

stowa

HYDROBIOLOGISCH ONDERZOEK IN DE PRAKTIJK



RAPPORT

2006

23

HYDROBIOLOGISCH ONDERZOEK IN DE PRAKTIJK;
EEN INVENTARISATIE VAN GEHANTEERDE METHODEN EN INITIATIEVEN TOT
STANDAARDISATIE IN BINNEN- EN BUITENLAND

RAPPORT

2006
23

ISBN 90.5773.343.9



stowa@stowa.nl www.stowa.nl
TEL 030 232 11 99 FAX 030 232 17 66
Arthur van Schendelstraat 816
POSTBUS 8090 3503 RB UTRECHT

Publicaties en het publicatie overzicht van de STOWA kunt u uitsluitend bestellen bij:
Hageman Fulfilment POSTBUS 1110, 3300 CC Zwijndrecht,
TEL 078 623 05 00 FAX 078 610 610 42 87 EMAIL info@hageman.nl
onder vermelding van ISBN of STOWA rapportnummer en een duidelijk afleveradres.

COLOFON

Auteurs

R. Bijkerk
S.M.J. van Veldhuizen
K. Fockens

Datum

Oktober 2006

Begeleidingscommissie

L. van Liere (WEW)
J. van der Molen (WEW)
A. Veen (RIZA)
S. Schulten (NEN)
B. van der Wal (STOWA)

Prepress/ druk

Van de Garde | Jémé, Eindhoven

STOWA

Rapportnummer 2006-23
ISBN 90.5773.343.9

VOORWOORD

In Nederland zijn 26 waterschappen en rijkswaterstaat verantwoordelijk voor het verzamelen van hydrobiologische gegevens om de ecologische toestand van het oppervlaktewater te bepalen. De methoden die hierbij gebruikt worden zijn slechts in beperkte mate gestandaardiseerd maar zolang eigen huismethoden intern goed zijn vastgelegd blijven trendanalyses op regionaal niveau mogelijk. In toenemende mate wordt dit hydrobiologisch onderzoek echter geheel of gedeeltelijk uitbesteed aan commerciële laboratoria. Een onderlinge afstemming van methoden is dan noodzakelijk om trendbreuken in de dataset te voorkomen. Met de komst van de Europese Kaderrichtlijn Water moeten hydrobiologische gegevens op landelijk niveau geïntegreerd en op uniforme wijze getoetst worden. Dit vereist afstemming op nationaal niveau.

Vanuit het standpunt dat afstemming niet alleen wenselijk is, maar ook noodzakelijk wordt, heeft een samenwerkingsverband van STOWA, WEW, RIZA en NEN het initiatief genomen om een draagvlak te creëren voor standaardisatie en zo mogelijk accreditatie van hydrobiologisch onderzoek. In een eerste stap in deze richting is aan het ecologische bureau Koeman en Bijkerk gevraagd om een globale inventarisatie uit te voeren van de verschillende werkwijzen die in Nederland gevolgd worden en van initiatieven tot standaardisatie in binnen- en buitenland. De resultaten hiervan zijn gepresenteerd op het symposium “Kwaliteitsborging in de hydrobiologie” dat plaats vond op 23 maart 2006.

Bij de uitvoering van de inventarisatie hebben vele personen hun medewerking gegeven (zie de verantwoording elders in dit rapport), waarvoor we hen zeer erkentelijk zijn.

Utrecht, december 2006

Ir. J.M.J. Leenen,
directeur

FOTO 1 VOOR DE INVENTARISATIE VAN MACROFYTEN IN MEREN EN STROMENDE WATEREN ZIJN NORMEN BESCHIKBAAR OF IN ONTWIKKELING, MAAR VOOR SLOTEN EN KANALEN ONTBREKEN DEZE. OP DE FOTO DE ZEEMSLOOT IN GRONINGEN; HOORT HET RIET RECHTS OP DE FOTO NU TOT DE OEVERVEGETATIE OF TOT DE EMERGENTE WATERVEGETATIE...?



SAMENVATTING EN CONCLUSIES

Met de invoering van de Europese Kaderrichtlijn Water is een standaardisatie van hydrobiologisch onderzoek voor de beoordeling van oppervlaktewater opnieuw urgent geworden. Voor deze richtlijn immers moeten wateren op nationaal maar ook internationaal niveau uniform beoordeeld worden. Mede hierdoor zijn in de laatste jaren binnen Europa diverse initiatieven genomen om te komen tot normalisatie van onderdelen van hydrobiologische monitoring. Nederland kan hierbij een actieve rol spelen maar dan is landelijke overeenstemming in de gehanteerde hydrobiologische methoden gewenst.

Om de huidige praktijk in beeld te brengen is in opdracht van de STOWA een representatieve maar niet uitputtende inventarisatie uitgevoerd van hydrobiologische onderzoeksmethoden in Nederland. Deze is gebaseerd op de werkvoorschriften van vijftien hydrobiologische laboratoria, waarvan de meeste behoren bij waterschappen.

Daarnaast zijn initiatieven tot standaardisatie van methoden in binnen- en buitenland verzameld. Hierbij is de aandacht gericht op de meest onderzochte groepen, te weten fytoplankton, epifytische diatomeeën, macrofauna en macrofyten.

De huidige praktijk in Nederland is op dit moment nog zo verscheiden dat de resultaten van hydrobiologisch onderzoek niet zonder meer te vergelijken zijn. Het verschilt per groep welke stap hierbij het meest cruciaal is in het gehele proces van bemonsteren, determineren en tellen. Bij vegetatie- en macrofauna-onderzoek is het bemonsteren essentieel voor de vergelijkbaarheid van resultaten, bij kiezelalgen het determineren en bij fytoplankton vooral de wijze van tellen. Bij vegetatie-onderzoek is het tijdstip waarop de inventarisatie wordt uitgevoerd (ergens in mei-september) van invloed op zowel de aangetroffen soorten, als hun abundanties. Worden voor macrofauna de aanwezige (micro)habitats proportioneel bemonsterd (in verhouding tot hun bedekkingsgraad), dan zal dit voor de gevonden soorten tot heel andere relatieve abundanties leiden dan een bemonstering in een vaste verhouding (bijvoorbeeld 1 m water + 2 m oever + 2 m bodem). Bij fytoplanktonanalyses leidt het determineren altijd wel tot enige verschillen tussen instituten, maar de belangrijkste oorzaak van een gebrek aan vergelijkbaarheid zijn de telstrategie (alleen de meest talrijke, doorgaans kleinere soorten of ook de minder talrijke, doorgaans grotere soorten) en de eenheid van tellen (cellen of de minder goed te standaardiseren eenheid individuen).

In de afgelopen 20 jaar zijn in Nederland meerdere documenten verschenen met een beschrijving van aanbevolen hydrobiologische onderzoeksmethoden. Deze hebben niet geleid tot voldoende harmonisatie op landelijk niveau, deels door hun regionale karakter, deels door hun vrijblijvendheid en deels door een te globale beschrijving. Slechts een enkele verrichting is genormaliseerd in de vorm van een normblad. Wat dat betreft loopt Nederland achter bij een aantal andere Europese landen. In Duitsland, Frankrijk, Oostenrijk en Zweden zijn in de afgelopen tien jaar veel gebruikte onderzoeks- en beoordelingsmethoden genormaliseerd. De Europese Kaderrichtlijn Water heeft sinds 2000 geleid tot een verhoogde activiteit op het gebied van harmonisatie en normalisatie van methoden. Nederland kan hierin actief participeren via internationale consortia (bijvoorbeeld STAR) en NEN, het Nederlands Normalisatie-instituut.

FIGUUR 1 OP 23 MAART 2006 VOND HET SYMPOSIUM “KWALITEITSBORGING IN DE HYDROBIOLOGIE” PLAATS, EEN EERSTE AANZET OM TE KOMEN TOT STANDAARDISATIE VAN HYDROBIOLOGISCHE METHODEN IN NEDERLAND.



DE STOWA IN HET KORT

De Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer, kortweg STOWA, is het onderzoeksplatform van Nederlandse waterbeheerders. Deelnemers zijn alle beheerders van grondwater en oppervlaktewater in landelijk en stedelijk gebied, beheerders van installaties voor de zuivering van huishoudelijk afvalwater en beheerders van waterkeringen. Dat zijn alle waterschappen, hoogheemraadschappen en zuiveringsschappen, de provincies en het Rijk (i.c. het Rijksinstituut voor Zoetwaterbeheer en de Dienst Weg- en Waterbouw).

De waterbeheerders gebruiken de STOWA voor het realiseren van toegepast technisch, natuurwetenschappelijk, bestuurlijk juridisch en sociaal-wetenschappelijk onderzoek dat voor hen van gemeenschappelijk belang is. Onderzoeksprogramma's komen tot stand op basis van inventarisaties van de behoefte bij de deelnemers. Onderzoekssuggesties van derden, zoals kennisinstellingen en adviesbureaus, zijn van harte welkom. Deze suggesties toetst de STOWA aan de behoeften van de deelnemers.

De STOWA verricht zelf geen onderzoek, maar laat dit uitvoeren door gespecialiseerde instanties. De onderzoeken worden begeleid door begeleidingscommissies. Deze zijn samengesteld uit medewerkers van de deelnemers, zonodig aangevuld met andere deskundigen.

Het geld voor onderzoek, ontwikkeling, informatie en diensten brengen de deelnemers samen bijeen. Momenteel bedraagt het jaarlijkse budget zo'n zes miljoen euro.

U kunt de STOWA bereiken op telefoonnummer: 030 -2321199.

Ons adres luidt: STOWA, Postbus 8090, 3503 RB Utrecht.

Email: stowa@stowa.nl.

Website: www.stowa.nl

HYDROBIOLOGISCH ONDERZOEK IN DE PRAKTIJK

EEN INVENTARISATIE VAN GEHANTEERDE METHODEN EN INITIATIEVEN TOT
STANDAARDISATIE IN BINNEN- EN BUITENLAND

INHOUD

	COLOFON	
	VOORWOORD	
	SAMENVATTING EN CONCLUSIES	
	DE STOWA IN HET KORT	
	INHOUD	
1	INLEIDING	1
	1.1 Achtergrond	1
	1.2 Het project	1
	1.3 Aanpak	2
	1.4 Leeswijzer	2

2	HYDROBIOLOGISCHE MONITORING	3
2.1	Inleiding	3
2.2	Meetprogramma's	4
2.3	Vergelijkbaarheid van resultaten	4
3	MONITORING VAN FYTOPLANKTON	5
3.1	Toepassing	5
3.2	Bemonstering	5
3.3	Determinatie	6
3.4	Telling	7
3.5	Conclusie	8
4	MONITORING VAN KIEZELALGEN	9
4.1	Toepassing	9
4.2	Bemonstering	9
4.3	Determinatie	9
4.4	Telling	10
4.5	Conclusie	10
5	MONITORING VAN WATERPLANTEN	11
5.1	Toepassing	11
5.2	Inventarisatie	11
5.3	Determinatie	12
5.4	Telling	12
5.5	Conclusie	12
6	MONITORING VAN MACROFAUNA	15
6.1	Toepassing	15
6.2	Bemonstering	15
6.3	Determinatie	16
6.4	Telling	16
6.5	Conclusie	16
7	STANDAARDISATIE IN BINNEN- EN BUITENLAND	17
7.1	Inleiding	17
7.2	Binnenland	17
7.3	Buitenland	21
7.4	Normalisatie	29
8	NABESCHOUWING	33
8.1	Algemeen	33
8.2	Fytoplankton	34
8.3	Kiezelalgen	34
8.4	Macrofyten	34
8.5	Macrofauna	34
	LITERATUUR	35
	VERKLARING VAN GEBRUIKTE AFKORTINGEN	38
	BIJLAGE I: GERAADPLEEGDE INSTANTIES EN CONTACTPERSONEN	39

BIJLAGE II: WERKWIJZE BIJ DE GEGEVENSVERWERKING	40
BIJLAGE III: FYTOPLANKTON	41
BIJLAGE IV: KIEZELALGEN	42
BIJLAGE V: VEGETATIE	43
BIJLAGE VI: MACROFAUNA	44

1

INLEIDING

1.1 ACHTERGROND

In het kader van de biologische monitoring van oppervlaktewater worden door de waterschappen al zo'n 15 tot 30 jaar lang gegevens verzameld over het voorkomen van waterplanten, macrofauna, epifytische kiezelalgen, fytoplankton en zoöplankton. Het doel hiervan is, kort gezegd, de ecologische beoordeling van oppervlaktewater als onderdeel van de kwaliteitsbewaking van wateren in ieders beheergebied. In de praktijk bestaan er verschillen tussen de waterbeheerders in de opzet en uitvoering van deze monitoring, die veelal historisch bepaald zijn. Deze verschillen vormen een probleem op het moment dat de biologische informatie op landelijk niveau geïntegreerd moet worden. In het verleden speelde dat bij de ontwikkeling van de STOWA-beoordelingssystemen en recent bij de ontwikkeling en validatie van de maatlatten voor de Europese Kaderrichtlijn Water (KRW). Voor de integratie van biologische gegevens zonder informatieverlies is een landelijke standaardisatie¹ van hydrobiologisch onderzoek noodzakelijk. Waterbeheerders die een deel van hun monitoringswerk door derden laten verrichten, krijgen hiermee tevens een krachtig instrument in handen om continuïteit binnen hun waarnemingsreeksen te waarborgen. Daarnaast zijn er de laatste jaren op Europees niveau (CEN) diverse normalisatie²-initiatieven ontplooid. Nederland kan hierbij een actieve rol spelen maar dan is landelijke overeenstemming in de gehanteerde hydrobiologische methoden gewenst.

In Nederland en diverse andere landen zijn al initiatieven genomen om tot standaardisatie en kwaliteitsborging van (onderdelen van) ecologische monitoring te komen. Hiervan kan gebruik worden gemaakt bij het streven naar een landelijk geharmonieerde aanpak.

1.2 HET PROJECT

Een samenwerkingsverband van STOWA, WEW, RIZA en NEN heeft een project gestart om te komen tot een standaardisatie en zo mogelijk accreditatie van biologisch onderzoek voor het kwaliteitsbeheer van oppervlaktewater in Nederland. Dit doel moet worden bereikt via een serie te organiseren bijeenkomsten, waarvan het symposium "Kwaliteitsborging in de hydrobiologie" de eerste was (figuur 1). Hierin moet een gemeenschappelijk draagvlak ontstaan voor standaardisatie van de biologische monitoring en moeten afspraken worden gemaakt over de uitgangspunten en over vervolgacties (handboek, certificering, ...). Het gemeenschappelijk draagvlak voor harmonisatie moet op de eerste plaats ontstaan vanuit een beeld van de huidige, diverse praktijk. Op de tweede plaats moet harmonisatie gestimuleerd worden door een presentatie van initiatieven op het gebied van standaardisatie en kwaliteitsborging van ecologische monitoring in binnen- en buitenland. In dit eerste deelproject zijn deze elementen geïnventariseerd en in dit rapport gepresenteerd.

1. Standaardisatie is het brengen van uniformiteit in producten, productiemiddelen en diensten bij een bedrijf of groep van bedrijven (bron: NEN).
2. Normalisatie is het in gezamenlijk overleg van alle belanghebbende groeperingen opstellen van regels voor de eigenschappen van producten en diensten ter bevordering van het economische verkeer (bron: NEN)

1.3 AANPAK

In overleg met de STOWA is besloten tot een representatieve maar niet uitputtende inventarisatie van hydrobiologische onderzoeksmethoden in Nederland en van initiatieven tot standaardisatie van methoden in binnen- en buitenland. Hierbij is de aandacht gericht op de meest onderzochte groepen, te weten fytoplankton, epifytische diatomeeën, macrofauna en macrofyten. Deze groepen worden het vaakst gebruikt in een beoordeling van de ecologische toestand van oppervlaktewater. Er is voorbij gegaan aan de groep zoöplankton, die in de monitoring steeds minder aandacht krijgt. Evenmin is aandacht besteed aan vis. De monitoring van vis krijgt pas sinds enkele jaren een toenemende belangstelling en is methodisch nog volop in ontwikkeling. Inmiddels zijn wel voorlopige richtlijnen opgesteld met het oog op standaardisatie (STOWA 2003).

Om een globaal beeld te krijgen van de uitvoering van hydrobiologisch onderzoek in Nederland, zijn bij de inventarisatie alleen de waterschappen betrokken die al langere tijd een eigen laboratorium hebben voor ecologisch onderzoek van oppervlaktewater. Bij de keuze is verder gestreefd naar een gelijkmatige spreiding over het land. Uiteindelijk zijn veertien waterschappen en twee adviesbureau's geselecteerd. Van elke instantie is een contactpersoon benaderd van de afdeling ecologisch onderzoek met een verzoek om informatie (bijlage I). Alle zestien instanties zegden hun medewerking toe en hebben hun bemonsterings- en analysevoorschriften voor de bovengenoemde organismengroepen toegezonden. Voor elke organismengroep is vervolgens een checklist gemaakt met onderdelen die invloed hebben op de resultaten van het onderzoek (bijlage II). De werkvoorschriften van de waterschappen zijn volgens deze checklisten verwerkt, maar de voorschriften van de adviesbureau's zijn niet verder verwerkt. Hun methoden worden vrijwel altijd bepaald door de wensen of voorschriften van de opdrachtgever.

Indien aanvullende informatie nodig was is nader contact geweest, per e-mail of telefoon. Per organismengroep is vervolgens beoordeeld hoeveel variaties er onderscheiden konden worden in de uitvoering van bemonstering en analyse.

Initiatieven tot standaardisatie in binnen- en buitenland zijn geïnventariseerd door middel van literatuuronderzoek, waarbij in belangrijke mate gebruik is gemaakt van internet.

1.4 LEESWIJZER

Hoofdstuk 2 geeft een inleiding op hydrobiologisch onderzoek voor de beoordeling van oppervlaktewater. Dit hoofdstuk geeft tevens een samenvatting van de belangrijkste knelpunten voor vergelijkbaarheid van de resultaten en vormt daarmee ook een samenvatting van het onderzoek. De resultaten van de inventarisatie zijn per groep opgenomen in de hoofdstukken 3 tot en met 6. Deze resultaten geven een goed beeld van de huidige Nederlandse praktijk van het toegepaste hydrobiologische onderzoek. Hoofdstuk 7 geeft een overzicht van belangrijke standaardisatie-initiatieven in binnen- en buitenland en van de normalisatie-activiteiten binnen NEN en CEN. In hoofdstuk 8 tenslotte wordt een nabeschuiving gegeven met een blik op de toekomst.

2

HYDROBIOLOGISCHE MONITORING

2.1 INLEIDING

Hydrobiologische monitoring is ontstaan als aanvulling op de langer bestaande fysisch-chemische monitoring van oppervlaktewater. De veronderstelling hierbij was dat organismen een betere indruk geven van de waterkwaliteit over een langere termijn, dan momentopnamen van chemische parameters. In de praktijk wordt hydrobiologische monitoring algemeen aangeduid als ecologische monitoring.

Met het derde Indicatieve Meerjarenprogramma Water (IMP) werden in 1985 voor het eerst ook ecologische waterkwaliteitsdoelstellingen geformuleerd. Rond dezelfde tijd werd gesproken over de invoering van een interprovinciaal permanent aquatisch meetnet. Met het oog op de daartoe vereiste standaardisatie van onderzoeksmethoden had de subwerkgroep Hydrobiologie van de IAWM (Interprovinciale Ambtelijke Werkgroep Milieu-inventarisatie) een jaar eerder de "Handleiding voor hydrobiologische milieu-inventarisatie" gepubliceerd (Van der Hammen *et al.* 1984). Met de Derde nota Waterhuishouding (MinVenW 1990) werd in 1989 de watersysteembenadering geïntroduceerd. Hierbij werden waterkwantiteitsbeheer en waterkwaliteitsbeheer geïntegreerd en werd gesteld dat dit beheer op een ecologisch verantwoorde wijze uitgevoerd diende te worden. De ecologische doelstellingen werden kort en krachtig geformuleerd: "Weg met de groene soep" als het gaat om plassen en meren en "Zalm in Rijn en Maas in 2000" in het geval van de grote rivieren.

Uit deze watersysteembenadering vloeiden de STOWA-systemen voort voor de landelijke ecologische beoordeling van oppervlaktewater. Deze beoordelingssystemen zijn mede gebaseerd op ecologische gegevens verzameld in de voorafgaande jaren. Met deze systemen werd niet alleen een beoordelingskader gecreëerd, maar ook een richtlijn voor de aanpak van ecologisch onderzoek door de waterschappen. Naast fysisch-chemisch onderzoek is voor de volledige toetsing met deze systemen biologisch onderzoek nodig aan één of meer groepen (tabel 1).

TABEL 1 TE ONDERZOEKEN BIOLOGISCHE GROEPEN IN DE STOWA-BEOORDELINGSSYSTEMEN MET JAAR VAN PUBLICATIE.

STOWA-systeem	Jaar	Macrofauna	Vegetatie	Kiezelalgen	Fytoplankton	Zoöplankton
Stromende wateren	1992	+				
Sloten	1993	+	+	+		
Meren en plassen	1993		+		+	
Kanalen	1994	+	+	+	+	
Diepe gaten	1994		+	+	+	+
Stadswateren ¹⁾	2001	+	+	+	+	+
Brakke wateren	2002	+	+	+	+	

1) Invulling hydrobiologisch onderzoek afhankelijk van watertype, conform overige beoordelingssystemen.

2.2 MEETPROGRAMMA'S

Binnen de meetprogramma's waterkwaliteit van de waterschappen heeft ecologische monitoring al geruime tijd een plaats, ofschoon de budgetten hier en daar ruimer zijn dan elders. Bij de verdeling van de beschikbare middelen moet in de meetprogramma's een keuze gemaakt worden tussen verdeling over de ruimte (hoeveel meetpunten in het beheergebied) en verdeling over de tijd (hoe frequent worden de meetpunten bezocht).

Bij een waterschap met een grote variatie aan watertypen zal eerder een keuze worden gemaakt voor een groot aantal meetpunten, waarvan de meeste met een lage frequentie (bijvoorbeeld eens per acht jaar) bezocht worden. Is de variatie aan watertypen beperkt dan kan volstaan worden met een geringer aantal punten, die vaker bezocht kunnen worden (bijvoorbeeld eens per vier jaar). De doelstellingen van ecologische monitoring hangen hier mee samen. Een gemeenschappelijke doelstelling is de beschrijving en beoordeling van de ecologische toestand van het oppervlaktewater. Wanneer de meetfrequentie laag is, is trendanalyse een minder belangrijk doel.

Bij sommige waterschappen zijn biologische meetpunten alleen gesitueerd in wateren met een natuurfunctie.

2.3 VERGELIJKBAARHEID VAN RESULTATEN

De vergelijkbaarheid van methoden is van groot belang om de onderzoeksresultaten op landelijk niveau te kunnen integreren, zonder dat dit gepaard gaat met aannames of informatieverlies. Deze integratie was noodzakelijk voor de ontwikkeling van de STOWA-beoordelingssystemen en recent voor de afleiding van de KRW-maatlatten. In beide gevallen bleek de vergelijkbaarheid van resultaten te wensen over te laten.

Het hydrobiologisch onderzoek in Nederland is in enige mate gestandaardiseerd, wat betreft apparatuur en bemonsteringstijdstip. In andere aspecten is er variatie in aanpak. In de volgende hoofdstukken wordt deze in detail beschreven per biologische groep. Voor elke groep kunnen onderdelen in het proces (bemonstering-determinatie-telling) aangegeven worden, die het meest kritisch zijn met het oog op een vergelijkbaarheid van gegevens (tabel 2).

TABEL 2 RELATIEVE BELANG VAN ONDERZOEKSASPECT OP DE VERGELIJKBAARHEID VAN RESULTATEN.

Groep	Bemonsteren	Determineren	Tellen
Fytoplankton	0	±	+
Kiezelalgen	±	+	0
Vegetatie	+	±	0
Macrofauna	+	±	0

0 = relatief geen invloed; ± = relatief weinig invloed; + = relatief veel invloed

3

MONITORING VAN FYTOPLANKTON

3.1 TOEPASSING

Fytoplankton wordt in de ecologische monitoring opgenomen als indicator voor eutrofiëring. Wat de regionale wateren betreft wordt deze groep in het algemeen alleen onderzocht in plassen en kanalen, soms in vennen, maar zelden in sloten en stromende wateren. In de grote rivieren wordt door rijkswaterstaat wel fytoplankton gemonitord.

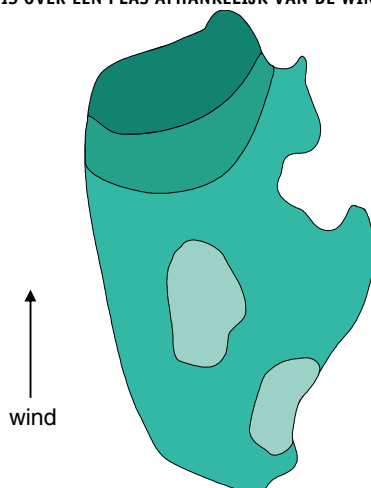
3.2 BEMONSTERING

Om een representatief watermonster te kunnen nemen moet rekening worden gehouden met horizontale en verticale verschillen in de verspreiding van algen. Verticale verschillen treden vooral op in plassen die dieper zijn dan ca. 6 m.

ONDIEPE PLASSEN

In ondiepe plassen en kanalen kan de waterkolom doorgaans als gemengd worden beschouwd. Wel kan in bepaalde omstandigheden door windinvloed een ongelijke verdeling van algen over de plas optreden (figuur 2). De keuze van de bemonsterings-plaatsen kan in deze omstandigheden een groot effect hebben op het resultaat. Het is op voorhand echter moeilijk te zeggen of een monster van één punt in het midden van het meer minder representatief zal zijn dan een keuze voor een mengmonster van vijf punten op verschillende plaatsen langs de oever. Niet in alle werkvoorschriften is een bemonstering van ondiepe wateren omschreven. Waar dat wel het geval is wordt een monster genomen op ca. 0.3 m onder het wateroppervlak met een emmer of een fles, vanaf de oever of midden op het meer vanuit een boot (bijlage III). Enkele waterschappen beperken zich tot een bemonstering op één locatie, andere stellen een mengmonster samen afkomstig van bemonsteringen op meerdere locaties (tabel 3).

FIGUUR 2 VERDELING VAN *MICROCYSTIS* OVER EEN PLAS AFHANKELIJK VAN DE WIND (NAAR: REYNOLDS 1984).



TABEL 3 VARIATIE IN DE BEMONSTERING VAN ONDIEPE WATEREN TUSSEN 11 INSTANTIES.

Bemonsteringsmethode fytoplankton ondiepe wateren	Aantal voorschriften
Op 1 plaats met flessenhouder of emmer op 20-50 cm diepte	6
Op 5 plaatsen met flessenhouder of emmer op 20-50 cm diepte	5

DIEPE PLASSEN

In diepe meren waar in het zomerhalfjaar temperatuursgelaagdheid optreedt, is geen sprake van volledige menging. Bepaalde soorten algen kunnen zich op verschillende diepten in het epilimnion of in de spronglaag concentreren, terwijl de dichtheid in het hypolimnion relatief laag is. Ook in dit soort plassen kunnen soms ongelijke verdelingen over de plas ontstaan, maar in het algemeen is de variatie in de verticaal groter. Bij bemonsteringen moet hiermee altijd rekening worden gehouden.

TABEL 4 VARIATIE IN DE BEMONSTERING VAN DIEPE PLASSEN TUSSEN 12 INSTANTIES.

Bemonsteringsmethode fytoplankton diepe wateren	Aantal voorschriften
Op ca. 30 cm onder wateroppervlak met fles of emmer	2
Mengmonster van 1 en 2 meter diepte met happere	1
Mengmonster bovenste 1 m waterkolom met steekbuis	2
Mengmonster bovenste 5 m waterkolom / tot spronglaag met happer	6
Mengmonster gehele verticaal met happer	1

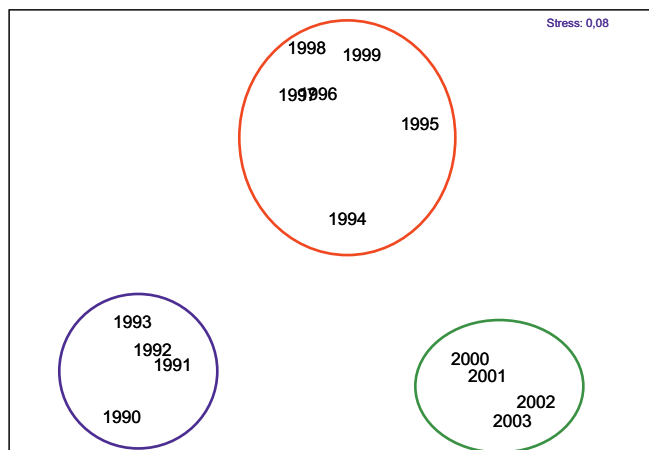
Zes waterschappen bemonsteren het gehele epilimnion, vijf bemonsteren een deel hiervan, terwijl één de gehele verticaal bemonstert (tabel 4). Deze laatste werkwijze levert waarschijnlijk de meest reproduceerbare resultaten, maar zal door “verdunning” met hypolimnionwater lagere fytoplanktondichtheden te zien geven dan de overige. Een verschillende bemonstering van het epilimnion zal tot uiteenlopende dichtheden van sommige soorten kunnen leiden, wanneer deze ongelijk over de verticaal verdeeld zijn.

3.3 DETERMINATIE

Bij de determinatie van fytoplankton kunnen verschillen ontstaan tussen laboratoria (figuur 3). In het algemeen echter levert de herkenning van een groot aantal soorten geen problemen op en kunnen resultaten met enig informatieverlies geïntegreerd worden.

Discrepancies kunnen ontstaan door moeilijkheden bij het maken van onderscheid tussen bacteriën en blauwalgen, of tussen detritusvlokjes en de soort *Cyanodictyon imperfectum*. De gebruikte standaardwerken voor determinatie zijn grotendeels overeenkomstig, maar omdat deze deels verouderd zijn gebruiken sommigen aanvullende, moeilijker toegankelijke literatuur. Dit gebeurt echter niet door iedereen in dezelfde mate.

FIGUUR 3 FYTOPLANKTONGEGEVENS 1990-2003; DE CLUSTERING OP BASIS VAN SOORTENSAMENSTELLING WEERSPIEGELT DE DRIE UITBESTEDINGS-CONTRACTEN MET EXTERNE LABORATORIA.



3.4 TELLING

Voor de kwantitatieve analyse maakt de grote meerderheid gebruik van een omkeermicroscop en wordt de dichtheid van het bezinkingsplankton uitgedrukt in hoeveelheden per volume-eenheid. Discrepancies ontstaan door het hanteren van verschillende teleenheden en door het al of niet meetellen van zeer kleine algen ($< 5 \mu\text{m}$). Drie waterschappen (en het RIZA en RIKZ) tellen cellen en drukken de dichtheid van soorten uit in cellen per ml of per l. Tien waterschappen tellen individuen. Dit is de methode die ook in de STOWA-beoordelingssystemen wordt voorgeschreven. Hierin is het begrip individu gedefinieerd zoals in de richtlijn van de Werkgroep Hydrobiologie Holland (WHH 1992, 2000).

FOTO 2 BIJ DRAADVORMIGE BLAUWALGEN IS ELKE DRAAD GELIJK AAN ÉÉN INDIVIDU, ONGEACHT DE LENGTE, OOK AL ZIJN DE DRADEN VERENIGD TOT EEN KOLONIE.



In het algemeen is een individu de verschijningsvorm van de soort in het plankton. Bij soorten die altijd als losse cel voorkomen of bij draadvormige blauwalgen (foto 2) is het begrip individu goed gedefinieerd, maar bij soorten die kolonies of coenobia vormen kunnen verschillen tussen laboratoria ontstaan. Bij kolonievormende diatomeeën wordt door de meeste instanties elke cel als één individu geteld, maar niet door alle.

Bij kolonievormende groen-, blauw- en goudalgen kunnen de discrepanties groter zijn, vooral bij soorten waarvan de kolonies uit elkaar kunnen vallen in losse cellen. Om het aantal individuen uit deze losse cellen te berekenen wordt uitgegaan van de oorspronkelijke koloniegrootte in het monster, van een gemiddelde koloniegrootte volgens de literatuur of van een

vaste grootte (bijvoorbeeld 100 cellen). Verschillende aannames omtrent deze koloniegrootte (voorschrift A, B of C in tabel 5) leiden tot verschillen in het uiteindelijke aantal individuen. Determinatiefouten kunnen deze verschillen vergroten (een losse cel moet wel herkend worden als een oorspronkelijke koloniecél). In een enkel geval worden losse cellen van uit elkaar gevallen *Microcystis* kolonies bewust niet geteld. Het is niet goed mogelijk om verschillen in de definitie van individuen uit de werkvoorschriften te destilleren zolang ze niet vergezeld gaan van lijsten die voor elke soort bijvoorbeeld aangegeven wat als vaste waarde voor de “gemiddelde koloniegrootte” wordt gehanteerd.

Een punt waarin het kwantitatieve zoetwaterplanktononderzoek in Nederland in veel gevallen verschilt van die voor het zoute water en die in het buitenland, is de telstrategie. Bij vrijwel alle laboratoria is de analyse-inspanning gericht op het determineren en tellen van 100 of 200 individuen bij één vergroting. Het resultaat is een lijst met de meest talrijke soorten in het monster. Dit zijn niet altijd de soorten die het meeste bijdragen aan het biovolume (en daarmee het chlorofyl-a-gehalte). Een alternatief dat hier wel rekening mee houdt verdeelt de 200 waarnemingen in twee of meer fracties die met verschillende vergroting onderzocht worden. De talrijke maar veelal kleine soorten worden in de ene fractie geteld, de grote maar gewoonlijk minder talrijke soorten in de andere.

TABEL 5 VARIATIE IN DE RESULTATEN TUSSEN LABS DOOR GEBRUIK VAN VERSCHILLENDE TELEENHEDEN.

Naam	Voorschrift A	Voorschrift B	Voorschrift C
	3 labs	9 labs	1 lab
Anabaena	2288	96	96
Aphanizomenon	808	58	58
Aulacoseira	500	500	500
Coelastrum	1923	240	163
Cryptomonas	3041	3041	3041
Cyanogranis	21622	432	676
Microcystis	249475	2495	1088
Planktothrix	37654	404	404
Totaal	317310 cellen/ml	7265 ind/ml	6026 ind/ml

3.5 CONCLUSIE

Niet corrigeerbare verschillen tussen resultaten kunnen bij fytoplanktonanalyses ontstaan door het hanteren van verschillende teleenheden (cellen of een voor sommige soorten verschillende definitie van individuen) en, bij diepe plassen, door de bemonstering van de verticaal. Verschillen door determinatie zijn in veel gevallen corrigeerbaar, of kunnen bij eventuele trendanalyse “passief” gemaakt worden. Dit geeft wel wat informatieverlies.

4

MONITORING VAN KIEZELALGEN

4.1 TOEPASSING

Epifytische kiezelalgen (kiezelalgen uit het aangroei) worden gebruikt voor een beoordeling van verschillende vormen van ecologische achteruitgang: verzuring, verzilting, eutrofiëring en verontreiniging met organische stof (saprobiëring). Traditioneel worden hierbij alleen soorten gebruikt uit de orde Pennales. Om de bemonstering te kunnen standaardiseren werd in monitoringonderzoek veelal gebruik gemaakt van kunstmatig substraat, glasplaatjes of gepelde, overjarige rietstengels. Tegenwoordig wordt waar dat kan meer en meer gebruik gemaakt van natuurlijk aanwezig substraat, in de vorm van ondergedoken stengels van water- of oeverplanten (riet, rietgras, liesgras, waterpest e.d.). Gebleken is dat de soortensamenstelling en beoordelingsresultaten tussen gepeld riet en de meeste oeverplanten vergelijkbaar zijn (Bijkerk 1998). Tussen verschillende soorten oever- en waterplanten kan de abundantieverhouding van kiezelalgsorten verschillen, maar is de soortensamenstelling in het algemeen vergelijkbaar (Pip & Robinson 1984, Soesbergen 1992). Ditzelfde geldt voor oeverplanten en uitknijpsel van veenmos.

4.2 BEMONSTERING

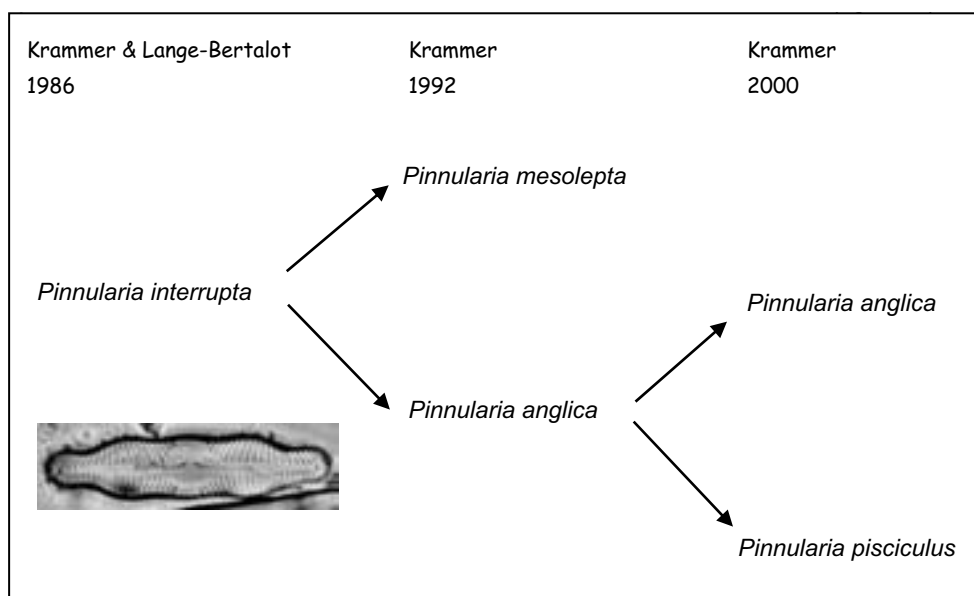
Bij het nemen van kiezelalgsmonsters gebruikt men zowel natuurlijk als kunstmatig substraat (bijlage IV). Er is variatie in het type natuurlijk substraat en kunstmatig substraat dat men toepast, in de incubatietijd voor kunstmatig substraat en in het bemonsteringstijdstip. Kiest men voor natuurlijk substraat dan worden rietstengels, stenen, oever- en waterplanten in het algemeen en/of de toplaag van zandbodems bemonsterd. Dode rietstengels en object-glaasjes worden als kunstmatig substraat toegepast.

4.3 DETERMINATIE

In een vorig jaar gehouden ringonderzoek "Epifytische kiezelalgen" werden door de acht deelnemende laboratoria in totaal 238 taxa gerapporteerd. Slechts 11 hiervan werden door alle deelnemers vermeld en iets meer dan de helft werd door slechts één gerapporteerd (Kouwets & Veen 2006). Dit kan deels worden verklaard uit de soortenrijkheid van het monster, waarbij de trefkans van veel soorten laag is. Ook bij enkele meer talrijke soorten echter was een verschil zichtbaar in de gevonden abundantie, die voort moet zijn gekomen uit determinatieverschillen.

Determinatieverschillen ontstaan door een foutieve keuze bij moeilijk van elkaar te onderscheiden taxa (bijvoorbeeld *Nitzschia inconspicua* en kleine vormen van *Nitzschia frustulum*) en door een verschillende omgang met taxonomische ontwikkelingen.

Na het verschijnen van de vier deeltjes van de Süßwasserflora (Krammer & Lange-Bertalot 1986-1991) zijn diverse publicaties verschenen waarin nieuwe soorten zijn beschreven. Hieronder zijn er meerdere die afgesplitst zijn van oorspronkelijke verzameltaxa. Een voorbeeld: waar men met de Süßwasserflora in 1986 uit kon komen op één soort *Pinnularia*, heeft men in 2000 te maken met drie soorten (figuur 4).

FIGUUR 4 DE SOORT *PINNULARIA INTERRUPTA* IS IN DE LOOP VAN 14 JAAR OPGESPLITST IN DRIE SOORTEN.

4.4 TELLING

Er worden twee verschillende telmethoden gebruikt door of voor de ondervraagde waterschappen. In de meeste gevallen worden 200 schaaltes gedetermineerd en geteld. In een enkel geval worden 200 waarnemingen verzameld. Omdat diatomeeënschaaltes niet altijd van elkaar gescheiden worden tijdens het prepareren, met name bij kleinere of ketenvormende soorten, kan één waarneming bestaan uit één, twee of meerdere schaaltes. Bij een steekproef van 200 schaaltes kan het aantal waarnemingen daarom variëren van ca. 100 tot 200, terwijl de steekproefgrootte in het andere geval altijd gelijk is. In de beoordelingsresultaten zullen deze twee benaderingen echter geen belangrijke verschillen geven.

4.5 CONCLUSIE

Een kritische factor voor de vergelijkbaarheid van kiezelalgegevens is de determinatie, met name de omgang met nieuwbeschreven soorten. De overige werkzaamheden die gepaard gaan met de monitoring van kiezelalgen, zoals de bemonstering en telmethode, hebben minder invloed op het uiteindelijke resultaat.

5

MONITORING VAN WATERPLANTEN

5.1 TOEPASSING

Vegetatie-onderzoek wordt toegepast voor een beoordeling van de voedselrijkdom, de structuur in waterlopen (habitatdiversiteit) en de mate van verstoring (het variant-eigen karakter). In het algemeen worden zowel oever- als waterplanten in de opname betrokken, maar in sommige beoordelingssystemen speelt slechts één van beide een rol.

5.2 INVENTARISATIE

Bij alle waterschappen vindt de monsternamen plaats tussen mei en september, maar het preciese tijdvak verschilt (tabel 6). Begint men relatief vroeg dan is de kans groter dat soorten gemist of niet tot op soort gedetermineerd kunnen worden. Begint men relatief laat dan is de kans groter dat de opname verstoord wordt door schoningswerkzaamheden. Daarnaast verandert de bedekking van soorten in de loop van de periode. In mei kan zich in voedselrijke wateren een grote hoeveelheid flab ontwikkelen, terwijl in de loop van de zomer waterpest abundanter kan worden.

TABEL 6 VARIATIE IN DE INVENTARISATIEPERIODE VOOR VEGETATIE TUSSEN 9 VOORSCHRIFTEN.

Periode van vegetatiekartering					Aantal voorschriften
Mei	Juni	Juli	Augustus	September	
					1
					1
					1
					3
					1
					2

Bij de methode van inventariseren moeten we onderscheid maken tussen lijnvormige wateren (beken, sloten, kanalen) en meren/plassen. Bij lijnvormige wateren wordt een proefvak gekozen voor de opname. Voor toepassing van het STOWA-beoordelingssysteem moet de opname bij ondiepe plassen en meren representatief zijn voor de aanwezige vegetatie in de gehele plas (STOWA 2006).

LIJNVORMIGE WATEREN

Voor lijnvormige wateren zijn er vijf variaties geconstateerd bij het maken van een vegetatieopname (bijlage V). Bij de meeste waterschappen wordt de vegetatie over een lengte van maximaal 50 m onderzocht (tabel 7). Bij enkele is de proefvlakgrootte niet vast, maar wordt hij bepaald door de representativiteit voor de meetpuntomgeving of de soortenrijkdom ter plaatse.

TABEL 7 VARIATIE TUSSEN 13 VOORSCHRIFTEN VOOR VEGETATIEONDERZOEK IN PLASSEN.

Vegetatiekartering lijnvormige wateren	Aantal voorschriften
Opnamegrootte afhankelijk van representativiteit voor meetpuntomgeving	2
Opnamegrootte staat niet vast; doel is zoveel mogelijk soorten vinden	2
Opname-oppervlakte is 50 m ² ; lengte/breedte afhankelijk van situatie	4
Opnamelengte is 50 m, opnamebreedte gelijk aan breedte watergang	4
Opnamelengte is 50 m en om de 5 m wordt 1 m onderzocht	1

MEREN EN PLASSEN

Een gebiedsdekkende inventarisatie van meren en plas met de inzet van een boot met hark of werphark, wordt in vijf van de 11 gevallen voorgeschreven (tabel 8). Drie waterschappen doen dit ook voor kleine plassen maar beperken zich bij grotere meren tot een inventarisatie per boot in twee proefvlakken. In drie gevallen wordt voor routinematig onderzoek slechts één proefvlak onderzocht op en vanaf de oever.

TABEL 8 VARIATIE TUSSEN 11 VOORSCHRIFTEN VOOR VEGETATIEONDERZOEK IN PLASSEN.

Vegetatiekartering grotere meren en plassen	Aantal voorschriften
Gebiedsdekkend vanuit boot	5
Twee proefvlakken west- en oostzijde vanuit boot	3
Een proefvlak vanaf oever	3

5.3 DETERMINATIE

Determinatieproblemen doen zich hoofdzakelijk voor bij vegetatieve grassen en zeggen, maar vaak worden deze op een hoger taxonomisch niveau in de resultaten gezet (“*Carex* sp.”). Kranswieren kunnen ook problemen geven, maar worden relatief weinig aangetroffen en in veel gevallen verzameld en ter controle aangeboden aan experts.

5.4 TELLING

De abundantie van de aangetroffen plantensoorten wordt uitgedrukt in de Tansley schaal of volgens de Braun-Blanquet codering. Onderlinge verschillen zijn denkbaar in de toekenning van abundantieklassen, bijvoorbeeld “zeldzaam” dan wel “af en toe” en “lokaal frequent” dan wel “lokaal abundant”, met name bij een opname die representatief moet zijn voor een gehele plas. De begrenzing van de oevervegetatie landwaarts is gewoonlijk arbitrair en kan grote verschillen geven in de omvang van de soortenlijsten. Worden alleen “echte” oeverplanten geteld of ook terrestrische planten die langs het water staan...?

5.5 CONCLUSIE

Bij vegetatie is het onderdeel “bemonsteren” van relatief grote invloed op de vergelijkbaarheid van de resultaten. Dit onderdeel omvat de keuze van het opnametijdstip (wanneer in de periode mei-september) en de grootte van het opnamevlak. Dit laatste is vooral bij grotere ondiepe plassen van invloed op de resultaten. Kleine verschillen kunnen worden verwacht in de kwantificering volgens de Tansley schaal.

FOTO 3 IN ONDIEPE PLASSEN KAN EEN GEBIEDSDEKENDE VEGETATIEKARTERING TIJDROVEND ZIJN, BIJVOORBEELD IN DE GREN-
POEL, EEN ONDIEP VEN BIJ APPELSCHA.



FOTO 4 HET REPRESENTATIEF BEMONSTEREN MET EEN STANDAARD MACROFAUNANET IS IN SOMMIGE WATEREN EENVOUDIGER DAN IN ANDERE.



6

MONITORING VAN MACROFAUNA

6.1 TOEPASSING

De monitoring van macrofauna geeft informatie over uiteenlopende (a)biotische factoren, waaronder zuur- en brakarakter en saprobiegraad, maar ook stromingsregiem en habitatdiversiteit. Om deze laatste drie aspecten goed te kunnen beoordelen is een zorgvuldige bemonstering nodig die de aanwezigheid van de diverse habitats evenredig weerspiegelt. Saprobie-indicatoren bijvoorbeeld, bevinden zich vooral in detritusrijk sediment. Een onder- of overbemonstering van dit sedimenttype zal daarom kunnen leiden tot een gunstiger, respectievelijk ongunstiger beoordeling van saprobie.

6.2 BEMONSTERING

Er zijn negen variaties in bemonsteringsmethode geconstateerd bij de dertien waterschappen die gevraagd zijn naar hun methode. Hierbij gaat het om methoden waarbij gebruik wordt gemaakt van het standaard macrofaunanet (Van der Hammen *et al.* 1984). Vier van de 13 bemonsteren alle substraattypen proportioneel, dat wil zeggen in verhouding tot hun aanwezigheid in het proefvlak (tabel 9). De totale monsterlengte is in het algemeen 5 m, maar kan groter of kleiner zijn al naar gelang de rijkdom aan dieren.

De overige negen bemonsteren niet proportioneel. Een bepaalde monsterlengte wordt volgens een vaste verhouding verdeeld over bodem en oeverzone, of over aanwezige substraattypen. Een onderbemonstering van de oever zal in veel gevallen tot een lagere diversiteit van het macrofaunamonster leiden. Om bemonstering uit te kunnen sluiten als oorzaak van een geconstateerde achteruitgang (tabel 10), moet de monsternamen overeenkomstig zijn.

TABEL 9 VERSCHILLEN IN MACROFAUNABEMONSTERING TUSSEN 13 VOORSCHRIFTEN.

Macrofaunabemonstering met handnet	Aantal voorschriften
Alle aanwezige substraattypen proportioneel	4
ca. 5 m totaal	4
Alle aanwezige substraattypen niet proportioneel	9
ca. 2 m bodem en 3 m oever/vegetatie/waterkolom	3
ca. 1 m bodem + 3 m oever	1
ca. 1 m bodem + 5 m oever	1
ca. 1 m water + 2 m bodem + 2 m oever	1
ca. 1-2 m per substraatype	1
10 keer ca. 1 m over een traject van 50 m	1
alle microhabitats zonder vaste monsterlengte	1

TABEL 10 ACHTERUITGANG IN DIVERSITEIT OF EEN EFFECT VAN BEMONSTERING DOOR TWEE VERSCHILLENDE LABORATORIA IN 1992 EN 2000?

Groep	Plas 1		Plas 2	
	1992	2000	1992	2000
Platwormen	1	0	1	0
Oligochaeten	3	1	1	1
Watermijten	1	0	1	0
Waterwantsen	8	1	5	3
Libellen	4	1	1	2
Kokerjuffers	7	2	1	1
Waterkevers	21	1	26	3
Chironomiden	12	11	8	7
Overige groepen	14	6	11	4
Soorten totaal	71	23	55	21

6.3 DETERMINATIE

Bij alle ondervraagde waterschappen wordt de macrofauna zo mogelijk gedetermineerd tot op soortniveau. Door gebrek aan goede literatuur, ervaring of aan uitwisseling van ervaring, kunnen soorten langere tijd foutief gedetermineerd worden (zie bijvoorbeeld Cuppen 2006). Omdat de meeste laboratoria werken volgens eigen voorschriften (tabel 11) is er wel enige variatie in het aantal individuen dat per diergroep (bijvoorbeeld muggenlarven, watermijten) wordt verzameld. Naarmate dit aantal lager is, wordt de kans op het treffen van minder talrijk vertegenwoordigde soorten kleiner.

TABEL 11 HERKOMST WERKVOORSCHRIFTEN VOOR UITZOEKEN EN DETERMINEREN VAN MACROFAUNA BIJ 13 WATERSCHAPPEN.

Herkomst werkvoorschrift	Uitzoeken	Determinatie
Huismethode	9	10
STOWA EBEO-systemen		1
Werkgroep Hydrobiologie Holland	2	1
Werkgroep Ecologisch Waterbeheer inclusief WSMMA	2	1

6.4 TELLING

De telmethoden lopen niet sterk uiteen tussen de onderzochte werkvoorschriften. Zoals hierboven al werd opgemerkt varieert het aantal dieren dat per groep moet worden verzameld enigszins. Voor de groep Oligochaeta (wormen) bijvoorbeeld, moeten bij één waterschap 150 dieren worden verzameld, bij twee 100 en bij drie 50. Verder werken alle ondervraagde waterschappen met het principe dat ze na het verzamelen van het vaste aantal individuen overgaan tot het schatten van het aantal dieren per groep in de rest van het monster.

6.5 CONCLUSIE

Bij de monitoring van macrofauna is de wijze van bemonstering een cruciale factor voor de vergelijkbaarheid van de gegevens. De wijze van determineren en tellen hebben ook invloed op deze vergelijkbaarheid maar zijn minder bepalend voor een succesvolle integratie van gegevens.

7

STANDAARDISATIE IN BINNEN- EN BUITENLAND

7.1 INLEIDING

De wens om hydrobiologische gegevens te kunnen vergelijken, tussen meetpunten zowel als in de tijd, is een belangrijke drijfveer geweest achter initiatieven tot standaardisatie. Een tweede motief is de noodzaak om gegevens te kunnen verzamelen die een betrouwbare basis vormen voor waterkwaliteitsbeoordeling en waterkwaliteitsbeheer.

In dit hoofdstuk wordt een aantal belangrijke initiatieven op dit gebied in binnen- en buitenland gepresenteerd. Een aparte paragraaf is gewijd aan normalisatie-activiteiten, om de beschikbare en in ontwikkeling zijnde normbladen voor hydrobiologische methoden in één overzicht te kunnen presenteren. Normbladen hebben de hoogste status als werkvoorschrift, ofschoon zij natuurlijk zijn voortgekomen uit standaardisatie-initiatieven in binnen- of buitenland.

7.2 BINNENLAND

In de afgelopen 20 jaar zijn meerdere richtlijnen verschenen voor hydrobiologisch onderzoek in Nederland.

1984 IAWM-handleiding voor hydrobiologische milieu-inventarisatie

Deze handleiding werd in 1984 uitgebracht door de subwerkgroep Hydrobiologie van de Interprovinciale Ambtelijke Werkgroep Milieu-inventarisatie (van der Hammen *et al.* 1984). Hierin “wordt een beschrijving gegeven van de wijze waarop een milieu-inventarisatie op het gebied van de hydrobiologie dient plaats te vinden (...) om zo de vergelijkbaarheid te vergemakkelijken.” In de handleiding wordt aandacht besteed aan de keuze van meetlocaties, het meten van fysisch-chemische variabelen en aan de bemonstering (hoe, waar en wanneer), monsterverwerking en determinatie van fytoplankton, perifytische kiezelalgen, zoöplankton, macrofauna en macrofyten. Gekoppeld aan deze publicatie is de IAWM-codering van organismen voor gecomputeriseerde gegevensverwerking. Tal van elementen uit deze handleiding zijn terug te vinden zijn in huidige werkvoorschriften. Echter, een belangrijke richtlijn uit deze handleiding, de proportionele bemonstering van aanwezige substraattypen voor macrofauna, wordt maar door een minderheid gevolgd. Voor de bemonstering van fytoplankton geeft de handleiding wat te weinig richting.

1989 WHH Richtlijnen voor makrofauna bemonstering in Noord- en Zuid-Holland ten behoeve van waterkwaliteitsonderzoek

In 1989 bracht de Werkgroep Hydrobiologie Holland een handleiding uit gericht op standaardisatie van macrofaunabemonstering in Noord- en Zuid-Holland (WHH 1989a). Per watertype wordt een wijze van bemonstering aanbevolen. De handleiding beperkt zich tot watertypen die voorkomen in Noord- en Zuid-Holland. Aanwezige substraattypen worden niet proportio-

neel bemonsterd. Op een eventuele variatie aan substraattypen wordt ingespeeld door relatief lange bemonsteringstrajecten van 10 à 20 m totaal op te splitsen in deelmonsters van 1 m die over enige afstand (ca. 50 m) worden verzameld. De aanbevelingen zijn in enkele werkvoorschriften terug te vinden.

1989/1992/2000 WHH Richtlijnen voor onderzoek van fytoplankton en epifytische diatomeeën in Noord-en Zuid-Holland

Binnen de Werkgroep Hydrobiologie Holland zijn afspraken gemaakt over de uitvoering van onderzoek aan fytoplankton en epifytische diatomeeën. Deze afspraken werden gepubliceerd in 1989 (WHH 1989b) en 1992 (WHH 1992). Het laatstgenoemde rapport is in 2000 geheel herzien opnieuw uitgebracht (WHH 2000). De rapporten geven aanwijzingen voor het behandelen en analyseren van monsters van fytoplankton en kiezelalgen, afspraken omtrent het determineren en tellen en aanbevelingen inzake determinatie-literatuur. Een belangrijk en veel geciteerd onderdeel van de rapporten uit 1992 en 2000 is de definitie van het begrip individu als teleenheid voor kwantitatieve fytoplankton-analyses. Daarnaast bieden deze rapporten een naamlijst van in Holland aangetroffen planktonalgen, voorzien van opmerkingen als hulpmiddel bij het determineren.

1992-2002 STOWA-beoordelingssystemen

In 1992 verscheen in opdracht van de STOWA het beoordelingssysteem voor de ecologische kwaliteit van stromende wateren (STOWA 1992). Dit was de eerste uit een serie van aanvankelijk vijf, waarmee een kader werd gepresenteerd voor de toetsing van de ecologische normdoelstellingen uit het derde IMP-water (MinVenW 1986), voor de belangrijkste watertypen: stromende wateren, sloten (STOWA 1993a), meren en plassen (STOWA 1993b), kanalen (STOWA 1994a) en diepe gaten (STOWA 1994b). Meer recent zijn beoordelingssystemen ontwikkeld voor stadswateren, grotendeels gebaseerd op de eerdere systemen (STOWA 2001) en brakke wateren (STOWA 2002). Onlangs zijn de beoordelingssystemen herzien en opnieuw uitgebracht in één rapport (STOWA 2006).

De STOWA-systemen zijn gebaseerd op gegevens verzameld door de waterbeheerders in de periode 1980-1990. Wanneer deze niet toereikend waren is aanvullend onderzoek verricht volgens gestandaardiseerde methoden. De gegevens zijn geanalyseerd volgens multivariate technieken.

Naast een toetsingsmethode geven de systemen ook richtlijnen voor het uitvoeren van de noodzakelijke bemonsteringen en determinaties. Voor macrofauna van kanalen bijvoorbeeld, moet op tien plaatsen verdeeld over een traject van in totaal tenminste 50 meter, met een standaardmacrofaunanet een submonster van ongeveer 1 meter worden verzameld. Hierbij worden zoveel mogelijk alle te onderscheiden microhabitats betrokken. Onduidelijk is hoe dit moet gebeuren, proportioneel of via een vaste monsterlengte (1 m).

1999/2001 WEW-handleidingen

Binnen de Werkgroep Ecologisch Waterbeheer (WEW) bestaat een subgroep Standaardisatie, tegenwoordig TAP genoemd. In 1991 vormde zij een werkgroep die zich ging bezig houden met de standaardisatie van macrofaunaonderzoek voor waterkwaliteitsbeoordelingen (de Werkgroep Standaardisatie Macro-Invertebraten Methode en Analyse). Het doel van de werkgroep is de vergelijkbaarheid van resultaten van macrofauna-inventarisaties. In 1999 bracht zij een handleiding bemonsterings-apparatuur uit (WSMMA 1999) en in 2001 een handlei-

ding uitzoeken en determineren (WSMMA 2001). Deze handleidingen zijn niet bedoeld “als dwingend voorschrift”, maar geven aan hoe onderdelen van dit onderzoek kunnen worden uitgevoerd.

2001 Leidraad monitoring

In 2001 bracht de Commissie Integraal Waterbeheer de Leidraad Monitoring uit (CIW 2001), vanwege het toegenomen belang van uitwisselbare meetinformatie (figuur 5). Om snel in te kunnen spelen op ontwikkelingen en behoeften is er een site ontwikkeld <http://www.leidraadmonitoring.nl> met relevante downloads.

FIGUUR 5 DE CIW BRACHT IN 2001 DE LEIDRAAD MONITORING UIT, ALS RAPPORT EN ALS INTERNETSITE.

Leidraad Monitoring

Waarom een Leidraad?

In Nederland houden tientallen instanties zich bezig met het verzamelen van gegevens over waterkwaliteit. Die informatie wordt nu gebruikt voor de evaluatie van landelijk beleid. Maar zal ook gebruikt gaan worden voor de rapportages waarmee Nederland aan Europese verplichtingen voldoet. Het belang van onderling vergelijkbare en uitwisselbare meetinformatie neemt dus toe. Dat betekent dat de verschillende waterkwaliteitsmeetnetten in Nederland een aantal gezamenlijke uitgangspunten moeten delen. Die staan in deze Leidraad.

Het is een handreiking voor het opzetten van effectieve, kostenefficiënte meetnetten, vanuit de informatiebehoefte die volgt uit beleidsdoelstellingen en de Europese Kaderrichtlijn Water. Wat betreft de uitvoering van hydrobiologisch onderzoek constateert de Leidraad een gebrek aan standaardisatie. Slechts hier en daar doet zij voorzichtige aanbevelingen wanneer de resultaten van het onderzoek uitwisselbaar moeten zijn. Voor monsternamen wordt aanbevolen om de methoden uit de STOWA-beoordelingssystemen te volgen. Voor de bemonstering van macrofauna wordt ook verwezen naar de handleidingen van de WEW-subgroep (zie hierboven). Met name bij de analyse van diatomeeën en fytoplankton ervaart de CIW knelpunten die standaardisatie in de weg staan (figuur 6). Ten aanzien van deze knelpunten worden in het oorspronkelijke document geen aanbevelingen gedaan. In de downloadable “Aanbevolen analysemethoden voor verschillende thema’s wordt voor fytoplankton, zoöplankton en macrofauna verwezen naar de werkvoorschriften van het RIZA. Hierin wordt de dichtheid van fytoplankton niet in individuen/ml, maar in cellen/ml uitgedrukt.

FIGUUR 6 UIT DE LEIDRAAD MONITORING (CIW 2001, P. 55).

Diatomeeën en fytoplankton

Voor deze groepen is het aantal determinatiewerken relatief beperkt.

Belangrijke knelpunten in de standaardisatie van de analyse zijn:

- definitie van een individu (in verband met kolonievormers);
- de wijze waarop de telling van individuen omgezet kan worden naar een dichtheid (aantal/ml) in de waterkolom;
- de naamgeving: de taxonomie is volop in beweging en nog lang niet uitgekristalliseerd, zodat oude en nieuwe naamgevingen door elkaar kunnen gaan lopen bij opslag in gegevensbestanden.

Ook speelt de ervaring van de analist bij deze groepen een grote rol. Op regionaal niveau zijn verschillende richtlijnen en voorschriften in gebruik, bijvoorbeeld van de Werkgroep Hydrobiologie Holland.

2003 Handboek visstandbemonstering

In opdracht van de STOWA verscheen in 2003 het handboek visstandbemonstering. Dit handboek geeft veel achtergrondinformatie en voorlopige praktijkrichtlijnen voor de voorbereiding en uitvoering van een bestandsopname en de verwerking en beoordeling van de gegevens. De bedoeling is dat deze richtlijnen in de praktijk getoetst worden op bruikbaarheid, zodat definitieve richtlijnen opgesteld kunnen worden voor standaardisatie.

2005 Werkgroep MIR

Voor de implementatie van de Europese Kaderrichtlijn Water (KRW) is de werkgroep MIR (Monitoring Informatie en Rapportage) bezig met het opstellen van landelijke richtlijnen voor monitoring (Werkgroep MIR 2005). Eén van de doelen is: "Harmonisatie van de KRW-monitoring van waterbeheerders in Nederland, voor een éénduidige beoordeling en rapportage aan Brussel" (Werkgroep MIR 2005, p 4). Deze richtlijnen zijn alleen bedoeld voor monitoring van de kwaliteitselementen genoemd in Annex V van de KRW. Wel wordt aangeraden om ook de monitoring die buiten de KRW-verplichting wordt verricht, volgens de MIR-richtlijnen (dus KRW-proof) uit te voeren. De bijlage 4B van het MIR-rapport geeft een vrij gedetailleerde beschrijving van de voor elke biologische groep gewenste bemonsterings- en analysemethode. In sommige gevallen (o.a. bij macrofyten), verschilt de methode tussen watertypen. Waar mogelijk wordt verwezen naar normen. De beschreven methoden zullen in een aantal gevallen verschillen van wat bij de waterbeheerder gebruikelijk is of was.

<http://www.kaderrichtlijnwater.nl/publicaties/documenten-nl/themas/themas/monitoring/>

2006 Taxa Waterbeheer Nederland (TWN)

Op verzoek van de Commissie Integraal Waterbeheer (CIW) wordt sinds 1999 in opdracht van de STOWA een unieke codering opgesteld voor aquatische organismen. Oorspronkelijk werd deze code aangeduid als de TCN-code (Taxon Code Nederland), maar sinds kort wordt gesproken van de TWN-lijst (Taxa Waterbeheer Nederland). De TWN-codering komt in de plaats van de IAWM-codering. In tegenstelling tot deze IAWM-codering bevat de TWN-code geen informatie over het taxon. Daarom hoeft hij niet te worden aangepast wanneer de wetenschappelijke naam van de soort wordt gewijzigd. Een TWN-codering wordt bovendien pas toegekend

als de betreffende biologische groep wetenschappelijk als soort erkend is en in Nederland kan worden aangetroffen.

De TWN geeft een eenduidige beschrijving van een organisme (taxon) en voorziet het taxon van een code. Door die code worden niet alleen schrijffouten bij de uitwisseling voorkomen, maar liggen bovendien alle gegevens van het organisme (taxon) vast.

Alle namen (ook niet-wetenschappelijke namen), gebruikt bij de registratie van waarnemingen kunnen worden voorzien van een TWN-code. De koppeling tussen de naam en de code is definitief; een naam zal nooit een andere TWN-code kunnen krijgen. Wel kan de status van de naam wijzigen, bijvoorbeeld van correcte wetenschappelijke naam naar synoniem. In dat geval zal er een relatie worden gelegd tussen de 'oude' TWN-code en de 'preferred' TWN-code (bron: <http://www.idsw.nl>). Deze codering moet de uniformering van de naamgeving van soorten bevorderen en de uitwisseling van meetgegevens vergemakkelijken.

Het beheer van de TWN is ondergebracht bij de Informatie Desk standaarden Water (IDSW). Het biologisch laboratorium van het RIZA is momenteel bezig met het opstellen van de taxonlijsten voor (zoete) aquatische soorten.

7.3 BUITENLAND

In het buitenland zijn diverse initiatieven genomen om hydrobiologisch onderzoek te standaardiseren. Hieronder wordt een aantal kort beschreven. Sommige werkvoorschriften zijn gepubliceerd in de vorm van een normblad. In een aantal gevallen is de methode van bemonstering en analyseren onlosmakelijk verbonden met een toegesneden systeem voor beoordeling, zoals bij RIVPACS en AusRivAS. Dit zijn de meest doelmatige initiatieven, niet alleen vanuit het oogpunt van standaardisatie, maar ook voor de efficiëntie van de onderzoeksinspanning.

ALGEMEEN

Australië

De Australian Guidelines for Water Quality Monitoring and Reporting zijn in 2000 uitgebracht onder auspiciën van de Australische en Nieuw-Zeelandse overheid. Qua opzet enigszins vergelijkbaar met de Nederlandse IAWM-handleiding, maar veel uitvoeriger en daarom vermeldenswaard. In zeven hoofdstukken worden doelen, opzet en uitvoering van waterkwaliteitsmonitoring beschreven, zowel chemisch als biologisch. Veel aandacht is er voor de presentatie en (statistische) analyse van monitoringdata. In de bijlagen worden voorbeelden gegeven en case-studies beschreven. Het document moet gebruikt worden naast de Australian and New Zealand Guidelines for Fresh and Marine Water Quality. www.deh.gov.au/water/quality/nwqms/monitoring.html



Denemarken

In Denemarken wordt de ecologische monitoring van oppervlaktewater op nationaal niveau vastgelegd voor perioden van zes jaar. De opzet en uitvoering van deze monitoring wordt uitvoerig beschreven in technische documenten. Het document voor de periode 2004-2009 bevat aanwijzingen voor onderzoek van macrofauna, vegetatie en vis, voor fysisch-chemische en hydromorfologische bepalingen, en voor rapportage (Pedersen & Baattrup-Pedersen 2003). De werkwijze voor macrofaunabemonstering is vastgelegd in een aparte handleiding (Miljøstyrelsen 1998). http://www2.dmu.dk/1_Viden/2_Publikationer/3_teknavisning/rapporter/TA21_rev.pdf

Duitsland

Begin 2003 is in opdracht van het Beierse Ministerie voor Milieu, Gezondheid en Consumentzorg een werkgroep “Biologische Qualitätssicherung” ingesteld, die werkt aan een kwaliteitszorgsysteem voor hydrobiologisch onderzoek in het kader van waterkwaliteitsbeoordeling. Doel is het bewaken en verbeteren van de kwaliteit van biologische gegevens. Eén van de vereisten hiervoor is een éénduidige identificatie van organismen. Door een expertteam (Taxonomische Arbeitsgruppe) is ondermeer een taxalijst opgesteld van in Duitsland gevonden waterorganismen, met hun specifieke “determineerbaarheid” en een overzicht van te gebruiken determinatie-literatuur. De informatie is uitgegeven door het Bayerische Landesamt für Wasserwirtschaft (BLW)



http://www.bayern.de/lfw/technik/gkd/lmn/fliessgewaesser_seen/gewanal/welcome.htm

http://www.bayern.de/lfw/technik/gkd/lmn/fliessgewaesser_seen/taxa/

USA

Om te komen tot een meer uniforme en kwalitatief betrouwbaarder aanpak van de ecologische monitoring van oppervlaktewater heeft de US Environmental Protection Agency in 2003 een document uitgegeven met aanwijzingen voor de opzet van een monitoring programma voor waterkwaliteit: Elements of a State Water Monitoring and Assessment Program (<http://www.epa.gov/owow/monitoring/elements/>). Onder auspiciën van de EPA is in 2000-2004 voor het eerst op een gestandaardiseerde wijze de ecologische kwaliteit van stromende wateren door de gehele USA in beeld gebracht. Als biologisch kwaliteitselement werd hierbij macrofauna geïnventariseerd. De resultaten zijn in 2006 gepubliceerd in het National Stream Report (<http://www.epa.gov/owow/>).

FYTOPLANKTON

Australië

Hötzel G & Croome R (1999) A phytoplankton methods manual for Australian freshwaters. Land and Water Resources Research and Development Corporation, Canberra.

Geeft richtlijnen voor alle aspecten van fytoplanktonmonitoring in Australische zoete wateren, zonder de bedoeling om een nationale standaard op te leggen. Samengesteld in overleg en met inbreng van fytoplanktonexperts en waterbeheerders. Gesteld wordt dat het aantal cellen per filament of kolonie bepaald moet worden om een juiste aantalsschatting te kunnen verkrijgen, omdat de grootte van filamenten of kolonies aanzienlijk kan variëren.

Jones G, Baker PD, Burch MD & Harvey FL (2002). National Protocol for the Monitoring of Cyanobacteria and their Toxins in Surface Waters. Agriculture and Resource Management Council of Australia and New Zealand. Occasional Paper.

Is aanvullend op de bovengenoemde phytoplankton manual, maar is speciaal gericht op bloeien van blauwalgen (cyanobacteriën).

Duitsland

Mischke U, Behrendt H, Köhler J & Opitz D (2005) Überarbeiteter Endbericht zum LAWA-Vorhaben: Entwicklung eines Bewertungsverfahrens für Fließgewässer mittels Phytoplankton zur Umsetzung der EU-Wasserrahmenrichtlinie. Leibniz-Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei (IGB), Berlin. 99 pp.

Nixdorf, B, Mischke U, Hoehn U, & Riedmüller U (2005): Leitbildorientierte Bewertung von Seen anhand der Teilkomponente Phytoplankton im Rahmen der Umsetzung der EU-Wasserrahmenrichtlinie. 18.08.2005, Im Auftrag der Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA). Bad Saarow, BTU Cottbus 187 pp + bijl.

In Duitsland ontbrak een omvattend voorschrift voor de bemonstering en microscopische analyse van fytoplankton voor de waterkwaliteitsbeoordeling. Om te voldoen aan de verplichtingen van de Europese Kaderrichtlijn Water is in de afgelopen jaren gewerkt aan de ontwikkeling van beoordelingssystemen voor stagnante en stromende wateren, met daaraan gekoppeld werkvoorschriften voor de bemonstering en analyse. Eenzelfde ontwikkeling is in andere Europese landen te zien.

Zweden

Naturvårdsverket (2004) Handboken för miljöövervakning, Undersökningstyp Växtplankton i sjöar. Version 1.2. 13 pp.

Richtlijnen voor hydrobiologisch onderzoek worden uitgegeven door Naturvårdsverket, de Zweedse "Environmental Protection Agency". Versie 1.2 van het voorschrift "Fytoplankton in

meren” verscheen in 2004. Het voorschrift omvat de bemonstering (moet representatief zijn voor het epilimnion), monster conservering en -behandeling, analyse en telstrategie (volgens Utermöhl, hoeveelheid in cellen en biovolume per liter), betrouwbaarheid en kwaliteitszorg, dataverwerking en rapportage. Het voorschrift is gebaseerd op Olrik *et al.* 1998 en Blomqvist & Herlitz 1998. <http://www.naturvardsverket.se/>

DIATOMEËN

Frankrijk

Indice Biologique Diatomees (IBD)

In Frankrijk speelde kiezelalgen al geruime tijd een belangrijke rol in de beoordeling van oppervlaktewater. De Omnidia software (Lecoite *et al.* 1993) werd ook buiten Frankrijk gewaardeerd en is uitgangspunt geweest voor beoordelingsmethoden in andere landen. De methode voor bepaling van de Indice Biologique Diatomees (IBD) is gepubliceerd in 2000. (Prygiel & Coste 2000). De gehele werkwijze, bemonstering, analyse en berekening, is beschreven in het normblad T90-354 (AFNOR: www.afnor.fr). Een landsdekkende beoordeling van stromende wateren volgens deze norm is te vinden in RNDE (2000). De IBD speelt ook een rol in de beoordeling van de ecologische toestand van rivieren, volgens de KRW.

Zweden

In de serie Handbok för Miljöövervakning van de Zweedse EPA was al eerder een voorschrift verschenen voor de uitvoering van waterkwaliteitsbeoordeling met behulp van kiezelalgen (Naturvårdsverket 2000). Dit voorschrift is in 2005 in herziene vorm opnieuw uitgebracht (Naturvårdsverket 2005). Hierin wordt de oorspronkelijke werkwijze in stand gehouden, maar wordt hier en daar verwezen naar de nieuwe Europese normen EN 13946 en EN 14407 (zie tabel 13), waar deze een vergelijkbaar alternatief bieden. <http://www.naturvardsverket.se/>

WATERPLANTEN

In diverse Europese landen zijn pas sinds de invoering van de KRW initiatieven genomen tot standaardisatie van ecologische beoordeling op basis van waterplanten (macrofyten):

België p.p. Multimetrische Methode voor Macrofyten in Waterlopen (MAFWAT)

Frankrijk Indice Biologique Macrophytique en Riviere (IBMR)

Zweden Naturvårdsverket (2003a en 2003b)

Europa Binnen het STAR-project is een voorschrift ontwikkeld voor de toepassing van macrofyten voor de beoordeling van rivieren (Dawson 2002). Dit voorschrift is inmiddels binnen CEN geaccepteerd als Europese standaard (EN 14184; zie tabel 13).

MACROFAUNA

Australië

Australian River Assessment System (AusRivAS): <http://ausriv.as.canberra.edu.au/>

AusRivAS is een set van beoordelingssystemen voor stromende wateren en wordt in heel Australië toegepast. Binnen de module "Bioassessment" zijn systemen beschikbaar voor macrofauna, kiezelalgen, vis en vegetatie. Het macrofaunasysteem is het meest bekend en uitontwikkeld. Het is gebaseerd op het Engelse RIVPACS en aangepast voor de verschillende Australische gebiedsdelen. Bij de beoordeling wordt de samenstelling van de aangetroffen macrofaunagemeenschap vergeleken met de soortensamenstelling van een referentiegemeenschap. Deze referentie is de macrofauna die in het betreffende habitattype verwacht zou worden in de afwezigheid van versturende invloeden en wordt voorspeld met behulp van een statistisch model. Om deze vergelijking goed te kunnen maken moet de bemonsteringsmethode aan stricte voorwaarden voldoen. Verder moeten de relevante abiotische kenmerken van de habitat volgens een gestandaardiseerde methode bepaald worden. Dus zijn gedetailleerde protocollen opgesteld voor de uitvoering van het onderzoek. Op een gegeven locatie worden in de regel niet alle (micro)habitats bemonsterd, omdat niet voor elk habitattype modellen beschikbaar zijn. In verband met de geografische verschillen in klimaat, habitattypen en fauna is AusRivAS per deelstaat uitgewerkt en daardoor verschillen ook de protocollen per deelstaat. Via een centrale site echter, <http://ausriv.as.canberra.edu.au/>, kunnen alle handboeken, software en zelfs veld- en uitzoekformulieren en etiketten gedownload worden. Tevens is via deze site een on line cursus beschikbaar, verzorgd door de Universiteit van Canberra.

België

Belgische Biotische Index (BBI) <http://aps.vlaanderen.be/sgml/largereeksen/950.htm>

In Vlaanderen is een gebiedsdekkend meetnet aanwezig, dat, op basis van de BBI een indruk geeft van de kwaliteit van het Vlaamse oppervlaktewater. In Wallonie wordt als index de Indice Biologique Global Normalise (IBGN) toegepast in rivieren (<http://mrw.wallonie.be/dgrne/eew2000/eau/eaue12.htm>; zie onder Frankrijk). De BBI evalueert de kwaliteit van een waterloop als biotoop. De index integreert twee factoren: de aan- of afwezigheid van verontreinigingsgevoelige soorten en het totale aantal aangetroffen soortengroepen. De kwaliteit van het oppervlaktewater in het Vlaamse Gewest wordt gecontroleerd en beheerd door de Vlaamse Milieumaatschappij (VMM). De VMM heeft eigen laboratoria, maar besteedt de meerderheid van de analyses uit aan erkende laboratoria. De afdeling kwaliteitszorg van de VMM ziet erop toe dat alle interne en externe monsternemings-, meet- en analyse-activiteiten op een goede manier worden uitgevoerd en gerapporteerd. Voor deze in hoofdzaak technische werkzaamheden wordt gebruik gemaakt van de internationale kwaliteitsnorm ISO 17025³ en de accreditatiecriteria volgens het BELTEST-bureau (de Belgische or-

3. ISO 17025: Algemene eisen voor de competentie van beproevings- en kalibratielaboratoria

ganisatie voor accreditatie). Deze criteria zijn ook als verplichting opgenomen in de diverse erkenningsbesluiten voor bemonstering en analyse van water.

Duitsland

Alf A, Braukmann U, Marten M & Vobis H (1992) Biologisch-ökologische Gewässeruntersuchung – Arbeitsanleitung. Handbuch Wasser 2. Landesamt für Umweltschutz (Hrsg.). Karlsruhe. Loseblattsammlung.

Haase P & Sundermann A (2004) Standardisierung der Erfassungs- und Auswertemethoden von Makrozoobenthos in Fließgewässern. Unveröff. Ablußbericht der Forschungsinstituts Senckenberg. 88 pp.

Baier B & Zenker A (2005). Leitbildbezogenes Bewertungsverfahren für Makrozoobenthos in stehenden Gewässern. Institut für Zoologie, Universität Hohenheim.

Gestandaardiseerde voorschriften voor de bemonstering van macrofauna bestonden in Duitsland tot 2005 alleen voor stromende wateren (DIN 38410 M2 (1990-10): Bestimmung des Saprobienindex in Fließgewässern en Entwurf DIN 38410 M1 (2003-06): Bestimmung des Saprobienindex in Fließgewässern). Voor stilstaande wateren is in 2005, ten behoeve van de KRW, een beoordelingsmethode gepubliceerd (Baier & Zenker 2005). Voorheen werden voor dit type wateren door het land heen uiteenlopende methoden gebruikt.

Frankrijk

Indice Biologique Global Normalise (IBGN) o.a. <http://assoc.orange.fr/erb/ibgn.htm>

AFNOR (1992) Détermination de l'Indice Biologique Global Normalisé (IBGN) NF T90-350. Paris La Défense. 9 pp.

AFNOR (2004) Détermination de l'Indice Biologique Global Normalisé (IBGN).

In het landsdekkende biologische meetnet werd de voorkeur gegeven aan kiezelalgen, ofschoon al in 1967 een eerste aanzet werd gegeven voor de standaardisatie van een beoordeling op basis van macrofauna. In 1992 ontstond hieruit de IBGN, beschreven in het normblad NF T90-350. Deze indicator is vergelijkbaar met de Belgische Biotische Index en wordt bepaald uit de taxonomische diversiteit. In 1998 is volgens deze werkwijze een landsdekkende beoordeling uitgevoerd van stromende wateren (RNDE 2000). Ook de KRW-beoordeling van macrofauna in rivieren is gebaseerd op de IBGN. Voor de toepassing van deze index is een aparte norm in ontwikkeling: PR GA T 90-374 (Qualité de l'eau – Guide d'application de la norme NF T90-350).

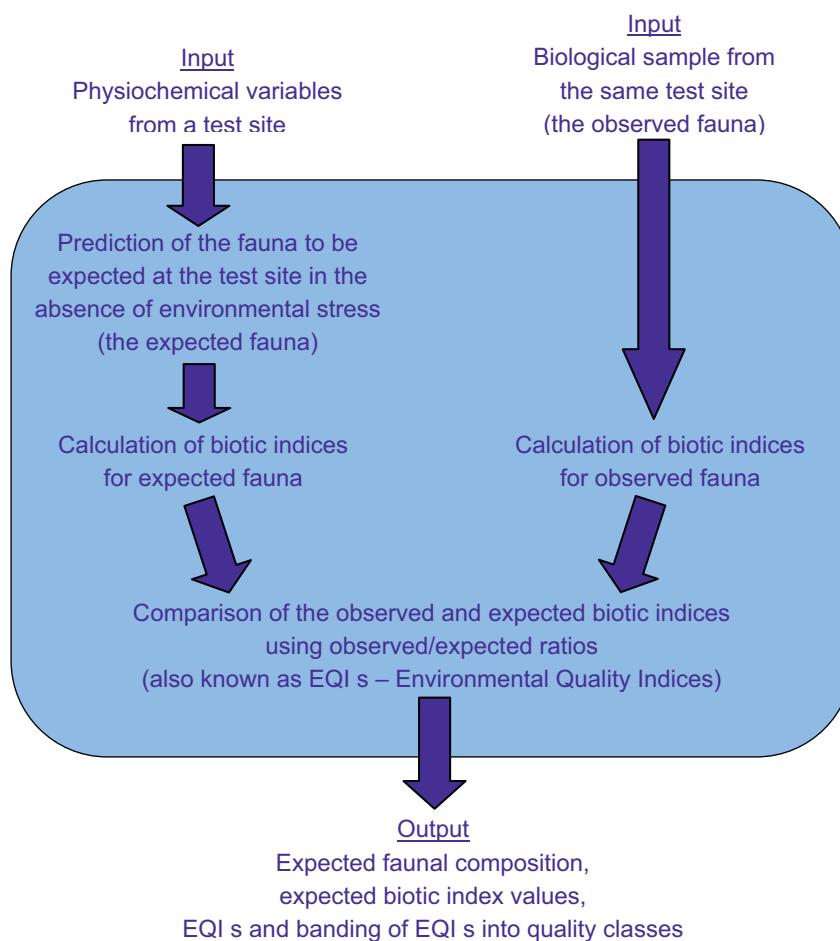
Groot-Brittannië

River Invertebrate Prediction and Classification System (RIVPACS): <http://www.ceh.ac.uk/sections/re/RIVPACS.html>

RIVPACS is evenals AusRivAS een beoordelingssysteem dat de feitelijke macrofauna soortensamenstelling op een locatie vergelijkt met de verwachte soortensamenstelling, indien geen sprake zou zijn van milieuverstorende invloeden. De verwachte fauna (referentie) wordt voorspeld met behulp van een statistisch model dat als input ook de abiotische kenmerken van de locatie nodig heeft (figuur 7). De toegepaste multivariate modellen maken gebruik van macrofaunagegevens van niet-verontreinigde wateren, verzameld tijdens een landdekkend project in de beginjaren zeventig van de vorige eeuw. Een verschil met AusRivAS is dat voor RIVPACS alle belangrijke habitattypen op een locatie proportioneel bemonsterd worden. Ook voor de toepassing van RIVPACS is een uitvoerig handboek uitgebracht, waarin alle facetten van het veld- en laboratoriumwerk worden beschreven, tot en met de benadering van en omgang met grondeigenaren (Murray-Bligh 1999a). RIVPACS wordt door heel Groot-Brittannië toegepast. Om te zorgen dat de verzamelde gegevens betrouwbaar zijn en geschikt voor gebruik in RIVPACS heeft de UK Environment Agency een kwaliteitszorgsysteem ontwikkeld (Murray-Bligh 1999b).

FIGUUR 7 DE WERKING VAN RIVPACS

(BRON: [HTTP://WWW.CEH.AC.UK/SECTIONS/RE/RIVPACS_HOW_RIVPACS_WORKS.HTML](http://www.ceh.ac.uk/sections/re/RIVPACS_HOW_RIVPACS_WORKS.HTML))



Oostenrijk

ÖNORM M 6232 (1997) Richtlinie für die ökologische Untersuchung und Bewertung von Fließgewässern. Österreichisches Normungsinstitut, Wien.

Het beoordelingsonderzoek dat in deze richtlijn is vastgelegd omvat niet alleen macrofauna, maar ook vis, hydromorfologie, waterkwaliteit en ecotoxicologie. Bij de beoordeling wordt de aangetroffen toestand geëvalueerd ten opzichte van een rivierspecifieke referentie (Chovanec *et al.* 2000). De norm is recent aangepast aan de stand der techniek en beter afgestemd op Europese normen op dit terrein (www.on-norm.at).

Zweden

SIS en M42 methoden voor macrofauna-onderzoek in meren

In Zweden worden twee methoden gehanteerd voor macrofauna-onderzoek in het kader van de ecologische beoordeling van stromende wateren en het litoraal van meren.

De eerste is de SIS-methode die gebaseerd is op SS EN 27828 en bedoeld is voor de opbouw en evaluatie van tijdreeksen (Naturvårdsverket 1996a). De tweede is de M42-methode, die beschreven is in de richtlijn van de Zweedse EPA (Naturvårdsverket 1996b) en bedoeld is om een meer uitvoerige beschrijving van de macrofaunagemeenschap te verkrijgen. Voor macrofauna-onderzoek in het sublitoraal en profundaal van meren is naderhand een derde richtlijn gepubliceerd (Naturvårdsverket 2003c), gebaseerd op de Zweedse norm SS 028190 (www.sis.se).

De milieukwaliteit wordt geëvalueerd aan de hand van indices (Shannon, ASPT, Deens fauna-index, Verzuringindex; Naturvårdsverket 1999). Het bestaan van twee verschillende bemonsteringsmethode bemoeilijkt de vergelijkbaarheid van de beoordelingsresultaten.

Europa

Binnen Europa zijn in de afgelopen jaren twee projecten geïnitieerd, bedoeld om macrofauna-onderzoek op Europese schaal te standaardiseren:

AQEM <http://www.aqem.de/>

Doel van dit project was: The Development and Testing of an Integrated Assessment System for the Ecological Quality of Streams and Rivers throughout Europe using Benthic Macroinvertebrates. Het onderzoek werd uitgevoerd van maart 2000 tot februari 2002 en gefinancierd door de EG. Instituten uit acht Europese landen werkten samen (Duitsland, Griekenland, Italië, Nederland, Oostenrijk, Portugal, Tjechië en Zweden) en ontwikkelden een beoordelingssysteem voor stromende wateren in elk van deze landen. Voor de toepassing van dit systeem is software en een handboek verkrijgbaar via de AQEM-site. AQEM heeft een vervolg gekregen in het STAR-project.

STAR <http://www.eu-star.at/>

Doel van dit project was: Standardisation of River Classifications: Framework method for calibrating different biological survey results against ecological quality classifications to be



developed for the Water Framework Directive. De veelheid aan methoden die binnen Europa gehanteerd worden om de ecologische toestand van stromende wateren te beoordelen, maakt intercalibratie en standaardisatie op Europees niveau noodzakelijk. Binnen STAR is onderzocht welke methoden zich het best lenen voor standaardisatie van de ecologische beoordeling. STAR richtte zich niet alleen op macrofauna, maar ook op macrofyten, fyto bentos (o.a. kiezelalgen), vis en hydromorfologie. Binnen STAR zijn methoden gebaseerd op CEN normen getoetst op vergelijkbaarheid. Daarnaast is steun gegeven aan de inbreng in CEN van drie potentiële normen voor waterkwaliteitsbeoordeling. Het project liep tot juni 2005. In het STAR consortium waren de volgende landen vertegenwoordigd: Denemarken, Duitsland, Frankrijk, Griekenland, Groot-Brittannië, Italië, Letland, Nederland, Oostenrijk, Polen, Portugal, Slowakije, Tjechië en Zweden. Volume 566 van *Hydrobiologia*, gepubliceerd in 2006, is geheel gewijd aan de resultaten van STAR.

7.4 NORMALISATIE

De grondslag voor de vergelijkbaarheid en kwaliteitsborging van hydrobiologische methoden is de normalisatie ervan. Normalisatie houdt namelijk in dat methoden in voldoende detail beschreven worden in de vorm van normbladen of guidance documenten.

Binnen Nederland worden de normalisatie-activiteiten gecoördineerd en begeleid door NEN. In de woorden van NEN: "Normen zorgen ervoor dat producten en processen op elkaar aansluiten, dat we efficiënt kunnen werken" (www.nen.nl). De normen worden ontwikkeld binnen de normcommissies. Hierin zijn partijen vertegenwoordigd die belang hebben bij de totstandkoming van een norm. De normcommissies delegeren taken aan normsubcommissies of werkgroepen. Op het gebied van de hydrobiologie is de normsubcommissie Aquatische Ecologie actief.

Op Europees niveau vinden normalisatie-activiteiten plaats binnen CEN (www.cenorm.be). Via NEN kan Nederland actief participeren en binnen Nederland ontwikkelde normen inbrengen. Normen worden aangegeven met een volgnummer en een voorvoegsel, bijvoorbeeld NEN EN 14184. Het voorvoegsel geeft de status en reikwijdte aan (tabel 12).

Het belang van normen voor de vergelijkbaarheid van gegevens wordt benadrukt in de Leidraad Monitoring (CIW 2001). Ten aanzien van het chemisch onderzoek wordt hierin gesteld dat NEN werkvoorschriften, indien beschikbaar, de voorkeur verdienen boven huismethoden. Voor hydrobiologie waren tot het jaar 2000 alleen enkele normen voor macrofauna-onderzoek beschikbaar (tabel 13). De Europese Kaderrichtlijn Water heeft een impuls gegeven aan normalisatie-activiteiten op dit gebied. Binnen Nederland en Europa waren begin 2006 een twintigtal normen in ontwikkeling (tabel 14 en 15).

Nog steeds heeft het merendeel van de normen betrekking op macrofauna-onderzoek. Macrofauna wordt veel toegepast in beoordelingen en de inzet van mens en materiaal heeft een grote invloed op de resultaten. In feite geldt dit ook voor vis. Monitoring van vis heeft echter pas met de komst van de KRW een vaste plaats gekregen in het hydrobiologisch onderzoek. In de afgelopen drie jaar zijn voor visonderzoek twee normen gepubliceerd en is aan één guidance document gewerkt. Voor de kwantitatieve analyse van fytoplankton is door Nederland een richtlijn ingebracht in CEN (EN 15204).

TABEL 12 BETEKENIS VAN VOORVOEGSELS EN AFKORTINGEN IN DE AANDUIDING VAN NORMEN.

A	wijzigingsblad	NEN-EN-ISO	als Nederlandse en Europese norm aanvaarde internationale norm van ISO
ASTM	ASTM International standard		
AWI	accepted work item	NEN-ISO	als Nederlandse norm aanvaarde internationale norm van ISO
C	correctieblad		
CD	committee draft	NP	new work item proposal
Conc	concept	NPR	Nederlandse praktijkrichtlijn
DIS	draft international standard (of ISO)	NVN	Nederlandse voornorm
EN	European standard	Ontw NEN	Nederlands normontwerp
EN-ISO	international standard adopted as European standard	Ontw NPR	Nederlands praktijkrichtlijnontwerp
		Ontw NVN	Nederlands voornormontwerp
ENV	European prestandard	prEN	draft European standard
FDIS	final draft international standard	prENV	draft European prestandard
FV	formal vote	PRF	proof
ISO	international standard of ISO	TR	technical report
NEN	Nederlandse norm	TS	technical specification
NEN-EN	als Nederlandse norm aanvaarde Europese norm	WD	working draft

TABEL 13 GEPUBLICEEERDE HYDROBIOLOGISCHE NORMEN (NEN, CEN EN ISO) PER 1 AUGUSTUS 2006 (NORMEN VOOR BACTERIOLOGISCH EN TOXICOLOGISCH ONDERZOEK ZIJN NIET IN DEZE TABEL OPGENOMEN).

Groep	Normnummer	Titel	Publicatiejaar
Algemeen	EN 14996	Water quality - Guidance on assuring the quality of biological and ecological assessments in the aquatic environment (AQC)	2006
Hydromorfologie	NEN-EN 14614	Water quality - Guidance standard for assessing the hydromorphological features of rivers	2004
Fytoplankton	NEN 6520	Water - Spectrofotometrische bepaling van het gehalte aan chlorofyl-a	1981/2006 ¹⁾
	ISO 10250	Water quality - Measurement of biochemical parameters - Spectrometric determination of the chlorophyll-a concentration	1992
Kiezalgen	NEN-EN 13946	Water quality - Guidance standard for the routine sampling and pretreatment of benthic diatoms from rivers	2003
	NEN-EN 14407	Water quality - Guidance on the data collection, interpretation and classification of running waters based on benthic diatoms	2004
Waterplanten	NEN-EN 14184	Water quality - Guidance standard for the surveying of aquatic macrophytes in running waters	2003
Zoöplankton	NVN 6517	Water - Tellen, determineren en biovolumebepaling van zoöplankton (Cladocera, Copepoda en Rotifera) >50 µm en het bepalen van de groottestructuur van Daphnia	2000
	EN 15110	Guidance standard for the sampling of zooplankton from standing waters	2006
Macrofauna	NEN-ISO 7828 (EN 27828)	Water quality - Methods of biological sampling - Guidance on handnet sampling of aquatic benthic macro-invertebrates	1994
	NEN-ISO 8265 (EN 28265)	Water quality - Design and use of quantitative samplers for benthic macro-invertebrates on stony substrates in shallow freshwaters	1994
	NEN-EN-ISO 9391	Water quality - Sampling in deep waters for macro-invertebrates - Guidance on the use of colonization, qualitative and quantitative samplers	1995
	NEN-EN-ISO 8689-1	Water quality - Biological classification of rivers Part 1: Guidance on the interpretation of biological quality data from surveys of benthic macro-invertebrates (ISO/DIS 8689-1:1998)	2000
	NEN-EN-ISO 8689-2	Water quality - Biological classification of rivers - Part 2: Guidance on the presentation of biological quality data from surveys of benthic invertebrates	2000
	NEN-EN-ISO 16665	Water quality - Guidance for quantitative sampling and sample processing of marine soft-bottom macrofauna	2005
Vissen	NEN-EN 14011	Water quality - Sampling of fish with electricity	2003
	NEN-EN 14757	Water quality - Sampling of fish with multi-mesh gill nets	2005
	EN 14962	Water quality - Guidance on the scope and selection of fish sampling methods	2006

¹⁾ Eind 2006 zal de tweede druk verschijnen die NEN 6520:1981 gaat vervangen

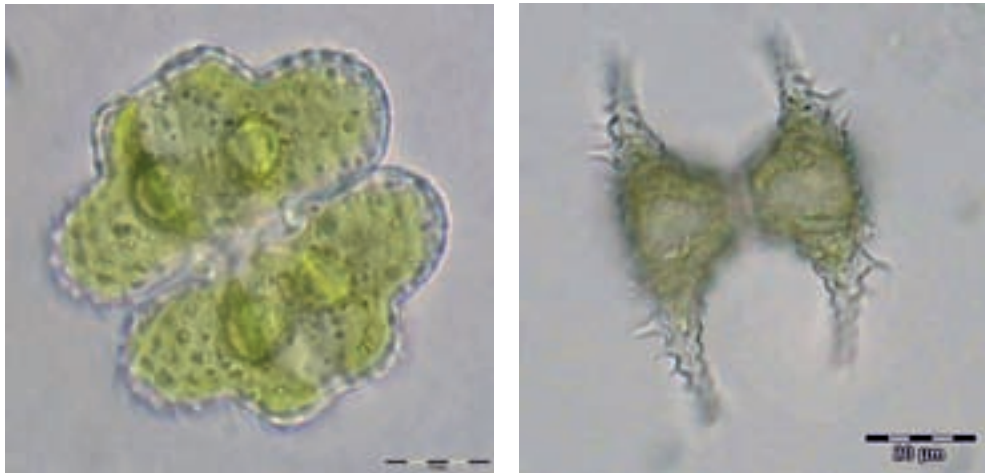
TABEL 14 NORMEN IN ONTWIKKELING BINNEN NEN (NEDERLAND) PER 1 SEPTEMBER 2006.

Groep	Normnummer	Titel	Stadium
Sieralgen	NEN xxxx	Bemonstering en bepaling van de soortensamenstelling en de relatieve abundantie van sieralgen	1e concept
Zoöplankton	NVN 6517	Water - Tellen, determineren en biovolumebepaling van zooplankton (Cladocera, Copepoda, Rotifera) > 50 µm en het bepalen van de groottestructuur van <i>Daphnia</i>	NVN voorstel voor herziening
	NPR 6518	Water - Toelichting bij NVN 6517 en NEN-EN 15110	2e concept

TABEL 15 NORMEN IN ONTWIKKELING BINNEN CEN/ISO PER 1 AUGUSTUS 2006.

Groep	Normnummer	Titel	Stadium
Algemeen	WI xxx	Werktitel: Best practice for developing taxonomic guides	Working Draft
	WI xxx	Water quality - Guidance standard on the design of Multimetric Indices	Working Draft
	WI xxx	EU STAR Draft Guidance 'Water quality - Guidance standard on the use of multiple organism groups in bioassessment'	On hold
	WI xxx	Position paper on a guidance standard on the quantification and use of performance characteristics in ecological assessment methods	Working Draft
	WI xxx	Working document 'Water quality - Guidance standard on the design and analysis of interlaboratory calibration studies for ecological assessment'	Working Draft
Hydromorfologie	WI xxx	Water quality - Assessing river quality based on hydromorphological features	Working Draft
	WI xxx	Water quality - Standard parameters for the general inspection, characterization and interpretation of hydromorphological properties of lakes	Working Draft
	WI xxx	Standard methods for dealing with water body characteristics in transitional and coastal waters	Idee voor nieuw werk
Fytoplankton	WI xxx	Guidance on quantitative and qualitative sampling of phytoplankton from inland waters	Working Draft
	WI xxx	Phytoplankton biovolume determination using inverted microscopy (Utermöhl technique)	Working Draft
	WI xxx	'Water quality - Guidance on quantitative and qualitative sampling of marine phytoplankton'	Working Draft
	EN 15204	Water quality - Guidance for the routine analysis of phytoplankton abundance and composition using inverted microscopy (Utermöhl technique)	draft FV
Fytobenthos	WI xxx	Water quality-guidance standard for the survey, sampling and laboratory analysis of phytobenthos in shallow running water	Working Draft
Waterplanten	EN 15460	Water quality - Guidance standard for the surveying of macrophytes in lakes	prEN
	EN 14393	Water quality - Guidance on quality assurance aspects of aquatic macrophytes surveying and analysis in running waters	prEN
Benthos	EN-ISO 19493	Water quality - guidance on marine biological surveys of littoral and sublittoral hardbottom	Ontw. NEN-EN-ISO
Macrofauna	WI xxx	Water quality - Guidance on pro-rata Multi-Habitat-Sampling of benthic invertebrates from wadeable rivers	Working Draft
	EN 15196	Water quality - Guidance on the sampling and processing of the pupal exuviae of Chironomidae (Order Diptera) for ecological assessment	prEN
	WI xxx	'Guidance on field and laboratory procedures for processing samples of benthic macroinvertebrates from inland freshwaters'	Working Draft
	WI xxx	Water quality - Guidance on the selection of sampling methods and devices for benthic macroinvertebrates in freshwaters	Working Draft
Vissen	WI xxx	Werktitel: Seine fishing	Working Draft
	WI xxx	Werktitel: Hydroacoustics	Working Draft
	WI xxx	Werktitel: Bottom trawling	Idee van NL

FOTO 5 SIERALGEN ZIJN EEN NIEUWE GROEP IN DE BIOLOGISCHE MONITORING VAN OPPERVLAKTEWATER; ONLANGS IS EEN EERSTE CONCEPT VERSCHENEN VAN EEN MOGELIJKE NORM VOOR DE BEMONSTERING EN ANALYSE VAN DEZE ALGENGROEP. OP DE FOTO LINKS *COSMARIUM PROTRACTUM* EN RECHTS *STAUSTRUM MANFELDTII*, TWEE MINDER ALGEMENE EN (VRIJ) KIESKEURIGE SOORTEN UIT MATIG VOEDSELRIJKE WATEREN.



8

NABESCHOUWING

8.1 ALGEMEEN

De globale inventarisatie van methoden toont dat het hydrobiologisch onderzoek voor de beoordeling van de kwaliteit van oppervlaktewater in Nederland nog verre van gestandaardiseerd is. Deze verscheidenheid is begrijpelijk omdat hij zijn oorsprong heeft in de wijze waarop het kwaliteitsbeheer van het oppervlaktewater in Nederland georganiseerd is. In Vlaanderen, Denemarken, Groot-Brittannië en Zweden wordt de monitoring op nationaal niveau gecoördineerd en is sprake van uniformiteit in de aanpak. In sommige landen, waar net als in Nederland de verantwoordelijkheid ook gedecentraliseerd is, heeft normalisatie geleid tot vergelijkbaarheid in de uitvoering van onderdelen van monitoring (Duitsland, Frankrijk).

In Nederland heeft op regionaal niveau wel enige standaardisatie plaatsgevonden, met name door de richtlijnen van de Werkgroep Hydrobiologie Holland. Op landelijk niveau is alleen de beoordelingsmethodiek uniform, namelijk de beoordeling met behulp van EBEO-SYS. Als de input aan onderzoeksresultaten niet vergelijkbaar is, betekent dit echter dat ook de output aan beoordelingsresultaten niet vergelijkbaar zal zijn. Dit probleem zal zich ook voordoen wanneer niet EBEO-SYS, maar de maatlatten van de KRW voor beoordeling toegepast gaan worden. Standaardisatie van hydrobiologische methoden op landelijk niveau wordt daardoor eens te meer noodzakelijk. Een sterke koppeling tussen methoden en een beoordelingssysteem (zie RIVPACS en AusRivAS) biedt in principe een goede garantie op een vergelijkbaarheid van resultaten. De richtlijnen voor onderzoek in de EBEO-systemen (gepubliceerd in 1992-1994 en herzien in 2006), hebben dit gewenste effect echter niet gehad, grotendeels omdat ze onvoldoende gedetailleerd geformuleerd zijn.

Het knelpunt van een ontoereikend geformuleerd voorschrift kan verholpen worden door over te gaan op normalisatie van methoden. Overzichtelijk samengebracht in een rijk geïllustreerd handboek, met de noodzakelijke achtergrondinformatie en richtlijnen/gedragscodes op het gebied van veiligheid, gezondheid, milieu en omgang met mens en natuur, zou een basis voor standaardisatie gelegd zijn. Voorbeelden van dergelijke handboeken zijn de RIVPACS-handleiding en de Australisch/Nieuw-Zeelandse guidelines for water quality monitoring and reporting. Voorafgaand hieraan moeten keuzes worden gemaakt ten aanzien van de wijze van bemonsteren en/of analyseren van de verschillende organismengroepen. Een (voorlopige) keuze is al gemaakt als het gaat om monitoring ten behoeve van de KRW. Als gevolg van afstemming op Europees niveau is het echter niet ondenkbaar dat aanpassing van methoden misschien noodzakelijk, maar in ieder geval wenselijk zal worden. Met het oog op nationale en Europese afstemmingen worden hieronder per groep nog wat overwegingen gegeven.

8.2 FYTOPLANKTON

De onvergelijkbaarheid van resultaten treedt vooral op door het tellen van individuen en de bemonsteringswijze van diepe meren. Determinatie is een aandachtspunt, maar is een kwestie van opleiding en afstemming, waarbij het TWN-project een belangrijke rol speelt.

In diepe meren ligt het voor de hand om te kiezen voor een bemonstering die representatief is voor het epilimnion. Deze werkwijze wordt al toegepast door de meeste waterschappen en wordt ook in het buitenland gehanteerd.

Het tellen van individuen is een typisch Nederlandse aanpak. Van de fytoplankton-gegevens die in de afgelopen 30 jaar in Nederland zijn verzameld kan maar een fractie worden ingebracht in Europese onderzoeksprojecten, zoals REBECCA (Relatie tussen ecologische en chemische status van oppervlaktewater), of de intercalibratie ten behoeve van de KRW. Dit komt omdat de gevraagde eenheid het biovolume van de soort of soortgroep is. Biovolume geeft relevantere informatie omtrent de samenstelling van een gemeenschap, omdat hier ook de enorme grootteverschillen tussen planktonalgen in verdisconteerd zijn. Individuen kunnen alleen worden omgerekend naar biovolume wanneer een aantal grove aannames gemaakt worden. Bij het tellen van cellen is omrekening al een stuk betrouwbaarder. Bovendien maakt een abundantie in cellen per ml het mogelijk om de hoeveelheid potentieel toxische blauwalgen te toetsen aan risiconiveaus voor zwemwater (Ruiter 2006).

8.3 KIEZELALGEN

Probleem bij kiezelalgen is de naamgeving. Daar kampt niet alleen Nederland mee, maar heel Europa. Met het TWN-project zal voor Nederland in ieder geval een opgeschoonde taxalist beschikbaar komen met voorkeursnamen. Deelname aan en evaluatie van ringonderzoeken is van het grootste belang voor afstemming.

8.4 MACROFYTEN

De vergelijkbaarheid van macrofyteninventarisaties is beperkt, zowel binnen Nederland als binnen Europa. Dit geldt vooral voor meren. Voor onderlinge vergelijkbaarheid en de opbouw van tijdreeksen voor afzonderlijke meren, zou de inventarisatie eigenlijk gebiedsdekkend moeten zijn maar dat is voor ondiepe maar grote meren erg arbeidsintensief.

8.5 MACROFAUNA

Het probleem voor de vergelijkbaarheid van macrofauna-onderzoek in Nederland is de bemonstering, proportioneel, of niet-proportioneel. Proportioneel is representatiever voor de waterloop, maar wellicht wat minder reproduceerbaar en niet altijd goed toe te passen (meren, kanalen). Het probleem hangt natuurlijk sterk samen met de aard van het beoordelingsstelsel. In Nederlandse beoordelingsystemen speelt de hoeveelheid dieren per soort een rol, in veel buitenlandse systemen alleen de aan- of afwezigheid van taxa.

LITERATUUR

- Baier B & Zenker A (2005). Leitbildbezogenes Bewertungsverfahren für Makrozoobenthos in stehenden Gewässern. Institut für Zoologie, Universität Hohenheim.
- Bijkerk R (1998) Epifytische kiezelalgen in West-Brabantse wateren 1997. 2 Vergelijking van de soorten-samenstelling en ecologische beoordeling tussen kunstmatig substraat (Riet) en natuurlijk substraat. Rapport 98-11, Koeman en Bijkerk bv, Haren. 84 pp.
- Blomqvist P & Herlitz E (1998) Methods for quantitative assessment of phytoplankton in freshwaters. Part 2. Literature and its use for determination of planktic Volvocales, Tetrasporales, Chlorococcales and Ulotrichales and formulas for calculation of biovolume of organisms. Naturvårdsverket, Rapport 4861. 86 pp.
- Chovanec A, Jäger P, Jungwirth M, Koller-Kreimel V, Moog O, Muhar S & Schmutz St (2000) The Austrian way of assessing the ecological integrity of running waters: a contribution to the EU Water Framework Directive. *Hydrobiologia* 422/423: 445-452.
- CIW (2001) Leidraad monitoring. Commissie Integraal Waterbeheer. 364 pp.
- Cuppen HPJJ (2006) Kanttekeningen bij de landelijke zeldzaamheidslijst macrofauna naar aanleiding van een "trouble shooting" controle van de database van het Waterschap Veluwe. WEW Nieuwsbrief 40: 20-30.
- Dawson H (2002) Guidance for the field assessment of macrophytes of rivers within the STAR project. 2nd update
- Kouwets F & Veen A (2006) Laboratorium-evaluerend onderzoek Project 347. Benthische diatomeeën op hard substraat/planten 5 december 2005. Werkdocument 2005.0267X, RIZA, Lelystad. 65 pp.
- Krammer K & Lange-Bertalot H (1986) Bacillariophyceae. 1. Teil : Naviculaceae. In: Ettl H, Gerloff J, Heynig H & Mollenhauer D (eds) *Süßwasserflora von Mitteleuropa* 2 (1) : 1-876. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart.
- Krammer K & Lange-Bertalot H (1988) Bacillariophyceae. 2. Teil : Bacillariaceae, Epithemiaceae, Surirellaceae. In : Ettl H, Gerloff J, Heynig H & Mollenhauer D (eds) *Süßwasserflora von Mitteleuropa* 2 (2) : 1-596. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart.
- Krammer K & Lange-Bertalot H (1991) Bacillariophyceae. 3. Teil : Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae. In : Ettl H, Gerloff J, Heynig H & Mollenhauer D (eds) *Süßwasserflora von Mitteleuropa* 2 (3) : 1-576. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart.
- Krammer K & Lange-Bertalot H (1991) Bacillariophyceae. 4. Teil : Achnantheaceae. Kritische Ergänzungen zu *Navicula* (Lineolatae) und *Gomphonema*. In : Ettl H, Gerloff J, Heynig H & Mollenhauer D (eds) *Süßwasserflora von Mitteleuropa* 2 (4) : 1-437. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart.
- Lecointe C, Coste M & Prygiel J (1993) Omnidia: software for taxonomy, calculation of diatom indices and inventories management. *Hydrobiologia* 269/270: 509-513.
- Miljøstyrelsen (1998) Biologisk bedømmelse af vandløbskvalitet. Vejledning fra Miljøstyrelsen nr 5.
- MinVenW (1990) Derde Nota waterhuishouding. Regeringsbeslissing Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Den Haag. 61 pp.
- Murray-Bligh JAD (1999a) Procedure for collecting and analysing macro-invertebrate samples. Quality Management Systems for Environmental Monitoring: Biological Techniques BT001. Version 2.0. Environment Agency, Bristol.
- Murray-Bligh JAD (1999b) Procedure for quality assurance for RIVPACS compatible macro-invertebrate samples analysed to the taxonomic level needed for the BMWP-score system. Quality Management Systems for Environmental Monitoring: Biological Techniques BT002. Version 1.0. Environment Agency, Bristol.
- Naturvårdsverket (1996a) Handbok för miljöövervakning. Undersökningstyp Bottenfauna i sjöars, litoral och i vattendrag – tidsseries. 8 pp.
- Naturvårdsverket (1996b) Handbok för miljöövervakning. Undersökningstyp Bottenfauna i sjöars, litoral och i vattendrag – inventering. 8 pp.
- Naturvårdsverket (1999) Bedömningsgrunder för miljö kvalitet: Sjöar och vattendrag. Rapport 4913. 101 pp.
- Naturvårdsverket (2000) Handbok för miljöövervakning. Undersökningstyp Påväxt i rinnande vatten. Kiselalgsanalys. Version 2.1. 18 pp.

- Naturvårdsverket (2003a) Handbok för miljöövervakning. Undersökningstyp Makrofyter i sjöar. Version 1.2. 14 pp.
- Naturvårdsverket (2003b) Handbok för miljöövervakning. Undersökningstyp Makrofyter i vattendrag. Version 1.2. 15 pp.
- Naturvårdsverket (2003c) Handbok för miljöövervakning. Undersökningstyp Bottenfauna i sjöars profundal och sublitoral. Version 1.1. 11 pp.
- Naturvårdsverket (2005) Handbok för miljöövervakning. Undersökningstyp Påväxt i rinnande vatten. Kiselalgsanalys. Version 2.2. 21 pp.
- Olrik K, Blomqvist P, Brettum P, Cronberg G & Eloranta P (1998) Methods for Quantitative Assessment of Phytoplankton in Freshwaters. Part 1. Sampling, processing and application in freshwater environmental monitoring programmes. Naturvårdsverket, Rapport 4860. 86 pp.
- Pedersen ML & Baattrup-Pedersen A (red) (2003) Økologisk overvågning i vandløb og på vandløbsnære arealer under NOVANA 2004-2009. Teknisk Anvisning fra DMU nr 21, Danmarks Miljøundersøgelser. 128 pp.
- Pip E & Robinson GGC (1984) A comparison of algal periphyton composition on eleven species of submerged macrophytes. *Hydrobiol Bull* 18: 109-118.
- Prygiel J & Coste M (2000) Guide méthodologique pour la mise en oeuvre de l'indice Biologique Diatomees, NF T 90-354. Etude Agence de l'Eau-Cemagref, Bordeaux.
- Reynolds CS (1984) The ecology of freshwater phytoplankton. Cambridge University Press, Cambridge. 384 pp.
- RNDE (2000) La qualité biologique des cours d'eau en France. Édition 2000. Réseau National des Données sur l'Eau. 16 pp. <http://www2.environment.gouv.fr/dossiers/eau/publication/fichiers/docs/0041.pdf>
- Ruiter H (2006) Meten toxine microcystine blijft lastig. Vroegtijdig signaleren door het tellen van blauwalgen. *Trens in water* 19 : 5.
- Soesbergen M (1992) De epifytische diatomeeengezelschappen op riet en lisdodde in de Loenderveenseplas. *Diatomededelingen* 14: 8-13.
- STOWA (1992) Ecologische beoordeling en beheer van oppervlaktewater. Beoordelingssysteem voor stromende wateren op basis van macrofauna. Rapport 92-07, Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer, Utrecht. 58 pp.
- STOWA (1993a) Ecologische beoordeling en beheer van oppervlaktewater. Beoordelingssysteem voor sloten op basis van macrofyten, macrofauna en epifytische diatomeeën. Rapport 93-14, Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer, Utrecht. 80 pp.
- STOWA (1993b) Ecologische beoordeling en beheer van oppervlaktewater. Beoordelingssysteem voor meren en plassen op basis van vegetatie en fytoplankton. Rapport 93-16, Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer, Utrecht. 36 pp.
- STOWA (1994a) Ecologische beoordeling en beheer van oppervlaktewater. Beoordelingssysteem voor kanalen op basis van macrofyten, macrofauna, epifytische diatomeeën en fytoplankton. Rapport 94-1, Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer, Utrecht. 77 pp.
- STOWA (1994b) Ecologische beoordeling en beheer van oppervlaktewater. Beoordelingssysteem voor zand-, grind- en kleigaten op basis van fyto- en zoöplankton, macrofyten en epifytische diatomeeën. Rapport 94-18, Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer, Utrecht. 60 pp.
- STOWA (2001) Ecologisch beoordelingssysteem voor stadswateren. Gebruikershandleiding. Rapport 2001-18, Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer, Utrecht. 64 pp + bijl.
- STOWA (2002) Ecologische beoordeling van brakke binnenwateren. Rapport 2002-01, Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer, Utrecht. 103 pp.
- STOWA (2003) Handboek visstandbemonstering. Voorbereiding, bemonstering, beoordeling. Rapport 2002-07, Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer, Utrecht. 202 pp.
- STOWA (2006) Handboek Nederlandse ecologische beoordelingssystemen (EBEO-systemen). Deel A: Filosofie en beschrijving van de systemen. Rapport 2006-04, Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer, Utrecht. 255 pp.
- Van der Hammen H, Claassen THL & Verdonshot PFM (red) (1984) Handleiding voor hydrobiologische milieu-inventarisatie. Eindverslag Interprovinciale Ambtelijke Werkgroep Milieu-inventarisatie, subwerkgroep Hydrobiologie, Haarlem. 61 pp + bijl.
- Werkgroep MIR (2005) Richtlijnen monitoring oppervlaktewater Europese Kaderrichtlijn Water. Versie september 2005. Rijksinstituut voor Integraal Zoetwaterbeheer en Afvalwaterbehandeling, Lelystad.

- WHH (1989a) Richtlijnen voor makrofauna bemonstering in Noord- en Zuid-Holland ten behoeve van waterkwaliteitsonderzoek. Werkgroep Hydrobiologie Holland. 25 pp.
- WHH (1989b) Richtlijnen voor een kwantitatieve bepaling van de fytoplanktensamenstelling in Noord- en Zuid-Holland ten behoeve van waterkwaliteitsonderzoek. Werkgroep Hydrobiologie Holland.
- WHH (1992) Determineren van fytoplankton en epifytische diatomeeën in Noord- en Zuid-Holland. Werkgroep Hydrobiologie Holland. 26 pp + bijl.
- WHH (2000) Richtlijnen voor onderzoek naar fytoplankton en epifytische diatomeeën in Noord- en Zuid-Holland. Werkgroep Hydrobiologie Holland. 28 pp + deel 2 - soortenlijst.
- WSMMA (1999) Handleiding bemonsteringsapparatuur aquatische macro-invertebraten. Werkgroep Standaardisatie Macro-invertebraten Methoden & Analyse. Themanummer 17, Werkgroep Ecologisch Waterbeheer.
- WSMMA (2001) Handleiding uitzoeken en determineren aquatische macro-invertebraten. Werkgroep Standaardisatie Macro-invertebraten Methoden & Analyse. Themanummer 18, Werkgroep Ecologisch Waterbeheer.

VERKLARING VAN GEBRUIKTE AFKORTINGEN

AFNOR	Association Française de Normalisation
AQEM	Development and Testing of an Integrated Assessment System for the Ecological Quality of Streams and Rivers Throughout Europe Using Benthic Macroinvertebrates
ASPT	Average Score per Taxa; an index of general ecological quality. This index is related to the occurrence of sensitive (high index value) and tolerant (low value) species.
AusRivAS	Australian River Assessment System
BBI	Belgische Biotische Index
BLW	Bayerische Landesamt für Wasserwirtschaft
CEN	Comité Européen de Normalisation (European Committee for Standardisation)
CIW	Commissie Integraal Waterbeheer
EN	European Standard
EPA	Environmental Protection Agency
IAWM	Interprovinciale Ambtelijke Werkgroep Milieu-inventarisatie
IBD	Indice Biologique Diatomees
IBGN	Indice Biologique Global Normalisé
IBMR	Indice Biologique Macrophytique Rivière
KRW	Europese Kaderrichtlijn Water
MinVenW	Ministerie van Verkeer en Waterstaat
MIR	Monitoring Informatie en Rapportage
NEN	Nederlands Normalisatie-instituut, of Nederlandse norm
RIKZ	Rijksinstituut voor Kust en Zee
RIVPACS	River Invertebrate Prediction and Classification System
RIZA	Rijksinstituut voor Integraal Zoetwaterbeheer en Afvalwaterbehandeling
RNDE	Réseau National des Données sur l'Eau
SIS	Swedish Standards Institute
STAR	Standardisation of River Classifications
STOWA	Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer
TAP	Toepassing Aquatische ecologie in de Praktijk
TCN	Taxon Code Nederland
TWN	Taxa Waterbeheer Nederland
VMM	Vlaamse Milieumaatschappij
WEW	Werkgroep Ecologisch Waterbeheer
WHH	Werkgroep Hydrobiologie Holland
WSMMA	Werkgroep Standaardisatie Macro-Invertebraten Methode en Analyse

BIJLAGE I

GERAADPLEEGDE INSTANTIES EN CONTACTPERSONEN

R. Bijkerk, O.W.M. Duijts	Koeman en Bijkerk bv ¹⁾
H. van Buggenum, M. Korsten en B. van Maanen	Waterschap Roer en Overmaas
A. Fortuin en R. Brand	Waterschap Zeeuwse Eilanden
F. Ebbens	Waterschap Hunze en Aa's
G. van Ee	Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier
M. Geerink	Waterschap Vallei en Eem
B. Klutman	Waterschap Rijn en IJssel
B. Knol	Waterschap Regge en Dinkel
R. Maasdam	Waterschap Zuiderzeeland
R. van der Meer	Wetterskip Fryslân
B. Moonen en D. Venema	Waterschap Groot-Salland
J. Samuels	Waterschap Brabantse Delta
B. Schaub	Hoogheemraadschap Rijnland
G. Soppe, J. de Rooij en R. Boerma	Waterschap Rivierenland
D. de Vries en J. Klein	Waterschap Reest en Wieden
M. Wilhelm	Grontmij ¹⁾

¹⁾ Gegevens niet verwerkt in overzicht, omdat werkwijzen in de meeste gevallen bepaald worden door opdrachtgever

BIJLAGE II

WERKWIJZE BIJ DE GEGEVENSVERWERKING

Checklist Inventarisatie huismethoden hydrobiologisch onderzoek

Fytoplankton	Bemonsteringsmethode	Steekbuis Emmer / fles Happer Planktonnet	
	Analysemethode	Gewoon / omkeer microscoop Absolute / relatieve abundantie Individen / cellen Determinatieniveau Determinatieliteratuur	
	Interpretatie	Welke beoordelingsmethode	
Kiezelalgen	Bemonsteringsmethode	Natuurlijk substraat Kunstmatig substraat	Riet Objectglasjes Incubatietijd
	Analysemethode	Helder veld / fasecontrast Pennales / Pennales + Centrales 200 / 400 schaaltes Determinatieniveau Determinatieliteratuur	
	Interpretatie	Welke beoordelingsmethode	
Vegetatie	Methode lijnvormige wateren	Oever + water apart /samen Grootte proefvlak Tansley, Braun-Blanquet Bedekking per vegetatielaag Bedekking kroos/flab	
	Methode plassen/meren	Oever + water apart /samen Plasdekkend / proefvlak Tansley, Braun-Blanquet Bedekking per vegetatielaag Bedekking kroos/flab	
	Interpretatie	Welke beoordelingsmethode	
Macrofauna	Bemonsteringsmethode	Standaardnet Klein macrofaunanet Ekman happer Micro-macrofaunaschoffel	
	Uitzoekmethode	Levend / dood Aantal individuen per groep	
	Determinatie	Welke groepen Determinatieniveau Determinatieliteratuur	
	Interpretatie	Welke beoordelingsmethode	

BIJLAGE III

FYTOPLANKTON

Variaties in bemonstering:

Ondiepe wateren

- 1 Bemonster op één locatie vanaf de oever met behulp van emmer of flessenhouder op 20 tot 50 cm onder het wateroppervlak en vul een 1 liter monsterfles. *6 deelnemers*
- 2 Bemonster op vijf locaties vanaf de oever met behulp van emmer of flessenhouder op 20 cm onder het wateroppervlak en voeg de monsters samen tot een mengmonster van 1 liter. *5 deelnemers*
- 3 Bemonster op vijf locaties vanuit een boot met behulp van emmer of flessenhouder op 20 cm onder het wateroppervlak en voeg de monsters samen tot een mengmonster van 1 liter. *3 deelnemers*

NB: Per waterschap zijn meerdere variaties mogelijk.

Diepe wateren

- 1 Verzamel op één locatie een mengmonster vanaf het wateroppervlak tot de bovenkant van de spronglaag. *1 deelnemer*
- 2 Bemonster op twee locaties, A en B, die 10 tot 20 m uit elkaar liggen. Neem op elke locatie met een waterhapper een monster op 1, 2, 3, 4 en 5 m diepte en voeg deze per locatie samen. Neem uit de monsters A en B vervolgens een 0.5 liter monster en voeg deze samen tot een mengmonster van 1 liter. *5 deelnemers*
- 3 Op meerdere locaties worden vanuit een boot monsters genomen met een 1.5 m steekbuis totdat 25 l verzameld is. Na menging wordt hieruit een fles van 1 l gevuld. *2 deelnemers*
- 4 Op drie plaatsen 20 tot 50 m uit elkaar gelegen boven het diepste gedeelte van de plas, worden met een waterhapper monsters verzameld op 1 en 2 m diepte en samengevoegd. Na menging wordt hieruit een fles van 1 l gevuld. *1 deelnemer*
- 5 Verzamel op één locatie met een happer watermonsters op iedere meter door de gehele verticaal vanaf het oppervlak tot ca. 1 m boven de bodem. Houdt elk monster apart. Voorafgaand aan de analyse kunnen twee of meerdere monsters worden samengevoegd tot een mengmonster. *1 deelnemer*
- 6 Bemonster op één locatie vanaf de oever met behulp van een emmer op ca. 30 cm diepte. *2 deelnemers*

NB: Per waterschap zijn meerdere variaties mogelijk.

BIJLAGE IV

KIEZELALGEN

Variaties in bemonsterd substraat:

Kunstmatig substraat

Geen gebruik van kunstmatig substraat	<i>5 deelnemers</i>
Dode, gepelde rietstengels	<i>4 deelnemers</i>
Objectglaasjes	<i>1 deelnemer</i>
Dode, gepelde rietstengels of objectglaasjes	<i>2 deelnemers</i>
Diverse mogelijkheden	<i>1 deelnemer</i>

Natuurlijk substraat

Geen gebruik van natuurlijk substraat	<i>2 deelnemers</i>
Oever- en waterplanten	<i>6 deelnemers</i>
Stenen	<i>1 deelnemer</i>
Riet of stenen	<i>1 deelnemer</i>
Planten, stenen en/of beschoeiing	<i>2 deelnemers</i>
Planten, stenen en/of zandbodem	<i>1 deelnemer</i>

BIJLAGE V

VEGETATIE

Variaties in bemonstering (proefvakgrootte):

Lijnvormige wateren

- 1 Opnamegrootte staat niet vast, moet representatief zijn voor het gebied. *2 deelnemers*
- 2 Opnamegrootte is 50 m² (lengte en breedte zijn afhankelijk van vegetatie- en watertype) *4 deelnemers*
- 3 Opnamelengte is 50 m en betreft de gehele breedte van de watergang. *4 deelnemers*
- 4 Monsterlengte is 50 m en om de 5 m wordt 1 m onderzocht. *1 deelnemer*
- 5 Opname grote staat niet vast. Doel is om zoveel mogelijk soorten te ontdekken. *2 deelnemers*

Meren en plassen

- 1 Opnamegrootte staat niet vast, moet representatief zijn voor het gebied; onderzoek vanaf de oever. *1 deelnemer*
- 2 Opnamelengte is 50 m, afstand uit de oever 3 tot 10 m afhankelijk van vegetatie- en watertype; onderzoek vanaf de oever. *2 deelnemers*
- 3 Het gehele water wordt onderzocht (gebiedsdekkend). *3 deelnemers*
- 4 Kleine plassen worden geheel onderzocht vanuit een boot, grotere op twee plaatsen Oost en West en de oever globaal. *3 deelnemers*
- 5 Opname grote staat niet vast. Het doel is om zoveel mogelijk soorten te ontdekken. Onderzoek vanaf de oever. *1 deelnemer*
- 6 Variatie 2 of 3 afhankelijk van de vraagstelling. *2 deelnemers*

Variaties in bemonsteringsvoorschriften:

- 1 STOWA – voorschriften. *2 deelnemers*
- 2 Eigen methode. *11 deelnemers*

NB: bemonsteringsvoorschriften van 1 deelnemer zijn onbekend.

Variatie in monsterperiode:

- 1 mei-juni of aug-sept *1 deelnemer*
- 2 juni *2 deelnemers*
- 3 half mei tot half juli *3 deelnemers*
- 4 mei tot half september *1 deelnemer*
- 5 juni-aug *1 deelnemer*
- 6 mei-aug *1 deelnemer*

NB: monsterperiode van vier deelnemers zijn onbekend.

BIJLAGE VI

MACROFAUNA

Variaties in bemonstering:

Proportioneel

- 1 Totale monsterlengte is 5-10 m procentueel verdeeld over de verschillende substraten die aanwezig zijn. *4 deelnemers*

Niet proportioneel

Gemiddeld wordt een totale lengte van 5-10m bemonsterd.

- 2 Monsterlengte is minimaal 5 m. Oever, bodem en waterkolom worden bemonsterd; verhouding bodem/vegetatie-oeverfase 2 staat tot 3. *3 deelnemers*
- 3 De totale monsterlengte moet minimaal 4 meter zijn. Oever minimaal 3 m en bodem minimaal 1 m. *1 deelnemer*
- 4 Afhankelijk van doel: Mengmonster van 5 m oever en 1 m bodem, of aparte monsters van 10 m oever en 1 m bodem. *1 deelnemer*
- 5 Monsterlengte 5 m opgebouwd uit minimaal 2 m waterbodem, minimaal 2 m oeverzone en minimaal 1 m waterkolom. *1 deelnemer*
- 6 Afhankelijk van de variatie aan substraattypen wordt bepaald hoeveel submonsters van een lengte van 1-2 m men zal nemen. *1 deelnemer*
- 7 Over een traject van 50 m wordt om de 5 m over 1 m lengte bemonsterd. *1 deelnemer*
- 8 Er is geen standaard monster lengte. Alle microhabitats worden zo goed mogelijk uitgekamd. (soortenjacht). *1 deelnemer*

Voorschriften voor uitzoeken:

- 1 WEW - voorschriften *2 deelnemers*
- 2 Eigen methode *9 deelnemers*
- 3 WHH - voorschriften *2 deelnemers*
- 4 WSMMA - voorschriften *1 deelnemer*

NB: uitzoekvoorschriften van 1 deelnemer zijn onbekend.

Voorschriften voor determinatie:

- 1 WEW - voorschriften *1 deelnemers*
- 2 Eigen methode *10 deelnemers*
- 3 WHH - voorschriften *1 deelnemers*
- 4 STOWA - voorschriften *1 deelnemer*

NB: uitzoekvoorschriften van 1 deelnemer zijn onbekend.

stowa

STICHTING
TOEGEPAST ONDERZOEK WATERBEHEER

stowa@stowa.nl www.stowa.nl
TEL 030 232 11 99 FAX 030 232 17 66
Arthur van Schendelstraat 816
POSTBUS 8090 3503 RB UTRECHT

