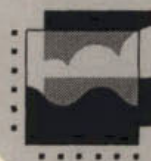


1996-16_relatie-bestrijdingsmiddelen-biota

stowa



CML

Centrum voor Milieukunde

Relatie tussen bestrijdingsmiddelen en biota in oppervlaktewater

Een haalbaarheidsstudie naar toepassingsmogelijkheden
van multivariate analysetechnieken

96-16
CML rapport 127

stowa

Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer

Arthur van Schendelstraat 816
Postbus 8090, 3503 RB Utrecht
Telefoon 030 - 232 11 99



Relatie tussen bestrijdingsmiddelen en biota in oppervlaktewater

Een haalbaarheidsstudie naar toepassingsmogelijkheden
van multivariate analysetechnieken

96-16
CML rapport 127

Publikaties en het publikatieoverzicht
van de Stowa kunt u uitsluitend
bestellen bij:
Hageman Verpakkers BV
Postbus 281
2700 AC Zoetermeer
tel. 079-3611188
fax 079-3613927
o.v.v. ISBN- of bestelnummer en
een duidelijk afleveradres.
ISBN nr. 90.74476.55.4

TEN GELEIDE

Bij het Centrum voor Milieukunde van de Rijksuniversiteit Leiden (CML) wordt in opdracht van het ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer, directoraat-generaal Milieubeheer, sinds 1986 bureau- en veldonderzoek uitgevoerd naar de neveneffecten van bestrijdingsmiddelen op niet-doelwit organismen. Bij dit onderzoek kwam onder andere naar voren dat het optreden van neveneffecten van bestrijdingsmiddelen in het oppervlaktewater in Nederland zeker niet denkbeeldig is.

Daarom is door het CML aan de STOWA voorgesteld om in een voorstudie van ongeveer zes maanden een systematische inventarisatie te maken van de aanwezige gegevens van bestrijdingsmiddelen en biota bij onder andere de Nederlandse waterbeheerders en om na te gaan wat de mogelijkheden zijn om met behulp van deze gegevens uitspraken te doen over aard en omvang van de neveneffecten van bestrijdingsmiddelen in oppervlaktewater.

De studie bestond uit twee delen:

- 1) Het inventariseren van voor de analyse geschikte gegevensbestanden over biota en bestrijdingsmiddelen in oppervlaktewateren in Nederland en het selecteren van één of twee voorbeeldbestanden voor een analyse.
- 2) Aan de hand van een voorbeeldbestand aangeven van de mogelijkheden om op basis van dit soort bestanden uitspraken te doen over effecten veroorzaakt door bestrijdingsmiddelen, te weten op een directe manier (door koppeling van gegevens over biota en over bestrijdingsmiddelen) en op een indirecte manier (koppeling van gegevens over biota aan landgebruikgegevens).

In een mogelijk vervolgonderzoek zou de ontwikkelde methode kunnen worden toegepast op een groter bestand van of gekoppelde biota- en bestrijdingsmiddellengegevens of gekoppelde biota- en landgebruikgegevens.

Het onderzoek werd in 1995 door het dagelijks buur van de STOWA opgedragen aan het Centrum voor Milieukunde te Leiden (projectteam bestaande uit drs C.F.M. de Bok, mw drs M. Gorree, drs J. de Leeuw, drs W.L.M. Tamis en dr K.J. Canters - de beide laatsten als resp. projectleiders). Het project werd begeleid door een commissie bestaande uit ing. M. Gorter (Hoogheemraadschap van Delfland), ir F.C.M. Kerkum (RIZA), dr S.P. Klapwijk (STOWA), dhr M. Meirink (Hoogheemraadschap van Uitwaterende Sluizen in Hollands Noorderkwartier) en dr O.F.R. van Tongeren.

Utrecht, juli 1996

De directeur van de STOWA,

drs J.F. Noorthoorn van der Kruijff.

INHOUD

Ten geleide	v
Inhoud	vii
Samenvatting	ix
1 Inleiding	1
1.1 Achtergrond en aanleiding	1
1.2 Doel haalbaarheidsstudie	2
1.3 Leeswijzer	2
2 Werkwijze	5
2.1 Verzamelen en beoordelen gegevens	5
2.2 Criteria voor beoordeling en selectie	6
2.3 Normen per criterium	11
2.4 Koppeling gegevens over biota en landgebruik: de indirecte analyse-methode	12
2.5 Analyse	13
3 Inventarisatie gegevens en selectie voorbeeldbestand	17
3.1 Beschrijving bestanden	17
3.2 Bestanden samengevat	18
3.3 Beoordeling bestanden	18
3.4 Samenvatting van de beoordeling	27
3.5 Selectie voorbeeldbestand	30
4 Analyses van een voorbeeldbestand	33
4.1 Keuze van analyse-methoden en transformatie van gegevens	33
4.2 Selectie van parameters	34
4.2.1 Directe analyse-methode	35
4.2.2 Indirecte analyse-methode	37
4.3 Resultaten uit de analyses	39
4.3.1 Directe analyse-methode	39
4.3.2 Indirecte analyse-methode	40

4.4 Interpretatie van de ordinatiediagrammen	41
4.4.1 Directe analyse-methode	42
4.4.2 Indirecte analyse-methode	44
4.5 Vergelijking directe en indirecte analyse-methode	46
4.5.1 Canonische correspondentie-analyse	46
4.5.2 Ordinatatie	46
5 Discussie, conclusies en aanbevelingen	47
5.1 Discussie	47
5.1.1 Selectie van bestanden	47
5.1.2 Analyse van het voorbeeldbestand	48
5.2 Conclusies	49
5.3 Aanbevelingen	52
5.3.1 Aanbevelingen voor waterkwaliteitbeheerders	52
5.3.2 Aanbevelingen voor vervolgonderzoek	54
Literatuur	57

Bijlagen

- Bijlage 1: Geënquêteerde organisaties
- Bijlage 2: Enquête
- Bijlage 3: Afkortingen milieufactoren en bestrijdingsmiddelen
- Bijlage 4: Beschrijving van de bestanden per organismengroep
- Bijlage 5: Beoordeling van de bestanden per organismengroep
- Bijlage 6: Ecodistricten
- Bijlage 7: Geselecteerde monsterpunten
- Bijlage 8: Landgebruik per gemeente met geselecteerd monsterpunt

SAMENVATTING

Inleiding (H1)

Onderzoek in Nederland richt zich in toenemende mate op het aantonen van neveneffecten van bestrijdingsmiddelen op niet-doelwitorganismen. Door waterschappen worden steeds vaker toxiciteitstoetsen met watervlooiën uitgevoerd en er worden in toenemende mate bestrijdingsmiddelen-gehalten gemeten. Daarnaast zijn en worden er door verschillende instanties, voornamelijk provincies en waterschappen, gegevensbestanden opgebouwd over het voorkomen van flora en fauna in oppervlaktewateren. Door onder andere de STOWA (Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer) zijn dit soort gegevens over het voorkomen van biota in oppervlaktewater gekoppeld aan een aantal systeemeigen fysische en chemische factoren zoals nutriënten, oeverprofiel en dergelijke, ten behoeve van de ontwikkeling van ecologische beoordelingssystemen voor oppervlaktewater.

Gegevens over bestrijdingsmiddelen in oppervlaktewater zijn vooralsnog niet op grote schaal gekoppeld aan gegevens over het voorkomen van biota in oppervlaktewater. Het belang van deze factor wordt door de STOWA echter wel onderkend. Door het maken van zo'n koppeling zou kunnen worden aangegeven wat de effecten zijn van bestrijdingsmiddelen in het oppervlaktewater op de aquatische flora en fauna. Tevens zou deze kennis kunnen worden gebruikt voor het onderbouwen van de maatstaf voor toxiciteit in het ecologische beoordelingssysteem voor oppervlaktewater van de STOWA.

Daarom is door het Centrum voor Milieukunde van de Rijksuniversiteit Leiden (CML) in opdracht van de STOWA een voorstudie uitgevoerd met als doel: nagaan wat de mogelijkheden zijn om met behulp van bestaande gegevensbestanden aangaande biota- en bestrijdingsmiddelen-metingen uitspraken te doen over aard en omvang van de neveneffecten van bestrijdingsmiddelen in oppervlaktewater. De studie bestond uit twee delen:

- Deel 1: Het inventariseren van voor de analyse geschikte gegevensbestanden over biota en bestrijdingsmiddelen in oppervlaktewateren in Nederland en het selecteren van twee voorbeeldbestanden voor de analyse.
- Deel 2: Aan de hand van een voorbeeldbestand aangeven van de mogelijkheden om op basis van dit soort bestanden uitspraken te doen over effecten veroorzaakt door bestrijdingsmiddelen, te weten op een directe manier (door koppeling van gegevens over biota en over bestrijdingsmiddelen) en op een indirecte manier (koppeling van gegevens over biota aan landgebruikgegevens).

Methode (H2)

Informatie over de gegevensbestanden is verzameld door middel van een enquête die is verstuurd naar alle provincies, alle waterschappen en een aantal andere organisaties. In de enquête werd gevraagd naar informatie over de meetgegevens. De meetgegevens zelf werden niet opgevraagd. De bestanden zijn beoordeeld op bruikbaarheid aan de hand van de volgende criteria:

- a de biota-metingen moeten liefst zijn verricht in sloten;
- b de milieufactoren die een grote invloed hebben op het voorkomen van biota in sloten, moeten bij voorkeur gemeten zijn;
- c alleen gemeten aspecten waaruit mogelijk een effect op aquatische organismen kan worden afgeleid zijn meegenomen;
- d bestanden moeten liefst een groot aantal monsterpunten hebben waarbij naast een bepaalde groep biota ook bestrijdingsmiddelen zijn gemeten;
- e metingen moeten betrekking hebben op individuele stoffen;
- f de voorkeur gaat uit naar stoffen waarvan het waarschijnlijk is dat deze effecten veroorzaken op de organismen die zijn gemeten;
- g de gemeten stoffen moeten gebruikt worden, hetzij legaal hetzij illegaal;
- h de gegevens moeten zowel uit gebieden met een hoge bestrijdingsmiddelenbelasting als gebieden met een lage bestrijdingsmiddelenbelasting komen; er mag geen sprake zijn van correlatie tussen de factor bestrijdingsmiddelengebruik en andere milieufactoren;
- i groepen organismen die door veel waterkwaliteitbeheerders worden bemonsterd hebben de voorkeur;
- j de dichtheid van de monsterpunten mag niet zo hoog zijn dat de onafhankelijkheid van de punten in gevaar komt.

Het bestand dat het best uit de beoordeling naar voren kwam is gebruikt voor een voorbeeld-analyse. In deze voorbeeld-analyse zijn de biotagegevens niet alleen gekoppeld met bestrijdingsmiddelenmetingen (directe analyse-methode) maar ook met landgebruiksgegevens (indirecte analyse-methode). Kwantitatieve gegevens over het landgebruik in een bepaald gebied

kunnen namelijk een goed bruikbare indicatie geven van de mate van belasting met bestrijdingsmiddelen. Ze zijn wellicht zelfs beter bruikbaar dan de metingen van bestrijdingsmiddelen zelf, omdat deze laatste door de vaak lage concentraties onbetrouwbaar kunnen zijn. Belangrijker is echter dat door de waterkwaliteitbeheerders slechts een zeer beperkt aantal bestrijdingsmiddelen gemeten kan worden. Landgebruik kan als een somparameter voor het gebruik van het totale bestrijdingsmiddelen per type landgebruik worden gezien. Gegevens over landgebruik zijn verkregen uit de jaarlijkse landbouw telling van het Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS).

Zowel de directe als de indirecte analyse-methode is uitgevoerd met behulp van een multivariate correspondentie-analyse (CANOCO 3.10). Bij de directe analyse-methode zijn twee typen milieuparameters onderscheiden, fysisch-chemische parameters (sleutelparameters) en milieuchemische parameters (contaminanten, waaronder bestrijdingsmiddelen). Bij de indirecte analyse-methode betreft het de sleutelparameters en landgebruikclusters. De resultaten uit de correspondentie-analyse, een *redundancy analysis* (RDA), zijn met behulp van het computerprogramma CANODRAW 3.0 in een figuur gepresenteerd. Alleen de soorten die het duidelijkst aan een geselecteerde milieuchemische parameter of landgebruikcluster gecorreleerd zijn, zijn weergegeven.

Inventarisatie gegevens (H3)

In hoofdstuk 3 wordt een overzicht gegeven van de metingen die in Nederland zijn verricht aan biota, al dan niet in combinatie met bestrijdingsmiddelen in oppervlaktewater. Hieruit kunnen onderstaande conclusies worden getrokken:

- ▶ de meest geïnventariseerde groepen zijn macrofauna (bij alle gegevensbeheerders = in totaal 27) en macrofyten (bij 26 beheerders); hierna volgen de groepen diatomeeën (15 beheerders) en fyto- en zoöplankton (resp. 15 en 10 beheerders); metingen aan (het voorkomen van) hogere organismen zoals vissen, amfibieën, reptielen en kleine zoogdieren komen weinig voor; vogels zijn in het geheel niet bemonsterd;
- ▶ over het algemeen zijn vooral het voorkomen en de abundantie van soorten gemeten; Effecten op het niveau van het individu zoals groeiremming, reproductieremming, sterfte en afwijkingen worden niet of nauwelijks gemeten;
- ▶ circa 80% van de bestanden is geheel of gedeeltelijk geautomatiseerd opgeslagen;
- ▶ vrijwel alle meetgegevens zijn afkomstig uit standaard monitoringsprogramma's; de punten van deze meetnetten liggen verspreid over het gehele gebied van de gegevensbeheerder;
- ▶ de meeste metingen (tweede deel) zijn na 1983 verricht; het waterschap Friesland beschikt over de oudste gegevens; hier wordt al vanaf 1960 gemeten;
- ▶ het aantal meetpunten per bestand loopt uiteen van enkele tot meer dan 1000; het aantal punten in sloten is niet altijd bekend en verschilt van gebied tot gebied;

- in ruim de helft van het aantal bestanden zijn bestrijdingsmiddelen gemeten; de meest gemeten bestrijdingsmiddelen zijn organo-chloorbestrijdingsmiddelen en organo-fosforbestrijdingsmiddelen; in iets mindere mate worden ook organo-stikstofbestrijdingsmiddelen gemeten;
- bijna altijd meten de gegevensbeheerders standaard een groot deel van het basispakket van milieufactoren; in veel gevallen worden factoren die bepalend zijn voor de habitatdiversiteit niet gemeten of genoteerd; ook macro-ionen worden door veel gegevensbeheerders niet allemaal gemeten.

Het bestand van het Hoogheemraadschap van Uitwaterende Sluizen in Hollands Noorderkwartier bleek het meest geschikt om te dienen als voorbeeldbestand in dit onderzoek. Met dit bestand zijn twee voorbeeld-analyses uitgevoerd:

- 1 koppeling van biotametingen (d.w.z. macrofaunametingen) met bestrijdingsmiddelenmetingen in een beperkt gebied namelijk het Hoogheemraadschap van Uitwaterende Sluizen in Hollands Noorderkwartier (= directe methode);
- 2 koppeling van biotametingen (d.w.z. opnieuw macrofaunametingen) met landgebruikgegevens in ditzelfde gebied (= indirecte methode).

Analyse van een voorbeeldbestand (H4)

Op basis van significantie van de parameters voor de soortensamenstelling en/of de relevantie voor dit onderzoek zijn uit een uitgebreide set parameters vijf parameters geselecteerd waarmee de voorbeeld-analyses zijn uitgevoerd. Voor de directe analyse-methode zijn dit de sleutelparameters chloride (Cl), totaal fosfaat ($t-PO_4$) en zuurstof (O_2) en uit de set milieuchemische parameters de twee bestrijdingsmiddelen extraheerbare organische halogenen ($EOCl$) en cholineraseremmers (*cholrem*). Met deze vijf milieuparameters kan in de directe analyse-methode ruim 70% van de soortensamenstelling worden verklaard, hetgeen voornamelijk aan Cl is toe te schrijven. De twee bestrijdingsmiddelen alleen verklaren ruim 13%.

De indirecte analyse-methode is uitgevoerd met de sleutelparameters Cl , $t-PO_4$ en O_2 en de twee landgebruikclusters 'akkerbouw + groente, volle grond + aardappelen en zaai-uien' en 'overig grondgebruik, vnl. bebouwing en/of natuur'. Het landgebruikcluster 'grasland' is niet meegenomen omdat het zeer sterk negatief gecorreleerd is aan het cluster 'akkerbouw'. Van de soortensamenstelling is met de indirecte analyse-methode eveneens ruim 70% te verklaren door de geselecteerde parameters. De twee landgebruikclusters alleen verklaren 8% van de soortensamenstelling. Ook nu blijkt de invloed van Cl op de soortensamenstelling dominant te zijn over alle andere parameters uit de dataset.

Hoewel de bestrijdingsmiddelen uit de dataset en de landgebruikclusters geen grote invloed hebben op de soortensamenstelling kan in het ordinatiediagram wel de invloed op afzonderlijke

soorten worden aangegeven. Omdat de ordinatiediagrammen alleen de correlatie van de soorten met de uitgezette parameters weergeven kunnen de diagrammen niet zonder meer met elkaar vergeleken worden. Wel is het mogelijk de correlatie van individuele soorten met de parameters uit de verschillende diagrammen te vergelijken. Zo is bij voorbeeld de waterkever *Helophorus brevipalpis* gevoelig voor *EOCI* en komt de soort weinig voor in gebieden met veel bebouwing en/of natuur. De kreeftachtige *Proasellus meridianus* is weinig gevoelig voor *EOCI* en komt redelijk veel voor in gebieden waar veel 'akkerbouw' is. Indien de parameters die in het diagram zijn uitgezet significant zouden zijn, waren er zeer waarschijnlijk meer soorten geweest die duidelijk gevoelig of juist ongevoelig voor een van de parameters zouden zijn geweest. Vergelijking van twee meer uitgesproken ordinatiediagrammen vergroot de mogelijkheid conclusies te trekken over de relatie tussen soorten en parameters in beide analyse-methoden.

Discussie, conclusies en aanbevelingen (H5)

Uit de resultaten en de discussie volgen een aantal aanbevelingen voor de waterkwaliteitbeheerders. Aanbevolen wordt:

- ▶ meer effecten op het niveau van het individu te meten, zoals groei-remming, reproductieremming of fysieke afwijkingen;
- afspraken te maken over een basispakket van milieufactoren dat in ieder geval door alle waterkwaliteitbeheerders gemeten wordt op punten waar biota worden bemonsterd;
- ▶ afspraken te maken over een soort landelijk meetnet waarin niet alleen biota worden gemeten maar ook een aantal milieufactoren en bestrijdingsmiddelen;
- op een aantal locaties per waterkwaliteitbeheersgebied een standaardpakket van aan biologische, fysische en chemische parameters vast te stellen, zodat deze gegevens geïntegreerd kunnen worden.

Uit de discussie volgen tevens aanbevelingen voor verder onderzoek, namelijk naar:

- de gevoeligheid van inheemse vissoorten voor bestrijdingsmiddelen;
- ▶ de mogelijkheden tot ruimtelijke interpolatie van bestrijdingsmiddelengegevens met als doel het aantal biota-monsterpunten, dat geschikt is voor de analyse, te vergroten;
- de nadere uitwerking van correspondentie-analyse en de ordinatie zodat correlaties beter kunnen worden gekwantificeerd en een kwantitatieve vergelijking tussen de twee analyse-methoden mogelijk is;
- ▶ het toepassen van de in dit onderzoek ontwikkelde analyse-methode op een geheel nieuwe dataset die speciaal voor dit doel wordt opgezet;
- het toepassen van de methode uit onderhavige studie op andere bestanden; hiermee kan een duidelijker beeld worden gekregen van de bruikbaarheid van de methoden en de voetangels en klemmen die zowel de directe als de indirecte analyse-methode kennen; tevens kan

getoetst worden of met een andere parameterselectie ondubbelzinniger resultaten worden verkregen; afhankelijk van de data in het bestand kan mogelijk ook een beter beeld verkregen worden van de mogelijke effecten van bestrijdingsmiddelen in oppervlaktewater op biota;

- ▶ de mogelijkheden voor het opzetten van een nieuw landgebruik bestand; met een landgebruikbestand waarin landgebruik gekoppeld is aan afwateringsgebieden in plaats van gemeenten kan een beter beeld worden verkregen van de relatie tussen landgebruik (en bestrijdingsmiddelengebruik) en biota in oppervlaktewater.

Het onderzoek heeft plaatsgevonden met een klein bestand (weinig monsterpunten, weinig milieuchemische parameters) dat als best bruikbaar uit de inventarisatie naar voren kwam.

De directe en de indirecte analyse-methoden behoeven zeer zeker nog een verdere uitwerking. Dit kan enerzijds door de methode te verbeteren en anderzijds door de dataset te verbeteren (groter, vollediger). Dit nadere onderzoek hoeft zich echter niet alleen te beperken tot methodische aspecten. Op basis van de verkregen resultaten is het toch mogelijk een indicatie te geven van relaties tussen milieuchemische parameters respectievelijk landgebruik en de aanwezigheid of afwezigheid van macrofauna.

HOOFDSTUK 1: INLEIDING

1.1 Achtergrond en aanleiding

Bij het Centrum voor Milieukunde van de Rijksuniversiteit Leiden (CML) wordt, vooral in opdracht van VROM-DGM, vanaf 1986 bureau- en veldonderzoek uitgevoerd naar de neveneffecten van bestrijdingsmiddelen op niet-doelwitorganismen (zie o.a.: Canters *et al.* 1990, de Jong & Bergema 1994, de Snoo 1995). Bij dit onderzoek kwam onder andere naar voren dat er in Nederland bestrijdingsmiddelen in het oppervlaktewater terecht komen *c.q.* aanwezig zijn. Onderzoek in Nederland richt zich in toenemende mate op het aantonen van effecten van deze middelen in het oppervlaktewater. Zo worden door waterschappen steeds vaker toxiciteitstoetsen met watervlooiën uitgevoerd (zie o.a.: Gorter & Mangelaars 1993). Tijdens de verschillende fasen van het onderzoek bleek tevens dat er op een toenemende schaal metingen aan bestrijdingsmiddelen-gehalten worden verricht, waardoor steeds omvangrijker gegevensbestanden worden opgebouwd (zie ook: Klapwijk 1994, de Vries & Swaager-van den Berg 1994).

Daarnaast zijn en worden er door verschillende instanties, voornamelijk provincies en waterschappen, gegevensbestanden opgebouwd over het voorkomen van flora en fauna in oppervlaktewateren. Onder andere in de provincies Noord-Holland en Overijssel zijn gegevens over het voorkomen van biota in oppervlaktewater gekoppeld aan een aantal systeemeigen fysische en chemische factoren, zoals nutriënten, zuurgraad en oeverprofiel (Steenbergen 1993, Verdonschot 1990, Maasdam *et al.* 1992). Ook door de STOWA (Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer) is, in het kader van de ecologische beoordelingssystemen voor oppervlaktewater, een koppeling gemaakt tussen gegevens over biota en een aantal fysische en chemische factoren (o.a. STOWA 1993a, 1993c, 1994). Door deze koppeling kan worden aangegeven wat de belangrijkste effecten zijn van bestrijdingsmiddelen in oppervlaktewater, met name sloten. Deze kennis kan onder andere worden gebruikt voor een ecologische kwaliteitsbeoordeling

van het oppervlaktewater. Gegevens over bestrijdingsmiddelen zijn vooralsnog niet opgenomen in deze systemen. Het belang van deze factor wordt door de STOWA echter wel onderkend. In het beoordelingssysteem voor sloten van de STOWA is toxiciteit als een beïnvloedingsfactor opgenomen (zie ook: KADER 2.1). De hiervoor gebruikte maatstaf kan echter niet door koppeling van gegevens over bestrijdingsmiddelen en biota in sloten worden onderbouwd (STOWA 1993a, 1993b). Daarom is door het CML in opdracht van de STOWA een haalbaarheidsstudie uitgevoerd waarin de mogelijkheden tot koppeling van gegevens over aquatische flora en fauna met gegevens over bestrijdingsmiddelen in oppervlaktewater is onderzocht.

1.2 Doel van de haalbaarheidsstudie

Het doel van deze studie is na te gaan wat de mogelijkheden zijn om met behulp van bestaande gegevensbestanden aangaande biota- en bestrijdingsmiddelenmetingen uitspraken te doen over aard en omvang van de neveneffecten van bestrijdingsmiddelen in oppervlaktewater. Hiertoe zijn twee methoden uitgewerkt namelijk een methode waarbij getracht is een koppeling te leggen tussen biotametingen en metingen van bestrijdingsmiddelen (= directe analyse-methode) en een methode waarbij onderzocht werd of het mogelijk is een koppeling te maken tussen biotametingen en landgebruikgegevens (= indirecte analyse-methode). De studie bestaat daarmee uit twee delen:

Deel 1: Inventarisatie en selectie

Het inventariseren van gegevensbestanden over biota en bestrijdingsmiddelen in oppervlaktewateren in Nederland die geschikt zouden kunnen zijn voor een nadere analyse en het selecteren een voorbeeldbestand voor een dergelijke analyse.

Deel 2: Analyse

Aangeven van de mogelijkheden om op basis van dit soort bestanden uitspraken te doen over effecten veroorzaakt door bestrijdingsmiddelen. Ontwikkelen van een directe en een indirecte methode inclusief het uitvoeren van een analyse op het in deel 1 geselecteerde voorbeeldbestand, ter illustratie van deze methode.

1.3 Leeswijzer

De samenvatting van dit rapport geeft een beknopt overzicht van de achtergrond van dit onderzoek, de analyse van de gegevens die bij de diverse waterkwaliteitbeheerders en andere instanties voorhanden zijn met betrekking tot biotische en abiotische bemonsteringen van oppervlaktewater, de statistische bewerkingen van een voorbeeldbestand en de resultaten hiervan. Uiteraard zijn conclusies en aanbevelingen hierin terug te vinden. Voor de geïnteresseerde leek geeft deze samenvatting wellicht een voldoende inzicht in het onderzoek, de

resultaten, de mogelijkheden die dit onderzoek biedt en de toekomstige uitwerkingen die gewenst zijn om de methode en de resultaten te optimaliseren.

In hoofdstuk 2 worden de gevolgde werkwijzen binnen deze studie beschreven. In dit hoofdstuk worden ook de ontwikkelde methoden voor het analyseren van een voorbeeldbestand beschreven (zie: § 2.3 en § 2.4). Een beschrijving van de onderzochte bestanden waarin gegevens over biota in oppervlaktewater zijn opgeslagen wordt gegeven in hoofdstuk 3. Dit hoofdstuk is een weergave van de resultaten van het eerste deel van de studie, de inventarisatie en de selectie. Het hoofdstuk eindigt met een keuze voor een voorbeeldbestand. De resultaten van de analyse van dit voorbeeldbestand door middel van zowel de directe als de indirecte analyse-methode (deel 2 van de studie) worden beschreven in hoofdstuk 4.

Dit hoofdstuk is met name bestemd voor lezers die een iets verdergaande kennis hebben van multivariate analysetechnieken of hiermee gaan werken.

Het rapport wordt afgesloten met een voor een ieder toegankelijk en aan te bevelen hoofdstuk 5, waarin de gehanteerde methoden en de verkregen resultaten worden besproken en aanbevelingen worden gedaan voor meetprogramma's en verder onderzoek.

HOOFDSTUK 2: WERKWIJZE

2.1 Verzamelen en beoordelen gegevens

Om een overzicht te krijgen van de in Nederland aanwezige gegevens over biota en bestrijdingsmiddelen in oppervlaktewater is een enquêteformulier (zie: Bijlage 2) verstuurd naar alle provincies, alle waterschappen en een aantal andere organisaties waarvan verwacht werd dat ze over dit soort gegevens zouden kunnen beschikken (zie: Bijlage 1). In totaal zijn 122 enquêtes verstuurd. Van de aangeschreven organisaties hebben er slechts vijf niet gereageerd. Tevens is informatie over metingen aan biota in oppervlaktewater binnengekomen via de leden van de begeleidingscommissie, met name over de bestanden van het Hoogheemraadschap van Uitwaterende Sluizen van Hollands Noorderkwartier en van Delfland en van het STOWA-slotenbestand (zie: § 3.1).

In de enquête is gevraagd naar informatie over de meetgegevens, zoals: "welke groepen organismen zijn er onderzocht en wat is het aantal meetpunten?" (zie: Bijlage 2). De meetgegevens zelf werden niet opgevraagd. De bestanden zijn beoordeeld op bruikbaarheid aan de hand van een aantal criteria (zie: § 2.2). Omdat de informatie verkregen via de enquête niet altijd voldoende was om te beslissen of een bestand bruikbaar was voor de analyse, is in een aantal gevallen nog nader contact geweest met gegevensbeheerders. Uiteindelijk zijn de meetgegevens van een aantal bestanden die het best uit de beoordeling naar voren kwamen opgevraagd en nogmaals beoordeeld. Bij deze tweede beoordeling werd uitgegaan van dezelfde criteria en een laatste aanvullend criterium.

Nadat de eerste versie van de overzichtstabel (zie: Bijlage 4) was afgerond, is deze toegestuurd aan de betreffende gegevensbeheerders (in totaal 27) met de vragen of de gegevens correct waren weergegeven en om eventuele aanvullingen of correcties aan te brengen. Een groot deel van de gegevensbeheerders heeft op deze vragen gereageerd.

2.2 Criteria voor beoordeling en selectie

Het voorkomen van soorten en levensgemeenschappen wordt in belangrijke mate bepaald door milieufactoren, zoals zuurgraad en beschikbaarheid van nutriënten, die samen de standplaats karakteriseren. Een verandering in een bepaalde milieufactoor kan een grote verandering in soortensamenstelling en in de dichtheid van soorten betekenen. Om het effect van bestrijdingsmiddelen te kunnen vaststellen is het nodig dit effect te kunnen scheiden van de effecten van de (overige) milieufactoren. Daarom is in de enquête naast informatie over metingen aan flora, fauna en bestrijdingsmiddelen tevens informatie over milieufactoren verzameld.

Een belangrijk criterium bij de beoordeling van de meetgegevens is de aanwezigheid van metingen aan relevante milieufactoren. Voor de lijst met relevante milieufactoren is aansluiting gezocht bij het STOWA-beoordelingssysteem voor oppervlaktewateren, omdat naar verwachting dit systeem in toenemende mate door de waterkwaliteitbeheerders gebruikt gaat worden (zie: KADER 2.1).

KADER 2.1

Het STOWA-beoordelingssysteem

Het STOWA-beoordelingssysteem is een diagnostisch beoordelingssysteem waarmee op basis van de samenstelling van de macrofyten, de macrofauna, het fytoplankton, de epifytische diatomeeën en een aantal abiotische variabelen de ecologische kwaliteit van het oppervlaktewater kan worden bepaald. Per watertype kan de set variabelen verschillend zijn.

Het systeem is momenteel uitgewerkt voor vijf typen oppervlaktewater: sloten, kanalen, meren en plassen, zand-, grind- en kleigaten, en stromende wateren. Ieder type is onderverdeeld in een aantal varianten. De verschillen tussen de varianten worden vooral bepaald door een aantal milieufactoren zoals bodemtype, chloriniteit en zuurgraad.

De varianten kunnen op hun beurt weer worden beïnvloed door andere factoren, zoals eutrofiëring en saprobiëring. Deze laatste factoren, die door de STOWA beïnvloedingsfactoren worden genoemd, hebben een effect op de levensgemeenschap. In het STOWA-beoordelingssysteem wordt de kwaliteit van een variant van een watertype (bijvoorbeeld een brakke sloot) beoordeeld aan de hand van gegevens over de samenstelling van de levensgemeenschap in het water alsmede een aantal abiotische milieufactoren.

Nadat de informatie over de meetgegevens was verzameld, zijn deze gegevens beoordeeld op hun bruikbaarheid voor onderzoek naar effecten van bestrijdingsmiddelen op biota. Hierbij heeft een aantal overwegingen en criteria een rol gespeeld. Deze worden hieronder, in volgorde van belangrijkheid, beschreven.

Watertype

Van de vijf typen oppervlaktewater in het STOWA-systeem (zie: KADER 2.1) zijn vooral de sloten van belang bij onderzoek naar de effecten van bestrijdingsmiddelen op biota. Sloten bevatten meestal stilstaand water. Hierdoor blijven de bestrijdingsmiddelen langer op één plaats aanwezig dan bij voorbeeld in stromende wateren of kanalen en zal eerder een effect op de

biota op die plek zichtbaar zijn. Bovendien is naar verwachting hierdoor de correlatie tussen het landgebruik en daarmee het bestrijdingsmiddelengebruik in een gebied en de concentratie in het water in sloten hoger dan in de andere typen oppervlaktewater. Indien bij gegevens over biota geen meetgegevens van bestrijdingsmiddelen in oppervlaktewater aanwezig zijn, kunnen deze biota-gegevens toch in de analyse betrokken worden door van deze correlatie gebruik te maken (zie: § 2.3). Het is in dat geval zeer wenselijk dat de biota-metingen in sloten plaats hebben gevonden. Bij de beoordeling van de geschiktheid van de bestanden worden daarom vooral de metingen in sloten bekeken -

criterium a - Sloten: de biota-metingen moeten liefst zijn verricht in sloten

Milieufactoren

De relevante milieufactoren voor sloten zijn afgeleid uit het STOWA-beoordelingssysteem voor sloten (STOWA 1993a, 1993b). Door STOWA worden twee groepen milieufactoren onderscheiden: een aantal dominante milieufactoren op grond waarvan de sloten worden opgesplitst in een beperkt aantal varianten en de beïnvloedingsfactoren die de ecologische kwaliteit van deze varianten beïnvloeden.

De dominante milieufactoren voor sloten zijn: bodemtype, chloriniteit en zuurgraad. De mate van beïnvloeding door beïnvloedingsfactoren wordt in de methode afgelezen uit de samenstelling van de levensgemeenschap en uit een aantal abiotische milieufactoren. De abiotische milieufactoren die gemeten moeten worden voor de toepassing van de STOWA-beoordelingsmethode in sloten zijn (zie voor afkortingen: Bijlage 3): NH_4 , NO_3 , Q %, $o-PQ$ en $t-PQ$ (beïnvloedingsfactor eutrofiëring); NH_4 , BZV en Q % (saprobiëring); Cl (brak karakter); pH (zuur karakter); EGV , IR , CO_3 , Cl en SO_4 (waterchemie); *oeverprofiel* (structuur).

Het STOWA-rapport vermeldt verder dat het slootonderhoud een grote invloed op het voorkomen van macrofyten heeft (beïnvloedingsfactor structuur). Op hun beurt hebben de macrofyten weer invloed op het voorkomen van macrofauna. Het voorkomen van macrofyten kan als een bijkomende relevante milieufactoor voor macrofaunametingen worden gezien. Op grond van de door de STOWA genoemde abiotische factoren zijn de volgende milieufactoren geselecteerd die waarschijnlijk een grote invloed hebben op het voorkomen van biota in sloten -

*criterium b - Milieufactoren: bij voorkeur moeten gemeten zijn: Cl , pH , NH_4 , NO_3 , $o-PO_4$, $t-PO_4$, BZV , O_2 %, Cl , Ca , CO_3 , SO_4 , EGV , *oeverprofiel*, *slootonderhoud* en (voor macrofauna-gegevens) het voorkomen van macrofyten (gegevens over het bodemtype zijn gewenst maar niet noodzakelijk; zeze kunnen namelijk ook van de bodemkaart (1:50.000) worden afgelezen).*

Type effecten

Het onderzoek richt zich op het aantonen van alle mogelijke neveneffecten van bestrijdingsmiddelen. Er is daarom voor gekozen om alle mogelijke typen directe en indirecte effecten van bestrijdingsmiddelen op aquatische organismen mee te nemen, waarbij drie biologische integratieniveaus kunnen worden onderscheiden:

- effecten op ecosysteemniveau, bij voorbeeld verandering soortensamenstelling;
- effecten op populatieniveau, bij voorbeeld verandering aantallen of abundantie;
- effecten op individu-niveau, bij voorbeeld sterfte van individuen (in *bio-assays*), verminderde reproductie of vermindering groei.

Metingen van gehalten van bestrijdingsmiddelen in organismen worden niet in het onderzoek betrokken omdat hieruit niet op directe wijze iets is af te leiden over het optreden van effecten

criterium c - Gemeten aspect: gemeten aspecten waaruit mogelijk een effect op aquatische organismen kon worden afgeleid zijn meegenomen.

Gemeten bestrijdingsmiddelen

In de enquête is gevraagd aan te geven welke bestrijdingsmiddelen worden gemeten. Hierbij is geen groepsindeling aangegeven. Toch is in de meeste gevallen deze vraag beantwoord met de opsomming van groepen bestrijdingsmiddelen die zijn gemeten, bij voorbeeld organo-fosforbestrijdingsmiddelen. Dit wil niet zeggen dat alle middelen uit deze groep gemeten worden.

Ook kan het zo zijn dat een somparameter is gemeten, zoals cholinesteraseremming of het totale gehalte aan organo-chloorbestrijdingsmiddelen. In de meeste gevallen wordt door de waterkwaliteitbeheerders een pakket bestrijdingsmiddelen gemeten dat aansluit op het landgebruik in het bemonsterde gebied. Een aantal beheerders meet alle of een gedeelte van de stoffen van de M- en de I-lijst (zie: V&W 1994). Deze lijsten zijn opgesteld in het kader van de Kwaliteitsdoelstelling 2000 en bestaan naast algemene parameters, zoals nutriënten en pH, uit een aantal probleemstoffen, zoals PCB's en stoffen waarvan nog niet bekend is in welke mate ze een bedreiging voor het ecosysteem vormen, zoals dichloorvos. De beoordeling van de bruikbaarheid van de bestanden op grond van de gemeten bestrijdingsmiddelen gebeurde op grond van de volgende vier criteria -

criterium d - Overlap: bestanden moeten liefst een groot aantal meetpunten hebben waar, naast bepaalde groepen biota, ook bestrijdingsmiddelen zijn gemeten.

criterium e - Individuele stoffen: metingen moeten betrekking hebben op individuele stoffen (dus metingen van de totale cholinesteraseremming scoren laag).

criterium f - Gevoelige soorten: de voorkeur gaat uit naar stoffen waarvan het waarschijnlijk is dat deze effecten veroorzaken op de organismen die zijn gemeten (de combinatie insekticide-macrofauna scoort dus hoger dan de combinatie insekticide-macrofyten).

criterium g - Gebruik: de gemeten stoffen moeten nu nog gebruikt worden, hetzij legaal, hetzij illegaal (stoffen als DDT en dieldrin die voornamelijk als historische vervuiling aanwezig zijn scoren laag).

Onderzoeksgebieden

Voor de analyse zijn regio's van belang waarbinnen zowel zwaar belaste gebieden als referentiegebieden met een laag bestrijdingsmiddelengebruik liggen. Er mag geen sprake zijn van correlatie tussen de factor bestrijdingsmiddelengebruik en andere milieufactoren omdat anders de effecten van de factor bestrijdingsmiddelen niet kunnen worden gescheiden van die van de andere milieufactoren. Het mogelijk bestaan van een correlatie tussen de factor bestrijdingsmiddelengebruik en de overige milieufactoren was niet uit de beschikbare gegevens over de bestanden af te leiden. Daarom is alleen het uiteindelijke voorbeeldbestand hierop gecontroleerd.

De biota-gegevens voor de analyse hoeven niet noodzakelijkerwijs uit één bestand afkomstig te zijn. Het is ook mogelijk de gegevens uit verschillende bestanden bij elkaar te voegen. Zo kunnen bij voorbeeld biota-gegevens uit een gebied met een hoog bestrijdingsmiddelengebruik worden samengevoegd met biota-gegevens uit een vergelijkbaar gebied met een laag gebruik. Bij de beoordeling van de bestanden wordt aangegeven welke bestanden met biota-gegevens mogelijk kunnen worden samengevoegd (§ 3.3 en 3.4). Ook hierbij geldt dat er geen sprake mag zijn van correlatie tussen de factor bestrijdingsmiddelengebruik en andere milieufactoren. Er is getracht om de kans op deze correlatie zo klein mogelijk te maken door alleen qua abiotische milieufactoren vergelijkbare gebieden voor samenvoegen in aanmerking te laten komen. De vergelijkbaarheid van gebieden is in dit onderzoek gebaseerd op de ecodistrictsindeling van Nederland (Klijn 1988; zie: Bijlage 6). Indien gebieden tot hetzelfde of een vergelijkbaar ecodistrict behoren is aangenomen dat ze voldoende op elkaar lijken om samengevoegd te kunnen worden.

Bestanden met bestrijdingsmiddelenmetingen kunnen over het algemeen niet worden samengevoegd. De groep bestrijdingsmiddelen die is gemeten verschilt namelijk sterk tussen gegevensbeheerders en tussen gebieden. Meestal is deze groep afgestemd op het specifieke gebruik in het betreffende gebied. Een andere mogelijkheid om een variatie in bestrijdingsmiddelengebruik tussen biota-monsterpunten te verkrijgen, is het opstellen van tijdreeksen. Het gebruik van bestrijdingsmiddelen is in de loop van de jaren sterk veranderd. Zo is het gebruik van de meeste organo-chloorbestrijdingsmiddelen de afgelopen jaren verboden. Als in een gebied al tientallen jaren wordt gemeten aan biota, is de belasting met bestrijdingsmiddelen in de loop van deze tijd veranderd. Door het opstellen van een tijdreeks kunnen dezelfde punten met een verschillende bestrijdingsmiddelen-belasting met elkaar worden vergeleken. In § 3.3. zal

worden aangegeven of de metingen in een bestand wellicht geschikt zijn voor het opstellen van een tijdreeks -

Criterium h - Belast versus onbelast: de gegevens moeten uit een regio (of regio's) komen waarin zowel gebieden met een hoge bestrijdingsmiddelenbelasting als gebieden een lage bestrijdingsmiddelenbelasting voorkomen. Er mag geen sprake zijn van correlatie tussen de factor bestrijdingsmiddelengebruik en andere milieufactoren.

Organismengroepen

In principe zijn metingen aan alle aquatische groepen geïnventariseerd: fytoplankton, diatomeeën, macrofyten, zoöplankton, macrofauna, vissen, amfibieën, reptielen, watervogels, zoogdieren. Door de waterkwaliteitbeheerders wordt over het algemeen de soortensamenstelling van groepen organismen, zoals de macrofauna, de macrofyten of vissen, bepaald. Er is één criterium gebaseerd op de geïnventariseerde organismen -

Criterium i - Bekendheid: groepen organismen die door veel waterkwaliteitbeheerders worden bemonsterd hebben de voorkeur.

Een tweede criterium gebaseerd op de geïnventariseerde organismen had kunnen luiden: "In de groep moeten soorten voorkomen die naar verwachting een grote gevoeligheid hebben voor bestrijdingsmiddelen". In de groep macrofauna komt een aantal gevoelige soorten voor, zoals steenvliegen en vlokreeftjes (Mayer & Ellersieck 1986). De groep fytoplankton bestaat voor een groot deel uit algen die voor een aantal middelen zeer gevoelig zijn (van Rijn *et al.* 1995). In de groep zoöplankton komen de watervlooien voor die relatief gevoelig zijn voor veel stoffen (Mayer & Ellersieck 1986, van Rijn *et al.* 1995). Ook vissen zijn voor een aantal middelen zeer gevoelig (van Rijn *et al.* 1995). Over de gevoeligheid van macrofyten is weinig bekend. Lewis (1993) stelt echter dat de relatieve gevoeligheid van planten ten opzichte van dieren onvoorspelbaar is.

Geconcludeerd kan worden dat het, doordat de groepen zo groot zijn dat in iedere groep wel gevoelige soorten voorkomen, niet mogelijk is om groepen aan te wijzen die gevoeliger zijn dan andere.

Dichtheid van de monsterpunten

Het aantal monsterpunten in een gebied moet voldoende groot zijn om een analyse mogelijk te maken. De monsterpunten mogen echter niet te dicht bij elkaar liggen. Indien de dichtheid van monsterpunten in een gebied te hoog wordt, bestaat namelijk de kans dat de punten niet meer onafhankelijk van elkaar zijn. Dit leidt tot het laatste criterium (is alleen bij de uiteindelijke voorbeeldbestanden gecontroleerd aan de hand van de meetgegevens zelf) -

Criterium j - Dichtheid van monsterpunten: de dichtheid van de monsterpunten mag niet zo hoog zijn dat de onafhankelijkheid van de punten in gevaar komt.

Tabel 2.1 Normen gebruikt bij beoordeling aan de hand van de criteria uit § 2.2

criterium	kwalificatie	bruikbaarheid
a: sloten	5 of meer opnamen in sloten	+
b: milieufactoren*	14 milieufactoren gemeten	+
	10-13 milieufactoren gemeten	±
	<10 milieufactoren gemeten	-
	milieufactoren niet bekend	?
c: gemeten aspect	uit gemeten aspect kan effect worden afgeleid	+
d: overlap	meer dan 30 punten	+
	tussen 10 en 30 punten	±
	minder dan 10 punten	-
	overlap niet bekend	?
e: individuele stoffen	individuele stoffen gemeten	+
	alleen somparameters gemeten	-
	niet bekend	?
f: gevoelige soorten	aangetroffen organismen gevoelig voor gemeten middelen	+
	gevoeligheid niet bekend	?
g: gebruik	stoffen worden nog gebruikt	+
	niet bekend	?
h: belast vs. onbelast	belaste en onbelaste punten in bestand	+
	slechts belaste of onbelaste punten	-
	niet bekend	?
i: bekendheid	groep wordt door meer dan 20 beheerders bemonsterd	+
	groep wordt door 10 tot 20 beheerders bemonsterd	±
	groep wordt door minder dan 10 beheerders bemonsterd	-

+ = goed, ± = redelijk, - = slecht, ? = onbekend;

* bij de organismegroep 'macrofauna' zijn de klassegrenzen één punt hoger, omdat voor deze groep een extra milieufactoor van belang is, te weten het voorkomen van macrofyten.

2.3 Normen per criterium

De bestanden zijn beoordeeld aan de hand van de criteria die hiervoor worden genoemd. Per organisatie is per organismengroep aangegeven in hoeverre de gegevens aan de criteria voldoen. Hiervoor zijn per criterium een aantal normen opgesteld. Op grond van deze normen zijn de gegevens in klassen ingedeeld en beoordeeld. In Tabel 2.1 worden deze normen beschreven. De norm voor criterium d, '30 meetpunten waar, naast bepaalde groepen biota, ook bestrijdingsmiddelen zijn gemeten', is gebaseerd op de vuistregel dat voor een goede analyse minstens twee maal (maar liefst drie à vijf maal; *cf.*: Oude Voshaar 1994) zoveel monsterpunten als variabelen gebruikt moeten worden. Het aantal variabelen is ongeveer 15. Criterium j is niet in Tabel 2.1 opgenomen. Alleen het voorbeeldbestand is op dit criterium gecontroleerd. Hierbij is uitgegaan van een voor sloten goed te hanteren norm voor de dichtheid van minder dan één meetpunt per km².

2.4 Koppeling gegevens over biota en landgebruik: de indirecte analyse-methode

Kwantitatieve gegevens over het landgebruik in een bepaald gebied kunnen een indicatie geven van de belasting met bestrijdingsmiddelen van dat gebied. Deze gegevens kunnen daarom gebruikt worden in plaats van bestrijdingsmiddelenmetingen. De gegevens van bestrijdingsmiddelen zijn vaak niet voorhanden zijn of er zijn er maar weinig gemeten. De landgebruikgegevens moeten dan worden gekoppeld aan de metingen van biota in dit gebied.

De landgebruikgegevens zijn voor de analyse wellicht zelfs beter bruikbaar dan de metingen van bestrijdingsmiddelen zelf. Metingen van bestrijdingsmiddelen kunnen namelijk onbetrouwbaar zijn (vaak ligt de concentratie van een stof onder de detectiegrens) en er worden er maar weinig gemeten door waterkwaliteitbeheerders. Bovendien is er niet veel overeenkomst tussen de metingen die de verschillende waterkwaliteitbeheerders verrichten. Bij de analyse van het voorbeeldbestand in hoofdstuk 4 is daarom naast de koppeling van biotagegevens met bestrijdingsmiddelengegevens ook een koppeling gemaakt tussen biotagegevens en landgebruikgegevens. Bij het koppelen van meetgegevens van biota op een bepaalde locatie aan gegevens over landgebruik in een bepaald gebied moet aan twee voorwaarden worden voldaan. In de eerste plaats moet er een goede correlatie zijn tussen landgebruik en de bestrijdingsmiddelenconcentratie in het oppervlaktewater. Voor deze analyse zijn daarom metingen in sloten het meest geschikt (zie: § 2.2). Bovendien moeten de bestrijdingsmiddelen aanwezig in het oppervlaktewater in het gebied voornamelijk afkomstig zijn uit het gebied zelf en niet via het oppervlaktewater van elders worden aangevoerd. Deze benaderingswijze kan dus alleen worden toegepast in een gebied waar weinig verontreinigd gebiedsvreemd water wordt ingelaten. In de tweede plaats moet er informatie beschikbaar zijn over de typen en hoeveelheden bestrijdingsmiddelen die bij bepaalde vormen van landgebruik gebruikt worden.

Om te onderzoeken wat de verschillen in uitkomst zijn tussen een directe analyse-methode waarin bestrijdingsmiddelenmetingen worden gekoppeld aan biota-gegevens en een indirecte analyse-methode waarin landgebruikgegevens worden gekoppeld aan biota-gegevens, zijn beide analyse-methoden op het voorbeeldbestand toegepast. Bij het CBS zijn gegevens over het agrarisch landgebruik per jaar, per gemeente aanwezig (zie b.v.: CBS 1996). Dit zijn de uitkomsten van de jaarlijkse landbouwtelling. Hierbij wordt uitgegaan van de vestigingsplaats van de bedrijven en niet van de werkelijke verdeling per gemeente. Naar verwachting zal de werkelijke verdeling echter geen grote verschillen laten zien. Deze landgebruikgegevens zijn als een database op diskette verkrijgbaar. De database bevat per gemeente onder andere de volgende informatie:

- de oppervlakte cultuurgrond
- de oppervlakte akkerbouw
- de oppervlakte tuinbouw (open grond en onder glas)
- de oppervlakte van de afzonderlijke gewassen.

Het is mogelijk om gegevens van een aantal gemeenten bijeen te voegen. Het is met behulp van deze gegevens dus mogelijk om het percentage glastuinbouw, akkerbouw, of het percentage grond met een specifiek gewas in een gemeente (of een groter gebied) vast te stellen en te koppelen aan de biota-metingen in dat gebied. Informatie over de hoeveelheden en typen bestrijdingsmiddel die per teelt worden gebruikt is, net als informatie over het landgebruik, beschikbaar bij het CBS (CBS 1996). De landgebruikgegevens kunnen op verschillende manieren in de analyse worden toegepast. Er kan op nominale schaal worden gekeken, bij voorbeeld door de biotagegegevens te koppelen aan de meest voorkomende teelt in het gebied waar het monsterpunt ligt. Ook kunnen de landgebruikgegevens op een ordinale schaal worden weergegeven door teelten of gebieden te rangschikken in volgorde van laag naar hoog gebruik van bestrijdingsmiddelen en de biotagegegevens te koppelen aan de rangnummers. Ten slotte kunnen de landgebruikgegevens zelf op een ratio-schaal worden weergegeven, bij voorbeeld door de bij een teelt gebruikte bestrijdingsmiddelen op te tellen in de vorm van *toxic units* en vervolgens de biotagegegevens hieraan te koppelen. Bij de analyse van het voorbeeldbestand is gekeken welk type haalbaar was.

2.5 Analyse

Het voorbeeldbestand dat uit de inventarisatie en selectie naar voren komt dient voor bewerking te worden opgeschoond. Dit leidt tot datasets waarbij in alle monsterpunten dezelfde parameters zijn gemeten. Het betreft zowel fysische als chemische parameters. De parametersets zijn grofweg te verdelen in sleutelparameters (vnl. fysisch-chemische parameters) en milieuchemische parameters (vnl. contaminanten, waaronder bestrijdingsmiddelen). Voor de analyse kunnen de bestrijdingsmiddelen op verschillende wijzen worden gegroepeerd, namelijk:

- op het niveau van individuele werkzame stoffen en hun metabolieten
- geaggregeerd tot chemische groepen, zoals organo-chloorverbindingen, carbamaten enz.
- geaggregeerd tot functionele groepen zoals herbiciden, insecticiden enz.
- verwerkt tot een toxiciteitsmaat zoals *toxic units* (Hensbergen & van Gestel 1995) of equivalentiefactoren (Heijungs *et al.* 1992).

Aangezien het in de directe analyse-methode in eerste instantie de bedoeling was relaties tussen soorten en stoffen te verklaren gaat de voorkeur uit naar het gebruik van individuele werkzame stoffen in de analyse. Indien hiervoor te weinig gegevens aanwezig waren, hebben clusteringen plaatsgevonden.

Voorbewerkingen

Met de geselecteerde dataset is een statistische analyse uitgevoerd. De datasets met macrofaunagegegevens en milieuparameters zijn in een voorbewerking zoveel mogelijk op elkaar afgestemd. Hierbij zijn die monsterpunten en milieuparameters geselecteerd die in zoveel mogelijk bestanden respectievelijk monsterpunten zijn gemeten. Om de keuze voor de meest

geschikte statistische bewerkingsmethode te kunnen maken is eerst een multivariate correspondentie-analyse, een *detrended correspondence analysis* (DCA) uitgevoerd. Om de invloed van uitbijters in de gemeten waarden op de analyse te verminderen is voor uitbijters gecorrigeerd. De waarde van de uitbijters is zo mogelijk vervangen door de op één na hoogste, elders gemeten waarde. Op grond van resultaten uit de DCA zijn de monsterpunten en milieuparameters vervolgens met een *redundancy analysis* (RDA) in het computerprogramma CANOCO 3.10 (*canonical community ordination* 3.10) geanalyseerd.

Volgens Oude Voshaar (1994) dient voor een optimale statistische analyse het aantal monsterpunten minimaal tweemaal, liefst driemaal zo groot te zijn als het aantal parameters. Het aantal parameters waarmee de statistische analyse is uitgevoerd is daarom teruggebracht. Om tot een meer gewenste omvang van de set milieuparameters te komen is op basis van een *expert judgement* een eerste selectie uitgevoerd met de milieuparameters die in alle monsterpunten zijn gemeten. Voor de verdere selectie van de milieuparameters is hierbij van belang of de parameters van invloed is op de soortensamenstelling (significantie) en of er een verband is tussen parameters onderling (correlatie). Op basis van deze eerste significantie- en correlatiegegevens heeft een verdere selectie van parameters plaatsgevonden. Met parameters die invloed hebben op de soortensamenstelling, parameters die niet sterk gecorreleerd zijn met andere parameters en parameters die in het kader van dit onderzoek interessant zijn (bestrijdingsmiddelen) is de analyse voortgezet. Van parameters met een correlatiecoëfficiënt groter dan 0,4 is nagegaan welke parameters op basis van deze en andere correlaties uit de te selecteren dataset weggelaten kunnen worden. Bij een sterke correlatie is de ene parameter immers 'vervangbaar' door de andere.

Naast de parameters heeft ook de aanwezigheid van soorten die zelden worden waargenomen grote invloed op een correspondentie-analyse. Om het effect van deze soorten minder zwaar mee te laten wegen in de correlaties zijn alleen soorten die in een minimum aantal monsterpunten zijn aangetroffen volledig in de analyse betrokken. Soorten die in minder monsterpunten zijn aangetroffen zijn niet meegewogen. Door voor het minimum aantal monsterpunten verschillende ondergrenzen aan te houden is een ondergrens te bepalen waarboven de soorten worden meegewogen. Alleen de vrij algemene soorten zijn dus in de analyse meegenomen.

Analyse

Na deze voorbereidingen is in CANOCO een volledige *redundancy analysis* (RDA) uitgevoerd. In de geselecteerde set sleutelparameters is een aantal parameters te beschouwen als *masterfactoren* (Verdonschot 1992). De invloed hiervan op het voorkomen van soorten in een monsterpunt domineert sterk de invloed van andere parameters. Om de invloed van de milieuchemische parameters niet geheel weg te laten vallen tegen die van de masterfactoren zijn de belangrijkste sleutelparameters in de RDA als covariabelen aangemerkt. Om de significantie van de milieuparameters te bepalen is met een Monte Carlo-permutatietoets met een voorwaartse selectie getoetst welke geselecteerde milieuv variabelen significant verband houden met de soortensamenstelling van de macrofauna. In een voorwaartse selectie wordt

eerst de milieuparameter getoetst die de grootste invloed op de soortensamenstelling lijkt te hebben. Vervolgens wordt de invloed van de volgende parameters getoetst nadat deze is gecorrigeerd voor de invloed van de hiervoor getoetste parameter. Bij deze toetsing zijn zowel de geselecteerde sleutelparameters als de geselecteerde milieuchemische parameters betrokken omdat de significantie van milieuchemische parameters afhankelijk kan zijn van sterk significante sleutelparameters. De abundanties van de macrofaunasoorten zijn logaritmisch getransformeerd om zodoende een lineair regressiemodel te krijgen. De abundanties van de soorten kunnen immers zeer verschillend zijn. De RDA is vervolgens met behulp van CANODRAW 3.0 als een *biplot* in kaart gebracht. Een *biplot* is in dit verband een presentatie van de RDA waarbij macrofaunasoorten in een ordinatiediagram zijn gezet met geselecteerde milieuchemische parameters. Alleen de eerste twee ordinatie-assen worden weergegeven omdat een meerdimensionale weergave problemen met de visualisatie oplevert. Om dezelfde reden worden in het ordinatiediagram alleen die soorten weergegeven die een duidelijke relatie laten zien met een geselecteerde parameter. De indifferente soorten zijn niet weergegeven aangezien deze alle in het midden van het diagram opduiken. Door in het ordinatiediagram loodlijnen te trekken van de soorten naar de lijnen die de parameters representeren wordt een beeld gekregen van de gevoeligheid voor de betreffende parameter. Hoe dichter de soort bij het uiteinde van de parametervector ligt hoe hoger de concentraties van de parameter waarbij het optimum van de soort ligt.

Voor de indirecte analyse-methode (zie: § 2.4) is gebruik gemaakt van landbouwtellingen van het CBS (CBS 1996). In alle gemeenten waarin monsterpunten liggen die in de directe analyse-methode gebruikt zijn, is het landgebruik geanalyseerd. De door het CBS onderscheiden categorieën landgebruik zijn in een aantal clusters gegroepeerd waarbij typen landgebruik met vergelijkbaar gebruik van bestrijdingsmiddelen in één cluster zijn samengevoegd (LNV 1991). Van elk cluster is het aantal hectare per gemeente omgerekend naar een oppervlaktepercentage. Alvorens de oppervlaktepercentages statistisch te kunnen bewerken zijn ze getransformeerd tot een bruikbaar lineair regressiemodel. Door voor de transformatie van procentuele data een arcsinusworteltransformatie te gebruiken wordt deze lineaire relatie verkregen (Oude Voshaar 1994). Met CANOCO 3.10 is vervolgens een DCA uitgevoerd. Waar mogelijk zijn op basis van de DCA categorieën landgebruik samengevoegd. Tenslotte is ook met deze dataset op dezelfde wijze als bij de directe analyse-methode een volledige RDA uitgevoerd en zijn de resultaten van de correlatie tussen landgebruikclusters en macrofauna opnieuw weergegeven met behulp van CANODRAW 3.0.

De analyses zijn met een zo groot mogelijk bestand en in eerste instantie met zoveel mogelijk relevante parameters uitgevoerd. Een groot bestand laat mogelijk een betere afspiegeling zien van de werkelijke situatie in het Hoogheemraadschap van Uitwaterende Sluizen in Hollands Noorderkwartier dan een klein bestand. Veel parameters geven meer mogelijkheden effecten op de soortensamenstelling aan specifieke parameters toe te schrijven. Om een volledige analyse uit te kunnen voeren dienen de geselecteerde parameters in elk monsterpunt te zijn gemeten.

Het voorbeeldbestand van het Hoogheemraadschap van Uitwaterende Sluizen in Hollands Noorderkwartier heeft als basisbestand gefungeerd. Uit dit basisbestand zijn aanvankelijk twee deelbestanden samengesteld waarmee de analyses zowel volgens de directe als de indirecte methode zijn uitgevoerd (zie: § 4.3.1). Het betreft een deelbestand waarin 32 monsterpunten (M32) zijn opgenomen en een deelbestand met 18 monsterpunten (M18). Deze 18 monsterpunten zijn alle ook in M32 opgenomen. Deelbestand M32 bevat meer monsterpunten maar minder relevante milieuchemische parameters (o.a. bestrijdingsmiddelen) die in elk monsterpunt zijn gemeten dan M18. Zo ontbreekt bij voorbeeld de somparameter cholinesteraseremming in M32. Om een voorbeeld te kunnen geven van de directe en de indirecte methode is ervoor gekozen slechts één deelbestand nader uit te werken. De keuze voor M32 of M18 is gebaseerd op de resultaten van de correlatie-analyse en op de aanwezigheid van voor dit onderzoek relevante parameters (o.a. bestrijdingsmiddelen). Met het deelbestand met de meeste relevante parameters en dat bij de directe methode in de RDA tevens een goede verklaring geeft voor het aandeel van de milieuchemische parameters in de soortensamenstelling is de analyse voortgezet. In hoofdstuk 4 worden nadat de keuze tussen M32 en M18 gemaakt is alleen de resultaten van het gekozen deelbestand weergegeven omdat alleen van dit deelbestand de analyse volledig is afgerond.

HOOFDSTUK 3: INVENTARISATIE GEGEVENS EN SELECTIE VOORBEELDBESTAND

In dit hoofdstuk wordt een overzicht gegeven van de metingen die in Nederland zijn verricht aan biota al dan niet in combinatie met bestrijdingsmiddelen in oppervlaktewater. In het overzicht worden alleen die bestanden behandeld, die potentieel geschikt zijn voor de koppeling van gegevens over biota aan metingen van bestrijdingsmiddelen in oppervlaktewater. De selectie is gebaseerd op drie criteria: i) er zijn minstens zeven milieufactoren gemeten (criterium b), ii) uit de gemeten aspecten zijn effecten op de biota af te leiden (criterium c) en iii) de metingen zijn verricht in stilstaande wateren die waarschijnlijk onder invloed van bestrijdingsmiddelen staan of die als referentie voor belaste wateren kunnen dienen (criterium h).

3.1 Beschrijving bestanden

Een overzicht van de gegevensbestanden die uit de enquête naar voren zijn gekomen is in Bijlage 4 gegeven. Per organisatie (gegevensbeheerder) is weergegeven aan welke groepen **organismen** er is gemeten. Vervolgens wordt per groep aangegeven:

- wat er **gemeten** wordt, bij voorbeeld het voorkomen van soorten, abundantie of aantal per soort, overleving enz.
- of de gegevens **geautomatiseerd** zijn opgeslagen
- in welk **gebied** de metingen zijn verricht
- in welke **periode** de metingen zijn verricht
- wat het **aantal** monsterpunten is
- op hoeveel van deze punten ook bestrijdingsmiddelen zijn gemeten (**aantal BM**)
- welke bestrijdingsmiddelen dit zijn (**BM**)

- welke **milieufactoren** er zijn gemeten; het **basispakket** is hier het pakket dat in sloten bij voorkeur gemeten moet zijn: **pH, NH₄, NO₃, o-PO₄, t-PO₄, BZV, O₂%, Cl, Ca, CO₃, SO₄, EGV, oeverprofiel en slootonderhoud** en (alleen voor macrofauna) **macrofyten**. Afwijkingen van dit basispakket zijn in Bijlage 4 aangegeven.

3.2 Bestanden samengevat

In Bijlage 4 zijn de onderzochte bestanden van 27 gegevensbeheerders beschreven. De meest opvallende punten kunnen als volgt samengevat worden weergegeven:

- ▶ de meest geïnventariseerde groepen zijn de macrofauna (alle gegevensbeheerders) en de macrofyten (26 beheerders); hierna volgen de groepen diatomeeën (15 bestanden) en fyto- en zoöplankton (respectievelijk 15 en 10 beheerders); hogere organismen, zoals vissen, amfibieën, reptielen en kleine zoogdieren, worden slechts af en toe geïnventariseerd; vogels zijn nergens bemonsterd;
- over het algemeen zijn het voorkomen en de abundantie van soorten gemeten; effecten op het niveau van het individu, zoals groeiremming, reproductieremming, sterfte en afwijkingen, worden niet of slechts aan een zeer beperkt aantal soorten (watervlo en vis) en bovendien in een beperkt aantal gevallen gemeten;
- ▶ de meeste bestanden (78%) zijn geheel of gedeeltelijk geautomatiseerd opgeslagen;
- vrijwel alle meetgegevens zijn afkomstig uit routinematige monitoringsprogramma's; de punten van deze meetnetten liggen verspreid over het gehele gebied van de gegevensbeheerder; vijf beheerders geven aan dat een aantal kleinere gebieden ook projectmatig zijn bemonsterd;
- de meeste metingen (tweederde deel) zijn verricht na 1983; het waterschap Friesland beschikt over de oudste gegevens; hier wordt al vanaf 1960 gemeten;
- het aantal monsterpunten per bestand loopt uiteen van enkele tot meer dan 1000; het aantal punten dat in sloten ligt verschilt sterk tussen gebieden en is niet altijd bekend;
- in 55% van de gevallen worden bestrijdingsmiddelen gemeten; in 84% van de metingen van bestrijdingsmiddelen zijn organo-chloorbestrijdingsmiddelen gemeten en in 62% van de metingen organo-fosforbestrijdingsmiddelen; in mindere mate (18%) worden ook organo-stikstofbestrijdingsmiddelen gemeten;
- ▶ bijna altijd meten de gegevensbeheerders standaard een groot deel van het basispakket van milieufactoren; in veel gevallen worden factoren die bepalend zijn voor de habitatdiversiteit, zoals oeverprofiel en slootonderhoud, niet gemeten; ook de macro-ionen *Ca*, *CO₃* en *SO₄* worden door veel gegevensbeheerders niet allemaal gemeten.

3.3 Beoordeling bestanden

Op grond van de beschrijving van de datasets, zoals weergegeven in Bijlage 4, is van elke

gegevensbeheerder per onderzochte organismengroep aangegeven in hoeverre de gegevens aan de gehanteerde (normen van de) criteria a t/m i (zie: § 2.2) voldoen. Het resultaat van deze beoordeling is weergegeven in Bijlage 5. Hieronder wordt de beoordeling per organisatie toegelicht.

Provincie Groningen

Het overgrote deel van de monsterpunten voor biota van de provincie Groningen ligt niet in sloten, maar in kanalen en meren. Vier diatomeeën-monsterpunten liggen in sloten. Op grond van de gegevens uit de enquête was niet af te leiden hoeveel macrofyten-monsterpunten er in sloten liggen. Uit STOWA (1993b) volgt dat dit er tot 1993 minstens zes zijn. Zowel de vier diatomeeën-monsterpunten als de zes macrofyten-monsterpunten in sloten zijn in principe geschikt voor een analyse waarbij gebruik gemaakt wordt van landgebruikgegevens, want slechts twee van de veertien relevante milieufactoren zijn niet gemeten. Het zijn echter onvoldoende gegevens om een goede analyse mogelijk te maken. Daarvoor moeten ze met andere metingen aan diatomeeën en macrofyten worden samengevoegd. De metingen in akkerbouwgebieden in Groningen zouden kunnen worden samengevoegd met metingen uit het noorden van waterschap Friesland, het noordelijke deel van Noord Holland en het Hoogheemraadschap van Delfland (alle jonge indijkingen of zeeklei-inversielandschap). De metingen in akkerbouwgebieden in het zuiden van Groningen (hoogveenontginning) zouden kunnen worden samengevoegd met metingen op hoogveenontginningen in Zuiveringschap Drenthe en in Overijssel (Zuiveringschap West-Overijssel). De overige biotametingen zijn niet bruikbaar voor een analyse met landgebruikgegevens omdat ze niet in sloten liggen. De twee metingen van bestrijdingsmiddelen in combinatie met biota zijn niet voldoende voor een analyse waarin biotametingen aan bestrijdingsmiddelenmetingen worden gekoppeld.

Waterschap Friesland

In Bijlage 5 zijn de gegevens van het waterschap Friesland uit 1993 beoordeeld. De meeste monsterpunten voor biota liggen niet in sloten. In 1993 betrof het aantal punten in sloten in totaal tien: op zes punten werd macrofauna, op tien punten macrofyten en op drie punten zoöen fytoplankton in sloten gemeten. Volgens STOWA (1993b) zijn door waterschap Friesland in voorgaande jaren op minstens zeven punten macrofauna en op 18 punten macrofyten in sloten gemeten. Twee tot zes relevante milieufactoren zijn niet gemeten. Zowel de macrofyten-monsters als de macrofauna-monsters in sloten zijn daarom waarschijnlijk geschikt voor een analyse waarbij gebruik gemaakt wordt van landgebruikgegevens. De metingen in akkerbouwgebieden in het noorden van Friesland zouden kunnen worden samengevoegd met metingen uit het noorden van Groningen, het noordelijke deel van Noord-Holland en het Hoogheemraadschap van Delfland (alle jonge indijkingen of zeeklei-inversielandschap). De metingen in akkerbouwgebieden in het oosten van Friesland (keileemplateau) zouden kunnen worden samengevoegd met metingen op het keileemplateau van Drenthe (Zuiveringschap Drenthe) en met metingen uit het Waterschap Regge en Dinkel, want deze gebieden bestaan ook uit matig reliëfrijke zandgronden (voornamelijk keileemgebieden). Omdat weinig metingen van organochloorbestrijdingsmiddelen hebben plaatsgevonden op monsterpunten van biota, is het niet

mogelijk deze bestrijdingsmiddelengegevens in de analyse te gebruiken. In Friesland meet men al vanaf 1960. Dit biedt wellicht goede perspectieven voor het opzetten van een tijdreeks.

Zuiveringschap Drenthe

Uit de gegevens verzameld met behulp van de enquête volgt dat door het Zuiveringschap Drenthe macrofauna en fytoplankton zijn gemeten. Uit deze gegevens kan niet worden afgeleid of deze metingen zijn verricht in sloten. Volgens STOWA (1993b) liggen minstens 51 van de 65 macrofauna-monsterpunten in sloten. Bovendien kan uit STOWA (1993b) worden afgeleid dat op deze punten meer milieufactoren zijn gemeten dan is vermeld door het zuiveringschap en dat tevens het voorkomen van macrofyten is gemeten. Dit is niet in overeenstemming met de gegevens afkomstig uit de enquête. Hierop zal in de discussie worden teruggekomen. De macrofytenmetingen zijn in het STOWA-slotenbestand opgenomen en zullen daar worden besproken. De metingen van macrofauna in sloten zijn waarschijnlijk goed bruikbaar voor een analyse waarbij gebruik gemaakt wordt van landgebruikgegevens, want slechts drie tot vijf relevante milieufactoren zijn niet gemeten. De fytoplankton-gegevens zijn niet bruikbaar omdat te weinig milieufactoren gemeten zijn (*Ca*, *CO₃*, *SO₄*, *o_{ev}* en *sloot* zijn niet gemeten). De metingen in akkerbouwgebieden in het oosten van Drenthe (hoogveenontginning) zouden kunnen worden samengevoegd met metingen op hoogveenontginningen in Groningen en Overijssel (Zuiveringschap West-Overijssel). De metingen op het keileemplateau van Drenthe kunnen met metingen uit het oosten van Friesland (keileemplateau) en met metingen uit het Waterschap Regge en Dinkel worden samengevoegd, want deze gebieden bestaan uit matig reliëfrijke zandgronden (voornamelijk keileemgebieden). Het aantal punten waar zowel bestrijdingsmiddelen als biota zijn gemeten is te gering om de bestrijdingsmiddelenmetingen in de analyse te betrekken.

Provincie Overijssel

De provincie Overijssel heeft 333 monsterpunten waarop diatomeeën zijn bemonsterd. Hiervan liggen er 121 in sloten. De punten in sloten zijn waarschijnlijk goed bruikbaar voor een analyse met landgebruikgegevens, want alle relevante milieufactoren worden gemeten. Indien in de provincie het landgebruik en daarmee het bestrijdingsmiddelengebruik voldoende varieert, is door het grote aantal punten samenvoegen met andere bestanden waarschijnlijk niet nodig. Bovendien worden er in de gebieden die voor samenvoeging in aanmerking komen geen diatomeeën gemeten. In het bestand van de provincie Overijssel komen geen monsterpunten voor waarop zowel biota als bestrijdingsmiddelen zijn gemeten.

Zuiveringschap West-Overijssel

Het Zuiveringschap West-Overijssel meet zowel macrofauna als macrofyten routinematig. Volgens STOWA (1993b) liggen tien van de monsterpunten in sloten. Deze punten in sloten zijn in principe geschikt voor een analyse met behulp van landgebruikgegevens, want slechts drie relevante milieufactoren zijn niet gemeten. In het dekzandgebied komt niet veel akkerbouw voor. Punten in dit gebied kunnen niet worden samengevoegd met punten uit een soortgelijk gebied omdat in het enige gebied dat hiervoor in aanmerking komt (Noord-Bra-

bant) te weinig milieufactoren worden gemeten. In de Noordoostpolder komt wel veel akkerbouw voor. Deze punten kunnen worden samengevoegd met punten in andere polders en droogmakerijen, zoals de Flevopolder, de Wieringermeer en de Haarlemmermeerpolder. Negen macrofaunametingen kunnen worden gekoppeld aan bestrijdingsmiddelenmetingen. Dit aantal punten is te klein voor een goede analyse (zie de norm: 30 monsterpunten in Tabel 2.1). De twee projecten in de Noordoostpolder omvatten slechts een gering aantal punten in sloten. Bovendien zijn vier tot vijf belangrijke milieufactoren: *Ca*, *IR*, *SO₄*, *o_{ev}* en *fyt* niet gemeten bij de *Daphnia*-toetsen en macrofaunametingen in één van deze projecten in de Noordoostpolder. De gegevens uit deze projecten zijn daarom minder geschikt voor een analyse.

Waterschap Regge en Dinkel

Het is niet bekend hoeveel van de 83 monsterpunten van macrofauna en macrofyten van het Waterschap Regge en Dinkel in sloten liggen. In dit gebied komt niet veel akkerbouw voor. De monsterpunten in dit gebied kunnen geschikt zijn voor een analyse met behulp van landgebruikgegevens, want maximaal drie van de relevante milieufactoren worden niet gemeten. De punten zouden kunnen worden samengevoegd met die op het Drentse keileemplateau. Zeven monsterpunten van macrofauna en macrofyten kunnen worden gekoppeld aan bestrijdingsmiddelenmetingen. Dit is een te gering aantal voor een goede analyse (zie de norm in Tabel 2.1).

Zuiveringschap Rivierenland

In Bijlage 5 worden de gegevens van het Zuiveringschap Rivierenland uit 1995 beoordeeld. In dit jaar werden op zes monsterpunten in sloten macrofauna, macrofyten en diatomeeën bemonsterd. In de voorgaande jaren is een ander systeem gebruikt. Volgens STOWA (1993b) zijn er in deze voorgaande periode op 51 monsterpunten in sloten macrofyten bemonsterd. Deze punten zijn in het STOWA slotenbestand opgenomen en zullen daar worden besproken. De macrofauna-, macrofyten- en diatomeeën-monsterpunten in sloten zijn in principe geschikt voor een analyse met behulp van landgebruikgegevens, want slechts drie tot vier relevante milieufactoren zijn niet gemeten. Deze punten zouden kunnen worden samengevoegd met punten uit het rivierengebied van de provincie Utrecht en de IJsselvallei (zuiveringschappen Veluwe en West-Overijssel). De punten in sloten uit het studentenonderzoek in Rivierenland kunnen ook aan dit gezamenlijke bestand worden toegevoegd. Op vijf punten in het routinematige meetnet zijn behalve biota ook bestrijdingsmiddelen gemeten. Ook in het project zijn op zeven punten bestrijdingsmiddelen en macrofauna gemeten. In totaal zijn op twaalf punten zowel macrofauna als bestrijdingsmiddelen gemeten. Deze punten zijn waarschijnlijk geschikt voor een analyse waarbij bestrijdingsmiddelengegevens worden gekoppeld aan biota-gegevens. Het zijn echter onvoldoende punten voor een goede analyse, indien wordt uitgegaan van de vuistregel dat ongeveer twee maal zoveel monsterpunten als variabelen in de analyse moeten worden betrokken. Bovendien kunnen alleen de bestrijdingsmiddelen die in beide onderzoeken zijn gemeten in deze analyse worden betrokken.

Zuiveringschap Veluwe

Het Zuiveringschap Veluwe meet zowel macrofauna als macrofyten. Ongeveer 50 van de macrofaunametingen liggen in sloten. Deze punten in sloten zijn in principe geschikt voor een analyse met behulp van landgebruikgegevens, want slecht drie relevante milieufactoren zijn niet gemeten. Waarschijnlijk liggen de meeste sloten in de Gelderse Vallei, de Veluwezoom en het westelijk deel van de IJsselvallei. De twee eerste gebieden zijn laaggelegen zandgronden en goed met elkaar vergelijkbaar. Samenvoegen met punten uit andere gebieden is moeilijker omdat er verder weinig laaggelegen zandgronden in Nederland voorkomen. Het westelijk deel van de IJsselvallei is te vergelijken met het rivierengebied (in Utrecht en Zuiveringschap Rivierenland) en het oostelijke deel van de IJsselvallei (Zuiveringschap West-Overijssel). De macrofaunametingen kunnen niet worden gekoppeld aan bestrijdingsmiddelenmetingen. De macrofytenmetingen zijn ongeschikt voor de analyse. Alleen doelsoorten worden meegenomen, deze worden pas sinds 1995 gemeten en er worden geen milieufactoren gemeten. In STOWA (1993b) wordt echter aangegeven dat er voor 1993 op 51 punten in sloten macrofyten zijn bemonsterd. Op deze discrepantie met de gegevens uit de enquête wordt in de discussie nader ingegaan. De gegevens uit STOWA (1993b) over de macrofytenmetingen in het zuiveringschap Veluwe zijn opgenomen in het STOWA slotenbestand en worden bij de bespreking hiervan meegenomen.

Zuiveringschap Oostelijk Gelderland

In Bijlage 4 worden de gegevens uit 1995 van het Zuiveringschap Oostelijk Gelderland weergegeven. Het betreft vooral metingen in meren en stromende wateren. Volgens STOWA (1993b) zijn in de voorgaande jaren minstens op zeven slootlocaties macrofauna en macrofyten gemeten. Deze metingen worden bij de bespreking van het STOWA slotenbestand meegenomen. De metingen in meren en stromende wateren zijn niet goed bruikbaar voor een analyse met behulp van landgebruikgegevens. Op 17 punten zijn zowel macrofauna als bestrijdingsmiddelen gemeten. Deze kunnen geschikt zijn voor een analyse waarbij metingen van bestrijdingsmiddelen worden gebruikt. Het zijn echter onvoldoende punten voor een goede analyse, indien wordt uitgegaan van de vuistregel dat ongeveer twee maal zoveel monsterpunten als variabelen in de analyse moeten worden betrokken. Bovendien moet wel rekening gehouden worden met de ontbrekende milieufactoren: SO_4 , oev, sloot en in een aantal gevallen BZV en fyt. Deze laatste factoren zijn soms wel, soms niet gemeten.

Provincie Flevoland

Het is niet bekend hoeveel van de macrofauna- en macrofytenmetingen van de provincie Flevoland in sloten liggen. Indien voldoende metingen in sloten liggen kunnen de metingen in combinatie met landgebruikgegevens worden geanalyseerd, want slechts één relevante milieufactoor is niet gemeten (BZV). De metingen zijn alle verricht in wateren waar de abiotische omstandigheden zo gunstig mogelijk zijn voor de ecologische ontwikkeling. De metingen zijn daarom verricht in wateren buiten de directe invloed van land- en tuinbouwgrond. Deze metingen zijn daarom alleen bruikbaar in combinatie met metingen in een vergelijkbaar maar wel met bestrijdingsmiddelen belast gebied. De Noordoostpolder, de Wieringermeer en de

droogmakerijen in Noord-Holland komen hiervoor het meest in aanmerking. Er zijn geen bestrijdingsmiddelen gemeten.

Heemraadschap Fleverwaard

Ook de acht punten die door het Heemraadschap Fleverwaard zijn bemonsterd op macrofauna, macrofyten en diatomeeën, liggen alle in zoveel mogelijk ongestoorde sloten. De metingen kunnen goed in combinatie met landgebruikgegevens worden geanalyseerd. De metingen zijn alleen bruikbaar in combinatie met metingen in een vergelijkbaar maar wel met bestrijdingsmiddelen belast gebied. De Noordoostpolder en de Wieringermeer komen hiervoor het meest in aanmerking. Er zijn geen bestrijdingsmiddelen gemeten.

Provincie Utrecht

Van de biotametingen in de provincie Utrecht liggen er zeven in sloten. Een analyse met behulp van landgebruikgegevens is uitvoerbaar, want slechts één tot drie van de relevante milieufactoren is niet gemeten. Voor deze analyse komen vooral de zeven monsterpunten van macrofauna, macrofyten en diatomeeën in sloten in aanmerking. In Utrecht komt weinig akkerbouw of tuinbouw voor. De biota-monsterpunten in deze provincie zijn daarom waarschijnlijk alleen als onbelaste referentiepunten te gebruiken. Hiertoe zal het bestand moeten worden vergeleken met bestanden uit meer belaste gebieden. Utrecht is een zeer diverse provincie. Binnen deze provincie komt zowel rivierengebied, laagveen als een stuwwal voor. Monsterpunten in het rivierengebied van Utrecht kunnen worden samengevoegd met die uit het Zuiveringschap Rivierenland en de IJsselvallei (zuiveringschappen Veluwe en West-Overijssel). Metingen in het laagveengebied kunnen worden samengevoegd met metingen uit de laagveengebieden in de gebieden van de provincies Noord-Holland en Zuid-Holland. Op de Utrechtse Heuvelrug komen niet of nauwelijks sloten voor. Vijf metingen in kanalen en plassen kunnen worden gekoppeld aan bestrijdingsmiddelenmetingen. Dit aantal is echter te gering om een goede analyse mogelijk te maken (zie de norm in Tabel 2.1).

Provincie Noord-Holland

In de provincie Noord-Holland worden macrofauna, macrofyten en diatomeeën gemeten. Door de provincie wordt aangegeven dat een gedeelte van deze metingen in sloten heeft plaatsgehad. In STOWA (1993b) wordt aangegeven dat minstens 61 locaties met macrofaunametingen, 43 locaties met macrofytenmetingen en vijf locaties met diatomeeën-metingen in sloten liggen. Het is onduidelijk welke milieufactoren er bij de macrofyten zijn gemeten. Daarom kan niet beoordeeld worden of deze gegevens geschikt zijn voor een analyse met behulp van landgebruikgegevens. De metingen van macrofauna en diatomeeën lijken wel geschikt voor een analyse met behulp van landgebruikgegevens. Drie tot vier van de relevante milieufactoren worden niet gemeten. Samenvoegen van de macrofauna-metingen met andere bestanden is waarschijnlijk niet nodig, doordat voldoende metingen in Noord-Holland en daarmee waarschijnlijk ook voldoende metingen in een homogeen gebied aanwezig zijn. Indien de gegevens toch met gegevens uit andere bestanden worden samengevoegd dan komen de gegevens van het Hoogheemraadschap van Uitwaterende Sluizen in Hollands Noorderkwartier in aanmerking voor het

gehele noordelijke deel van Noord-Holland. Verder komen naast de gegevens uit de Wieringermeerpolder en de droogmakerijen vooral de Flevopolder (Heemraadschap Fleverwaard), de Noordoostpolder (Zuiveringschap West-Overijssel) in aanmerking. Voor de gegevens uit het gebied met jonge indijkingen en zeeklei-inversielandschap in het noorden van Noord-Holland komen metingen uit het noorden van Groningen, het noorden van waterschap Friesland en uit het Hoogheemraadschap van Delfland in aanmerking voor samenvoeging. De overige gebieden (vooral laagveengebieden) zijn goed te vergelijken met gebieden in Zuid-Holland (provincie, Hoogheemraadschap van Rijnland) en het Vechtplassengebied in Utrecht. De provincie Noord-Holland heeft geen bestrijdingsmiddelenmetingen verricht.

Hoogheemraadschap van Uitwaterende Sluizen in Hollands Noorderkwartier

Door het Hoogheemraadschap van Uitwaterende Sluizen in Hollands Noorderkwartier worden macrofauna, macrofyten, fytoplankton en diatomeeën gemeten. Een deel hiervan ligt in sloten. Vier van de relevante milieufactoren worden niet gemeten. Eventueel kan het CO_3 -gehalte nog worden geschat, wat dit aantal tot drie terug zou brengen. De punten in sloten zijn geschikt voor een analyse met behulp van landgebruikgegevens. Indien de gegevens met gegevens uit andere bestanden worden samengevoegd dan komen naast vanzelfsprekend de gegevens van de provincie Noord-Holland de volgende gebieden in aanmerking: voor de gegevens uit Wieringermeerpolder en de droogmakerijen vooral de Flevopolder (Heemraadschap Fleverwaard), de Noordoostpolder (Zuiveringschap West-Overijssel); voor de gegevens uit het gebied met jonge indijkingen en zeeklei-inversielandschap in het noorden van Noord-Holland komen metingen uit het noorden van Groningen, het noorden van Waterschap Friesland en uit het Hoogheemraadschap van Delfland in aanmerking; de overige gebieden (vooral laagveengebieden) zijn goed te vergelijken met gebieden in Zuid-Holland (provincie, Hoogheemraadschap van Rijnland) en het Vechtplassengebied in Utrecht. Er zijn 23 macrofauna-, 6 macrofyten- en 44 fytoplankton-monsterpunten waar naast biota ook bestrijdingsmiddelen zijn gemeten. Deze punten zijn geschikt voor een directe analyse.

Provincie Zuid-Holland

In de provincie Zuid-Holland is in 1995 een project op Voorne-Putten en Flakkee uitgevoerd. In dit project zijn op zes punten zowel biota als bestrijdingsmiddelen gemeten. Vijf relevante milieufactoren zijn hier niet gemeten. Macro-ionen zijn niet gemeten en oeverprofiel en slootonderhoud niet geregistreerd. Bovendien betreft het niet voldoende punten voor een goede analyse waarbij bestrijdingsmiddelen aan biotagegegevens worden gekoppeld (zie de norm in Tabel 2.1). Onder de overige 190 meetgegevens van de provincie op het gebied van macrofauna, macrofyten en diatomeeën zijn punten waar wel de macro-ionen Ca , CO_3 , en SO_4 gemeten zijn en punten waar dit niet het geval is. De punten waar deze macro-ionen wel zijn gemeten die bovendien in sloten liggen zijn bruikbaar voor een analyse waarbij een koppeling wordt gemaakt met landgebruik. Het is niet duidelijk om hoeveel punten het hier gaat. Deze punten kunnen eventueel worden samengevoegd met punten van de Zuidhollandse waterschappen (Rijnland, Delfland en Schieland) en met punten in overeenkomstige gebieden (polders, droogmakerijen, laagveengebieden en zeeklei-inversielandschap en jonge indijkingen) in Noord-

Holland, Flevoland, West-Overijssel (Noordoostpolder), Utrecht (Vechtplassengebied) en in het noorden van Groningen en Friesland.

Project Integrale Milieumetingen

Bij de provincie Zuid-Holland worden, binnen het Project Integrale Milieumetingen (PIMM) macrofyten in combinatie met bestrijdingsmiddelen in sloten bemonsterd. Vanaf 1986 is ieder jaar een ander gebied bemonsterd. In verschillende jaren zijn ook verschillende milieufactoren bekeken. In de meeste jaren is slechts een deel van de voor het onderhavige onderzoek relevante milieufactoren gemeten. *Oeverprofiel*, *slootonderhoud* en *macro-ionen* zijn vrijwel nooit gemeten. *BZV*, *o-PO₄*, *NH₄* zijn slechts in één à twee gebieden gemeten. Hierdoor zijn de PIMM-gegevens niet goed bruikbaar voor de analyse.

Zuiveringschap Hollandse Eilanden en Waarden

Bij Zuiveringschap Hollandse Eilanden en Waarden zijn projecten op Voorne Putten en rond IJsselmonde uitgevoerd. Alle punten liggen in sloten. In deze projecten zijn op negen punten zowel biota als bestrijdingsmiddelen gemeten. Vijf relevante milieufactoren zijn echter niet gemeten. Macro-ionen zijn niet gemeten en *oeverprofiel* en *slootonderhoud* niet geregistreerd. De punten zijn daarom niet bruikbaar voor de analyse. Verder zijn door het zuiveringschap veel metingen aan macrofyten en macrofauna verricht. Een groot deel van deze punten ligt waarschijnlijk in sloten. Ook voor deze punten geldt echter dat vijf relevante milieufactoren ontbreken, waardoor ze niet bruikbaar zijn voor de analyse.

Hoogheemraadschap van Delfland

Het Hoogheemraadschap van Delfland heeft vanaf 1990 op 48 punten *Daphnia*-toetsen uitgevoerd. Op 47 van deze punten zijn ook pesticiden gemeten. Minstens elf van deze metingen ligt in sloten of hoofdwatertangen. Twee relevante milieufactoren zijn niet gemeten. Deze *Daphnia*-gegevens lijken redelijk geschikt voor een analyse met behulp van landgebruikgegevens en zeer geschikt voor een analyse waarin bestrijdingsmiddelgegevens worden gekoppeld aan biotagegegevens. De 48 punten zijn ruim voldoende punten voor een goede analyse, indien wordt uitgegaan van de vuistregel dat ongeveer twee maal zoveel monsterpunten als variabelen in de analyse moeten worden betrokken. Het aantal variabelen bedraagt in dit geval dertien (twaalf milieufactoren en de factor bestrijdingsmiddel). Het Hoogheemraadschap van Delfland heeft tevens, in de Zuidpolder Delfgauw, de Poelpolder en in Nieuwland en Noordland macrofauna, macrofyten en zoöplankton bemonsterd en *Daphnia*-toetsen uitgevoerd. Deze projecten bestaan uit een te gering aantal monsterpunten om van belang te zijn voor de analyse. De fytoplankton-metingen liggen niet in sloten en zijn daarom minder geschikt voor een analyse met behulp van landgebruikgegevens. Op acht punten zijn naast fytoplankton ook bestrijdingsmiddelen gemeten. Dit aantal is te gering voor een goede analyse. Het routinematige meetnet van Delfland bestond tot 1994 uit een meetnet voor grote wateren waar fytoplankton werd gemeten en een meetnet voor kleine wateren waar macrofauna en macrofyten werden gemeten. Het meetnet voor grote wateren bevat geen sloten en heeft voor het onderhavige onderzoek daardoor geen grote betekenis. Het meetnet voor kleine wateren bevat wel sloten.

Omdat bovendien bij het Hoogheemraadschap van Delfland twaalf van de dertien milieufactoren worden gemeten, zijn de monsterpunten in sloten uit het meetnet voor kleine wateren geschikt voor een analyse met behulp van landgebruikgegevens. Het gebied bestaat gedeeltelijk uit zeelei-inversielandschap en jonge indijkingen. Dit deel van het bestand kan goed worden samengevoegd met gegevens uit het noorden van Groningen, Friesland en Noord-Holland. De rest van het gebied van Delfland bestaat uit droogmakerijen. Deze kunnen het best worden vergeleken met de polders (Flevopolder en Wieringermeer) en de droogmakerijen in Noord-Holland. De overlap van de punten uit het meetnet voor kleine wateren met bestrijdingsmiddelenmetingen bedraagt slechts enkele punten. Het meetnet voor kleine wateren is daarom minder geschikt voor een analyse waarbij bestrijdingsmiddelenmetingen worden gekoppeld aan biotametingen.

Hoogheemraadschap van Rijnland

Het Hoogheemraadschap van Rijnland meet macrofauna, macrofyten, diatomeeën en fyto- en zoöplankton. Vijftien monsterpunten van macrofauna, macrofyten en diatomeeën liggen in sloten. Van de plankton-metingen is niet bekend of ze in sloten worden verricht, maar dit is niet gebruikelijk. De vijftien punten zijn goed bruikbaar voor een analyse met behulp van landgebruikgegevens want slechts twee van de relevante milieufactoren worden niet gemeten. In Rijnland komen vooral droogmakerijen en laagveengebied voor. Indien de gegevens met gegevens uit andere bestanden worden samengevoegd dan komen voor de gegevens in droogmakerijen vooral de droogmakerijen in Noord-Holland en Delfland, de Wieringermeerpolder en de Flevopolder in aanmerking. De gegevens uit het laagveengebied zijn goed te vergelijken met vergelijkbare gebieden in Zuid-Holland, Noord-Holland en het Vechtplassengebied in Utrecht. Uiteraard zijn alle gegevens van het Hoogheemraadschap van Rijnland ook goed samen te voegen met die gegevens van de provincie Zuid-Holland die binnen het gebied van Rijnland liggen. Tevens is in Rijnland een onderzoek uitgevoerd waarin op negen punten in sloten en watergangen zowel Daphnia-toetsen als bestrijdingsmiddelen en twaalf van de veertien relevante milieufactoren zijn gemeten. Dit zijn echter onvoldoende punten voor een goede analyse, indien wordt uitgegaan van de vuistregel 'tweemaal zoveel monsterpunten als variabelen moeten er zijn'.

Hoogheemraadschap van Schieland

De metingen van het Hoogheemraadschap van Schieland zijn niet geschikt voor de analyse omdat uit het antwoord op de enquête blijkt dat vijf milieufactoren niet gemeten zijn. Macroïonen, pH en O₂-% worden niet gemeten. Volgens STOWA (1993b) worden meer milieufactoren gemeten. Op deze discrepantie zal in de discussie worden teruggekomen.

De Zeeuwse waterschappen

De Zeeuwse waterschappen (De Drie Ambachten en Zeeuwse Eilanden) meten macrofauna en macrofyten. De punten van het Waterschap Zeeuwse Eilanden en die van het Waterschap de Drie Ambachten (die tevens de gegevens van het Hulster Ambacht en het Vrije van Sluis beheert) zijn niet geschikt voor analyse omdat respectievelijk zes en vijf relevante milieufacto-

ren niet gemeten zijn.

Hoogheemraadschap West-Brabant

Over de gegevens van Hoogheemraadschap West-Brabant is onvoldoende bekend om een conclusie over de bruikbaarheid te kunnen trekken.

Gemeentelijke Technologische Dienst Oost-Brabant

De Gemeentelijke Technologische Dienst (GTD) van Oost-Brabant meet zeven van de 15 relevante milieufactoren niet. De factoren *oev*, *sloot*, *Ca*, *CO₃*, *o-PO₄* en *fyt* worden niet gemeten. Hierdoor is dit bestand niet geschikt voor de analyse.

Zuiveringschap Limburg

De macrofaunagegevens van het Zuiveringschap Limburg liggen voornamelijk in (langzaam) stromende wateren. Daarom zijn ze niet geschikt voor een analyse met behulp van landgebruikgegevens. Volgens STOWA (1993b) liggen er zeven monsterpunten waarop macrofauna en diatomeeën zijn gemeten in sloten. Dit aantal is te gering voor een goede analyse. Er is wel een groot aantal (meer dan 67) monsterpunten waarop zowel macrofauna als bestrijdingsmiddelen is gemeten. Omdat deze punten in stromende wateren liggen zijn ze voor het onderhavige onderzoek niet van belang. In een vervolgonderzoek waarin ook stromende wateren worden betrokken kunnen ze echter wel van belang zijn.

Het NIOO

De metingen aan biota verricht door de afdeling Centrum voor Limnologie van het Nederlands Instituut voor Oecologisch Onderzoek (NIOO) kunnen niet worden gekoppeld aan bestrijdingsmiddelen. De metingen zijn tevens niet goed te koppelen aan landgebruikgegevens omdat alle metingen in grote meren en plassen zijn verricht. Door het Centrum voor Limnologie worden nu geen metingen in sloten verricht.

Het STOWA-slotenbestand

De metingen aan macrofauna, macrofyten en diatomeeën in sloten die door de STOWA zijn verzameld in het kader van het beoordelingssysteem sloten zijn waarschijnlijk zeer geschikt voor een analyse met gebruik van landgebruikgegevens, doordat bijna alle relevante milieufactoren zijn gemeten en doordat verstrengeling van de factor landgebruik en andere milieufactoren bewust zoveel mogelijk vermeden is bij de samenstelling van dit bestand. Er zijn geen bestrijdingsmiddelenmetingen in het bestand opgenomen.

3.4 Samenvatting van de beoordeling

Van de 45 onderzochte bestanden waren er 17 gedeeltelijk geschikt voor een analyse met behulp van landgebruikgegevens. Deze 17 bestanden staan weergegeven in Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Bestanden geschikt voor een analyse met behulp van landgebruikgegevens

gegevensbeheerder	monsterpunten per organismengroep
Provincie Groningen (Gr)	4 diatomeeën, 6 macrofyten
Waterschap Friesland (Fr)	18 macrofyten, 7 macrofauna
Zuiveringschap Drenthe (Dr)	51 macrofauna
Provincie Overijssel (Ov)	121 diatomeeën
Zuiveringschap West-Overijssel (WO)	10 macrofyten, 10 macrofauna
Waterschap Regge en Dinkel (RD)	macrofyten, macrofauna; aantal onbekend
Zuiveringschap Rivierenland (Rie)	6 diatomeeën, 6 macrofyten, 6 macrofauna
Zuiveringschap Veluwe (Vel)	50 macrofauna
Provincie Flevoland (Fle)	macrofyten, macrofauna; aantal onbekend
Heemraadschap Fleverwaard (Flw)	8 diatomeeën, 8 macrofyten, 8 macrofauna
Utrecht (Utr)	7 diatomeeën, 7 macrofyten, 7 macrofauna
Provincie Noord-Holland (NH)	5 diatomeeën, 61 macrofauna
Hoogheemraadschap van Uitwaterende Sluizen in Hollands Noorderkwartier (USHN)	fytoplankton, diatomeeën, macrofyten, macrofauna; aantal onbekend
Provincie Zuid-Holland (ZH)	diatomeeën, macrofyten, macrofauna; aantal onbekend macrofyten, macrofauna; aantal onbekend
Hoogheemraadschap van Delfland (Delf)	op meer dan 11 punten Daphnia-toets uitgevoerd 15 diatomeeën, 15 macrofyten, 15 macrofauna
Hoogheemraadschap van Rijnland (Rijn) STOWA-slotenbestand	302 diatomeeën, 637 macrofyten, 528 macrofauna

De zestien regionale bestanden die worden genoemd in Tabel 3.1, dat wil zeggen, alle bestanden minus het STOWA-slotenbestand, kunnen eventueel geheel of gedeeltelijk worden samengevoegd met andere bestanden. In Tabel 3.2 worden mogelijkheden voor samenvoegen van de bestanden weergegeven.

Van de onderzochte bestanden zijn er acht met minstens tien relevante milieufactoren en minstens vijf punten met metingen van zowel biota als bestrijdingsmiddelen. Deze acht bestanden staan weergegeven in Tabel 3.3. Uit de tabel kan worden geconcludeerd dat de bestanden met punten waar zowel biota als bestrijdingsmiddelen zijn gemeten meestal slechts uit een klein aantal monsterpunten bestaan.

Tabel 3.2 *Mogelijkheden tot samenvoegen van bestanden. zi: punten in zeelei-inversielandschap en in jonge indijkingen zijn samen te voegen; hv: idem hoogveengebied; lv: idem laagveengebied; kl: idem keileemgebied; p: idem polders en droogmakerijen; r: idem voor punten in rivierengebied; *: gebieden overlappen geheel; - : punten zijn niet samen te voegen (zie voor afkortingen bestandsnamen: Tabel 3.1).*

	Gr	Fr	Dr	WO	Ov	RD	Rie	Vel	Fle	Flw	Utr	NH	USHN	ZH	Delf	Rijn
Gr		zi	hv	hv	-	-	-	-	-	-	-	zi	zi	zi	zi	-
Fr	zi		kl	-	-	kl	-	-	-	-	-	zi	zi	zi	zi	-
Dr	hv	kl		hv	-	kl	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
WO	hv	-	hv		*	-	r	r	p	p	r	p	p	p	p	p
Ov	-	-	-	*	-	*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
RD	-	kl	kl	-	*		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Rie	-	-	-	r	-	-		r	-	-	r	-	-	-	-	-
Vel	-	-	-	r	-	-	r		-	-	r	-	-	-	-	-
Fle	-	-	-	p	-	-	-	-		-	-	p	p	p	p	p
Flw	-	-	-	p	-	-	-	-		-	-	p	p	p	p	p
Utr	-	-	-	r	-	-	r	r	-	-		lv	lv	lv	-	lv
NH	zi	zi	-	p	-	-	-	-	p	p	lv		*	p,lv,zi	zi,p	p,lv
USHN	zi	zi	-	p	-	-	-	-	p	p	lv	*		p,lv,zi	zi,p	p,lv
ZH	zi	zi	-	p	-	-	-	-	p	p	lv	zi,p,lv	zi,p,lv		*	*
Delf	zi	zi	-	p	-	-	-	-	p	p	-	zi,p	zi,p	*		p
Rijn	-	-	-	p	-	-	-	-	p	p	lv	p,lv	p,lv	*	p	

Tabel 3.3 *Bestanden met monsterpunten waarop zowel biota als bestrijdingsmiddelen gemeten zijn*

gegevensbeheerder	monsterpunten per organismengroep
Zuiveringschap West-Overijssel	9 macrofauna
Waterschap Regge en Dinkel	7 macrofyten, 7 macrofauna
Zuiveringschap Rivierenland	12 macrofauna
Zuiveringschap Oostelijk Gelderland	17 macrofauna
Hoogheemraadschap van Uitwaterende Sluizen	11 fytoplankton, 23 macrofauna, 6 macrofyten
Hoogheemraadschap van Delfland	47 Daphnia-toetsen
Hoogheemraadschap van Rijnland	9 Daphnia-toetsen
Provincie Utrecht	5 fytoplankton, 5 diatomeeën, 5 macrofyten, 5 macrofauna

3.5 Selectie voorbeeldbestand

Het voorbeeldbestand moet geschikt zijn om beide typen analyse, direct en indirect (zie: § 2.3), te demonstreren. Uit het bovenstaande volgt dat er hiervoor geen "ideaal" bestand is, dat wil zeggen, waarin meer dan 30 monsterpunten in sloten voorkomen en waar zowel biota als bestrijdingsmiddelen alsmede meer dan 10 milieufactoren zijn gemeten. Twee bestanden kwamen in de loop van het project naar voren als kansvol: het bestand met Daphnia-toetsen van het Hoogheemraadschap van Delfland en het bestand met biota-metingen van het Hoogheemraadschap van Uitwaterende Sluizen in Hollands Noorderkwartier (USHN).

Van alle bestanden waarin meer dan tien van de veertien (of elf van de vijftien in het geval van macrofauna) milieufactoren zijn opgenomen, bevat het bestand met Daphnia-toetsen van het Hoogheemraadschap van Delfland de meeste monsterpunten waarop zowel bestrijdingsmiddelen als biota (*Daphnia*'s) zijn bekeken (47). Niet al deze punten liggen in sloten. Op grond van het overzicht in Bijlage 4 blijkt echter dat geen enkel bestand waarin meer dan 32 punten voorkomen met een overlap tussen biota- en bestrijdingsmiddelenmetingen en waarin voldoende milieufactoren zijn gemeten, uitsluitend bestaat uit sloten. Het bestand van Delfland voldoet bovendien aan criterium j: de dichtheid van de monsterpunten mag niet zo hoog zijn dat de onafhankelijkheid van de punten in gevaar komt. Over het algemeen liggen de punten minstens een kilometer uit elkaar. Slechts tussen drie paar punten is de afstand minder dan een kilometer. Deze paren zouden voor de analyse kunnen worden samengevoegd. Het bestand is zeer geschikt voor de analyse waarbij bestrijdingsmiddelenmetingen worden gekoppeld aan biota-gegevens. *Het bestand is redelijk geschikt voor een analyse waarbij landgebruikgegevens worden gekoppeld aan biota-gegevens.*

Er kleven echter twee bezwaren aan het gebruik van het Delflandse bestand. Het eerste bezwaar is dat het gaat om een gebied waarin voornamelijk glastuinbouw voorkomt. Dit is weinig representatief voor akkerbouwgebieden in de rest van Nederland. Daar staat tegenover dat in glastuinbouwgebieden de concentratie aan bestrijdingsmiddelen in het water zeer hoog kan zijn. Hierdoor vormen deze gebieden voor waterschappen vaak een aandachtsgebied (zie o.a.: Werkgroep effecten van bestrijdingsmiddelen uit de tuinbouw op de waterkwaliteit 1988, Hooymaijers 1992). Het tweede, meer zwaarwegende bezwaar is, dat de Daphnia-toetsen worden uitgevoerd met organismen die niet van het monsterpunt afkomstig zijn en die slechts een week aan het water in de sloot worden blootgesteld. Hierdoor kunnen chronische effecten van een langdurige blootstelling op natuurlijk voorkomende biota op het monsterpunt niet worden gemeten. Bovendien is een koppeling van metingen aan biota en bestrijdingsmiddelen die niet op hetzelfde tijdstip op een monsterpunt zijn verricht niet goed mogelijk met deze Daphnia-toetsen.

Het bestand van USHN heeft 23 macrofaunamonsterpunten waarvan er 13 in sloten liggen. Het aantal punten is aan de lage kant voor een goede multivariate analyse. Dit is echter het bestand met het grootste aantal metingen aan organismen afkomstig van het monsterpunt. Naast het

geringe aantal punten is het grootste bezwaar dat aan de analyse van dit bestand kleeft, het feit dat voornamelijk niet meer toegelaten organo-chloorbestrijdingsmiddelen en de somparameter cholinesteraseremming zijn gemeten. Meting van de enzymatische reactie waarop de cholinesteraseremming van invloed is, is problematisch. Gezien het werkingsmechanisme van cholinesteraseremmers is de giftigheid voor waterorganismen mogelijk gering en is het daarmee geen duidelijke indicator.

Een ander bezwaar is dat het wel of niet voorkomen van macrofyten niet kan worden meegenomen in de nadere analyse, aangezien macrofyten slechts op zes punten zijn bemonsterd. Slechts een paar van deze zes monsterpunten maken deel uit van de 18 uiteindelijk geselecteerde monsterpunten (zie: § 4.1). Er zijn, kortom, te weinig gegevens over het voorkomen van macrofyten beschikbaar om deze in de analyse te betrekken.

Gekozen is om het bestand van USHN als voorbeeldbestand voor de analyse te gebruiken. Met dit bestand kan namelijk het effect van bestrijdingsmiddelen op vele in het water van nature voorkomende soorten worden geanalyseerd. Bovendien is het *format* van dit bestand zodanig dat er niet veel voorbereidingen voor de analyse hoeft worden uitgevoerd.

De overige bestanden zijn slechts geschikt voor één type analyse, direct of indirect. Voor een indirecte analyse met behulp van landgebruikgegevens zijn in volgorde van voorkeur geschikt: de 121 diatomeeën-monsterpunten in sloten van de provincie Overijssel, of de 51 macrofaunamonsterpunten in sloten van Zuiveringschap Drenthe. Voor een directe analyse door koppeling aan bestrijdingsmiddelenmetingen zijn in volgorde van voorkeur geschikt: de 21 macrofyten en macrofaunametingen van Waterschap De Drie Ambachten, of de 17 macrofaunametingen van Zuiveringschap Oostelijk Gelderland.

Uitgaande van het bovenstaande zijn met het voorbeeldbestand van USHN twee voorbeeldanalyses uitgevoerd:

- 1 koppeling van biotametingen met bestrijdingsmiddelenmetingen in een beperkt gebied (= directe methode);
- 2 koppeling van biotametingen met landgebruikgegevens in hetzelfde gebied (= indirecte methode).

HOOFDSTUK 4:

ANALYSES VAN EEN VOORBEELDBESTAND

In dit hoofdstuk wordt de nadere uitwerking gepresenteerd van de analyse van één voorbeeldbestand, het bestand dat beschikbaar is gesteld door het Hoogheemraadschap van Uitwaterende Sluizen in Hollands Noorderkwartier (USHN). In § 4.1 wordt de keuze voor een analyse-methode en de keuze voor transformatie van de gegevens verantwoord, in § 4.2 wordt verantwoord welke parameters beschikbaar waren voor beide analyse-methoden. In § 4.3 worden met behulp van een aantal statistische parameters de variabelen gekozen die in de uiteindelijke analyse betrokken zijn en worden de uitkomsten van deze analyses gepresenteerd.

4.1 Keuze van analyse-methoden en transformatie van de gegevens

Om tot een verantwoorde keuze te komen van de wijze waarop de gegevens geanalyseerd zijn, werden de analyses stapsgewijs gerealiseerd (zie ook: § 2.5). In eerste instantie werd CCA uitgevoerd (op grond van de gradiëntlengten van 3 tot 4 'standaard deviaties van soortsturnover', geschat met behulp van DCA). Daar de resultaten van deze analyse onduidelijk waren, zijn de gegevens en de analyse met CCA aan een nadere beschouwing onderworpen om opnieuw te overwegen welke techniek het meest geschikt zou zijn. Daarbij bkeek het volgende:

1. De geschatte gradiëntlengten lagen in het grensgebied tussen de geldigheid van unimodale responscurven en monotoon stijgende responscurven. Na verwijdering van variatie door sleutelparameters, de covariabelen, worden deze gradiëntlengten vermoedelijk kleiner, zodat analyse met een lineair model (PCA of RDA) verantwoord is.
2. De hoge eigenwaarden in CCA bleken in een aantal gevallen veroorzaakt te zijn door het effect van 'zeldzame soorten', in dit geval soorten die slechts in enkele monsters met uitzonderlijk hoge abundanties voorkwamen, terwijl ze in andere monsters niet of nauwelijks aangetroffen werden. Bij nadere beschouwing bleken de abundanties van de meeste

soorten scheef verdeeld. Het lag derhalve voor de hand om de abundanties logaritmisch te transformeren.

3. Tevens waren van enkele soorten de gemiddelde abundanties beduidend hoger dan van de overige soorten, waardoor zij het resultaat van de analyse vrijwel volledig bepaalden. Door, na log-transformatie, in PCA te centreren worden ook de storende invloeden van zeer abundante soorten geëlimineerd. Immers, door log-transformatie gevolgd door centrering zijn alleen de verhoudingen tussen de abundanties in de verschillende monsters per soort van invloed op het analyseresultaat.
4. In de analyse met CCA waren veel variabelen gebruikt. Het maximaal aantal te schatten parameters dat Oude Voshaar (1994; zie: § 2.3) vermeldt voor een multi-pele regressie-analyse is het aantal parameters voor variabelen inclusief covariabelen. Daar de primaire interesse uitging naar de invloed van bestrijdingsmiddelen ligt, binnen de lineaire responsmodellen, de keuze voor directe gradiëntanalyse met behulp van RDA voor de hand, waarbij tevens een minimale set van covariabelen en variabelen gebruikt dient te worden.

4.2 Parametersselectie

In het voorbeeldbestand zijn veel parameters opgenomen. Hierdoor is het voor de bewerking van de deelbestanden waaruit het voorbeeldbestand bestaat noodzakelijk eerst een selectie van parameters uit te voeren. Voor de directe analyse-methode dient een selectie van de algemene parameters (sleutelparameters) en milieuchemische parameters plaats te vinden. Voor de indirecte analyse-methode moeten landgebruikparameters worden geselecteerd in plaats van milieuchemische parameters.

Met behulp van voorwaartse selectie zijn sleutelparameters geselecteerd die onderling zo min mogelijk gecorreleerd zijn, maar wel een (bijna) significant verband vertonen met de soortensamenstelling. Achtereenvolgens werden C1 (significant, $P < 0,05$), O2 (bijna significant) en totaal fosfaat (bijna significant) geselecteerd. Deze parameters zijn in de definitieve analyse (zowel bij de directe als bij de indirecte methode) gebruikt om variatie gerelateerd aan sleutelfactoren grotendeels uit de soortgegevens te verwijderen, dus als zogenaamde covariabelen. Hierdoor komen mogelijke verschillen veroorzaakt door andere parameters, waaronder de toetsen bestrijdingsmiddelen, zware metalen en landgebruik, in de analyse niet duidelijker naar voren. De overige sleutelparameters zijn als gevolg van de correctie niet meer significant gerelateerd aan de variantie in de soortgegevens. De gebruikte covariabelen hebben als gevolg van de correctie geen enkele correlatie ($r = 0$) met de gecorrigeerde soortgegevens. Uit de resultaten van de analyse is dus het verband tussen deze sleutelparameters en de soortgegevens niet af te leiden. Ook de parameters die in het volgende als verklarende variabelen gebruikt zullen worden, zijn in de analyse gecorrigeerd voor het verband met de covariabelen. Als gevolg daarvan zijn de correlaties van deze variabelen met de ordinatie in het algemeen < 1 . Voor de directe methode is vervolgens, opnieuw met behulp van voorwaartse selectie, een keuze gemaakt uit de set van mogelijk verklarende milieuchemische parameters (bestrijdingsmiddelen,

zware metalen en PAK's). Geen van deze parameters vertoonde een significant verband met de soortensamenstelling (na correctie voor de covariabelen). De hoogste correlaties vertoonden *EOCl* en *cholrem*, die daarom in de verdere analyse gebruikt zijn. Het voordeel van het simultaan gebruik van twee, niet meer en niet minder, 'verklarende' parameters is dat alle variatie gerelateerd aan deze parameters op de eerste twee ordinatieassen weergegeven wordt. Dit vereenvoudigt de interpretatie in grote mate.

4.2.1 Directe analyse-methode

Het gebruikte bestand van USHN bestaat uit een zevental deelbestanden (Tabel 4.1). Twee bestanden bevatten fysische en chemische parameters, de overige bestanden bevatten soortenlijsten. Het bestand met de grootste set monsterpunten met biotische data heeft de eerste selectie bepaald. MAFAV bevat 32 monsterpunten (18 sloten, 10 kanalen, 4 meer/plas) op 23 verschillende locaties (13 sloten, 8 kanalen, 2 meer/plas) en bevat tevens alle monsterpunten uit MAFAB. Uit de bestanden SLEUTEL en ABIOTA0 zijn dezelfde 32 monsters geselecteerd.

Tabel 4.1 Bestanden van het Hoogheemraadschap van Uitwaterende Sluizen in Hollands Noorderkwartier

BestandNAAM	TYPE DATA
SLEUTEL	fysisch-chemische parameters/ sleutelparameters
ABIOTA0	milieuchemische parameters
MAFAV	macrofauna op vegetatie
MAFAB	macrofauna op bodem
WAPL	waterplanten
FYTO	fytoplankton
OEPL	oeverplanten

De sleutelparameters en de milieuchemische parameters samen zijn de milieuparameters. Niet elke milieuparameter is op alle 32 locaties gemeten. In het bestand met sleutelparameters zijn van de 20 gemeten parameters in de 10 parameters geselecteerd die op alle 32 locaties zijn gemeten. In het bestand met de milieuchemische parameters (ABIOTA0) wordt onderscheid gemaakt tussen 'beneden de detectiegrens' en 'niet gemeten'. Een parameter 'beneden de detectiegrens' is wel gemeten maar de eventuele waarde was te laag om vast te kunnen stellen. Parameters 'beneden de detectiegrens' zijn in tegenstelling tot 'niet gemeten' als een gemeten parameter met waarde 0 beschouwd. Uit ABIOTA0 zijn die parameters geselecteerd die op elk monsterpunt zijn bepaald en waarvan minimaal 25% van de gemeten waarden boven de detectiegrens zit. Van de 66 parameters blijven er dan twaalf over. Deze selectie van twaalf parame-

ters bevat niet de voor dit onderzoek relevante somparameter cholinestaseremming (o.a. organo-fosforbestrijdingsmiddelen). In 18 van de 32 monsterpunten is deze somparameter wel gemeten. Cholinestaseremmers zijn op 18 locaties (10 sloten, 6 kanalen, 2 meer/plas) wel bepaald. Bij de analyse met 18 monsterpunten (zie: Bijlage 5) zijn, volgens de hierboven beschreven criteria, 12 sleutelparameters en 15 milieuchemische parameters geselecteerd. Omdat deze studie mede tot doel heeft te onderzoeken of er uitspraken te doen zijn over de effecten van bestrijdingsmiddelen op de macrofaunasoortensamenstelling in oppervlaktewater is de analyse met de 18 monsterpunten uitgevoerd (zie: § 2.5).

In de analyse van het bestand met 18 monsterpunten zijn in eerste instantie alle milieu-parameters meegenomen (12 sleutelparameters en 15 milieuchemische parameters). Voor een optimale analyse met CANOCO dient het aantal monsterpunten minimaal tweemaal, liefst driemaal, zo groot te zijn als het aantal te schatten parameters (zie: § 2.3). Het aantal parameters waarmee de analyse wordt uitgevoerd dient daarom te worden verminderd. Om tot een meer gewenste omvang van de set parameters te komen is daarom op basis van een *expert judgement* een verdere selectie uitgevoerd. Van de twaalf resterende sleutelparameters zijn negen relevante parameters geselecteerd. De selectie is gebaseerd op relevantie voor het onderzoek. De resterende negen sleutelparameters zijn:

- Kjeldahl-stikstof (K-N)
- nitraat/nitriet (N/N)
- chloride (Cl)
- totaal fosfaat (t-PO₄)
- temperatuur (t)
- doorzicht (z)
- zuurgraad ter plekke (pH)
- biochemisch zuurstofverbruik (BZV)
- zuurstof (O₂).

Van de milieuchemische parameters zijn de zware metalen, bestrijdingsmiddelen en de meeste giftige PAK's (Kalf *et al.* 1995) geselecteerd. Het betreft de volgende tien milieuchemische parameters:

- extraheerbare organische halogenen (EOCl)
- benzo(ghi)peryleen (BghiPe)
- cadmium (Cd)
- indeno(1,2,3-cd)pyreen (InP)
- cholinestaseremmers (cholrem)
- arseen (As)
- kwik (Hg)
- nikkel (Ni)
- lood (Pb)
- zink (Zn).

De set parameters is vervolgens aangevuld met het watertype (*sloot, kanaal of meer/plas*). Uit de eerste correlatieberekeningen komt naar voren dat parameter 'meer' zeer grote overeenkomst vertoont met parameter 'sloot'. Parameter 'meer' is daarom samengevoegd met 'sloot'. Het watertype 'sloot' bevat dan ook het watertype 'meer/plas'. De twee parameters voor watertype *sloot* en *kanaal* blijven over.

De set milieuparameters is nog steeds te groot ($9+10+2=21$) om een optimale analyse uit te kunnen voeren met slechts 18 monsterpunten. Voor de analyse met behulp van CANOCO 3.10 is het bestand met milieuparameters gekoppeld aan het bestand met macrofaunagegevens. Van alle parameters is de onderlinge correlatie en de significantie van de elke parameter voor de macrofaunasoortensamenstelling bepaald. Op basis van de toetsing van de invloed van de parameters, de onderlinge correlatie en de relevantie van de parameter voor dit onderzoek, het aantal parameters voor de directe analyse-methode teruggebracht tot vijf. De analyse is vervolgd met de vijf volgende milieuparameters: *Cl*, *t-PO₄*, *O₂*, *EOCl* en *cholrem*.

Uit de permutatietoets met alle milieuparameters blijkt *Cl* als enige significant te zijn voor de -macrofaunasoortensamenstelling. De overige parameters zijn niet significant. De enige parameters die mogelijk enige invloed hebben op de soortensamenstelling zijn de sleutelparameters zuurstof en totaal-fosfaat. Voor parameters die geen duidelijke invloed op de soortensamenstelling als geheel hebben en niet als significant uit de toets komen betekent dit niet dat ze geen invloed op afzonderlijke soorten hebben. Daarom zijn, op grond van hun relevantie voor dit onderzoek, de somparameters *EOCl* en *cholrem* aan de set parameters toegevoegd. Op basis van de resultaten uit de analyse is een verdere reductie in het aantal parameters tot stand gebracht.

4.2.2 Indirecte analyse-methode

Voor de indirecte analyse-methode is uitgegaan van dezelfde 18 monsterpunten als gebruikt bij de directe analyse-methode. Het landgebruik werd geclusterd in de volgende tien categorieën, te weten:

- grasland
- akkerbouw (excl. aardappelen en zaai-uien)
- groente, volle grond
- aardappelen en zaai-uien
- groente onder glas
- bloemen onder glas
- vruchtbomen
- klein fruit/kwekerijen bomen, planten, bloemzaden
- bloembollen
- overig, voornamelijk bebouwing en/of natuur.

Correlaties tussen de typen landgebruik zijn over het algemeen sterk omdat het om percentages van het totale landgebruik gaat. Alle typen samen leveren 100% landgebruik op. Alleen clusters met een zeer sterke correlatie ($>0,9$) zijn op basis van gegevens uit de eerste correlatie-analyse samengevoegd. Deze samenvoeging leverde de volgende vijf nieuwe landgebruikclusters op:

- grasland
- akkerbouw/groente, volle grond/aardappelen en zaai-uien
- groente onder glas/vruchtbomen
- bloembollen/bloemen onder glas/klein fruit, kwekerijen
- overig (vnl. bebouwing en/of natuur).

Van elke gemeente waarin een monsterpunt ligt is de procentuele verdeling in het landgebruik bepaald (zie: Bijlage 8). Landgebruikcluster 'grasland' heeft een totaal bedekkingspercentage van ruim 31% in de gemeenten waarin de 18 monsterpunten liggen, 'akkerbouw' ruim 30% en 'bebouw/natuur' ruim 28%. Deze drie clusters samen beslaan ruim 90% van het areaal.¹

De permutatietoets met de sleutelparameters en de landgebruikclusters laat net als bij de directe analyse-methode uiteraard ook hier een sterk significante invloed van *Cl* zien en een mogelijke invloed van zuurstof en totaal-fosfaat op de soortensamenstelling als geheel. De overige parameters uit de indirecte analyse-methode (de vijf landgebruikclusters) zijn niet significant voor de macrofaunasoortensamenstelling als geheel. Deze parameters kunnen wel invloed op afzonderlijke soorten hebben. Om het aantal parameters verder terug te kunnen brengen is daarom op basis van de onderlinge correlatie van de landgebruikclusters en hun totale aandeel aan het landgebruik in de gemeenten waarin de 18 monsterpunten liggen bepaald met welke landgebruikclusters de analyse wordt vervolgd. Dezelfde sleutelparameters zijn geselecteerd als bij de directe analyse-methode. De indirecte analyse-methode is uitgevoerd met de volgende vijf parameters: *Cl*, *t-PO₄*, *O₂*, 'akkerbouw' en 'bebouw/natuur'.

Het cluster 'bebouw/natuur' is sterk negatief gecorreleerd met 'bloembollen/bloemen onder glas/klein fruit, kwekerijen' is sterk negatief gecorreleerd met 'bebouw/natuur'. 'Akkerbouw' is sterk positief, respectievelijk zeer sterk negatief gecorreleerd met de clusters 'groente onder glas/vruchtbomen' en 'grasland'. Gezien de zeer sterke negatieve correlatie tussen 'akkerbouw' en 'grasland' (correlatiecoëfficiënt - 0,95) zijn deze twee clusters als complementaire clusters te beschouwen. Aangezien het bestrijdingsmiddelengebruik in het cluster 'akkerbouw' groter is dan in het cluster 'grasland' (CBS 1994) is gekozen voor het eerste cluster. Met de keuze voor clusters 'akkerbouw' en 'bebouw/natuur' kan in de analyse een goed beeld worden gekregen van de relatie tussen macrofaunasoorten en vrijwel het gehele landgebruik.

¹ Een andere mogelijkheid om te clusteren is: het uitvoeren van een formele clusteranalyse van de CBS-gegevens over bestrijdingsmiddelengebruik in relatie tot het landgebruik.

4.3 Resultaten van de analyses

Uit de canonisch correspondentie-analyse komt onder andere naar voren hoe groot de verklaarde waarde is van de geselecteerde parameters op de soortensamenstelling en wat de correlatie van de parameters met de soortensamenstelling en de afzonderlijke soorten is. Hierbij moet onderscheid worden gemaakt tussen parameters die actief en die passief in de analyse worden betrokken. De invloed van parameters die passief in de analyse meedoen (de covariabelen) op de soortensamenstelling speelt op de achtergrond een rol. Covariabelen zijn variabelen waarvan bekend is, of verwacht wordt, dat ze een belangrijke invloed op de soortensamenstelling hebben maar die voor het onderzoek van minder belang zijn juist omdat hun invloed bekend is of omdat het onderzoek zich, zoals in dit geval, richt op minder dominante parameters. De correlaties zijn alle gecorrigeerd voor de invloed van covariabelen, waardoor zowel de gecorrigeerde abundanties als de gecorrigeerde actieve omgevingsparameters compleet ongecorrigeerd zijn met de covariabelen. Alle parameters waarvan in een canonische correspondentie-analyse de betekenis voor de soortensamenstelling wordt bepaald, worden op een as weergegeven. De variatie gerelateerd aan de covariabelen is uit het materiaal verwijderd. Er blijven daarmee twee parameters over voor de twee canonische assen. De overige assen (zestien) beschrijven de resterende variatie na correctie voor covariabelen en verklarende parameters.

In de schaling van de eigenwaarden van CANOCO bij PCA en RDA sommeren de eigenwaarden tot 1. Elke eigenwaarde geeft daardoor de fractie van de variantie in de gegevens over het voorkomen van de soorten, die door de bijbehorende as beschreven wordt. Een eigenwaarde van 0,3 bij CA en CCA is niet ongebruikelijk, bij POCA en RDA is een cumulatieve beschreven ('verklaarde') variantie op de eerste vier assen van 40% (dus de som van de eerste vier eigenwaarden = 0,4) over het algemeen een optimaal resultaat (cf. ter Braak 1988, Jongman *et al.* 1987). Voor kleinere sets gegevens, zoals in deze studie, mag men een iets hogere cumulatieve verklaarde variantie verwachten in een PCA. Toch zijn de gevonden eigenwaarden beslist niet extreem laag: de belangrijkste variatie is immers uit de gegevens verwijderd - via de covariabelen -; bovendien zijn er dan ook nog eens twee canonische assen. Door de gekozen werkwijze wordt de configuratie van de eerste twee assen bepaald door de verklarende parameters (bestrijdingsmiddelen of landgebruik). Van dominantie van één van beide parameters op één van beide assen is echter (zie: onderstaand) geen sprake.

4.3.1 Directe analyse-methode

Uit de RDA komt naar voren dat met de geselecteerde set milieuparameters 72,5% van de variantie in de soortensamenstelling in de 18 monsterpunten kan worden verklaard. Als alleen naar de milieuchemische parameters (de milieuparameters excl. de sleutelparameters) wordt gekeken kan 13,8% van de soortensamenstelling worden verklaard (= 19,0% van 72,5%). In Tabel 4.2 wordt een samenvatting gegeven van de ordinatieresultaten van de geselecteerde parameters. De eigenwaarde van de assen ligt ruim onder de 0,3. Het belang van de milieuchemische parameters voor de gehele soortensamenstelling is gering (zie: § 4.2.1), maar dit betekent niet dat deze parameters niet van belang kunnen zijn voor afzonderlijke soorten.

Tabel 4.2 Samenvatting van de ordinatie van de geselecteerde parameters in de directe analyse-methode.

	as 1	as 2	as 3	as 4
eigenwaarde	0,094	0,044	0,123	0,103
correlatie	0,808	0,946	-	-
variantie	12,8	19,0	35,9	50,1

eigenwaarde: belang van ordinatie-as
 correlatie: correlatie tussen voorkomende macrofaunasoorten en de twee geselecteerde milieuchemische parameters per ordinatie-as
 variantie: cumulatieve verklaarde variantie van de vijf geselecteerde parameters voor de soortensamenstelling

Op de eerste twee assen is de correlatie van de twee milieuchemische parameters met de macrofaunasoorten uitgezet. Dit betekent dat met *EOCl* en *cholrem* 13,8% van de totale variantie wordt verklaard. Van de twee assen is de eerste belangrijker dan de tweede. De eerste as verklaart ruim 68% van de variantie die met de twee bestrijdingsmiddelen kan worden verklaard, de tweede as de resterende 32%.

Met de parameterset inclusief de covariabelen (de sleutelparameters *Cl*, *t-PO₄* en *Q*) kan 50,1% van de soortensamenstelling met de parameters op de eerste vier assen worden verklaard. De eigenwaarde van as 3 en 4 is hoger dan die van as 1 en 2. De parameters, die op deze assen van belang zijn (de covariabelen) zijn, zoals verwacht, van groter verklarende waarde dan de milieuchemische parameters.

4.3.2 Indirecte analyse-methode

Bij de indirecte analyse-methode wordt 72,5% van de soortensamenstelling van de macrofauna verklaard door de geselecteerde parameters. De landgebruikclusters verklaren 8% (= 11,0% van 72,5%). Tabel 4.3 geeft een overzicht van de belangrijkste resultaten uit de RDA. Hier wordt met de eerste as c. 59% verklaard van de variantie die met de twee geselecteerde landgebruikclusters kan worden verklaard, en met de tweede as de resterende 41%. Ook bij de indirecte analyse-methode blijkt de eigenwaarde van de assen ruim onder de 0,3 te liggen. Het belang van de landgebruikclusters voor de gehele soortensamenstelling is daarom gering. Het zegt echter niets over het belang van de clusters voor afzonderlijke soorten. In het ordinatiediagram (§ 4.4) wordt de correlatie met individuele soorten weergegeven.

Tabel 4.3 Samenvatting van de ordinatie van de landgebruikclusters in de indirecte analyse-methode (voor verklaring van de gebruikte termen, zie: Tabel 4.2).

	as 1	as 2	as 3	as 4
eigenwaarde	0,047	0,032	0,167	0,116
correlatie	0,868	0,848	-	-
variantie	6,5	11,0	34,0	49,9

De ordinatie is uitgevoerd met twee geselecteerde landgebruikclusters. Bij het ordinatiediagram (§ 4.4) kan daarom op twee assen, waarop de correlatie van de twee landgebruikclusters met de macrofaunasoorten is uitgezet, worden weergegeven. Dit is 11,0% van de totale variantie. Met de parameterset inclusief de covariabelen (Cl , $t-PO_4$ en O_2) kan 49,9% van de soortensamenstelling met de parameters op de eerste vier assen worden verklaard. De eigenwaarde van as 3 en 4 is hoger dan die van as 1 en 2. De parameters die op deze assen van belang zijn (de covariabelen) zijn, zoals verwacht, van groter verklarende waarde dan de milieuchemische parameters.

4.4 Interpretatie van de ordinatiediagrammen

In deze paragraaf worden de grafische resultaten, de ordinatiediagrammen, van de canonische correspondentie-analyse van de directe analyse-methode (§ 4.4.1) en de indirecte analyse-methode (§ 4.4.2) gepresenteerd. In een ordinatiediagram kan van elke parameter de betekenis voor de afzonderlijke soorten worden weergegeven. Hoe meer parameters hoe meer assen om de relatie met de soorten weer te geven. Bij meer dan twee dimensies (dus meer dan twee assen, meer dan twee parameters) is het voor de interpretatie van het diagram van belang dat de positie van een parameter ten opzichte van alle assen wordt gezien. Hoe sterker een parameter met een as is gecorreleerd hoe beter het beeld. Wanneer in het ordinatiediagram de correlatie met het weergegeven vlak van twee parameters kleiner is dan 0,7, is er op basis van dat ordinatiediagram geen uitsluitsel te geven over het teken van de correlatie tussen de beide parameters.

De correspondentie-analyses zijn in dit onderzoek met twee actieve parameters uitgevoerd, bestrijdingsmiddelen bij de directe analyse-methode en landgebruikclusters bij de indirecte analyse-methode. Drie sleutelparameters zijn passief meegenomen (covariabelen). Hierdoor hebben de ordinatieresultaten in dit onderzoek betrekking op twee assen. Het beeld dat in het ordinatiediagram ontstaat is dan ook een tweedimensionaal beeld. De plaats van een soort in het diagram geeft aan bij welke waarde (concentratie) van de parameter de soort zijn optimum

heeft. Soorten in het centrum van het ordinatiediagram zijn soorten van gemiddelde omstandigheden. Hoe verder van het centrum de soorten, door middel van het trekken van een loodlijn, op de parametervector kunnen worden geprojecteerd des te sterker is de correlatie met de concentratie van de betreffende parameter. De parametervector is slechts in één kwadrant van het XY-assenstelsel geprojecteerd. De parametervector kan echter denkbeeldig loodrecht worden doorgetrokken in het tegenoverliggende kwadrant. Projectie van de loodlijn op de aanwezige parametervector duidt op een positieve correlatie, projectie op de denkbeeldige parametervector op een negatieve correlatie.

4.4.1 Directe analyse-methode

Op elk van de twee assen in het ordinatiediagram heeft één van de twee geselecteerde milieuchemische parameters de sterkste correlatie. In Tabel 4.4 is de correlatie van de twee milieuchemische parameters met de twee assen weergegeven. De eerste ordinatie-as is het sterkst gecorreleerd met *EOCI* (- 0,59), de tweede as met *cholrem* (0,69).

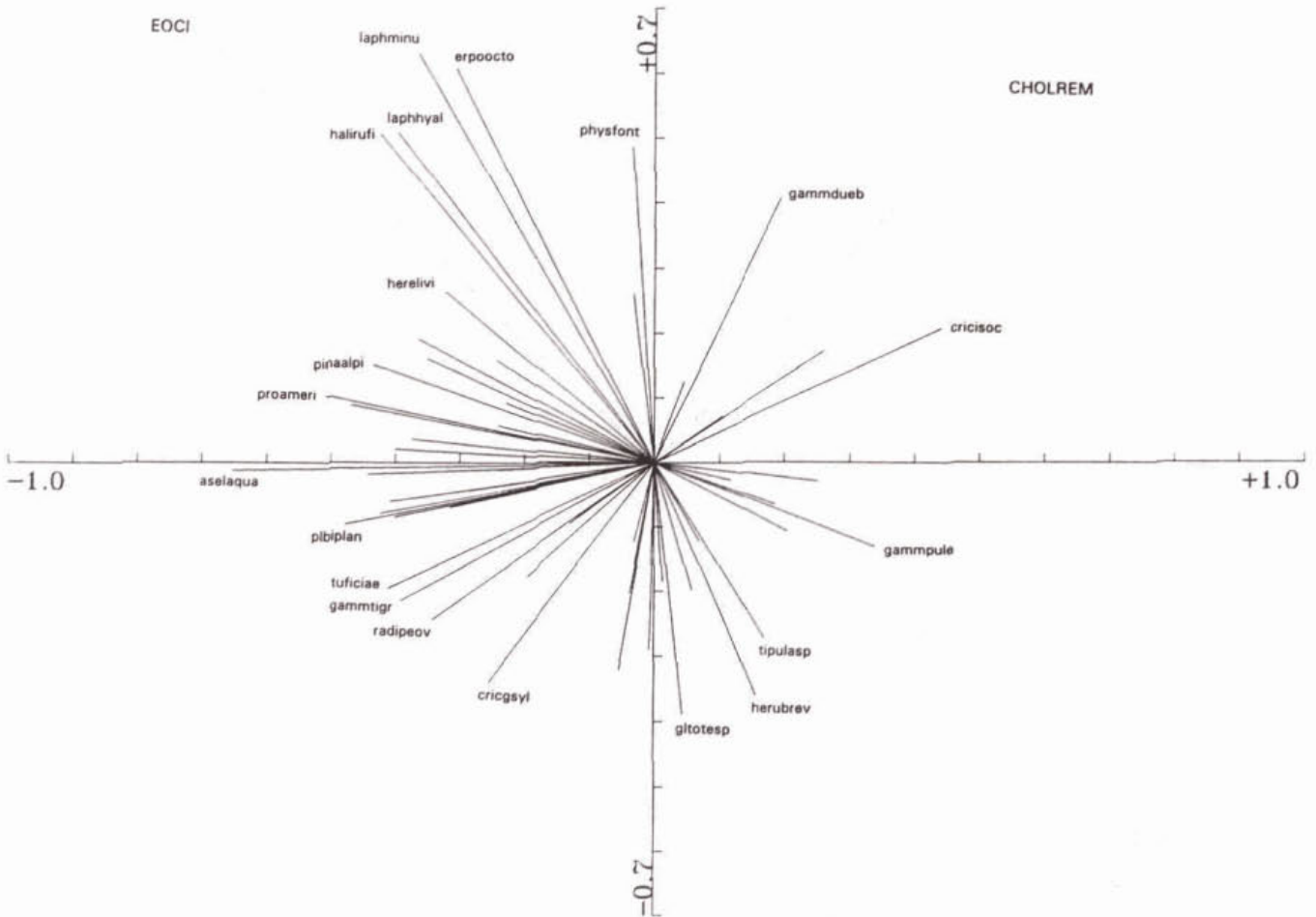
In Figuur 4.1 is het ordinatiediagram van de macrofaunasoorten en de twee milieuchemische parameters (bestrijdingsmiddelen) weergegeven. In het ordinatiediagram zijn de lettercodes van de soorten zoveel mogelijk weergegeven volgens de lettercode van de Nederlandse aquatische macrofauna voor mathematische verwerking (Verdonschot 1988).

Tabel 4.4 Correlatiecoëfficiënten van de twee bestrijdingsmiddelengroepen met beide assen. *EOCI* = extraheerbare organische halogenen; *cholrem* = cholinesteraseremmers

	<i>EOCI</i>	<i>cholrem</i>
as 1	- 0,59	0,65
as 2	0,55	0,69

De meeste soorten zijn te vinden in het centrum van het ordinatiediagram. Deze soorten blijken dus niet extra gevoelig of ongevoelig voor de bestrijdingsmiddelen *EOCI* en *cholrem*. Het ordinatiediagram laat verder zien dat *Gammarus duebeni* (een vlokreeft) en *Chironomus* subgenus *isocladius* (een vedermug), als enige soort voorkomen bij relatief hoge concentraties cholinesteraseremmers. *Asellus aquaticus* (Zoetwaterpissebed), *Radix peregra* var. *ovata* (een poelslak), *Cricotopus sylvestris* (een vedermug), *Planorbis* (een posthoornslak), *Gammarus tigrinus* (een vlokreeft) en Tubificidae (slingerwormen) zijn de soorten uit de dataset die het meest gevoelig zijn voor cholinesteraseremmers. *Laccophilus minutus*, *Laccophilus hyalinus* (twee waterroofkevers), *Haliphus ruficollis* (een watertreder), *Erpobdella octoculata* (een bloedzuiger) en in mindere mate *Proasellus meridianus* (een kreeftachtige) zijn de soorten uit de 18 monsterpunten die bij de hoogste concentraties *EOCI* voorkomen, zij zijn hiervoor het

minst gevoelig. Het gevoeligst voor *EOCl* zijn *Gammarus pulex* (een vlokreeft), *Tipula spec.* (langpootmuggen), *Helophorus brevipalpis* (een waterkever) en *Glyptotendipes spec.* (dansmuggen).



Figuur 4.1 Het ordinatiediagram van met de twee geselecteerde milieuchemische parameters (bestrijdingsmiddelen) uit de directe analyse-methode; elke lijn in het diagram staat voor een macrofaunasoort; alleen van de macrofaunasoorten die het sterkst positief of negatief met *EOCl* of *cholrem* zijn gecorreleerd is de naam weergegeven.

(*aselaqua* = *Asellus aquaticus*; *cricgsyl* = *Cricotopus sylvestris*-groep; *cricisoc* = *Cricotopus subgenus isocladus*; *erpoocto* = *Erpobdella octoculata*; *gammdueb* = *Gammarus duebeni*; *gammpule* = *Gammarus pulex*; *gammtigr* = *Gammarus tigris*; *gltotesp* = *Glyptotendipes spec.*; *halirufi* = *Halipilus ruficollis*; *herelivi* = *Helochares lividus*; *herubrev* = *Helophorus brevipalpis*; *laphhyal* = *Laccophilus hyalinus*; *laphminu* = *Laccophilus minutus*; *physfont* = *Physa fontinalis*; *pinaalpi* = *Piona alpicola*; *pbiplan* = *Planorbis*; *proameri* = *Proasellus meridianus*; *radipeov* = *Radix peregra var. ovata*; *tipulasp* = *Tipula spec.*; *tuficiae* = *Tubificidae*)

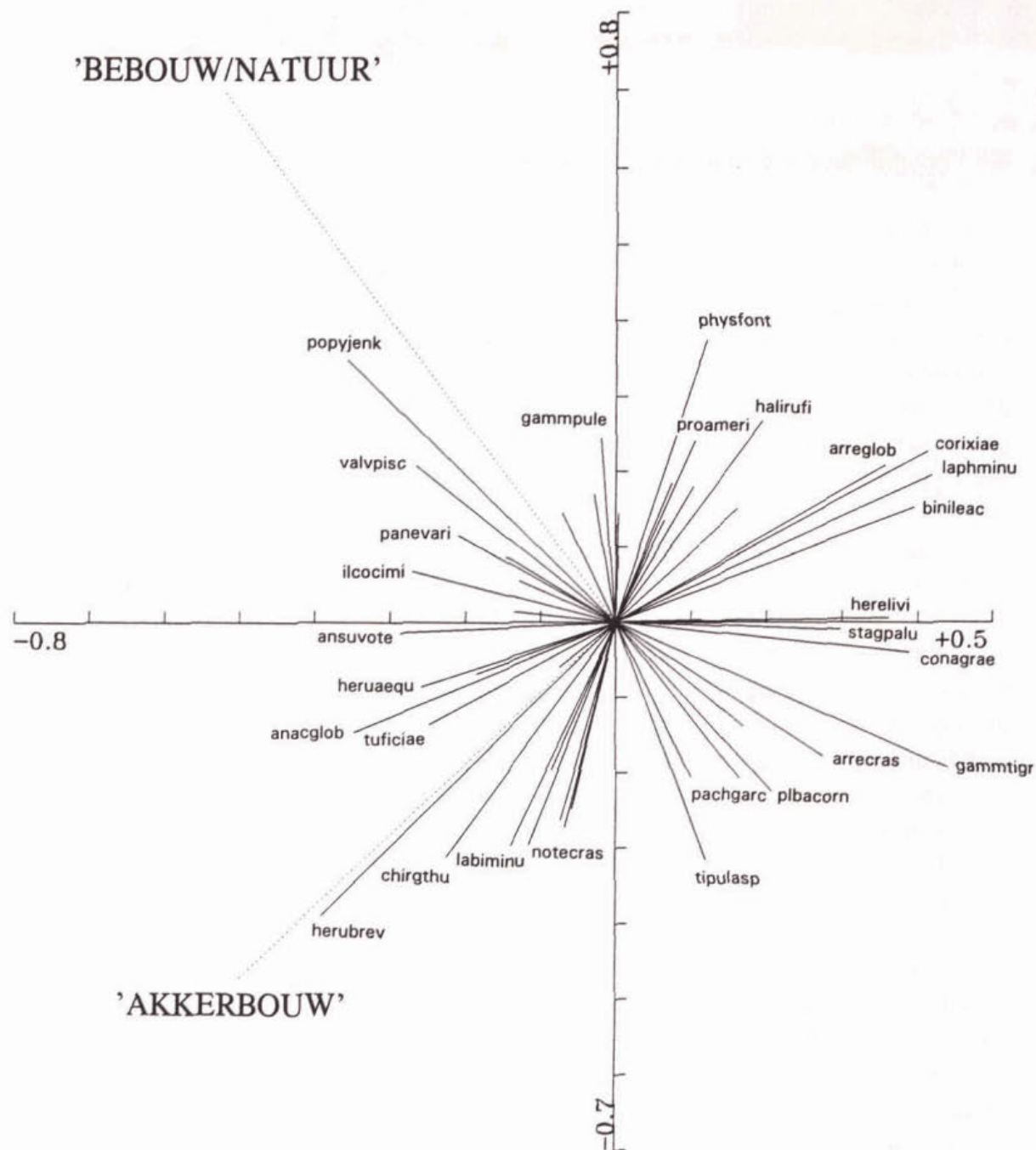
4.4.2 Indirecte analyse-methode

Elk van de twee geselecteerde landgebruikclusters heeft met een andere as de sterkste correlatie. In Tabel 4.5 is correlatie van de twee landgebruikclusters met de twee assen weergegeven. De eerste ordinatie-as is het sterkst gecorreleerd met het landgebruikcluster 'akkerbouw' (0,63), de tweede as met 'bebouw/natuur' (0,68).

Tabel 4.5 Correlatiecoëfficiënten van de twee landgebruikclusters met beide assen.

	akkerbouw	bebouw/ natuur
as 1	- 0,63	- 0,52
as 2	- 0,58	0,68

In Figuur 4.2 is het ordinatiediagram weergegeven van de macrofaunasoorten en twee landgebruikclusters. Voor de afkortingen van de macrofaunasoorten is uitgegaan van de lettercode van de Nederlandse aquatische macrofauna voor mathematische verwerking (Verdonschot 1988). Soorten in het centrum van het ordinatiediagram (Fig. 4.2) zijn soorten van gemiddelde omstandigheden. Tevens laat het ordinatiediagram zien dat *Helophorus brevipalpis* (een waterkever) en in mindere mate een soort uit de *Chironomus thummi*-groep (een vedermug) en *Arrenurus globator* (een watermijt) duidelijk meer dan gemiddeld voorkomen water in een gebied waar relatief veel land gebruikt wordt voor teelten uit het landgebruikcluster 'akkerbouw'. Voor *Laccophilus minutus* (een waterroofkever), *Bithynia leachi* (een diepslak), *Physa fontinalis* (Bronblaashoornslak) en *Anacaena globulus* (een waterkever) en in mindere mate *Proasellus meridianus* (een kreeftachtige) geldt het tegenovergestelde. Aangezien 'akkerbouw' en 'grasland' zeer sterk negatief gecorreleerd zijn kunnen deze twee clusters uitgewisseld worden, waarbij negatief positief wordt en andersom. De slakken *Potamopyrgus jenkinsi* en *Valvata piscinalis* zijn het sterkst gecorreleerd aan oppervlaktewater uit gebieden waar veel bebouwing of natuurgebied (landgebruikcluster 'bebouw/natuur') voorkomt. Het tegenovergestelde geldt voor *Gammarus tigrinus* (een vlokreeft), *Tipula spec.* (een langpootmug), *Planorbarius corneus* (Grote posthoornslak) en enkele soorten uit de familie van de Coenagrionidae, de waterjuffers.



Figuur 4.2 Het ordinatiediagram van met de twee geselecteerde landgebruikclusters uit de indirecte analyse-methode; elke lijn in het diagram staat voor een macrofaunasoort; alleen van de macrofaunasoorten die het sterkst positief of negatief met het landgebruikcluster 'akkerbouw' of 'bebouw/natuur' zijn gecorreleerd is de naam weergegeven.

(*anacglob* = *Anacaena globulus*; *ansuvote* = *Anisus vortex*; *arrecras* = *Arrenurus crassicaudatus*; *arreglob* = *Arrenurus globator*; *binileac* = *Bithynia leachi*; *chirgthu* = *Chironomus groep thummi*; *conagrae* = *Coenagrionidae*; *corixiae* = *Corixidae*; *gammpule* = *Gammarus pulex*; *gammtigr* = *Gammarus tigris*; *halirufi* = *Haliplus ruficollis*; *herelivi* = *Helochaeres lividus*; *heruaeque* = *Helophorus aequalis*; *herubrev* = *Helophorus brevipalpis*; *ilcocimi* = *Ilyocoris cimicoides*; *labiminu* = *Laccobius minutus*; *laphminu* = *Laccophilus minutus*; *notecras* = *Noterus crassicornis*; *pachgarc* = *Parachironomus arcuatus-groep*; *panevari* = *Palaemonetes varians*; *physfont* = *Physa fontinalis*; *plbacorn* = *Planorbarius corneus*; *poppyjenk* = *Potamopyrgus jenkinsi*; *proameri* = *Proasellus meridianus*; *stagpalu* = *Stagnicola palustris*; *tipulasp* = *Tipula spec.*; *tuficiae* = *Tubificidae*; *valvpisc* = *Valvata piscinalis*)

4.5 Vergelijking directe en indirecte analyse-methode

Een belangrijk doel van het onderzoek was het bepalen of de indirecte analyse-methode resultaten oplevert die vergelijkbaar zijn met de resultaten van de directe analyse-methode. Bij de directe analyse-methode wordt rechtstreeks de invloed van milieuchemische parameters bepaald. Bij de indirecte analyse-methode wordt er van uitgegaan dat het resultaat van de vergelijking van de landgebruikclusters en de soortensamenstelling ook beïnvloed wordt door deze milieuchemische parameters. Het hanteren van landgebruik als milieuparameter kan gezien worden als een indirecte manier om bestrijdingsmiddelengebruik in de analyse te betrekken.

4.5.1 Canonische correspondentie analyse

De relatieve bijdrage van de parameters aan de verklaring voor de soortensamenstelling is in de directe en de indirecte analyse-methode klein. Indien de invloed van sleutelparameters en milieuchemische parameters respectievelijk landgebruikclusters bepaald wordt, is in beide gevallen 72,5% van het voorkomen van de macrofauna te verklaren. Indien alleen naar de bijdrage van milieuchemische parameters en landgebruikclusters wordt gekeken bedraagt dit 13,8% respectievelijk 8,0%. Dit is respectievelijk 19,0% en 11,0% van de verklaring door alle geselecteerde parameters. De verklarende waarde van de eerste twee assen is in beide gevallen lager dan die van as 3 en 4. In geen van beide methoden zijn parameters anders dan de drie sleutelparameters Cl , $t-PO_4$ en Q van significant belang voor de soortensamenstelling als geheel.

4.5.2 Ordinatie

In beide methoden geeft het ordinatiediagram inzicht in de gevoeligheid van macrofauna-soorten voor de twee geselecteerde parameters ($EOCl$ en $cholrem$ bij de directe analyse-methode en 'akkerbouw' en 'bebouw/natuur' bij de indirecte analyse-methode). Het beeld dat in beide ordinatiediagrammen naar voren komt kan niet zonder meer met elkaar vergeleken worden. Het beeld geeft enkel de correlatie van de soorten met de twee bijbehorende parameters weer. Wel is het mogelijk de correlatie van individuele soorten met de parameters uit de verschillende diagrammen te vergelijken. Zo is bij voorbeeld *Helophorus brevipalpis* gevoelig voor $EOCl$ en komt de soort weinig voor in gebieden met veel bebouwing en/of natuur. *Proasellus meridianus* is weinig gevoelig voor $EOCl$ en komt redelijk veel in gebieden voor waar veel 'akkerbouw' is. Indien de parameters die in het diagram zijn uitgezet significant zouden zijn, waren er zeer waarschijnlijk meer soorten geweest die duidelijk gevoelig of juist ongevoelig voor een parameter zijn. Vergelijking van twee meer uitgesproken ordinatiediagrammen vergroot de mogelijkheid conclusies te trekken over de relatie tussen soorten en parameters in beide analyse-methoden.

HOOFDSTUK 5:

DISCUSSIE, CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

In dit hoofdstuk worden eerst de gehanteerde methoden besproken en worden de verkregen resultaten uit de voorbeeld-analyses op hun relevantie en bruikbaarheid bezien (§ 5.1). Vervolgens worden conclusies getrokken ten aanzien van de methoden en de analyses (§ 5.2). Tot slot worden in § 5.3 aanbevelingen gedaan ten aanzien van de metingen die door waterkwaliteitbeheerders worden verricht en voor mogelijk vervolgonderzoek.

5.1 Discussie

5.1.1 Selectie van bestanden

Het verkregen overzicht van gegevensbestanden is waarschijnlijk geen compleet overzicht van de metingen die in Nederland aan biota in oppervlaktewater worden verricht. Hiervoor zijn een aantal redenen te noemen. Informatie over meetgegevens van biota en bestrijdingsmiddelen is verzameld door middel van een enquête. Het bleek dat deze enquête niet door iedereen hetzelfde is geïnterpreteerd. Met de meeste gegevensbeheerders is daarom na het retourneren van de enquête nog een aantal keren telefonisch en schriftelijk contact geweest. Ondanks deze contacten resteren er in het overzicht nog een aantal onduidelijkheden en onzekerheden. In een aantal gevallen bleek de informatie nodig voor het invullen van de enquête (en daarmee van Bijlage 4) voor de gegevensbeheerder niet eenvoudig te achterhalen. Door de meeste gegevensbeheerders is vooral informatie over het routinematige meetnet gegeven. Bij navraag bleken er soms ook nog projectmatig punten bemonsterd te worden, die in de eerste reactie op het enquête-formulier niet waren vermeld. Er is echter vanwege tijdgebrek niet bij alle gegevensbeheerders expliciet naar dit soort projecten gevraagd. Bovendien is op de vraag om de gegevens in Bijlage 4 te controleren en aan te vullen niet door alle gegevensbeheerders gereageerd.

Door de STOWA zijn al eerder gegevens over metingen van macrofauna, macrofyten en diatomeeën in sloten verzameld bij verschillende waterkwaliteitbeheerders. Dit is gebeurd in het kader van het STOWA beoordelingssysteem voor sloten (STOWA 1993b). De gegevens in het resulterende STOWA-rapport zijn in een aantal gevallen in tegenspraak met de gegevens die via de hier gebruikte enquête zijn verzameld. Dit is het geval bij de gegevens van het Zuiveringschap Drenthe, de provincie Overijssel, het Zuiveringschap Veluwe en het Hoogheemraadschap van Schieland. Blijkens het STOWA-rapport zijn in het Zuiveringschap Drenthe en het Zuiveringschap Veluwe metingen aan macrofyten verricht. Deze metingen worden echter door de zuiveringschappen zelf niet vermeld. In de provincie Overijssel worden volgens het STOWA-rapport naast diatomeeën ook macrofauna en macrofyten bemonsterd. De metingen aan macrofyten en macrofauna worden echter door de provincie niet vermeld. Door het Hoogheemraadschap van Schieland worden volgens STOWA (1993b) meer milieufactoren gemeten dan het hoogheemraadschap vermeldt. In alle gevallen worden door STOWA (1993) meer gegevens vermeld dan in het voorliggende rapport.

Bij de provincie Overijssel is nagegaan waar de discrepantie door veroorzaakt zou kunnen zijn. De provincie vermeldde dat zij zeker geen macrofyten en macrofauna bemonsteren maar dat Waterschap Regge en Dinkel en het Zuiveringschap West-Overijssel dit wel doen. Mogelijk zijn metingen afkomstig van deze twee laatste waterkwaliteitbeheerders door STOWA per ongeluk aan de provincie toegeschreven. Het is niet duidelijk wat de oorzaak van de overige drie discrepanties is. Bij navraag bleek dat voor de gegevensverzameling in het kader van STOWA (1993) meer tijd beschikbaar is geweest dan voor dit onderzoek. Tevens zijn alle gegevens in het STOWA-rapport van voor 1985, terwijl de meeste meetgegevens die in het voorliggende rapport worden beschreven afkomstig zijn van na 1983. Dit kan de discrepantie tussen beide overzichten verklaren.

5.1.2 Analyse van het voorbeeldbestand

Omdat deze studie een demonstratieproject betreft waarin twee analyse-methoden worden gedemonstreerd is bij de uitwerking gekozen voor een klein databestand met een beperkte groep biota (macrofauna) een gering aantal monsterpunten en een kleine selectie milieuparameters. De vergelijking tussen beide analyse-methoden kan in een kleine steekproef wel goed worden gedemonstreerd. Het werken met een klein databestand heeft als nadeel dat weinig gegevens beschikbaar zijn om een eventuele correlatie tussen milieuparameters onderling en tussen milieuparameters en macrofauna te toetsen. De resultaten moeten daarom met de nodige voorzichtigheid worden geïnterpreteerd.

Ook de beide analyse-methoden zelf kennen een aantal voor- en nadelen. In de directe analyse-methode is de afhankelijkheid van de gemeten milieuparameters groot. Het blijkt dat er zelden sprake is van een uniforme set milieuparameters, er zijn weinig monsterpunten waar dezelfde set milieuparameters wordt gemeten. Een uniforme set sleutelparameters wordt in de meeste monsterpunten in het werkgebied van een waterkwaliteitbeheerder wel gemeten maar de gemeten set milieuchemische parameters is sterk wisselend. Bij de indirecte analyse-methode is

er geen één-op-één relatie tussen gemeente(n) en afwateringsgebied(en). Mogelijk is de aanvoer van water in een bepaald monsterpunt afkomstig uit twee of zelfs meer gemeenten; gemeenten die qua landgebruik verschillend kunnen zijn. Het was echter nog niet mogelijk te werken met landgebruikgegevens per afwateringsgebied in een één-op-één relatie. Indien deze relatie tussen monsterpunten en landgebruik wel tot stand kan worden gebracht, zal dit een positief effect hebben op de vergelijking tussen directe en indirecte analyse-methode. De indirecte analyse-methode zal hierdoor immers in betrouwbaarheid toenemen.

Indien de indirecte analyse-methode wordt verbeterd door een meer rechtstreekse relatie te leggen tussen landgebruik en afwateringsgebied, wordt de betrouwbaarheid van deze methode vergroot. Een betrouwbare indirecte analyse-methode heeft vooral uit praktisch oogpunt grote voordelen boven de directe analyse-methode. De indirecte analyse-methode is makkelijker uit te voeren, vergt minder tijd, is minder afhankelijk van omstandigheden op het moment van monsternamen zoals weersomstandigheden en het seizoen.

In de correspondentie-analyse is uitgegaan van een unimodale verdeling. Voor de sleutelparameters is deze veronderstelling vaak juist. Bij milieuchemische parameters is echter een lineaire verdeling waarschijnlijker; bij een toenemende concentratie van milieuchemische parameters, de contaminanten (waaronder bestrijdingsmiddelen), zal de aanwezigheid van soorten immers afnemen. In de correspondentie-analyse kan echter binnen een set parameters geen onderscheid worden gemaakt naar de wijze waarop de parameters zijn verdeeld.

In de directe analyse-methode is gekozen voor een dataset met 18 monsterpunten, omdat hiermee de voor dit onderzoek relevante bestrijdingsmiddelen als parameters in de analyse meegenomen konden worden. Bij de indirecte analyse-methode speelde deze afweging geen rol. Voor statistische analyses verdienen grote steekproeven de voorkeur boven kleine. Om te toetsen of er een relatie bestaat tussen landgebruik en het voorkomen van macrofaunasoorten had in de indirecte analyse-methode daarom ook gebruik gemaakt kunnen worden van de dataset met 32 monsterpunten. In dit onderzoek is gekozen voor het gebruik van twee identieke datasets waar dit strikt genomen niet nodig was. De dataset met 18 monsterpunten is een uitsnede uit de grotere dataset met 32 monsterpunten. Vergelijking van de twee datasets blijft daarom mogelijk.

5.2 Conclusies

Het in dit rapport beschreven onderzoek kent in feite drie doelen. Het eerste doel is het kritisch bezien en selecteren van bestanden van waterkwaliteitbeheerders. Het tweede doel van het onderzoek is te onderzoeken of er een relatie is tussen de aanwezigheid van bestrijdingsmiddelen in het oppervlaktewater en biota. Het derde doel is te onderzoeken of het mogelijk is op een indirecte wijze, via landgebruik, deze eventuele effecten van bestrijdingsmiddelen in het oppervlaktewater op biota te voorspellen en te verklaren. Dit onderzoek

betreft, naast een beredeneerde selectie van databestanden van waterkwaliteitbeheerders, een demonstratie van een mogelijke methode voor de realisatie van beide subdoelen.

Databestanden

Naar aanleiding van de uitgevoerde *screening* van databestanden van waterkwaliteitbeheerders in Nederland kan geconcludeerd worden dat niet een compleet en uniform overzicht van de in Nederland verrichte metingen aan biota en bestrijdingsmiddelen in oppervlaktewater kan worden verkregen. Het verkregen overzicht geeft echter een, in het kader van het onderhavige onderzoek, goed bruikbare indruk van metingen die worden verricht en hun geschiktheid voor onderzoek naar de relaties tussen bestrijdingsmiddelenmetingen en biotametingen.

Analyse

De analyses zijn uitgevoerd met een parameterset waarbij de sleutelparameters als covariabelen zijn beschouwd omdat veel sleutelparameters tot de masterfactoren behoren die, wat hun invloed op de soortensamenstelling betreft, dominant zijn over andere parameters. De gegevens over de significantie van de milieuparameters laten zien dat sleutelparameter *Cl* in beide analyse-methoden zeer sterk significant is voor de aanwezigheid van bepaalde met de macrofaunasoorten. Het chloridegehalte van het oppervlaktewater in Noord-Holland is van grote invloed op biota omdat het relatief hoog is, hoewel het in de loop der jaren lager wordt. In de meeste polders in Noord-Holland ligt het inmiddels onder de 500 mg/l (van der Hammen 1992). Van de soorten die in de ordinatie als kenmerkend naar voren komen (zie: § 4.4) blijkt uit de macrofauna-atlas van Noord-Holland (van Steenberg 1993) dat voor veel soorten het optimum voor *Cl* ruim onder de 500 mg/l ligt (van Steenberg 1993). De variatie in optimum *Cl*-concentratie is echter groot, met *Planorbarius corneus* met de sterkste voorkeur voor zoet water (183 mg/l *Cl*) en met *Palaemonetes varians* voor de meest zoute omstandigheden (5417 mg/l *Cl*).

Indien de sleutelparameters niet als covariabelen maar als gewone parameters worden beschouwd zal de invloed van milieuchemische parameters of de landgebruikclusters minder duidelijk naar voren komen door onder andere de sterke dominantie van *Cl*. Uiteraard dient bij de beoordeling van de effecten van bestrijdingsmiddelen (zowel via de directe als de indirecte weg) de dominante rol van enkele sleutelparameters in acht te worden genomen.

Hoewel in beide analyse-methoden een aantal dezelfde soorten naar voren komen zijn de resultaten van de RDA met de directe en de indirecte analyse-methode moeilijk met elkaar te vergelijken. Wel komt in beide methoden de relatie tussen een aantal individuele soorten en geselecteerde parameters naar voren. Zo blijkt de Zoetwaterpissebed, *Asellus aquaticus*, gevoelig te zijn voor cholinesteraseremmers. Het is echter van belang na te gaan of er wellicht andere parameters sterk (positief of negatief) gecorreleerd zijn met cholinesteraseremmers aangezien deze dan ook voor het effect verantwoordelijk kunnen zijn. Uit een vergelijking van de correlaties van de overige parameters (sleutelparameters, milieuchemische parameters en landgebruikclusters) met *EOCl* en *cholrem* kan worden afgeleid dat alleen de milieuchemische

parameter kwik (Hg) een duidelijke correlatie met een bestrijdingsmiddel (*cholrem*) vertoont. De overige parameters uit de dataset zijn niet sterk met de bestrijdingsmiddelen gecorreleerd. Van de complete set parameters zijn de bestrijdingsmiddelen dan ook de belangrijkste verklarende parameters voor de soorten die in § 4.4.1 naar voren komen. Bij de indirecte analyse-methode lijkt er in de vergelijking van de parameters ten opzichte van 'akkerbouw' en 'bebouw/natuur' een duidelijke negatieve correlatie te zijn tussen 'akkerbouw' en *cholrem*. Aangezien in beide analyse-methoden de complete parameterset ongeveer de helft (zie: § 4.4.1) van de soortensamenstelling verklaart zijn er mogelijk parameters buiten de set die ook een belangrijke verklaring voor de presentie/abundantie van de soorten geven.

De indirecte analyse-methode lijkt toepasbaar om effecten op macrofauna te kunnen verklaren of voorspellen, waarbij wel de nodige voorzichtigheid in acht dient te worden genomen. Aan deze methode of benaderingswijze moet immers nog het nodige verbeterd worden (zie: § 5.1). De eerste resultaten van een proefneming met een voorbeeldbestand laten echter hoopgevende resultaten zien. Het voorbeeldbestand is echter te klein om harde conclusies te kunnen trekken met betrekking tot de invloed van bestrijdingsmiddelen op macrofauna en over de uitwisselbaarheid van de directe en de indirecte analyse-methode. Met de analyses van het voorbeeldbestand wordt echter wel duidelijk dat de gehanteerde methoden op zich bruikbaar zijn voor het onderzoeken van effecten van bestrijdingsmiddelen in oppervlaktewater op biota. Om duidelijke uitspraken te kunnen doen over de invloed van parameters op de soortensamenstelling is het van belang dat de parameters ook een significante invloed hebben. Als duidelijk is welke milieuchemische parameters significant zijn kan een vertaalslag worden gemaakt naar de indirecte methode.

Ordinatie

Het aantal monsterpunten en parameters in het voorbeeldbestand is klein. Voor de directe analyse-methode konden uit de set milieuchemische parameters slechts twee (residuen van) bestrijdingsmiddelen, *EOCI* en *cholrem*, beide somparameters, worden geselecteerd. Mogelijk zijn ze door een grote spreiding in de gemeten concentraties niet significant. Ondanks deze grote spreiding, mogelijk veroorzaakt door enkele hoge concentraties, wordt wel duidelijk dat ze van invloed kunnen zijn op individuele macrofaunasoorten. Dit geldt eveneens voor de indirecte analyse-methode. Het is echter de vraag of deze invloed wordt bepaald door het landgebruik of door het bodemtype. Akkerbouw zal in het voorbeeldgebied voornamelijk plaatsvinden op kleigrond, grasland is vooral op veengrond te vinden en bloembollen op zandgrond. Het is mogelijk dat de ordinatie bepaald wordt door bodemtype in plaats van type landgebruik. Uiteraard zijn bodemtype en landgebruik - en daarmee ook bestrijdingsmiddelengebruik - met elkaar gecorreleerd. De invloed van bestrijdingsmiddelen of bodemtype op het voorkomen van macrofaunasoorten is hierdoor moeilijk te bepalen.

Directe en indirecte analyse-methode

Zoals hierboven reeds gemeld is met de kleine dataset en de geselecteerde parameters met dit onderzoek niet mogelijk aan te geven of de indirecte analyse-methode een bruikbaar alternatief

is voor de directe analyse-methode. Wel laten beide methoden bruikbare resultaten zien ten aanzien van de relatie met individuele soorten. Multivariate analysetechnieken zijn op zich uitermate geschikt om correlaties tussen milieuvariabelen onderling en milieuvariabelen en soorten te bepalen. Dit geldt zeker voor uitgebreide datasets en invloedrijke parameters. Hoewel harde uitspraken nu niet mogelijk zijn lijkt de indirecte analyse-methode, met de nodige aanpassingen in methode en basisgegevens (zie: § 5.3), een bruikbaar alternatief voor de directe analyse-methode.

5.3 Aanbevelingen

5.3.1 Aanbevelingen voor waterkwaliteitbeheerders

Over het algemeen worden door waterkwaliteitbeheerders vooral het voorkomen en de abundantie van soorten gemeten. Effecten op individuen, zoals groeiremming, reproductieremming, sterfte en afwijkingen, worden niet of slechts aan een zeer beperkt aantal soorten en in zeer weinig gevallen gemeten. Dit is een nadeel omdat negatieve effecten als gevolg van bestrijdingsmiddelen op individu-niveau zich waarschijnlijk eerder manifesteren dan die op populatieniveau. Aanbevolen wordt daarom om meer effecten op individu-niveau te monitoren. Hierbij kan gedacht worden aan *Daphnia*-toetsen, waarin gekeken wordt naar overleving en reproductie (zie b.v.: de Jong & Bergema 1994), en aan toetsen met muggenlarven, waarin gekeken wordt naar kaakafwijkingen (zie: Urk *et al.* 1991). In opdracht van de STOWA is een onderzoek gestart naar de ontwikkeling van een efficiënt en effectief systeem voor biomonitoringstechnieken voor bestrijdingsmiddelen en zware metalen in oppervlaktewater.

Uitbreiding organismengroepen

Uit de verzamelde informatie over metingen aan biota blijkt dat vooral het voorkomen van macrofauna en macrofyten wordt onderzocht. Als echter de STOWA-beoordelingsmethode door de waterkwaliteitbeheerders gebruikt zal gaan worden, zullen ook macrofyten, fytoplankton (niet in sloten) en epifytische diatomeeën systematisch moeten worden bemonsterd. Waterkwaliteitbeheerders dienen hiervoor een bemonsteringsprogramma en -wijze in te voeren dat bij voorkeur aansluit bij reeds bestaande bemonsteringen van de nieuw toe te voegen organismengroepen.

Meting van bestrijdingsmiddelen

Door een aantal waterkwaliteitbeheerders worden alleen organo-chloorbestrijdingsmiddelen gemeten. Deze middelen zijn over het algemeen zeer giftig. Van het grootste deel van de groep organo-chloorbestrijdingsmiddelen is sinds de jaren tachtig het gebruik echter al verboden. Wanneer er vanuit wordt gegaan dat weinig middelen uit deze groep nog gebruikt worden, is het aantonen van risico's en/of effecten van deze middelen meer van theoretisch dan van praktisch belang voor het bestrijdingsmiddelenbeleid. Het is daarom nuttig om naast deze organo-chloorbestrijdingsmiddelen ook een aantal middelen te meten die nu nog wel veel gebruikt worden.

In het STOWA-project 'Indicatieve methoden en groepsparameters' is onderzoek gedaan naar geschikte analyse-methoden voor onder andere bestrijdingsmiddelen in het oppervlaktewater (Niederländer *et al.* 1996). Hieruit kwam naar voren dat *immuno-assays* zeer geschikt lijken voor de bepaling van waterkwaliteit. Met name voor bepaling van pesticiden zijn geschikte *immuno-assays* voorhanden.

Standaardisatie basispakket

De meeste waterkwaliteitbeheerders meten een groot deel van het 'basispakket aan milieufactoren' (zie: § 2.3.1). Er zijn echter slechts twee waterkwaliteitbeheerders die alle voor dit onderzoek relevante milieufactoren meten. De overige waterkwaliteitbeheerders meten wisselende combinaties van de milieufactoren. Er is geen standaardpakket van milieufactoren dat door iedere waterkwaliteitbeheerder wordt gemeten. Standaardisatie van dit basispakket zal de bruikbaarheid van de gegevens groter maken doordat de gegevens van verschillende waterkwaliteitbeheerders dan te combineren zijn.

Het verdient aanbeveling een basisset met parameters op te stellen die in alle monsterpunten worden gemeten. In dit basispakket zouden naast de sleutelparameters ook een aantal zware metalen, PAK's en bestrijdingsmiddelen moeten worden opgenomen. Om deze aanvulling op het pakket niet te groot te maken kan gebruik worden gemaakt van somparameters. Naast analyse-methoden voor bestrijdingsmiddelen geven Niederländer *et al.* (1996) een overzicht van een aantal groeps- en somparameters die mogelijk geschikt zijn voor waterkwaliteitsbepaling, voor bij voorbeeld adsorbeerbare organische halogenen (AOX), extraheerbare organostikstof (EON) en *HPLC-fingerprints (high performance liquid chromatography)* voor de bepaling van organische microverontreinigingen.

Uniformering parameters

De bestanden met monsterpunten waar zowel biota als bestrijdingsmiddelen zijn gemeten bestaan meestal uit een klein aantal monsterpunten. Deze bestanden zouden breder toepasbaar worden als door iedere waterkwaliteitbeheerder op een aantal locaties dezelfde metingen aan biota, bestrijdingsmiddelen en milieufactoren werden verricht. De Coördinatiecommissie Uitvoering Wet Verontreiniging Oppervlaktewater (CUWVO) heeft een watersysteemrapportage uitgewerkt waarin zowel fysisch-chemische gegevens (waaronder bestrijdingsmiddelen) als biotische gegevens van de waterkwaliteitbeheerders zijn verwerkt (CUWVO 1994). Ieder jaar worden door de waterkwaliteitbeheerders van een aantal locaties gegevens over biota en fysisch-chemische parameters aangeleverd. Op dit moment worden echter de verschillende aspecten (biota, fysisch-chemisch, waterbodempkwaliteit enz.) niet altijd op dezelfde locaties gemeten. De CUWVO streeft ernaar dat uiteindelijk op een aantal locaties alle aspecten worden gemeten, zodat deze gegevens kunnen worden geïntegreerd.

Aandacht voor gewervelden

Door de waterkwaliteitbeheerders worden nauwelijks de soortensamenstelling en de aantallen van hogere organismen, zoals vissen, amfibieën en vogels, in sloten gemeten. Als de wel

bemonsterde organismen, zoals macrofyten en macrofauna, gevoeliger zijn voor bestrijdingsmiddelen in het oppervlaktewater dan de hogere organismen vormt dit geen probleem. Er zijn echter hogere organismen die zeer gevoelig zijn voor bestrijdingsmiddelen in het oppervlaktewater, zoals de regenboogforel (Mayer & Ellersieck 1986). Hoewel deze soort niet in sloten in Nederland voorkomt, wijst de gevoeligheid van deze soort erop dat ook vissen zeer gevoelig voor bestrijdingsmiddelen kunnen zijn. In Nederland is, in vergelijking met macrofauna en macrofyten, niet veel onderzoek gedaan naar de gevoeligheid van vissen. Het is daarom aan te bevelen om in ieder geval onderzoek te starten naar de gevoeligheid van vissen in Nederlandse oppervlaktewateren. Hierbij kan gedacht worden aan een inventarisatie van de vissoorten in met bestrijdingsmiddelen belaste en onbelaste sloten, maar ook aan *bio-assays* met bij voorbeeld stekelbaarzen (de Jong 1995). Vogels en zoogdieren hebben een lagere prioriteit omdat ze behalve door het water ook (sterk) door factoren in het terrestrische milieu worden beïnvloed.

5.3.2 Aanbevelingen voor vervolgonderzoek

Zoals in de voorafgaande paragrafen naar voren komt, zijn op basis van het onderhavige onderzoek enige voorzichtige conclusies te trekken. Het lijkt daarmee aangetoond dat een nadere uitwerking van deze benaderingswijze voor een verdere toetsing in aanmerking komt. Vervolgonderzoek kan op dit moment in verschillende richtingen plaatsvinden.

Verdieping analyse-methoden

Aan de hand van het voorbeeldbestand dat in deze studie is gebruikt kan een verdieping van de toegepaste analyse-methoden worden uitgevoerd. Door een nadere uitwerking van de correspondentie-analyse en de ordinatie kunnen onderlinge correlaties tussen parameters en als tussen parameters en soorten beter worden gekwantificeerd. Tevens kan hierdoor een kwantitatieve vergelijking tussen de twee analyse-methoden worden gemaakt.

Een methode die het mogelijk maakt op een groter aantal punten biotametingen te koppelen aan bestrijdingsmiddelenmetingen is ruimtelijke interpolatie. Belangrijk uitgangspunt bij de ruimtelijke interpolatie is dat punten die dicht bij elkaar liggen, meer op elkaar lijken dan punten die verder van elkaar af liggen (auto-correlatie). Daarnaast is het van belang dat in het gebied tussen de punten geen puntlozingen plaatsvinden en het te schatten punt stroomafwaarts ligt van het gemeten punt. Voor de schatting van een gehalte van een bepaald bestrijdingsmiddel P (en dit geldt *ex aequo* voor elke willekeurige andere variabele) voor een biotisch monsterpunt b (b.v. een slootvegetatie-opname) moet dus rekening worden gehouden met de afstand via het water tussen het biotisch monsterpunt en de omliggende monsterpunten van het betreffende bestrijdingsmiddel. De concentratie van het bestrijdingsmiddel op het biotisch monsterpunt kan op de volgende manier worden geschat:

$$P_b = \frac{\sum w_i \times P_i}{\sum w_i}$$

In deze formule is P_b de concentratie van het bestrijdingsmiddel op het biotische monsterpunt en P_i de concentratie van het bestrijdingsmiddel op één van de nabije monsterpunten i . De concentraties op de omliggende monsterpunten worden vermenigvuldigd met een weegfactor w_i die afhangt van de afstand tussen i en b . De weegfactor w moet maximaal (100%) zijn als beide punten precies samenvallen en minimaal (0%) als de punten ver uit elkaar liggen. De op deze manier gewogen concentraties worden opgeteld en gedeeld door de som van alle gebruikte weegfactoren.

Homogene regio

In de bovengenoemde homogene regio zouden zowel belaste als onbelaste gebieden moeten voorkomen. De Flevopolder lijkt hiervoor geschikt te zijn. Het is een qua bodemtype vrij homogeen gebied, waar zowel traditionele akkerbouw - met belaste sloten - als geïntegreerde en biologische akkerbouw - met minder of niet-belaste sloten - voorkomt. Bovendien is er op dit moment in de Flevopolder een aantal 'ecologische' akkerbouwbedrijven actief. Deze bedrijven gebruiken minder bestrijdingsmiddelen dan er in de reguliere akkerbouw wordt ingezet. Sloten in en rond deze bedrijven zijn wellicht als een andersoortige referentie (nl. hetzelfde bodemgebruik en tevens minder belast) te gebruiken. Er moeten minstens 50 monsterpunten worden bemonsterd (ongeveer driemaal het aantal milieufactoren, incl. de factor bestrijdingsmiddel). Op deze punten zou een zo breed mogelijk scala aan organismen bemonsterd moeten worden (in ieder geval diatomeeën, macrofyten, macrofauna en vissen). Tevens zou op deze plaatsen een aantal *bio-assays* uitgevoerd moeten worden met bij voorbeeld watervlooien.

Ander basisbestand

Dezelfde methode als in deze studie is toegepast kan ook voor een ander basisbestand worden gebruikt (b.v. regionale bestand van Delfland of landelijke STOWA-slotenbestand). Een eerste stap kan gezet worden door het toepassen van dezelfde methode op een basisbestand met meer monsterpunten. Hiermee kan een duidelijker beeld worden gekregen van de bruikbaarheid van de methoden en de voetangels en klemmen die zowel de directe als de indirecte analyse-methode kennen. Tevens kan getoetst worden of met een andere parametersselectie, zoals bodemtype in plaats van watertype, ondubbelzinniger resultaten worden verkregen.

Een stap verder gaat het uitvoeren van een soortgelijk onderzoek als in deze studie met een basisbestand dat naast meer monsterpunten ook een grotere set uniforme milieuchemische parameters bevat. Hiermee kan naast de doelen die in de eerste stap zijn genoemd ook een beter beeld verkregen worden van de mogelijke effecten van bestrijdingsmiddelen in oppervlaktewater op biota.

Nieuwe dataset

Uit de beoordeling van de regionale bestanden bleek dat geen enkel bestand aan alle voorwaarden (alle milieufactoren gemeten, in sloten, voldoende overlap met bestrijdingsmiddelen gegevens) voldeed. Voor een goede en volledige analyse moet daarom een geheel

nieuwe dataset worden opgebouwd. Een dergelijke dataset kan om een aantal redenen meer betekenis hebben dan een uitbreiding van het aantal locaties waar, voor de CUWVO, geïntegreerde metingen worden uitgevoerd. In de eerste plaats kunnen de metingen op een standaard-manier worden uitgevoerd. Ten tweede kunnen de metingen in een, wat milieufactoren betreft, homogene regio worden verzameld, zodat eventuele effecten van bestrijdingsmiddelen minder door effecten van milieufactoren worden vertroebeld. Er kan, ten slotte, een breed scala aan organismen, waaronder ook vissen, bemonsterd worden.

Opzetten nieuw landgebruikbestand

Om een beter beeld te kunnen krijgen van de relatie tussen landgebruik (en bestrijdingsmiddelen gebruik) en biota in het oppervlaktewater biedt een overzicht van dit landgebruik per afwateringsgebied uitkomst. Een dergelijk overzicht is mogelijk te realiseren door gebruik te maken van de landgebruikdata uit de Landschapecologische Kartering Nederland (LKN), waarbinnen per vierkante kilometer het landgebruik is gespecificeerd. Het Landgebruikbestand Nederland (LGN) biedt mogelijk specifiekere informatie over het landgebruik (groter oplossend vermogen).

Met het opzetten van een aan afwateringsgebieden gekoppeld bestand met landgebruikdata (één-op-één-bestand) kan met meer zekerheid een relatie worden aangetoond tussen bestrijdingsmiddelengebruik op het land, de aanwezigheid hiervan in het oppervlaktewater op een specifiek monsterpunt. Dit vergroot de betrouwbaarheid van de resultaten ten aanzien van de indirecte analyse-methode.

Alle hierboven genoemde opties voor vervolgonderzoek hebben als doel het realiseren van methodische verbeteringen en van een ruimere toepasbaarheid. Daarom is het raadzaam na te gaan of combinaties van opties mogelijk zijn en/of gelijktijdig kunnen worden uitgevoerd.

LITERATUUR

- Canters KJ, Snoo GR de, Jong FMW de & Linden J van der 1990. Side effects of pesticides on terrestrial invertebrates and aquatic fauna. - CML report 46. Centrum voor Milieukunde Leiden.
- CBS [Centraal Bureau voor de Statistiek] 1996. Statistisch Jaarboek 1996. Centraal Bureau voor de Statistiek. SDU, 's-Gravenhage.
- CUWVO [Coördinatiecommissie Uitvoering Wet Verontreiniging Oppervlaktewater] 1994. Landelijke watersysteemrapportage 1993.
- Gorter M & Mangelaars J 1993. Het water uitgevlood. Toxiciteitstoetsen met watervlooiën in het veld 1990-1993. Hoogheemraadschap van Delfland, Technische Dienst, Delft.
- Hammen H van der 1992. De macrofauna van het oppervlaktewater van Noord-Holland. Een aquatisch-oecologische studie: inventarisatie, verspreidingspatronen, tijdreeksen, classificatie van wateren. Provincie Noord-Holland, Dienst Ruimte & Groen, Haarlem
- Heijungs R, Guinée JB, Huppés G, Lankreijer RM, Udo de Haes HA, Wegener Sleswijk A, Ansems AMM, Eggels PG, Duin R van & Goede HP de 1992. Milieugerichte levenscyclusanalyses van producten. CML/T-NO/B&G.
- Hensbergen PJ & Gestel CAM van 1995. Combinatie-toxiciteit in het terrestrische milieu. - TCB rapport R04. Technische Commissie Bodembescherming, Den Haag.
- Hooijmaijers C 1992. De invloed van de glastuinbouw op het aquatische ecosysteem in 'Rivierenland'. Stageverslag. Zuiveringschap Rivierenland/ IAHL, Wageningen.
- Jong FMW de 1995. Framework for field trials for side-effects of pesticides. - CML report 117. Centre of Environmental Science, Leiden.
- Jong FMW de & Bergema WF 1994. Field bioassays for side-effects of pesticides. - CML report 112. Centre of Environmental Science, Leiden.
- Jongman RHG, Braak CJF ter & Tongeren OFR van 1987. Data analysis in community and landscape ecology. Pudoc, Wageningen.
- Kalf DF, Crommentuijn GH, Posthumus R & Plassche EJ van de 1995. Integrated environmental quality objectives for polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH's). - RIVM report 679101018. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven.
- Klapwijk SP 1994. Bestrijdingsmiddelen en regionaal waterkwaliteitsbeheer. - Het Waterschap 5: 207-12.
- Klijn F 1988. Milieubeheergebieden. CML-mededelingen 37/RIVM-rapport 758702001. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven.
- Lewis MA 1993. Freshwater Primary Producers. In: Calow P: Handbook of Ecotoxicology; volume 1: 28-50. Blackwell Scientific Publications, Oxford.

- Maasdam R, Roijackers RMM, Cate JH ten & Mourik EK van 1992. Diatomeeën gezelschappen in Overijssel. Landbouwwuniversiteit Wageningen, Vakgroep Natuurbeheer, Wageningen/Provincie Overijssel, Hoofdgroep Milieu en Waterstaat, Zwolle.
- Mayer FL & Eilersieck MR 1986. Manual of Acute Toxicity: Interpretation and Data Base for 410 Chemicals and 66 Species of Freshwater Animals. - United States Department of the Interior, Fish and Wildlife Service, Resource Publication 160. Washington, D.C.
- LNV [Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer & Visserij] 1991. Meerjarenplan gewasbescherming. Regeringsbeslissing/Achtergronddocumenten. Handelingen Tweede Kamer 21 677, 3-4. SDU, 's-Gravenhage.
- V&W [Ministerie van Verkeer en Waterstaat] 1994. Evaluatienota Water. Handelingen Tweede Kamer 21 250, 27-28. SDU, 's-Gravenhage.
- Niederländer HAG, Brills J, Meulenberg PMM, Noij ThHM & Dogterom J 1996. Indicatieve analytische methoden en groeps- en somparameters voor de bepaling van waterkwaliteit; inventarisatie van bestaande technieken en correlatie-analyse van waterkwaliteitsgegevens. Definitief concept. [tekst van verslag van ICWS project 207. International Centre of Water Studies, Amsterdam.
- Oude Voshaar JH 1994. Statistiek voor onderzoekers, met voorbeelden uit de landbouw-en milieuwetenschappen. Wageningen pers, Wageningen.
- Rijn JP van, Straalen NM van & Willems J 1995. Handboek bestrijdingsmiddelen. Gebruik en milieu-effecten. VU Uitgeverij, Amsterdam.
- Steenbergen HA 1993. Macrofauna-atlas van Noord-Holland: verspreidingskaarten en responsies op milieufactoren van ongewervelde waterdieren. - Basisinformatie 7. Provincie Noord-Holland, Dienst Ruimte en Groen, Haarlem.
- STOWA [Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer] 1993a. Ecologische beoordeling en beheer van oppervlaktewater. Beoordelingssysteem voor sloten op basis van macrofyten, macrofauna en epifytische diatomeeën. - STOWA rapport 93-14. STOWA, Utrecht.
- STOWA 1993b. Ecologische beoordeling en beheer van oppervlaktewater. Wetenschappelijke verantwoording van het beoordelingssysteem voor sloten. - STOWA rapport 93-15. STOWA, Utrecht.
- STOWA 1993c. Ecologische beoordeling en beheer van oppervlaktewater. Beoordelingssysteem voor meren en plassen op basis van vegetatie en fytoplankton. - STOWA rapport 93-16. STOWA, Utrecht.
- STOWA 1994a. Ecologische beoordeling en beheer van oppervlaktewater. Beoordelingssysteem voor kanalen op basis van macrofyten, macrofauna, epifytische diatomeeën en fytoplankton. - STOWA rapport 94-1. STOWA, Utrecht.
- Urk G van, Kerkum F van & Leeuwen van CJ 1991. Insects and insecticides in the Lower Rhine. In: Wit, JAW, Gaag MA van der, Guchte C van der, Leeuwen CJ van & Koeman J (eds.): Pesticide effects on terrestrial wildlife: 319-33. Taylor and Francis Ltd, London.
- Verdonschot PFM & Torenbeek R 1988. Lettercodering van de Nederlandse aquatische macrofauna voor wiskundige verwerking. - RIN-rapport 88/30. Rijksinstituut voor Natuurbeheer, Leersum.
- Verdonschot PFM 1990. Ecologische karakterisering van oppervlaktewateren in Overijssel. Het netwerk van cenotopen als instrument voor ecologisch beheer, inrichting en beoordeling van oppervlaktewateren. Provincie Overijssel, Zwolle/Rijksinstituut voor Natuurbeheer, Leersum.
- Verdonschot PFM, Runhaar J, Hoek WF van der, Bok CFM de & Specken BPM 1992. Aanzet tot een ecologische indeling van oppervlaktewateren in Nederland. - CML-rapport 78/RIN-rapport 92/1. Centrum voor Milieukunde, Leiden/Rijksinstituut voor Natuurbeheer, Leersum.
- Vries PJR de & Swaager-van den Berg JL 1994. Nederlands oppervlaktewater ernstig verontreinigd door bestrijdingsmiddelen. - Het Waterschap 16: 688-90.
- Werkgroep Effecten van Bestrijdingsmiddelen uit de Tuinbouw op de Waterkwaliteit 1988. Invloed van de tuinbouwactiviteiten op de waterkwaliteit in de polder Nieuwland en Noordland [Westland]. Hoogheemraadschap van Delfland, Delft.

BIJLAGE 1: Geënquêteerde organisaties

1	NIOO - Centrum voor Limnologie Nieuwersluis	16	Provincie Utrecht Dienst Water en Milieu
2	KUN Vakgroep aquatische oecologie Nijmegen	17	Provincie Noord-Holland Dienst Ruimte en Groen afd. Onderzoek en informatie Haarlem
3	KUN Vakgroep Milieukunde Nijmegen	18	Provincie Noord-Holland Dienst Milieu en Groen, afd. Water Haarlem
4	UVA Sectie aquatische oecologie en oecotoxicologie Amsterdam	19	Provincie Zuid-Holland Dienst Ruimte en Groen, afd. Landelijk gebied Den Haag
5	Provincie Groningen Buro Natuur, Landschap en Onderzoek Groningen	20	Provincie Zuid-Holland Dienst Water en Milieu afd. Waterzaken Den Haag
6	Provincie Groningen Dienst Milieu en Water, Afd. Water Groningen	21	Provincie Zeeland Dienst Milieu en Waterstaat afd. Waterbeheer Middelburg
7	Provincie Friesland Afdeling Water, Hoofdgroep Waterstaat en Milieu Leeuwarden	22	Provincie Zeeland Directie Economie, Ruimtelijke Ordening en Welzijn, Afd. Ruimtelijke ontwikkeling Middelburg
8	Provincie Friesland Dienst Ruimte en Groen Assen Leeuwarden	23	Provincie Noord-Brabant Bureau Oppervlaktewater Dienst Waterstaat, Milieu en Vervoer Den Bosch
9	Provincie Drenthe Dienst Water en Milieuhygiëne Assen	24	Provincie Noord-Brabant Bureau Natuurbeheer Dienst Ruimtelijke Ordening, Natuur en Landschap en Volkshuisvesting Den Bosch
10	Provincie Drenthe Dienst Ruimte en Groen Assen	25	Provincie Limburg Bureau Landelijk Gebied Hoofdgroep Ruimtelijke ordening en Volkshuisvesting Maastricht
11	Provincie Overijssel Hoofdgroep Milieu en Waterstaat Zwolle	26	Provincie Limburg Hoofd Bureau Oppervlaktewaterbeheer Hoofdgroep Verkeer, Waterstaat en Milieu Maastricht
12	Provincie Overijssel Hoofdgroep Ruimtelijke Ordening en Inrichting Bureau Natuur en Landschap Zwolle	27	Provincie Flevoland Afdeling Water en Milieu Lelystad
13	Provincie Gelderland Dienst Milieu en Water, afd. Water Arnhem		
14	Provincie Gelderland Dienst Ruimte, Wonen en Groen, afd. Natuur, Landschap, Bos en Openluchtrecreatie Arnhem		
15	Provincie Utrecht Dienst Ruimte en Groen afd. Landelijk Gebied Utrecht		

28	Provincie Flevoland Afdeling Ruimtelijke ordening en Volkshuisvesting Lelystad	52	Waterschap Hunze en Aa Rolde
29	Aquasense b.v. Amsterdam	53	Waterschap Meppelerdiep Hoogeveen
30	ID-DLO Lelystad	54	Waterschap 't Suydevelt Coevorden
31	RIVM Bilthoven	55	Waterschap Wold en Wieden Vollenhoven
32	RIZA Lelystad	56	Waterschap Benoorden de Dedemsvaart Rouveen
33	Rijkswaterstaat directie Utrecht Nieuwegein	57	Waterschap Bezuiden de Vecht Zwolle
34	Staring Centrum-DLO Wageningen	58	Waterschap IJsseldelta Kampen
35	Waterschap Dollardzijlvest Wedde	59	Waterschap De Noorder Vechtdijken Dalftsen
36	Waterschap Eemzijlvest Appingedam	60	Waterschap Regge en Dinkel Almelo
37	Waterschap Noorderzijlvest Onderdendam	61	Waterschap Salland Raalte
38	Waterschap Blija Buitendijks Surhuisterveen	62	Waterschap De Schipbeek Markelo
39	Waterschap Boarnferd Heerenveen	63	Waterschap de Vechtlanden Hardenberg
40	Waterschap Friesland Leeuwarden	64	Zuiveringschap West-Overijssel Zwolle
41	Waterschap Het Koningsdiep Beetsterzwaag	65	Heemraadschap Fleverwaard Lelystad
42	Waterschap Lits en Lauwers Surhuisterveen	66	Waterschap Noordoostpolder Emmeloord
43	Waterschap 'It Marnelân' Bolsward	67	Waterschap van de Berkel Lochem
44	Waterschap 'It Middelsékrite' Sneek	68	Polderdistrict Betuwe Elst
45	Waterschap Noardlik Westergoa Berlikum	69	Waterschap Gelderse Vallei en Eem Hoevelaken
46	Waterschap De Stellingwerven Wolvega	70	Polderdistrict Groot Maas en Waal Druuten
47	Waterschap Tjonger-Compagnonsvaarten Oosterwolde	71	Waterschap IJsselland-Baakse Beek Ruurlo
48	Waterschap 'Tusken Mar en Klif' Balk	72	Waterschap van de Linge Geldermalsen
49	'Tusken Waed en Ie' Metslawier	73	Waterschap Noord-Veluwe Elburg
50	Waterschap de Wâlden Damwoude	74	Zuiveringschap Oostelijk Gelderland Doetinchem
51	Zuiveringschap Drenthe Assen	75	Waterschap Oost-Veluwe Twello
		76	Waterschap van de Oude IJssel Terborg

77	Polderdistrict Rijn en IJssel Zevenaar	101	Waterschap de Drie Ambachten Terneuzen
78	Zuiveringschap Rivierenland Tiel	102	Waterschap Hulster Ambacht Hulst
79	Polderdistrict Tieler- en Culemborgerwaarden Geldermalsen	103	Waterschap Noord- en Zuid-Beveland Goes
80	Zuiveringschap Veluwe Apeldoorn	104	Waterschap Schouwen-Duiveland Zierikzee
81	Zuiveringschap Amstel- en Gooiland Hilversum	105	Waterschap Tholen Sint-Maartensdijk
82	Hoogheemraadschap Amstel en Vecht Ouderkerk a/d Amstel	106	Waterschap Het Vrije van Sluis Oostburg
83	Waterschap Groot-Geestmerambacht Warmenhuizen	107	Waterschap Walcheren Middelburg
84	Waterschap Groot-Haarlemmermeer Hoofddorp	108	Wegschap Walcheren Middelburg
85	Waterschap Hollands Kroon Wieringerwerf	109	Waterschap De Aa Den Bosch
86	Waterschap Het Lange Rond Alkmaar	110	Hoogheemraadschap Alm en Biesbosch Woudrichem
87	Waterschap De Waterlanden Middenbeemster	111	Waterschap De Dommel Boxtel
88	Waterschap Westfriesland Hoorn	112	Waterschap De Dongestroom 's-Gravenmeer
89	Hoogheemraadschap van de Alblasserwaard en de Vijfheerenlanden Gorinchem	113	Waterschap Land van Nassau Zevenbergen
90	Waterschap De Brielse Dijkkring Briele	114	Waterschap De Maaskant Oss
91	Waterschap Goeree-Overflakkee Middelharnis	115	Waterschap Mark en Weerij Ulvenhout
92	Waterschap De Gouwelanden Alpen a/d Rijn	116	Waterschap Het Scheldekwartier Wouw
93	Waterschap De Groote Waard Klaaswaal	117	Hoogheemraadschap West-Brabant Breda
94	Zuiveringschap Hollandse Eilanden en Waarden Dordrecht	118	Technologische Dienst Oost-Brabant Boxtel
95	Waterschap IJsselmonde Barendrecht	119	Zuiveringschap Limburg Roermond
96	Hoogheemraadschap van de Krimpenerwaard Krimpen a/d IJssel	120	Waterschap Peel en Maasvallei Venlo
97	Waterschap Meer en Woude Zoetermeer	121	Waterschap Roer en Overmaas Sittard
98	Waterschap De Oude Rijnstromen Leiderdorp	122	OMEGAM Amsterdam
99	Hoogheemraadschap van Rijnland Leiden		
100	Hoogheemraadschap van Schieland Rotterdam		

BIJLAGE 2: Enquête

Het doel van deze inventarisatie is het verkrijgen van een overzicht van: 1) de aanwezigheid van metingen aan biota, bestrijdingsmiddelen en sleutelfactoren, 2) het samen voorkomen van deze metingen op één locatie.

Wilt u indien u ruimte tekort komt voor het beantwoorden van een vraag de rest van de informatie op een los velletje bijvoegen?

1. a. Zijn er bij uw organisatie metingen verricht aan biota in oppervlaktewater (bijv. waterplanten, vissen, macrofauna bio-assays met watervlooiën *etc.*)?

ja/nee

zo ja -> 1 b. zo nee -> 2

- b. Zo ja, kunt u aangeven in de Tabel **BIOTA**:
- om welke groepen organismen het gaat (kolom 1),
 - wat er aan gemeten wordt (kolom 2),
 - in welk gebied er gemeten is (kolom 3)
 - in welke periode er gemeten is (kolom 4),
 - hoeveel metingen het betreft (kolom 5),
 - of de exacte locaties van de meetpunten bekend zijn (kolom 6)
 - of op dezelfde locatie bestrijdingsmiddelen zijn gemeten (kolom 7)
 - of op dezelfde locatie "sleutelfactoren" (bijv. pH, eutrofiërende stoffen (N en P), EGV, Ca²⁺- en CL⁻-gehalten, diepte, oppervlakte, strijklengte, samenstelling waterbodem *etc.*). (kolom 8)

kolom 6 t/m 8 aangeven met + = ja, ±: redelijk, -: nee, ?: onbekend

- c. Zijn de gegevens geautomatiseerd opgeslagen? ja/nee

Zijn de gegevens openbaar/beschikbaar? ja/nee

zo ja, onder welke condities?

.....

- d. Wie is de contactpersoon ?

.....

.....

.....

Wilt u hieronder eventuele publicaties over de metingen vermelden?

2. a. Zijn er bij uw organisatie metingen verricht aan bestrijdingsmiddelen in oppervlaktewater? ja/nee

zo ja -> 2 b. zo nee -> 3

- b. Zo ja, kunt u aangeven in de Tabel **BESTRIJDINGSMIDDELEN**:
- om welke stoffen of stofgroepen het gaat (kolom 1),
 - in welk gebied er gemeten is (bijv., presentie, abundantie; kolom 2)
 - in welke periode er gemeten is (kolom 3),

- hoeveel metingen het betreft (kolom 4),
 - of de exacte locaties van de meetpunten bekend zijn (kolom 5)
 - of op dezelfde locatie biota zijn gemeten (kolom 6)
- kolom aangeven met + = ja, ±: redelijk, -: nee, ?: onbekend
- c. Zijn de gegevens geautomatiseerd opgeslagen? ja/nee
 Zijn de gegevens openbaar/beschikbaar? ja/nee
 zo ja, onder welke condities?
- d. Wie is de contactpersoon ?

Wilt u hieronder eventuele publicaties over de metingen vermelden?

3. a. Zijn er bij uw organisatie metingen verricht algemene milieufactoren die van belang zijn voor het voorkomen van biota (bijv. pH, Eutrofiërende stoffen N en P, EGV, Ca²⁺- en CL⁻-gehalten, diepte, oppervlakte, strijklengte, samenstelling waterbodem *etc.*)? ja/nee
 zo ja -> 3 b. zo nee -> 4
- b. Zo ja, kunt u aangeven in de Tabel **SLEUTELFACTOREN**:
- om welke factoren het gaat (kolom 1),
 - in welk gebied er gemeten is (kolom 2)
 - in welke periode er gemeten is (kolom 3),
 - hoeveel metingen het betreft (kolom 4),
 - of de exacte locaties van de meetpunten bekend zijn (kolom 5)
 - of op dezelfde locatie biota zijn gemeten (kolom 6)
- kolom aangeven met + = ja, ±: redelijk, -: nee, ?: onbekend
- c. Zijn de gegevens geautomatiseerd opgeslagen? ja/nee
 Zijn de gegevens openbaar/beschikbaar? ja/nee
 zo ja, onder welke condities?
- d. Wie is de contactpersoon ?

Wilt u hieronder eventuele publicaties over de metingen vermelden?

4. Indien u nog andere instituten waar metingen aan bestrijdingsmiddelen en/of biota worden verricht kent, wilt u ze hieronder dan vermelden (liefst met adres en contactpersoon)?

BIOTA

1. groep	2. gemeten aspect	3. gebied	4. periode	5. aantal meetpunten	6. locatie	7. bestrijdingsmiddel	8. sleutelfactoren

BESTRIJDINGSMIDDELEN

1. stof/groep	2. gebied	3. periode	4. aantal meetpunten	5. locatie	6. biota

SLEUTELFACTOREN

1. sleutelfactor	2. gebied	3. periode	4. aantal meetpunten	5. locatie	6. biota

BIJLAGE 3: Afkortingen milieufactoren en bestrijdingsmiddelen

Milieufactoren

BZV:	Biochemisch zuurstofverbruik
Ca:	Calciumgehalte
Cl:	Chloridegehalte
CO ₃ :	Bicarbonaatgehalte
EGV:	Electrisch geleidingsvermogen
fyt:	Het voorkomen van macrofyten (milieufactoor voor macrofauna)
IR:	Ionenratio:

$$\frac{2 \cdot Ca}{2 \cdot Ca + Cl} \cdot 100$$

NH ₃ :	Ammoniakstikstof
NH ₄ :	Ammoniumstikstof
NKj:	Kjeldahlstikstof
NO ₂ :	Nitrietstikstof
NO ₃ :	Nitraatstikstof
O ₂ :	Zuurstofgehalte
O ₂ %:	Zuurstofverzadigingspercentage
o _{ev} :	Oeverprofiel
o-PO ₄ :	Ortho-fosfaat
t-PO ₄ :	Totaalfosfaat
pH:	Zuurgraad
sloot:	Slootonderhoud (baggerfrequentie en -techniek)
SO ₄ :	Sulfaatgehalte

Bestrijdingsmiddelen

αEn:	α-endosulfan	Cho:	Cholinesteraseremmming
αEt:	α-endosulfaat	CO:	Carbamoyloximen
AC:	Aldicarb	CT:	Chloorthalonil
An:	Aniliden	CVF:	Chloorfenvinvos
Ben:	Bentazon	DCB:	Dichlobenil
Benz:	Benzamidazolen	DC:	Dithiocarbamaten
BPM:	Bupirimate	Dia:	Diazinon
Br:	Bromide	Dicl:	Dichloorvos
BT:	Bitertanol	Dim:	Dimethoat
CaFu:	Carbofuran	Diq:	Diquat
Car:	Carbamaten	DM:	Deltamethrin
Cap:	Captan	DP:	Dichloorpropeen
CB:	Carbendazim	EOH:	Extraheerbaar Organische Halo- geenverbindingen
CMi:	Carboxymiden	EP:	Ethylparation
CD:	Chloridazon	FA:	Fenoxy-azijnzuren
CF:	gechloreerde fenolen	FC:	Fenoxy-carbonzuren
CFA:	Chloorfenoxy-azijnzuren	Fen:	Fenolen
CFC:	Chloorfenoxy-carbonzuren		

FH:	Fenolherbiciden	MN:	metam-natrium
Flua:	Fluazinan	NMC:	N-methyl carbamaten
FT:	Fentin	OC:	Organo-chloorbestr.middelen
FU:	Fenylureum verbindingen	ON:	Organo-stikstofbestr.middelen
Fur:	Furalaxyl	OP:	Organo-fosforbestr.middelen
HCE:	Heptachloorepoxide	OT:	Organo-tinverbindingen
HCH:	Lindaan	Ox:	Oxamy
HF:	Heptenofos	PC:	Procimidon
I:	Iprodion	PCF:	Pentachloorfenol
MB:	Metribuzin	PE:	Parathion-ethyl
MBr:	Methylbromide	Pir:	Pirimicarb
MCPA:	MCPA	Pro:	Propoxur
Mec:	Mecoprop P	Sim:	Simazin
Memy:	Mehtomyl	TM:	Tolclofosmethyl
Metox:	Metoxuron	Tria:	Triazinen
Meta:	Metamitron	Ov:	Overigen
MF:	Mevinfos	Ure:	Ureum-verbindingen
MITC:	MITC	Vin:	Vinchlozolin
MM:	Metsulfuron-methyl	Zwa:	Zwavel
		Σ:	som van groep verbindingen

BIJLAGE 4: Beschrijving van de bestanden per organismengroep

NB. Zie voor afkortingen van namen van bestrijdingsmiddelen en milieufactoren: Bijlage 3; afwijkingen van het basispakket milieufactoren zijn als volgt aangegeven: -: niet gemeten, +: extra factor gemeten (alleen vermeld indien relevant), ●: af en toe gemeten; voor nadere toelichting, zie: § 3.1.

Gegevens-beheerder	Provincie Groningen	Provincie Friesland	Zuiveringschap Drenthe	Provincie Overijssel	Zuiveringschap West-Overijssel
gemeten auto. gebied periode aantal aantal BM BM milieu	zoö-/fytoplankton soorten, abundantie nee Groningen vanaf 1989 4 kanalen, 6 meren 30 brakke wateren 3 onbekend ^{1,2} 2 tot., 0 in sloten OC, NMC, FU, Cho. basis -oef, -sloot	fytoplankton soorten, abundantie ja Friesland jaarl. va. 1960 ³ 57 ³ (incl. 3 sloten) 2 tot., 0 in sloten OC basis -O ₂ %, -oef, -sloot ±Ca, ±SO ₄ , ±CO ₃ , +O ₂	fytoplankton hoofdgroepen nee Drenthe 1991 jaarl. 6x 13 meren, 2 kanalen 6 tot. OC, OP, NMC, FA, FU, Tria, Ben, Ov. basis -Ca, -CO ₃ , -SO ₄ , -CO ₃ , -IR, -oef, -sloot	diatomeeën soorten, abundantie nee Overijssel 1983-1989 333 (121 sloten) geen n.v.t. basis	fytoplankton ⁴ soorten, abundantie ? Noordoostpolder sinds 1982 5 geen n.v.t. ?
gemeten auto. gebied periode aantal aantal BM BM milieu	diatomeeën soorten, abundantie nee Groningen 1989/90 4 sloten 4 kanalen ¹ geen n.v.t. basis -oef, -sloot	macrofyten soorten, abundantie ja Friesland jaarl. va. 1960 ³ 89 ³ (incl. 10 sloten) 8 tot., 3 sloten OC zie fytoplankton			macrofyten soorten ja West-Overijssel na 1990 jaarl. > 100 (> 10 sloten) geen n.v.t. basis -BZV, -oef, -sloot
gemeten auto. gebied periode aantal aantal BM BM milieu	macrofyten soorten, abundantie nee Groningen ? ? geen n.v.t. basis -oef, -sloot	zooplankton soorten, abundantie ja Friesland jaarl. va 1960 ³ 89 ³ (incl. 3 sloten) 7 tot., 0 sloten OC zie fytoplankton			daphnia/macrofauna ⁴ gedrag, overleving, soorten ? Noordoostpolder 1987 5 5 tot. basis -Ca, -IR, -SO ₄
gemeten auto. gebied periode aantal aantal BM BM milieu	macrofauna soorten, abundantie nee Groningen vanaf 1985 47 kanalen, 6 meren, 30 brakke wateren 3 onbekend ¹ 2 tot., 0 sloten OC, NMC, FU, Cho basis -oef, -sloot, fyt?	macrofauna soorten, abundantie ja Friesland jaarl. va. 1960 ³ 33 ³ (incl. 6 sloten) 4 tot., 3 sloten OC zie fytoplankton	macrofauna soorten, abundantie ja Drenthe sinds 1991 om 4 jr. 2x 65 beken 7 tot. zie fytoplankton basis -Ca?, -CO ₃ ?, -SO ₄ ?, -IR?, -oef, -sloot?		macrofauna soorten ja West-Overijssel na 1990 jaarl. > 100 (> 10 sloten) 9 tot. OC, OP, ON basis -BZV, -oef, -sloot
gemeten auto. gebied periode aantal aantal BM BM milieu	vissen soorten, lengte, gewicht nee Groningen va. 1991 5 meren ¹ geen n.v.t. basis -oef, -sloot				
gemeten auto. gebied periode aantal aantal BM BM milieu	herpetofauna/kleine zoogdieren/libellen soorten nee Ruiten A 1992 5 rivieren ¹ geen n.v.t. basis -oef, -sloot				

Gegevens-beheerder	Waterschap Regge en Dinkel	Zuiveringschap Rivierenland	Zuiveringschap Veluwe	Zuiveringschap Oostelijk Gelderland	Provincie Flevoland
gemeten auto. gebied periode aantal aantal BM BM milieu	macrofauna/macrophyten soorten, abundantie gedeeltelijk waterschap 1991 83 7 op 6 punten: OC, PCF, Tria, Ben, Cho; op 2 pun- ten: EOT, An, FU, NMC, FH, CFA, EDith (dus op één punt beide reeksen). basis ±Ca, ±SO ₄ , ±CO ₃	fytoplankton soorten, abundantie gedeeltelijk Rivierengebied va. 1995 12 ⁶ 5 weteringen OC, OP, PCF, Cho, FC, An, αEn+αEt, FU, CB, MN, NMC, FH basis -o-PO ₄ ?, -O ₂ %, +O ₂		fytoplankton soorten, abundantie ja Oost-Gelderland 1989-1995 6 (vnl: meren/strom.wat.) geen n.v.t. basis ±BZV, -SO ₄ , -oef, -sloot, ± fyt	
gemeten auto. gebied periode aantal aantal BM BM milieu	macrofauna/macrophyten diatomeeën (epifytische) soorten, abundantie gedeeltelijk waterschap 1991 8 lijnvormige kwelwateren, 20 plassen, vennen, etc. geen n.v.t. basis ±Ca, ±SO ₄ , ±CO ₃	diatomeeën (epifytische) soorten, abundantie gedeeltelijk Rivierengebied va. 1995 18 ⁶ 5 weteringen zie fytoplankton zie fytoplankton		diatomeeën soorten, abundantie ja Oost-Gelderland 1993-1995 5 (vnl: meren/strom. wat.) geen n.v.t. zie fytoplankton	
gemeten auto. gebied periode aantal aantal BM BM milieu		macrofyten soorten, abundantie gedeeltelijk Rivierengebied va. 1995 26 ⁶ (jaarl. 10 va. 1993) 5 weteringen zie fytoplankton zie fytoplankton	macrofyten voorkomen doelsoorten gedeeltelijk Veluwe vanaf 1995, 20 per jaar 100 geen n.v.t. geen	macrofyten soorten, abundantie ja Oost-Gelderland 1993-1995 12 (vnl: meren/strom. wat.) geen n.v.t. zie fytoplankton	macrofyten soorten, abundantie ja Flevoland 1991 32 geen n.v.t. basis -BZV
gemeten auto. gebied periode aantal aantal BM BM milieu		zoöplankton soorten, abundantie gedeeltelijk Rivierengebied va. 1995 6 ⁶ 5 weteringen zie fytoplankton zie fytoplankton		zoöplankton soorten, abundantie ja Oost-Veluwe 1989-1995 2 (vnl. meren/strom.wat.) geen n.v.t. zie fytoplankton	
gemeten auto. gebied periode aantal aantal BM BM milieu		macrofauna soorten, abundantie gedeeltelijk Rivierengebied 1992 ² 10 (2 à 5 in sloten) 7 tot., 2 sloten OC, OP, DNOC, DCB, HCE, Fen, Tria, Car, CO, Benz, Ure, CT. basis -o-PO ₄ , -CO ₃ , -SO ₄ , -O ₂ %, +O ₂	macrofauna soorten (ook abundantie?) gedeeltelijk Veluwe va. 1980, 25 pj. 450 beken,vennen, 110 weteringen, kanalen sloten (± 50) en plassen. geen n.v.t. basis -BZV, -fyt, -CO ₃	macrofauna soorten, abundantie ja Oost Gelderland 1989-1995 ? (± 30 per jaar) vnl. meren en stromende wateren 17 OC, OP, CFC, FU, Tria, FH, DC, An, Cap, Benz zie fytoplankton	macrofauna soorten, abundantie ja Flevoland 1991 32 geen n.v.t. basis -BZV
gemeten auto. gebied periode aantal aantal BM BM milieu		macrofauna soorten, abundantie gedeeltelijk Rivierengebied va. 1995 26 ⁶ (jaarl. 30 va. 1980) 5 weteringen OC, OP, PCF, Cho, FC, An, αEn+αEt, FU, CB, MN, NMC, FH basis -o-PO ₄ ?, -O ₂ %, +O ₂			

Gegevens-beheerder	Hoogheemraadschap Flevoerwaard	Provincie Utrecht	Provincie Noord-Holland Dienst Ruimte & Groen	Hoogheemraadschap Uitwaterende Sluizen	Provincie Zuid-Holland
gemeten auto. gebied periode aantal aantal BM BM milieu		fytoplankton soorten, abundantie ja Utrecht 1994 - 1995 5 plassen, 4 kanalen 4 kanalen, 1 plas OC, OP, FH, Car, DC, FA, Tria basis \pm pH, -sloot		fytoplankton soorten, abundantie ja Noord Noord-Holland 1986-nu 118 tot. 44, 1 in sloten OC, EeOH, Cho basis - BZV, -CO ₂ , -oef, -sloot, -t-PO ₄ , -NO ₃	
gemeten auto. gebied periode aantal aantal BM BM milieu	diatomeeën soorten, abundantie ? Flevoerwaard 1994 8 sloten geen n.v.t. basis -sloot	diatomeeën (epifytische) soorten, abundantie ja Utrecht 1994 - 1995 7 sloten, 4 kanalen 4 kanalen zie fytoplankton basis \pm pH, -sloot	diatomeeën soorten ja Noord-Holland 1986-1992 100 geen n.v.t. basis -SO ₄ , -CO ₂ , -sloot	diatomeeën soorten, abundantie ja Noord Noord-Holland 1992-nu 30 geen n.v.t. zie fytoplankton	diatomeeën soorten, abundantie ja Zuid-Holland 1983 - 1985 190 geen n.v.t. basis \pm Ca, \pm CO ₂ , \pm SO ₄ , -oef, -sloot
gemeten auto. gebied periode aantal aantal BM BM milieu	macrofyten soorten, abundantie ? Flevoerwaard 1994 8 sloten geen n.v.t. basis -sloot	macrofyten soorten, abundantie ja Utrecht 1994 - 1995 7 sloten, 6 plassen, 4 kanalen 4 kanalen, 1 plas zie fytoplankton basis \pm pH, -sloot	macrofyten soorten ja Noord-Holland 1979-1995 looproutes, geen punten geen n.v.t. nutriënten, macro-ionen, dimensie	macrofyten soorten, abundantie ja Noord Noord-Holland 1982-nu 488 tot. 12, 10 in sloten zie fytoplankton zie fytoplankton	macrofyten soorten, abundantie ja Zuid-Holland (Smit); Voorne Putten, Flakkee ⁴ 1983 - 1985 190+6 6 BM uit akkerbouw: MCPA, Mec, CB, CD, Pir, FT, PE, MB, flua, Metox, Diq, Meta, MM, DM, Dim, Ben zie diatomeeën
gemeten auto. gebied periode aantal aantal BM BM milieu	macrofauna soorten, abundantie ? Flevoerwaard 1994 8 sloten geen n.v.t. basis -sloot	macrofauna soorten, abundantie ja Utrecht 1994-1995 2 beken, 4 kanalen, 7 sloten 4 kanalen zie fytoplankton basis \pm pH, -sloot, \pm fyt	macrofauna soorten, abundantie ja Noord-Holland 1979 - 1992 1500 geen n.v.t. basis -SO ₄ , -CO ₂ , -sloot, fyf?	macrofauna soorten, abundantie ja Noord Noord-Holland 1982 - nu 661 tot. 60, 25 in sloten OC, EeOH, Cho zie fytoplankton -fyf?	macrofauna soorten, abundantie ja Zuid-Holland (Smit); Voorne Putten, Flakkee ⁴ 1983 - 1985 190+6 6 zie macrofyten basis \pm Ca, \pm CO ₂ , \pm SO ₄ , -oef, -sloot

Gegevens-beheerder	Provincie Zuid-Holland PIMM	Zuiveringschap Hollandse Eilanden en Waarden	Hoogheemraadschap van Delfland	Hoogheemraadschap van Rijnland	Hoogheemraadschap van Schieland
<p>gemeten auto. gebied</p> <p>periode</p> <p>aantal</p> <p>aantal BM</p> <p>BM</p> <p>milieu</p>	<p>macrofyten</p> <p>soorten, abundantie</p> <p>ja</p> <p>sloten in het "Tussengebied"⁷</p> <p>1991</p> <p>12</p> <p>12</p> <p>OC, OP, Cho</p> <p>basis -BZV, -O₂%, -Ca, -SO₄, -CO₃, -o_{ev}, -sloot</p>	<p>macrofyten</p> <p>soorten, abundantie</p> <p>ja</p> <p>gehele gebied; Voorne Putten, IJsselmonde⁴</p> <p>v.a. 1985 ; 1990 (VP en LJ)</p> <p>200+9</p> <p>9</p> <p>BM uit glastuinbouw: CVF, Dia, Diel, HF, MF, EP, TM, I, BPM, BT, Ox, Memy, Pro</p> <p>basis -Ca, -CO₃, -SO₄, -o_{ev}, -sloot</p>	<p>fytoplankton, in ± 10 gevallen ook macrofyten⁷</p> <p>soorten, abundantie</p> <p>ja</p> <p>Delfland</p> <p>va. 1981</p> <p>± 40 geen sloten</p> <p>± 15, geen sloten</p> <p>OC, OP</p> <p>basis -O₂%, -sloot</p>	<p>fytoplankton/ zoöplankton</p> <p>soorten, abundantie</p> <p>ja</p> <p>Rijnland</p> <p>v.a. 1977</p> <p>14</p> <p>geen</p> <p>n.v.t.</p> <p>basis -o_{ev}? -sloot?</p>	<p>fytoplankton</p> <p>soorten, abundantie</p> <p>gedeeltelijk</p> <p>Schieland</p> <p>va. 1989</p> <p>40</p> <p>2</p> <p>OC, OP, ON, CFC, FH, Car, CMi, Cho</p> <p>basis -pH, -O₂%, -o-PO₄, -Ca, -CO₃, -SO₄</p>
<p>gemeten auto. gebied</p> <p>periode</p> <p>aantal</p> <p>aantal BM</p> <p>BM</p> <p>milieu</p>	<p>macrofyten</p> <p>soorten, abundantie</p> <p>ja</p> <p>sloten in het 'Westland'⁷</p> <p>1989</p> <p>15</p> <p>15</p> <p>OC, OP, Cho</p> <p>basis -Ca, -SO₄, -CO₃, -o_{ev}, -sloot</p>	<p>macrofauna</p> <p>soorten, abundantie</p> <p>ja</p> <p>gehele gebied; Voorne Putten, IJsselmonde⁴</p> <p>v.a. 1985; 1990 (VP en LJ)</p> <p>200+9</p> <p>9</p> <p>zie macrofyten</p> <p>zie macrofyten</p>	<p>macrofauna/ macrofyten/ zoöplankton</p> <p>soorten, abundantie</p> <p>nee</p> <p>Nieuwland en Noordland</p> <p>1987</p> <p>4</p> <p>4</p> <p>OC, Br, MBr, EOC, Cho</p> <p>basis -sloot, -o_{ev}</p>	<p>macrofauna/ macrofyten/ epifytische diatomeeën</p> <p>soorten, abundantie</p> <p>ja</p> <p>Rijnland</p> <p>v.a. 1983</p> <p>15 sloten</p> <p>2</p> <p>HCH, OP, CO, CB, Zwa, MITC, Fur, CT, MBr, Sim, DP, Car</p> <p>basis -o_{ev}? -sloot?</p>	<p>diatomeeën</p> <p>soorten, abundantie</p> <p>gedeeltelijk</p> <p>Schieland</p> <p>va. 1983</p> <p>50</p> <p>1</p> <p>zie fytoplankton</p> <p>zie fytoplankton</p>
<p>gemeten auto. gebied</p> <p>periode</p> <p>aantal</p> <p>aantal BM</p> <p>BM</p> <p>milieu</p>			<p>macrofauna/ macrofyten/ daphnia</p> <p>soorten, abundantie, sterfte (daphnia)</p> <p>ja</p> <p>Zuidpolder Delfgauw; Poelpolder</p> <p>1986-1993</p> <p>7+1</p> <p>1+1</p> <p>OC, OP</p> <p>basis -O₂%, -sloot</p>		<p>macrofauna/ macrofyten</p> <p>soorten, abundantie</p> <p>gedeeltelijk</p> <p>Schieland</p> <p>va. 1989</p> <p>50</p> <p>2</p> <p>zie fytoplankton</p> <p>zie fytoplankton</p>
<p>gemeten auto. gebied</p> <p>periode</p> <p>aantal</p> <p>aantal BM</p> <p>BM</p> <p>milieu</p>			<p>macrofauna/macrofyten⁷</p> <p>soorten, abundantie</p> <p>ja</p> <p>Delfland</p> <p>1988-1993</p> <p>46 (kleine wateren)</p> <p>enkele punten</p> <p>OC, OP</p> <p>basis -O₂%, -sloot</p>		
<p>gemeten auto. gebied</p> <p>periode</p> <p>aantal</p> <p>aantal BM</p> <p>BM</p> <p>milieu</p>			<p>daphnia</p> <p>sterfte</p> <p>ja</p> <p>Delfland</p> <p>v.a. 1990</p> <p>48</p> <p>tot. 47; > 11 sloten en hoofdwatergangen</p> <p>OC, OP</p> <p>basis - O₂%, -sloot</p>	<p>daphnia en andere bioassays⁴</p> <p>sterfte, reproductie</p> <p>gedeeltelijk</p> <p>polders in Rijnland</p> <p>1995</p> <p>9 sloten en watergangen</p> <p>9</p> <p>Sim, CaFu, PC, Pro, TM, CB, Vin, CVF, Diel</p> <p>basis - o_{ev}, -sloot</p>	<p>daphnia</p> <p>sterfte, reproductie</p> <p>gedeeltelijk</p> <p>Schieland</p> <p>1992</p> <p>20</p> <p>10</p> <p>zie fytoplankton</p> <p>zie fytoplankton</p>

Gegevens-beheerder	Waterschap De Drie Ambachten (Vrije v Sl., Hulster Am.)	Waterschap Zeeuwse Eilanden	Hoogheemraadschap van West-Brabant	GTD Oost-Brabant	Zuiveringschap Limburg
gemeten auto. gebied	plankton/ diatomeeën soorten, abundantie ja Zeeuws-Vlaanderen		zoö-/fytoplankton soorten, abundantie ja Binnenschelde; De Kuil	diatomeeën soorten nee WS Aa, Maaskant, Dommel, Alm en Biesbosch va. 1990	
periode	?		1993/1994	38, geen sloten	
aantal	enkele punten in krekken		2	21	
aantal BM	geen		?	OC, OP, ON, FU, Car, Cho	
BM	n.v.t.		?	basis -o-PO ₄ , -O ₂ %, -CO ₂ , -SO ₄ , -sloot, -oef	
milieu	basis -CO ₂ , -Ca, -SO ₄ , -oef, -sloot		?		
gemeten auto. gebied	macrofauna/macrofyten soorten, abundantie ja Zeeuws-Vlaanderen	macrofauna/ macrofyten soorten, abundantie gedeeltelijk Zeeuwse Eilanden	diatomeeën soorten, abundantie ja West-Brabant	macrofauna soorten nee zie diatomeeën va. 1990	
periode	v.a. 1986	v.a. 1986	va. 1992 jaarlijks	± 136, geen sloten	
aantal	141 in watergangen (± 20 in sloten)	114 (meest in natuurgebied, weinig in sloten)	10		
aantal BM	21 (10 in sloten ^b)	5	?	21	
BM	OC, OP, CFC, Tria, FU, NMC, CD, Ben	OC, OP, CFC, Tria, FU, NMC, CD, Ben	?	OC, OP, ON, FU, Car, Cho	
milieu	zie plankton/diatomeeën	basis -EGV, -o-PO ₄ , -Ca, -CO ₂ , -SO ₄ , -sloot	?	basis -o-PO ₄ , -O ₂ %, -CO ₂ , -SO ₄ , -sloot, -oef, -fyt	
gemeten auto. gebied	dapnia sterfte, reproductie ja Zeeuws-Vlaanderen	plankton/ vissen soorten, abundantie gedeeltelijk Zeeuwse Eilanden	macrofyten soorten, abundantie ja West-Brabant		
periode	1995	v.a. 1990 (niet system.)	va. 1988 jaarl.		
aantal	32	enkele punten	30		
aantal BM	2 (0 in sloten)	enkele punten	?		
BM	?	zie macrofauna/-fyten	?		
milieu	zie plankton/diatomeeën	zie macrofauna/-fyten	?		
gemeten auto. gebied			macrofauna soorten, abundantie ja West-Brabant		macrofauna soorten, abundantie ja Limburg
periode			va. 1984, jaarlijks		va. 1983
aantal			60		67-120 beken
aantal BM			?		67-120 beken
BM			stoffen I-lijst		OC, OP, ON BM, PCF
milieu			basis -EGV, -BZV, -NH ₄ , -o-PO ₄ , -O ₂ %, -Ca, -CO ₂ , -oef, -sloot, ± fyf		basis -oef, -sloot, -fyf
gemeten auto. gebied	vissen soorten, abundantie nee Zeeuws-Vlaanderen		vissen soorten, abundantie ja Binnenschelde; Mark/Vliet		
periode	v.a. 1989		va. 1988		
aantal	enkele krekken		1993/94		
aantal BM	geen		2		
BM	n.v.t.		?		
milieu	zie plankton/diatomeeën		?		

Gegevens-beheerder ¹	NIOO Centrum voor Limnologie	STOWA slotenbestand
gemeten	fytoplankton soorten, abundantie biovolume	diatomeeën soorten, abundantie
auto.	ja	ja
gebied	Tjeukermeer; Loosdr.pl.	Nederland
periode	1968-1991	19?
aantal	14	302
aantal BM	geen	geen
BM	n.v.t.	n.v.t.
milieu	basis -NH ₄ , EGV, -BZV, -Ca, -SO ₄ , -CO ₃ , -sloot, -oef, in Loosdr. (4 pnt) alleen NO ₃ en NH ₄	basis - O ₂ %, -EGV, -oef
gemeten	zoöplankton soorten, abundantie, biomassa, fecunditeit, produktie	macrofyten soorten, abundantie
auto.	ja	ja
gebied	Tjeukermeer; Loosdr.pl.	Nederland
periode	1968-1991	19?
aantal	14	637
aantal BM	geen	geen
BM	n.v.t.	n.v.t.
milieu	zie fytoplankton	basis - O ₂ %, -EGV, -oef
gemeten	vissen soorten, abundantie groei, produktie, dieet	macrofauna soorten, abundantie
auto.	ja	ja
gebied	Tjeukermeer	Nederland
periode	1976-1994	19?
aantal	5	528
aantal BM	geen	geen
BM	n.v.t.	n.v.t.
milieu	zie fytoplankton	basis - O ₂ %, -EGV, -oef

- 1: Door de provincie Groningen zijn meer metingen verricht, maar deze liggen in vennen, petgaten en beken. Deze zijn in de tabel niet vermeld.
- 2: De drie laatste punten liggen in Wolddeelen\Sassenheim, het betreft fytoplanktonmetingen.
- 3: Schema is ingevuld voor 1993; in andere jaren zijn misschien op andere punten biota gemeten, dit zou betekenen dat het totale aantal meetpunten hoger ligt.
- 4: Projecten.
- 5: Gegevens uit studentenonderzoek (Hooijmaijers, 1992)
- 6: Vanaf 1995 is er een nieuw meetprogramma gestart. De tabel is ingevuld voor 1995. De gegevens van voor die tijd staan tussen haakjes.
- 7: In het kader van PIMM zijn in vijf gebieden metingen aan macrofyten verricht. Hier worden slechts twee gebieden beschreven omdat in de overige drie gebieden te weinig relevante milieufactoren zijn gemeten.
- 8: Onder sloten wordt hier verstaan: watergangen minder dan 10 meter breed. Bij de overlap zijn alleen biotametingen van na 1989 geteld.
- 9: Vanaf 1994 is een nieuw meetnet van start gegaan. Dit bestaat uit 9 "basispunten" die elk jaar worden bemonsterd en intermitterend meetnet waarin elk jaar één district uitgebreid wordt onderzocht. Dit nieuwe meetnet is niet in deze tabel opgenomen.

BIJLAGE 5: Beoordeling van de bestanden per organismengroep

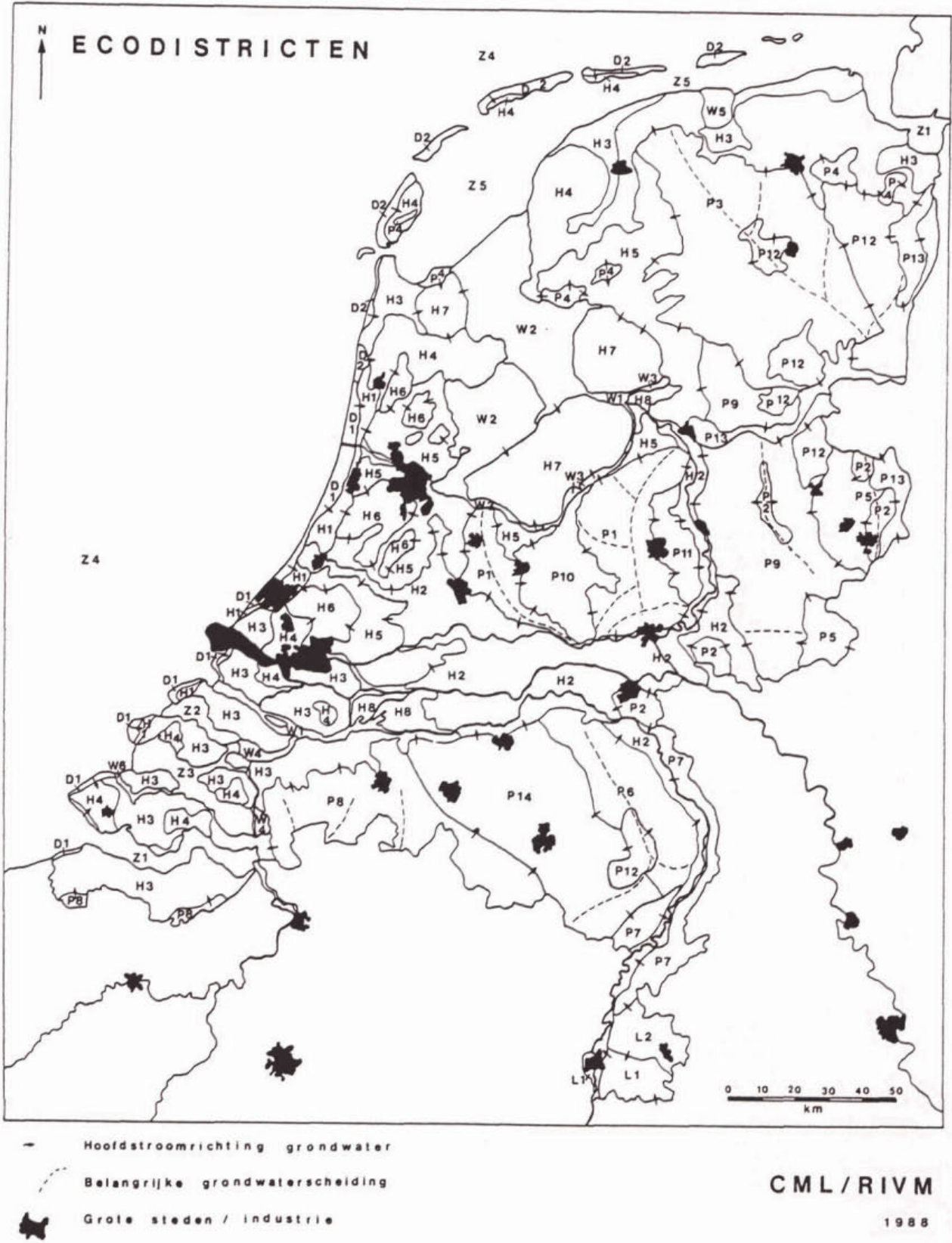
NB. Voor nadere uitleg en toelichting, zie: Tabel 2.1 en § 3.2; * = op zichzelf staande projecten.

Gegevens-beheerder ▶	Provincie Groningen	WS Friesland	ZS Drenthe	Provincie Overijssel	ZS West-Overijssel	WS Regge en Dinkel	ZS Rivierenland	ZS Veluwe
in sloten? milieufactoren? aspecten? overlap? ind. stoffen? gev. soorten? gebr. stoffen? (on)belast? bekendheid?	zoë-/fyto-plankton - ± + - n.v.t. n.v.t. n.v.t. ? ±	zoë-/fyto-plankton - ± + - + + ? ? ±	fytoplankton ? - + - + + + ? ±		fytoplankton ? ? + - n.v.t. n.v.t. n.v.t. ? ±		fytoplankton - ± + - + + + ? ±	
in sloten? milieufactoren? aspecten? overlap? ind. stoffen? gev. soorten? gebr. stoffen? (on)belast? bekendheid?	diatomeeën +/- ± + - n.v.t. n.v.t. n.v.t. ? ±			diatomeeën + + + - n.v.t. n.v.t. n.v.t. ? ±			diatomeeën + ± + - + ? + ? ±	
in sloten? milieufactoren? aspecten? overlap? ind. stoffen? gev. soorten? gebr. stoffen? (on)belast? bekendheid?	macrofyten + ± + - n.v.t. n.v.t. n.v.t. ? +	macrofyten + ± + - + ? ? ? +			macrofyten + ± ? - n.v.t. n.v.t. n.v.t. ? +	macrofyten ? + + - + ? + ? +	zoëplankton - ± + - n.v.t. n.v.t. n.v.t. ? ±	macrofyten ? - ± ? n.v.t. n.v.t. n.v.t. ? +
in sloten? milieufactoren? aspecten? overlap? ind. stoffen? gev. soorten? gebr. stoffen? (on)belast? bekendheid?	macrofauna - ± + - n.v.t. n.v.t. n.v.t. ? +	macrofauna + ± + - n.v.t. n.v.t. n.v.t. ? +	macrofauna + ± + - + + + ? +		macrofauna + ± + - + + + ? +	macrofauna ? + + - + + + ? +	macrofauna + ± + - + + + ? +	macrofauna ? ± + - n.v.t. n.v.t. n.v.t. ? +
in sloten? milieufactoren? aspecten? overlap? ind. stoffen? gev. soorten? gebr. stoffen? (on)belast? bekendheid?	vissen - ± + - n.v.t. n.v.t. n.v.t. ? -				macrofauna/ daphnia* + - + - + + + ? +	diatomeeën/ macrofyten/ macrofauna* - + + - n.v.t. n.v.t. n.v.t. ? +/- ±	macrofauna* + ±/- + - + + + ? +	
in sloten? milieufactoren? aspecten? overlap? ind. stoffen? gev. soorten? gebr. stoffen? (on)belast? bekendheid?	herpetofauna, kleine zoog- dieren, libel- len - ± + - n.v.t. n.v.t. n.v.t. ? -							

Gegevens- beheerder ▶	PIMM	ZS Hollandse Eilanden en Waarden	HHS van Delfland	HHS van Rijnland	HHS van Schieland	WS De Drie Ambachten	WS Walcheren	GTD Oost- Brabant
in sloten? milieufactoren? aspecten? overlap? ind. stoffen? gev. soorten? gebr. stoffen? (on)belast? bekendheid?	macrofyten + - + +, s: + + ? + ? +	macrofyten + - + - + + + ? +	fytoplankton/ macrofyten - ± + ±, s:- + + ? +	fytoplankton, zoöplankton ? ± + - n.v.t. n.v.t. n.v.t. ? ±	macrofauna macrofyten + - + - n.v.t. n.v.t. n.v.t. ? +	fytoplankton diatomeeën - ± + - n.v.t. n.v.t. n.v.t. ? ±		diatomeeën - - + +, s:- + ? ? -
in sloten? milieufactoren? aspecten? overlap? ind. stoffen? gev. soorten? gebr. stoffen? (on)belast? bekendheid?		macrofauna + - + - + + + ? +	macrofyten, macrofauna, zoöplankton - ± + - n.v.t. n.v.t. n.v.t. ? +	macrofauna, macrofyten, diatomeeën + ± + - n.v.t. n.v.t. n.v.t. ? +	fytoplankton diatomeeën + - + - n.v.t. n.v.t. n.v.t. ? ±	macrofauna macrofyten - ± + ±, s: ± + + + ? +	macrofauna macrofyten - - + - + + ? +	macrofauna - - + +, s:- + + + ? +
in sloten? milieufactoren? aspecten? overlap? ind. stoffen? gev. soorten? gebr. stoffen? (on)belast? bekendheid?			macrofyten, macrofauna, daphnia + ± + - n.v.t. n.v.t. n.v.t. ? +				plankton, vissen ? - + - n.v.t. n.v.t. n.v.t. ? -	
in sloten? milieufactoren? aspecten? overlap? ind. stoffen? gev. soorten? gebr. stoffen? (on)belast? bekendheid?			macrofauna/ macrofyten + ± + - n.v.t. n.v.t. n.v.t. ? +					
in sloten? milieufactoren? aspecten? overlap? ind. stoffen? gev. soorten? gebr. stoffen? (on)belast? bekendheid?			daphnia + ± + +, s: ±\+? + + + + ±	daphnia & bioassays + ± + ±, s: ±/- ? ? ? ? ±	daphnia ? - + ±, s:? + + + ? ±	daphnia ? ± + ? ? ? ? ±		

Gegevens- beheerder ▶	HHS van West-Brabant	Zuiverings- schap Limburg	NIOO, Centr. v. Limnologie	STOWA
in sloten? milieufactoren? aspecten? overlap? ind. stoffen? gev. soorten? gebr. stoffen? (on)belast? bekendheid?	zoö-/fyto- plankton ? ? + - n.v.t. n.v.t. n.v.t. ? ±		fytoplankton - - + - n.v.t. n.v.t. n.v.t. ? ±	
in sloten? milieufactoren? aspecten? overlap? ind. stoffen? gev. soorten? gebr. stoffen? (on)belast? bekendheid?	diatomeeën ? ? + - n.v.t. n.v.t. n.v.t. ? ±		zoöplankton - - + - n.v.t. n.v.t. n.v.t. ? ±	diatomeeën + ± + - n.v.t. n.v.t. n.v.t. + +
in sloten? milieufactoren? aspecten? overlap? ind. stoffen? gev. soorten? gebr. stoffen? (on)belast? bekendheid?	macrofyten ? ? + ? n.v.t. n.v.t. n.v.t. ? +			macrofyten + ± + - n.v.t. n.v.t. n.v.t. + +
in sloten? milieufactoren? aspecten? overlap? ind. stoffen? gev. soorten? gebr. stoffen? (on)belast? bekendheid?	macrofauna ? ? + ? n.v.t. n.v.t. n.v.t. ? +	macrofauna - ± + +, s:- + + + ? +		macrofauna + ± + - n.v.t. n.v.t. n.v.t. + +
in sloten? milieufactoren? aspecten? overlap? ind. stoffen? gev. soorten? gebr. stoffen? (on)belast? bekendheid?	vissen ? ? + - n.v.t. n.v.t. n.v.t. ? -		vissen - - + - n.v.t. n.v.t. n.v.t. ? -	

BIJLAGE 6: Ecodistricten (bron: Klijn 1988)



CML/RIVM
1988

ECODISTRICTEN

L1:	Krijtlandschap Krijtland	H1:	Strandwallengebied Achterduinlandschap
L2:	Lössgebied Mijnstreek	H2:	Rivierengebied Maasdal Oude IJsselgebied IJsseldal Centraal rivierengebied Oude Rijngebied Utrechtse Vechtgebied
P1:	Midden Nederlands stuwwallencomplex Veluwe Utrechtse Heuvelrug en Gooi	H3:	Jonge indijkingen Dollardpolders Noordgroningse en Friese landaanwinningen Het Bildt- en Middelzee Zijpe Westland Zeeuwse en Zuidhollandse eilanden Noordwest Brabant
P2:	Geïsoleerde stuwwallen Stuwwal van Nijmegen Montferland Haarler- en Holterberg Tankenberg Kuiper- en Braamberg	H4:	Zeelei-inversielandschap Fries-Gronings terpengebied West-Friesland Zuid-Hollandse en Zeeuwse poelgrondengebieden
P3:	Geïsoleerd keileemplateau Fries-Drents plateau	H5:	Laagveengebied Fries-Overijssels veengebied Veluwevrand Eemvallei Vechtplasseengebied Noordhollands veenweidegebied Hart van Holland Krimpenerwaard Alblasserwaard en Vijfheerenlanden
P4:	Pleistocene opduikingen Woldstreek Gaasterland Wieringen Berg van Texel	H6:	Droogmakerijen Heerhugowaard Beemster Purmer Wormer Haarlemmermeer Schieland
P5:	Overige keileemgebieden Midden- Twente Plateau van de Achterhoek	H7:	Polders Wieringermeer Noordoostpolder Oostelijk Flevoland Zuidelijk Flevoland
P6:	Horsten Peelhorst	H8:	Deltagebieden Biesbosch IJsseldelta
P7:	Oude rivierterrassenlandschap Oost-Limburg Leubeekgebied	W1:	Sedimentatiebekkens Hollands Diep/ Haringvliet Ketelmeer
P8:	Zuid-west Nederlands rivierzandgebied West- Brabants zandgebied Vlaams zandgebied	W2:	Grote verzoete binnenzeeën IJsselmeer Markermeer- IJmeer
P9:	Oost Nederlands dekzandgebied Gelderlands-Overijssels zandgebied	W3:	Randmeren Zwarte Meer Veluwemeer- Drontmermeer Wolderwijd- Nuldermaw Eemmeer- Gooimeer
P10:	Glaciaal bekken Gelderse Vallei	W4:	Verzoete estuaria Volkerak- Zoommeer
P11:	Puinwaaierslandschap Veluwezoom	W5:	Verzoete zeearm Lauwersmeer
P12:	Hoogveen(ontginnings)landschap Fries-Drents hoogveengebied Oost Nederlands hoogveengebied Gronings-Drentse veenkoloniën Peel	W6:	Brakke meren Veerse meer
P13:	Beekdalcomplexen Westerwolde Overijsselse Vechtdal Dinkeldal	Z1:	Estuaria Westerschelde Eems-Dollard
P14:	Centrale Slenkgebied Midden- Brabants bekengebied	Z2:	Zoute meren Grevelingen
D1:	Kalkrijke duinen Duinen van Zeeuws-Vlaanderen Duinen van Walcheren Duinen van Schouwen Duinen van Goeree Voorns Duin Vastelandsduinen ten zuiden van Bergen	Z3:	Zeearmen Oosterschelde
D2:	Kalkarme duinen Vastelandsduinen ten noorden van Bergen Duinen van Texel Vlieland Duinen van Terschelling Duinen van Ameland Schiermonnikoog Rottumeroog	Z4:	Randzee Noordzee
		Z5:	Waddenzee Waddenzee

BIJLAGE 7: Geselecteerde monsterpunten

In onderstaande lijst staan de 32 monsterpunten uit het voorbeeldbestand vermeld. De 18 monsterpunten voorafgegaan door ► zijn voor de gehele voorbeeld-analyse gebruikt; voor de ligging van deze punten in het gebied van het Hoogheemraadschap Uitwaterende Sluizen, zie de kaart op de volgende blz.

NR	CODE	JAAR	MND	LOCATIENAAM	TYPE*	X-COORD	Y-COORD
►1	002002NI	1993	9	Beemsteruitwatering, houten brug ca. 500 m Welj	935	129.530	512.760
►2	009001NE	1993	5	Spijkerboor, t.p.v. brug over Knollerdammervaart	934	117.450	505.810
►3	013001NE	1993	5	Nauernasche vaart bij Westzaan t.p.v. brug in prov	935	112.710	497.600
►4	087001NE	1993	5	de Wijzend, Zuid-Westelijk van Opmeer t.p.v. wipbr	925	123.980	523.450
	146301JD	1989	4	Purmerringvaart, Westelijk van Monnickendam t.p.v.	934	129.380	498.180
	146301JH	1989	8	Purmerringvaart, Westelijk van Monnickendam t.p.v.	934	129.380	498.180
	171101JD	1989	4	Balgzandkanaal, brug te Ewijcksluis	932	120.400	544.500
	171101JH	1989	8	Balgzandkanaal, brug te Ewijcksluis	932	120.400	544.500
	276901OI	1994	9	Voor krooshek gemaal O.T.P.V. 1966, Keinsmerweg	924	113.520	537.850
►5	280108OF	1994	6	Anna Paulowna polder,bermsloot N/O lijk kruising S	924	115.820	546.430
	280108OI	1994	9	Anna Paulowna polder,bermsloot N/O lijk kruising S	924	115.820	546.430
►6	280202OF	1994	6	Oude Veer, lage deel.tpv van voormalige trambrug t	941	120.540	543.820
	280202OI	1994	9	Oude Veer, lage deel.tpv van voormalige trambrug t	941	120.540	543.820
►7	280204OF	1994	6	Razend Zwin tpv brug in de Veerweg	923	118.790	541.030
	280204OI	1994	9	Razend Zwin tpv brug in de Veerweg	923	118.790	541.030
►8	280205OF	1994	6	Westelijke sloot langs vuilstort 'Amsteldijk'tpv d	923	121.590	543.380
	280205OI	1994	9	Westelijke sloot langs vuilstort 'Amsteldijk'tpv d	923	121.590	543.380
►9	280210OF	1994	6	Anna Paulowna,Lage Oude Veer tpv duiker onder v E	941	118.070	541.740
	280210OI	1994	9	Anna Paulowna,Lage Oude Veer tpv duiker onder v E	941	118.070	541.740
►10	280211OF	1994	6	Anna Paulowna, Lotweg nr. 20,Westelijke wegsloot.	923	120.880	540.390
	280211OI	1994	9	Anna Paulowna, Lotweg nr. 20,Westelijke wegsloot.	923	120.880	540.390
►11	285103OF	1994	6	Wieringen, Noordzijde Westdamsterweg,150 m O'lijk v	924	123.700	544.670
►12	285402OE	1994	5	Polder Waard Nieuwland,Burgerweg tpv duiker in de	923	128.950	546.870
►13	285501OE	1994	5	Hippolyttushoef,voor krooshek gemaal einde van de	924	127.580	545.500
	431007KF	1990	6	Heemskerk, Nekslot, tpv brug in de Mozartstraat b	924	106.800	503.680
	434001KF	1990	6	voor krooshek gemaal Wijkermeerpolder	923	106.610	496.950
	434001KH	1990	8	voor krooshek gemaal Wijkermeerpolder	923	106.610	496.950
►14	770102NI	1993	9	Slootdorp, Nieuwesluizervaart, tpv brug N-Westelij	932	126.720	540.100
►15	770201NI	1993	9	Slootdorp, Noormantocht, tpv brug in de Molenweg	932	126.500	537.600
►16	770302NI	1993	9	Wieringerwerf, Hoekvaart, tpv brug in de Hoornsewe	931	130.270	538.750
►17	801005NE	1993	5	Texel, sloot t.h.v. inrit vuilstortplaats de Horn.	924	113.190	558.280
►18	803008NI	1993	9	Boezemkanaal t.p.v. duiker in Gentenweg	922	119.420	567.620

*: TYPE = type water

- 922: brakke sloot
- 923: licht brakke sloot
- 924: zandsloot
- 925: kleisloot
- 931: sterk brak kanaal
- 932: brak kanaal
- 934: kleikanaal
- 935: veenkanaal
- 941: brak meer of plas

Ligging van de 18 geselecteerde monsterpunten in het gebied van het Hoogheemraadschap van Uitwaterende Sluizen in Hollands Noorderkwartier.



BIJLAGE 8: Landgebruik per gemeente met geselecteerd monsterpunt

gemeente	aantal monster- punten	cluster Gr (%)	cluster A (%)	cluster G+V (%)	cluster B+K (%)	cluster O (%)
Anna Paulowna	6	10,42	41,70	-	30,76	17,09
Opmeer	1	66,83	4,33	0,74	5,33	22,78
Texel	2	26,20	22,51	0,05	2,63	48,60
Wieringen	3	5,03	69,14	-	2,49	23,35
Wieringermeer	3	51,98	10,63	-	0,14	37,25
Wormerland	1	69,49	0,18	0,01	0,30	30,02
Zaanstad	1	41,80	4,54	-	0,06	53,59
Zeevang	1	69,85	0,54	-	-	29,60
gemiddeld		31,18	30,23	0,05	11,30	28,75

cluster Gr : grasland

cluster A : akkerbouw + groente, volle grond + aardappelen en zaai-uien

cluster G+V : groente, onder glas + vruchtbomen

cluster B+K : bloembollen + bloemem, onder glas + klein fruit en kwekerijen

cluster O : overig (vnl. bebouwing en/of natuur)

