zijn waarde ook in ander onderzoek (gewasbeschermingsmiddelen in de glastuinbouw van HH Delfland) bewezen (Ecofide, 2008; 2009).
- In 70-80% van de sloten en hoofdwaterringen vertonen de ammonium en fosfaat concentraties een dalende trend, die in 40-55% van de gevallen ook statistisch significant is. Er zijn echter ook enkele lokaties met een stijgende trend. De snelheid waarmee ammonium en fosfaat concentraties dalen varieert tussen de 0-10% per jaar. Ammonium en fosfaat concentraties zijn gemiddeld hoger in zoute wateren dan in zoete en brakke wateren.
- In 20% van de zoete sloten laat ook de macrofauna een significant herstel zien in de richting van een minder voedselrijke omgeving. Hiermee ijlt de macrofauna na op de ammonium en fosfaat concentraties in het water. Dit kan te maken hebben met de aanwezigheid van een voedselrijke waterbodem. De verbetering laat zich karakteriseren met een toenemend aantal soorten libellen, haften en/of kokerjuffers. Met een doorgaande afname van ammonium en fosfaat wordt verwacht, dat ook de macrofauna een verdere verbetering zal laten zien.
- Het *a priori* selecteren van onderzoekslokaties op basis van een drietal criteria voor chloride, ammonium en fosfaat leidt tot hetzelfde beeld van macrofaunagemeenschappen in "zoete, niet al te voedselrijke sloten langs akkerland", dan als deze selectie *a posteriori* zou zijn uitgevoerd met de macrofauna resultaten. De te hanteren criteria zijn: Chloride <240 mg/l, ammonium < 1,5 mg/l en fosfaat <0,3 mg/l.

4.2 Onderzoeksopzet voor het vervolg

Een nadere detaillering van het onderzoek is hieronder opgenomen.

4.2.1. Parameter selectie

Het aantal soorten vlokreeften lijkt een gevoelige indicator te zijn voor de mogelijke aanwezigheid van toxiciteit. Daarom wordt voorgesteld om een tweeledige onderzoeksopzet te kiezen:

A) Macrofauna monitoring met een volledige analyse en determinatie (standaard aanpak)
Deze opzet volgt de monsternamen en analyse, zoals die al jaren door het waterschap wordt toegepast.

B) Kwalitatieve analyse van de aanwezigheid van vlokreeften (*Amphipoda*)
Deze aanpak set in op bovenstaande hypothese en stelt alleen de aan- of afwezigheid van vlokreeften vast. Het grote voordeel hiervan is dat de kosten aanzienlijk lager zijn, waardoor het aantal lokaties sterk kan toenemen. Dit komt het onderscheidend vermogen van de studie zeer ten goede. Analyse kan plaatsvinden in het veld, omdat de aanwezigheid van vlokreeften vrij eenvoudig met het oog is vast te stellen. De monsternamen intensiteit moet wel dezelfde 10m volgen, omdat anders de trefkans verschilt.

4.2.2. Lokatie selectie

Controle lokaties

Controle lokaties moeten voldoen aan de volgende criteria: "Sloten in de Hoeksche Waard langs een akkerbouw-perceel met een chloride, ammonium en fosfaat concentratie onder de 240, 1,5 dan wel 0,3 mg/l".

Deze worden samengesteld uit:

A) HOP 408, HOP 802, HOP 1303, HOP 1403 en HOP 1404

Deze lokaties maken onderdeel uit van het lopende macrofauna-meetnet. Een volledige analyse van de macrofauna, conform de standaard aanpak, heeft de voorkeur. Voor HOP 408 en HOP 802 wordt er vanuit gegaan dat de invloed van de nabijgelegen agrorand niet al te sterk is.

Noot. Ook de gegevens uit eerdere jaren kunnen in de vergelijking worden meegenomen.

B) nog te kiezen lokaties

Om de trefkans van geschikte lokaties te vergroten wordt aanbevolen om het zoekgebied met name te richten op de omgeving van bovenstaande punten. Voorgesteld wordt om

-vijf lokaties te bemonsteren met de standaard aanpak, zodat er met onderdeel A in totaal 10 controle lokaties met de standaard aanpak worden bemonsterd

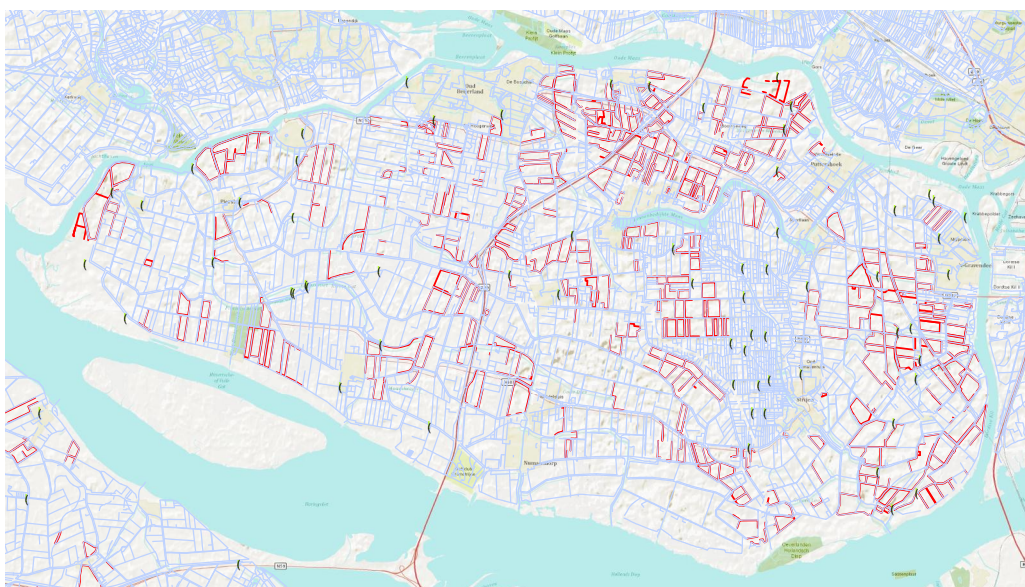
-Nog eens 10-20 lokaties te zoeken, die alleen op de alternatieve manier worden onderzocht (alleen aan- of afwezigheid van vlokreeften, te beoordelen in het veld).

Agrorand lokaties

Het enige verschil met bovenstaande lokaties is natuurlijk de aanwezigheid van een agrorand. Om te voorkomen dat een effect van een agrorand pas na enkele jaren herkenbaar is, wordt gekozen voor lokaties met een agrorand die tenminste 4 jaar aanwezig is. Het soort agrorand (bloemen of gras) maakt hierbij niet uit. In figuur 4.1 is een overzicht opgenomen van de plaatsen in de Hoeksche Waard waar een agrorand al tenminste 4 jaar aanwezig is (aanlegjaren 2005-2007).

Het aantal lokaties zal vergelijkbaar moeten zijn met de controle lokaties:

- Tien lokaties gelegen langs een agrorand op akkerland, die tenminste vanaf 2007 aanwezig is (zie figuur 4.1 voor mogelijkheden).
- Nog eens 10-20 lokaties, die alleen op de alternatieve manier worden onderzocht (alleen aanwezig of afwezigheid van vlokreeften, te beoordelen in het veld).



Figuur 4.1. Overzicht van de Hoeksche Waard, met de vaste monitoringspunten in kleine wateren (groene stippen) en de plaatsen waar agroranden al tenminste 4 jaar aanwezig zijn (rode lijnen).

Lokatie selectie in het veld

- Om de voorgestelde lokatie selectie mogelijk te maken, wordt aanbevolen om tijdens het veldwerk allereerst een chloride, ammonium en fosfaat-analyse uit te voeren (met eenvoudige meetkits, bijv. Dr. Lange cuvetten). Monsternamen hoeft alleen plaats te vinden als deze waarden aan de criteria voldoen.
- Verder is het nodig om twee kaarten van de Hoeksche Waard mee te nemen. De ene kaart omvat alle lokaties waar nu of in het verleden agroranden zijn aangelegd. Al deze lokaties zijn niet geschikt als controle lokatie. Daarnaast een kaart met agroranden die vanaf 2007 permanent aanwezig zijn geweest (zie figuur 4.1).
- Waar mogelijk wordt aanbevolen om de controle lokaties in de nabijheid van lokaties met een agrorand te situeren, mits een mogelijk positief effect van deze agrorand voor de controle lokatie met zekerheid valt uit te sluiten. Als er onvoldoende zekerheid is over stromingsrichtingen, afstanden, aanwezigheid van duikers etc, heeft het de voorkeur om een controle lokatie op grotere afstand te kiezen.

5. Literatuur



- Ecofide (2008). Twee decennia monitoring van bestrijdingsmiddelen en Daphnia's. Een data-analyse voor het beheersgebied van HH Delfland. In opdracht van: Rijkswaterstaat Waterdienst. Rapportnr. 8.
- Ecofide (2009). Biologische monitoring als onderdeel van een toetsingskader voor gewasbeschermingsmiddelen. In opdracht van: Rijkswaterstaat Waterdienst. Rapportnr. 14.
- Ecofide & Brooswater (2010). Effectiviteit van akkerranden. Een plan van aanpak voor de evaluatie. In opdracht van: Waterschap Hollandse Delta. Rapportnr. 22.
- Koumans, C. (2010). Toxiciteit sloten WSHD 2009. HOP 0804, HOP 0805 en HOP 1028. Delta waterlab, rapportcode U2010.046.
- Noordam-ten Have, J. (2010). Evaluatie pilots agrorandenbeheer Drenthe (2006-2008) en Groningen (2006-2009). Waterschap Hunze en Aa's.
- Peeters, E.T.H.M., H.J. de Lange, M.A.A. de la Haye, H.A. Rutjes & L.M. Janmaat (2010). KRW-maatlat macrofauna R8. Hoofd- en achtergrondrapport. Grontmij. Projectnummer 228629.
- Sokal, R.R. & F.J. Rohlf (1980). Biometry. Freeman company, New York.
- Stowa (1993). Ecologische beoordeling en beheer van oppervlaktewater. Beoordelingssysteem voor sloten op basis van macrofyten, macrofauna en epifytische diatomeeën. Stowa-rapport 1993-14.

6. Bijlagen



Bijlage 1. Algemene informatie over de in het onderzoek betrokken lokaties

Gebied	Lokatie code	Aantal monsters	Periode	Watertype	Landgebruik	Breedte m	Diepte cm	Type oever	Akkerrand	Cl ⁻ mg/l	BZV mg/l	NH ₄ mg/l	O ₂ mg/l	pH DIMSLS	PO ₄ mg/l	sNO ₃ NO ₂ mg/l
Zoetwater lokaties																
Flakkee	FOP 0102	1	2008	sloot	akkerbouw	4	80	Anders	Nee	113	2,09	0,14	8,69	7,75	0,08	2,13
	FOP 0323	1	2002	hoofdwatgang	akkerbouw	2	80	Natuurlijk	Nee	143	1,72	0,23	9,07	8,02	0,20	3,39
	FOP 1725	2	2008	hoofdwatgang	bebouwd gebied	8	120	Beschoeid	Nee	170	7,87	0,42	8,56	8,01	0,05	0,17
	FOP 1727	2	2008	sloot	akkerbouw	5	90	Natuurlijk	Nee	293	5,60	0,23	10,27	8,08	0,06	2,33
Goeree	FOP 1802	1	2008	sloot	akkerbouw	2	70	Natuurlijk	Nee	242	4,00	0,60	5,86	7,74	0,47	1,86
	GOP 0102	6	1989 - 2007	sloot	infrastructuur	3	30	Natuurlijk	Nee	117	3,05	0,32	5,81	7,75	0,93	1,74
	GOP 0103	5	1992 - 2004	hoofdwatgang	natuurgebied	2	30	Natuurlijk	Nee	70	3,71	0,34	4,74	7,76	0,44	2,63
	GOP 0107	6	1992 - 2007	sloot	akkerbouw	2	50	Natuurlijk	Nee	113	2,77	0,40	6,09	7,81	1,17	4,13
	GOP 0206	5	1995 - 2008	sloot	bebouwd gebied	3	40	Natuurlijk	Nee	106	3,72	1,13	4,14	7,71	1,42	1,77
	GOP 0215	5	1995 - 2007	sloot	infrastructuur	2	30	Natuurlijk	Nee	76	3,31	0,31	5,49	7,71	1,12	2,34
	GOP 0502	8	1989 - 2007	sloot	natuurgebied	3	40	Natuurlijk	Nee	205	3,69	0,34	4,31	7,72	0,39	0,34
	GOP 0805	2	2006	sloot	natuurgebied	5	40	Natuurlijk	Nee	232	4,96	0,20	10,73	8,27	0,29	0,11
Hoeksche waard	HOP 0128	11	1991 - 2008	hoofdwatgang	grasland	11	80	Beschoeid	Nee	365	6,15	0,52	9,61	7,90	0,15	1,79
	HOP 0133	4	1994 - 2008	sloot	grasland	1	30	Natuurlijk	Nee	74	5,41	0,72	8,07	7,61	0,41	0,87
	HOP 0142	3	2006 - 2008	hoofdwatgang	akkerbouw	9	60	Natuurlijk	Nee	176	3,50	0,22	9,52	7,89	0,06	4,22
	HOP 0147	3	2005	sloot	grasland	7	50	Natuurlijk	Nee	216	2,66	0,11	10,18	8,04	0,05	1,61
	HOP 0148	3	2005	sloot	grasland	7	50	Natuurlijk	Nee	217	2,65	0,10	10,96	8,11	0,05	1,59
	HOP 0153	6	2002 - 2008	natuurontwikkelingsgebied	natuurgebied	2	40	Natuurlijk	Nee	319	5,77	0,20	9,46	7,94	0,06	1,12
	HOP 0154	7	2002 - 2008	natuurontwikkelingsgebied	natuurgebied	8	50	Natuurlijk	Nee	92	2,83	0,12	9,45	7,85	0,06	1,17
	HOP 0155	7	2002 - 2008	natuurontwikkelingsgebied	natuurgebied	9	40	Natuurlijk	Nee	178	2,89	0,13	8,04	7,75	0,10	3,20
	HOP 0156	3	2005	sloot	grasland	7	50	Natuurlijk	Nee	218	3,60	0,17	7,77	7,86	0,06	0,46
	HOP 0157	3	2005	sloot	grasland	7	50	Natuurlijk	Nee	218	4,11	0,20	7,67	7,85	0,06	0,48
	HOP 0160	3	2008	singel	bebouwd gebied	3	100	Beschoeid	Nee	106	2,93	0,10	8,43	7,87	0,06	0,40
	HOP 0164	3	2008	singel	bebouwd gebied	1	75	Beschoeid	Nee	145	3,45	0,11	10,56	8,08	0,05	0,49
	HOP 0206	9	1994 - 2008	hoofdwatgang	akkerbouw	5	100	Anders	2008	134	4,24	0,64	8,70	7,81	0,11	3,67
	HOP 0208	6	1994 - 2007	singel	bebouwd gebied	6	40	Natuurlijk	Nee	151	6,58	1,80	7,48	7,89	0,07	0,53
	HOP 0211	8	1991 - 2008	singel	bebouwd gebied	15	40	Beschoeid	Nee	116	3,76	0,69	7,47	7,77	0,19	0,76
	HOP 0214	3	2007	singel	bebouwd gebied	9	80	Beschoeid	Nee	110	3,53	0,18	7,75	7,82	0,08	0,25
	HOP 0226	3	2008	singel	bebouwd gebied	7	80	Beschoeid	Nee	105	2,36	0,38	8,51	7,88	0,44	0,28
	HOP 0310	3	2003 - 2008	sloot	akkerbouw	3	50	Natuurlijk	2006, 2008	152	3,49	2,51	7,02	7,69	0,09	1,79
	HOP 0407	5	1985 - 2003	sloot	grasland	1	50	Natuurlijk	Nee	112	6,24	0,83	7,78	7,87	0,12	1,41
	HOP 0408	7	1991 - 2008	sloot	akkerbouw	2	30	Natuurlijk	Mogelijk 2006, 2008	127	3,31	0,71	8,43	7,74	0,17	3,78
	HOP 0409	7	1991 - 2007	sloot	bebouwd gebied	2	50	Natuurlijk	Nee	179	5,53	1,54	5,46	7,59	0,31	3,33
	HOP 0410	7	1988 - 2007	sloot	grasland	3	50	Natuurlijk	Nee	78	4,55	1,80	7,51	7,88	0,18	0,99
	HOP 0411	7	1991 - 2008	sloot	grasland	2	40	Natuurlijk	Nee	341	3,92	0,54	8,92	7,95	0,09	0,93
	HOP 0418	3	1993 - 2003	hoofdwatgang	akkerbouw	6	30	Natuurlijk	Nee	68	4,45	0,95	7,98	7,72	0,08	4,48
	HOP 0419	4	1993 - 2008	sloot	grasland	4	40	Natuurlijk	Nee	69	7,48	1,13	6,10	7,68	0,24	0,55
	HOP 0420	5	1993 - 2008	sloot	grasland	5	50	Natuurlijk	Nee	170	4,48	0,42	7,48	7,82	0,08	1,14
	HOP 0421	3	1993 - 2003	sloot	grasland	1	40	Natuurlijk	Nee	66	6,74	0,90	7,18	7,69	0,21	4,61
HOP 0426	3	1993 - 2003	sloot	grasland	5	50	Natuurlijk	Nee	121	10,66	0,63	8,02	8,05	0,18	0,36	
HOP 0432	2	2007 - 2008	sloot	grasland	4	50	Natuurlijk	Nee	177	2,84	0,33	9,21	7,96	0,09	1,34	
HOP 0701	3	2003 - 2008	hoofdwatgang	natuurgebied	6	100	Anders	2008	115	5,48	0,48	8,77	7,82	0,05	3,95	
HOP 0802	7	1994 - 2008	sloot	akkerbouw	2	40	Natuurlijk	Mogelijk 2006 t/m 2008	175	3,75	0,82	7,19	7,70	0,06	2,92	
HOP 0803	7	2002 - 2008	poel	natuurgebied	25	110	Natuurlijk	Nee	170	3,26	0,37	9,22	7,84	0,05	2,56	
HOP 0804	2	2007 - 2008	hoofdwatgang	akkerbouw	5	120	Natuurlijk	2007, 2008	90	4,03	1,18	7,05	7,74	0,05	3,35	
HOP 0805	2	2007 - 2008	hoofdwatgang	akkerbouw	4	70	Natuurlijk	Mogelijk 2007, 2008	185	2,56	0,32	8,63	7,77	0,05	2,96	

Gebied	Lokatie code	Aantal monsters	Periode	Watertype	Landgebruik	Breedte m	Diepte cm	Type oever	Akkerrand	Cl ⁻ mg/l	BZV mg/l	NH ₄ mg/l	O ₂ mg/l	pH DIMSLS	PO ₄ mg/l	sNO ₃ NO ₂ mg/l
	HOP 1009	6	1994 - 2008	sloot	bebouwd gebied	3	40	Hout (beschoeid)	Nee	111	3,53	2,19	5,97	7,66	0,13	1,22
	HOP 1025	7	2002 - 2008	natuurontwikkelingsgebied	natuurgebied	25	80	Natuurlijk	Nee	94	3,93	0,83	8,33	7,65	0,05	2,78
	HOP 1026	6	2002 - 2008	natuurontwikkelingsgebied	natuurgebied	7	120	Natuurlijk	Nee	87	4,77	0,74	9,04	7,75	0,12	2,30
	HOP 1027	4	2002 - 2006	natuurontwikkelingsgebied	natuurgebied	7	40	Natuurlijk	Nee	16	2,52	0,10	10,55	7,98	0,05	0,13
	HOP 1028	2	2007 - 2008	sloot	grasland	1	40	Natuurlijk	Waarschijnlijk 2007, 2008	52	13,39	2,58	4,35	7,18	0,58	0,18
	HOP 1101	6	1994 - 2007	sloot	bebouwd gebied	3	30	Natuurlijk	Nee	89	3,91	2,16	6,81	7,63	0,05	2,37
	HOP 1303	5	1997 - 2008	sloot	akkerbouw	5	0	Natuurlijk	Nee	141	3,94	0,78	8,56	7,75	0,05	5,58
	HOP 1403	6	1991 - 2007	sloot	akkerbouw	1	40	Natuurlijk	Nee	89	8,15	1,75	7,08	7,55	0,25	8,62
	HOP 1404	6	1994 - 2007	sloot	akkerbouw	5	80	Beschoeid	Nee	110	3,69	1,24	7,82	7,77	0,05	4,02
	HOP 1405	6	1994 - 2007	sloot	akkerbouw	7	90	Natuurlijk	Nee	157	4,59	4,58	5,97	7,64	0,05	3,10
	HOP 1407	6	1994 - 2007	sloot	akkerbouw	3	60	Natuurlijk	Nee	146	5,81	5,81	5,37	7,57	0,07	3,01
	HOP 1409	3	2000	sloot	grasland	1	40	Natuurlijk	Nee	72	2,61	0,19	9,37	8,08	0,06	1,29
	HOP 1501	11	1991 - 2008	hoofdwatgang	bebouwd gebied	4	50	Natuurlijk	Nee	113	4,40	1,33	8,58	7,74	0,14	3,65
	HOP 1602	7	1991 - 2007	sloot	grasland	4	80	Natuurlijk	Mogelijk 2006, 2007	84	4,25	0,58	8,48	7,68	0,11	3,33
	HOP 1701	10	1994 - 2008	hoofdwatgang	grasland	5	100	Kademuur	Nee	141	4,59	1,38	7,19	7,57	0,09	1,83
	HOP 2401	8	1991 - 2008	sloot	akkerbouw	3	70	Natuurlijk	2008	234	5,20	0,64	8,48	7,81	0,43	6,00
	HOP 2501	8	1988 - 2008	sloot	natuurgebied	2	40	Natuurlijk	Nee	131	4,10	0,21	9,78	8,09	0,15	0,41
	HOP 2502	8	1988 - 2008	sloot	natuurgebied	2	30	Natuurlijk	Nee	168	5,05	0,26	9,71	8,20	0,13	0,72
	HOP 2601	6	1994 - 2008	hoofdwatgang	bebouwd gebied	15	100	Steen (Beschoeid)	Nee	144	6,16	2,32	7,45	7,74	0,05	0,93
	HOP 2602	7	1991 - 2008	sloot	natuurgebied	2	30	Natuurlijk	Nee	68	3,51	0,30	8,39	7,87	0,06	0,30
	HOP 2603	8	1988 - 2007	sloot	natuurgebied	2	30	Natuurlijk	Nee	72	6,59	0,61	7,77	7,81	0,12	0,24
	HOP 2902	3	1996	sloot	akkerbouw	2	40	Natuurlijk	Nee	126	7,59	0,25	6,50	7,89	0,07	1,43
Brakwater lokaties																
Flakkee	FOP 0324	2	2008	sloot	bebouwd gebied	1	30	Anders	Nee	303	5,43	1,58	6,70	7,95	0,94	0,40
	FOP 0409	15	1995 - 2008	sloot	akkerbouw	2	30	Natuurlijk	Nee	663	3,84	0,43	7,54	7,85	0,40	3,99
	FOP 0410	6	1995 - 2008	sloot	grasland	2	30	Natuurlijk	2008	359	2,40	0,18	7,32	7,84	0,14	2,49
	FOP 0601	12	2002 - 2008	hoofdwatgang	akkerbouw	4	200	Kademuur	Nee	569	3,95	0,58	9,88	8,00	0,15	3,53
	FOP 0916	7	1992 - 2007	sloot	akkerbouw	2	30	Natuurlijk	Nee	553	5,84	0,33	8,50	7,91	0,14	5,85
	FOP 1006	7	1992 - 2007	meer	grasland	15	50	Natuurlijk	Nee	627	8,51	8,41	6,26	7,73	0,09	4,15
	FOP 1008	6	1992 - 2007	sloot	akkerbouw	4	30	Natuurlijk	Nee	351	6,71	1,02	7,79	7,82	0,14	10,88
	FOP 1109	7	1992 - 2007	sloot	grasland	3	30	Natuurlijk	Nee	543	3,33	0,41	7,54	7,85	0,14	5,73
	FOP 1314	5	1995 - 2007	sloot	akkerbouw	4	60	Natuurlijk	Nee	246	5,28	0,43	8,46	7,87	0,08	4,67
	FOP 1318	1	2002	hoofdwatgang	grasland	5	90	Natuurlijk	Nee	247	7,09	0,94	8,84	7,93	0,05	2,78
	FOP 1321	2	2008	hoofdwatgang	bebouwd gebied	2	50	Beschoeid	Nee	344	5,73	1,23	6,68	7,68	0,39	1,38
	FOP 1323	2	2008	sloot	akkerbouw	2	40	Natuurlijk	Nee	649	4,10	1,74	7,13	7,58	0,13	1,01
	FOP 1709	12	2002 - 2008	sloot	infrastructuur	8	50	Beschoeid	Nee	543	5,65	0,70	10,10	7,87	0,06	4,35
	FOP 1728	2	2008	sloot	bebouwd gebied	1	60	Beschoeid	Nee	646	4,90	1,61	5,49	7,72	0,39	0,16
	FOP 1730	2	2008	sloot	bebouwd gebied	4	100	Beschoeid	Nee	479	5,09	0,45	7,83	7,97	0,42	0,45
Goeree	GOP 0106	3	2000 - 2008	meer	natuurgebied	12	30	Natuurlijk	Nee	701	4,18	0,13	9,41	7,96	0,05	0,10
	GOP 0113	3	2004 - 2007	hoofdwatgang	akkerbouw	2	30	Natuurlijk	Nee	419	2,88	0,49	6,50	7,77	1,43	0,50
	GOP 0309	2	2008	sloot	infrastructuur	1	40	Beschoeid	Nee	801	6,58	1,05	4,55	7,28	0,33	0,41
	GOP 0807	2	2006	sloot	natuurgebied	5	40	Natuurlijk	Nee	227	3,23	0,10	10,04	8,13	0,05	0,16
Hoeksche waard	HOP 0132	8	1988 - 2008	sloot	bebouwd gebied	1	30	Beschoeid	Nee	213	6,70	1,78	5,28	7,54	0,44	2,05
	HOP 0405	5	1983 - 2003	sloot	grasland	3	80	Natuurlijk	Nee	1061	8,66	7,54	3,67	7,23	0,12	0,75
	HOP 0422	3	1994 - 2003	sloot	akkerbouw	1	40	Natuurlijk	Nee	798	6,20	3,99	6,27	7,74	0,07	2,59
	HOP 0423	4	1993 - 2003	sloot	grasland	1	40	Natuurlijk	Nee	543	10,03	1,37	7,32	7,74	0,24	0,58
	HOP 0424	3	1993 - 2003	sloot	grasland	2	40	Natuurlijk	Nee	1545	5,28	2,22	8,96	7,88	0,05	0,98
	HOP 2701	7	1991 - 2008	sloot	grasland	3	40	Natuurlijk	Nee	304	10,19	0,70	7,43	7,88	0,58	1,64

Gebied	Lokatie code	Aantal monsters	Periode	Watertype	Landgebruik	Breedte m	Diepte cm	Type oever	Akkerrand	Cl ⁻ mg/l	BZV mg/l	NH ₄ mg/l	O ₂ mg/l	pH DIMSLS	PO ₄ mg/l	sNO ₃ NO ₂ mg/l
Zoutwater lokaties																
Flakkee	FOP 0302	11	1989 - 2006	hoofdwatergang	akkerbouw	5	110	Natuurlijk	2006	2436	3,10	1,46	7,92	7,78	0,53	2,14
	FOP 0307	7	1992 - 2007	sloot	akkerbouw	2	30	Natuurlijk	Nee	1259	5,33	0,33	7,01	7,79	0,80	3,20
	FOP 0312	7	1992 - 2008	meer	natuurgebied	13	10	Natuurlijk	Nee	2204	24,04	0,98	8,29	7,98	0,42	5,34
	FOP 0315	2	2003	hoofdwatergang	akkerbouw	5	110	Natuurlijk	Nee	2716	6,45	0,69	10,63	7,88	0,20	1,95
	FOP 0316	2	2003	sloot	akkerbouw	1	40	Natuurlijk	Nee	2870	5,05	0,91	8,40	7,70	0,29	2,68
	FOP 0331	2	2008	sloot	grasland	1	40	Natuurlijk	Nee	2547	6,99	3,95	6,21	7,78	2,23	0,68
	FOP 0332	2	2008	sloot	bebouwd gebied	1	40	Natuurlijk	Nee	2697	4,08	1,22	7,20	7,73	0,58	0,93
	FOP 0401	12	2002 - 2008	hoofdwatergang	bebouwd gebied	5	150	Anders	Nee	4471	4,84	1,11	8,09	7,81	0,39	1,82
	FOP 0503	2	2008	hoofdwatergang	akkerbouw	8	50	Beschoeid	Nee	1256	8,61	0,44	12,38	8,21	0,23	0,72
	FOP 0602	6	1995 - 2007	sloot	akkerbouw	2	30	Natuurlijk	Nee	1157	7,28	0,96	7,57	7,81	0,67	2,92
Goeree	FOP 0915	8	1989 - 2008	sloot	grasland	3	30	Natuurlijk	Nee	5360	10,37	4,12	6,33	7,94	2,03	2,73
	GOP 0104	6	1983 - 2001	hoofdwatergang	Infrastructuur	2	100	Natuurlijk	Nee	1485	4,70	1,24	6,16	7,91	1,64	1,15
	GOP 0108	4	1989 - 2001	wegsloot	grasland	1	50	Natuurlijk	Nee	1119	6,20	1,02	4,39	7,81	1,89	0,52
	GOP 0112	3	2004 - 2008	hoofdwatergang	natuurgebied	2	100	Natuurlijk	Nee	1025	4,52	0,34	7,61	8,08	1,30	0,77
	GOP 0211	7	1989 - 2007	sloot	grasland	2	30	Natuurlijk	Nee	2593	6,71	0,54	6,16	7,73	1,68	0,80
	GOP 0213	12	1989 - 2008	meer	natuurgebied	15	30	Natuurlijk	Nee	2822	22,07	0,29	11,46	8,37	1,12	0,16
	GOP 0217	5	1998 - 2008	sloot	akkerbouw	2	80	Natuurlijk	Nee	3336	6,68	0,81	10,25	7,91	0,40	5,18
	GOP 0221	2	2007 - 2008	hoofdwatergang	natuurgebied	9	100	Natuurlijk	Nee	3171	2,99	0,13	9,33	8,31	0,65	0,30
	GOP 0305	7	1992 - 2007	sloot	akkerbouw	1	30	Natuurlijk	Nee	2814	8,49	7,11	4,91	7,71	1,97	2,46
	GOP 0403	2	2002	hoofdwatergang	akkerbouw	1	40	Anders	Nee	1715	1,68	0,28	5,93	7,53	0,75	0,54
Hoeksche waard	HOP 0163	3	2008	singel	bebouwd gebied	5	50	Beschoeid	Nee	1053	20,24	0,16	9,67	8,19	0,06	1,11
	HOP 0425	3	1993 - 2003	sloot	grasland	7	50	Natuurlijk	Nee	1410	9,34	2,12	8,09	7,76	0,06	0,69

