



HANDBOEK HYDROBIOLOGIE

Biologisch onderzoek voor de ecologische
beoordeling van Nederlandse zoete
en brakke oppervlaktewateren

INHOUDSOPGAVE HANDBOEK HYDROBIOLOGIE

I • **Informatie****II** • **Micro****III** • **Macro****IV** • **Bijlagen**

- 1: Termen en definities
- 2: Websites en adressen
- 3: Standaardisatie in datamanagement
- 4: Datacontrole van gegevensbestanden
- 5: Checklist veldwerk
- 6: EBeo-watertypen
- 7: KRW-watertypen
- 8: IPI-lijst van landschapstypen en -elementen
- 9: Veldformulieren
- 10: Bemonsteringsapparatuur
- 11: Etikettering
- 12: Chemicaliën
- 13: Homogeniseren van monsters
- 14: Pipetten
- 15: Staande microscoop
- 16: Omkeermicroscoop
- 17: Sedimentatiecuvetten
- 18: Utermöhlmethode
- 19: Biovolumebepaling
- 20: Speciale analysetechnieken
- 21: Tweedelijnscontroles
- 22: PEG-model van planktonontwikkeling
- 23: Blauwalgenprotocol
- 24: Lijst van potentieel toxische blauwalgen
- 25: Lijst van plantensoorten
- 26: Macrofaunataxa
- 27: Lijst van vissoorten
- 28: Richtlijnen vangstinspanning vis
- 29: Koppeling KRW-watertypen en vis-watertypen
- 30: Determinatieliteratuur algen
- 31: Determinatieliteratuur zoöplankton
- 32: Determinatieliteratuur vegetatie
- 33: Determinatieliteratuur macrofauna
- 34: Determinatieliteratuur vis







BIJLAGE 1

TERMEN EN DEFINITIES

Abundantie	Het aantal planten of dieren van een soort of soortgroep in een bepaald gebied, doorgaans uitgedrukt per oppervlakte-eenheid of volume-eenheid.
Akrokreen	Puntbron, bron waar het water op één punt uittreedt
Alkaliniteit	Maat voor de capaciteit van water om H ⁺ -ionen te neutraliseren en pH-daling tegen te gaan; in natuurlijke wateren wordt de alkaliniteit voor het grootste deel bepaald door het gehalte bicarbonaat.
Allelopathie	Uitscheiding van stoffen die de groei van andere organismen remmen.
Amphidroom	Zowel in zoet als in zout water levend en tussen beide milieus trekkend zonder doel om te paaïen (o.a. Bot, Dunlipharder).
Anadroom	Van zee naar de rivier trekkend om te paaïen (o.a. Zalm).
Analysevoorschrift	Document dat voorschrijft hoe een bepaalde analyse uitgevoerd moet worden.
Antropogeen	Ontstaan door menselijke activiteit.
Apparatuurdossier	Een logboek waarin men het onderhoud, de eventuele reparaties en de eventuele keuringsresultaten per apparaat bijhoudt.
Aquo	Set van standaarden die in de plaats is gekomen van Adventus, Gegevensstandaarden Water, Omega e.d.
Aquo-kit	Een gereedschapskist voor het verwerken, toetsen, presenteren en rapporteren van gegevens; omvat onder meer iBever, EbeoSys, QBWat en KRW-portaal.
AquoLex	Het waterwoordenboek dat beheerd wordt door IDS ^W .
Arbobeidsregel	Een concrete, direct uitvoerbare invulling van de meer algemene voorschriften uit Arbowet, Arbobesluit of Arboregeling.
Arbobesluit	Arbeidsomstandighedenbesluit: bevat de concrete bepaling over arbeidsomstandigheden.
Arbocatalogus	Overzicht van arbobeidsregels.
Arboregeling	Arbeidsomstandighedenregeling: geeft de nadere uitwerking van wat op hoofdlijnen vastligt in Arbowet en Arbobesluit.
Arbowet	Arbeidsomstandighedenwet: het wettelijk kader voor arbeidsomstandigheden; de wet is op 1 januari 2007 van kracht is geworden.
Atmofytisch	Levend op vochtige plekken buiten permanente wateren (bijvoorbeeld in regenplasjes of tussen mos); ook wel subatmofytisch genoemd.
Audit	Onderzoek dat van tijd tot tijd (meestal jaarlijks) wordt uitgevoerd, om te zorgen dat de praktijk is afgestemd op de reglementen en werkvoorschriften en omgekeerd.
Bedekking	Bij vegetatie: dat deel van het grondoppervlak dat bij verticale projectie van de begroeiing bedekt wordt door vegetatie, uitgedrukt als percentage.
Begroeibaar areaal	Deel van het waterlichaam waar, in de natuurlijke, ongestoorde toestand, waterplanten kunnen groeien.
Bemonsteringsconcept	Beschrijving van de methode om een bemonstering uit te voeren, waarbij wordt vastgelegd welke technieken en apparaten worden ingezet, op welke plekken wordt bemonsterd en hoe de bemonstering in kwalitatieve en kwantitatieve zin wordt uitgevoerd.
Bemonsteringsstrategie	De wijze waarop een bemonstering wordt uitgevoerd, rekening houdend met variatie in plaats en tijd.
Benthisch	Levend in of op (het aangroei) op de bodem van het oppervlaktewater.
Benthos	De in of op de bodem van het oppervlaktewater levende macrofauna zoals Chironomidae en Oligochaeta.

Bestandsopname	Onderzoek om de hoeveelheid van een plant of dier in een gegeven gebied te bepalen.
BHV	Bedrijfs hulpverlening.
Biotoop	Een min of meer homogeen gebied dat dient als verblijfplaats van een soort.
Biovolume	Het totale volume van een organisme; bij algen inclusief een celwand, maar exclusief een eventuele lorica (huisje) of slijmmantel.
Blauwalgen	Een groep fototrofe bacteriën die in veel opzichten aan algen doen denken.
Bovenloop	Het meest stroomopwaartse deel van een beek of rivier, of: het eerste deel van de beek of rivier gezien vanaf de bron.
Carapax	Pantser van een kreeftachtige.
Carnivoor	Vleeseter.
Conservering	Het langdurig behouden of bewaren van biologisch materiaal; meestal door toevoeging van een conserveringsmiddel of door invriezen.
Consistent	Van een set gegevens of een theorie: onderling of innerlijk samenhangend en niet tegenstrijdig.
Contaminatie	Letterlijk: besmetting of vervuiling; wat betreft kiezelwieren: de aanwezigheid in het monster van soorten die niet thuishoren op de meetlocatie op het moment van bemonstering, maar aangevoerd zijn van elders, of reeds lange tijd dood zijn (subfossiel).
Cyanobacteriën	Blauwalgen.
Dampdicht	Zodanig afgesloten dat geen damp kan ontsnappen, zodat het monster op langere termijn niet droogvalt.
Decanteren	Een scheidingsmethode die gebruik maakt van verschillen in bezinkingssnelheid (soortelijk gewicht) tussen deeltjes; door decanteren kan men zand scheiden van wormpjes.
Deelgebied	Een deel van een waterlichaam dat zich op grond van belangrijke kenmerken onderscheidt van andere delen van het waterlichaam.
Deelmonster	1 Een representatief deel van het monster waaraan de analyse wordt uitgevoerd. 2 Een monster dat men verzamelt in een bepaald habitat en met één of meer andere deelmonsters deel uitmaakt van het totale monster dat men op en rond de meetlocatie neemt (zie ook submonster).
Derdelijnscontrole	Een onderzoek om de analyseresultaten van een laboratorium te toetsen aan die van andere laboratoria; ook wel ringonderzoek genoemd.
Diadroon	Over langere afstanden trekkend tussen zoetwater en de zee (zie anadroon, katadroon en amphidroon).
Diapauze	Rustpauze in de ontwikkeling van kreeftachtigen.
Diatomee	Kiezelwier; een groep van eencellige algen met een schaalpje van kiezelzuur.
Diepe plas	Een plas met een gemiddelde diepte groter dan 6 m, waarin temperatuursstratificatie kan optreden in de periode mei-september. Tijdens stratificatie is de waterkolom van boven naar beneden verdeeld in epilimnion, metalimnion en hypolimnion.
Diepwatermethode	Bemonsteringsmethode voor de bodembewonende macrofauna in het open water van diepere meren, kanalen en rivieren (meer dan ca. anderhalve meter diep).
Diversiteit	Verscheidenheid. Vaak als synoniem van soortenrijkdom gebruikt, maar in het begrip diversiteit speelt ook de relatieve abundantie van de soorten een rol.
Domeintabel	Een tabel met alle toegestane waarden van een variabele.
Doorzicht	Zie Secchi-diepte.

Drijfslaag	Een door ophoping van algen aan het wateroppervlak ontstane, sterk gekleurde laag (blauw, groen, oranje, rood).
Dwarsprofiel	Verloop van het oppervlak van de waterbodem in een dwarsdoorsnede van het water.
EBeo	Ecologische Beoordeling van oppervlaktewater (STOWA-beoordelingssystemen).
Eenheid	In het meten en analyseren: de maat waarin men de waarde uitdrukt, bijvoorbeeld graden Celsius, milligram stikstof per liter, cellen per milliliter.
Eerstelijnscontrole	Een controle op de eigen verrichtingen met als doel betrouwbaarheid van de verzamelde gegevens.
EKR	Ecologische Kwaliteits Ratio; getal tussen 0 en 1 waarin het beoordelingsresultaat van de ecologische toestand voor de KRW wordt uitgedrukt: een KR groter dan 0,8 is Zeer goed, een EKR lager dan 0,2 is Slecht.
Electrolytarm	Arm aan vrije ionen, zoals Na^+ , K^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+} , Cl^- , CO_3^{2-} , door een laag gehalte aan (opgeloste) zouten.
Electrolytrijk	Rijk aan vrije ionen, zoals Na^+ , K^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+} , Cl^- , CO_3^{2-} , door een hoog gehalte aan (opgeloste) zouten.
Entiteit-Relatie Diagrammen	Wijze waarop relaties tussen objecten beschreven zijn in het Logisch Model Aquo.
Epilimnion	Laag tussen wateroppervlak en spronglaag waarin de temperatuur en soortelijke massa (dichtheid) van het water in de diepte niet of nauwelijks veranderen (Z^{epi}).
Eufotische zone	Zone van de waterkolom waarin netto primaire productie door fotosynthese plaatsvindt (Z_{eu}). De zone is van boven begrensd door het wateroppervlak en van onder door het vlak waar de fototrofe productie door lichtbeperking zo laag is dat zij gelijk is aan de respiratie (verademing). De diepte van de eufotische zone is bij benadering gelijk aan 2,5 maal de Secchi-diepte (Z_s).
Eutrafent	Met een voorkeur voor eutroof water.
Eutrofiëring	Toename van het gehalte aan voedingsstoffen, met name van ammonium, nitraat en fosfaat.
Eutroof	Rijk aan voedingsstoffen (gehalte totaal-fosfor (P_{totaal}) tussen 0,025 en 0,100 mg P/l).
Exuvium	Een afgeworpen huidje van een vervellend insect of andere geleedpotige (meervoud: exuviae).
Filament	Bij algen: een draad van achter elkaar geplaatste cellen, meestal in één rij.
Fixatie	Het fixeren.
Fixeren	Het geschikt maken van een monster voor langdurige bewaring, met zo min mogelijk verlies van de karakteristieke kenmerken van de organismen; meestal door toevoeging van een conserveringsmiddel.
Flab	Drijvende massa draadalg (Floating Algal Biomass).
Fototroof	Levend met behulp van licht als energiebron en anorganische voedingsstoffen, zoals koolzuur, nitraat en fosfaat.
Fractie	Een deel van een (deel)monster dat men apart analyseert.
Functionele groep	Groep organismen met één of meer gemeenschappelijke kenmerken die van ecologisch belang zijn.
Fysieke belasting	Belasting van het lichaam, met name van spieren en gewrichten.
Fytoplankton	Verzamelsnaam voor kleine, plantaardige, fototrofe organismen en cyanobacteriën die vrij zweven in het oppervlaktewater.
Gebufferd	Met het vermogen om H^+ -ionen (protonen) te neutraliseren, waardoor een toename van deze ionen niet leidt tot een daling van de pH.
Geometrische vorm	Een ruimtelijke grondvorm uit de geometrie, bijvoorbeeld bol, cilinder, kegel.

Gestratificeerd	1 Een gestratificeerd meer is een waarvan de waterkolom niet gemengd is, maar is opgebouwd is uit twee of drie lagen. Bij temperatuursstratificatie zijn er drie lagen: een bovenste laag (epilimnion), een middelste laag spronglaag of metalimnion) en een onderste laag (hypolimnion). Bij zoutstratificatie twee: een bovenste, zoete laag en een onderste, zoutere laag. 2 Een gestratificeerde steekproef is samengesteld uit deelsteekproeven, die ieder aselekt uit een deelpopulatie zijn getrokken. 3 Gestratificeerd bemonsteren wil bijvoorbeeld zeggen dat het water eerst op grond van diepte verdeeld wordt in strata, waarna in elk stratum één of meer monsters worden verzameld; het aantal monsters per stratum is vaak evenredig aan het oppervlakte-aandeel van dat stratum en worden vaak genomen op volgens het toeval bepaalde monsterpunten (gestratificeerde random bemonstering).
Groot water	Water met een oppervlak van globaal genomen groter dan 100 ha.
Habitat	Woonplaats van een organisme (habitare = bewonen), ook wel leefomgeving of leefmilieu genoemd; op grond van abiotische en biotische factoren duidelijk te onderscheiden van de omgeving.
Habitattype	Soort habitat, bijvoorbeeld het habitat 'kale oever', of het habitat 'ondergedoken vegetatie'.
Helokreen	Een bron waar het water over een groot oppervlak uittreedt. Daardoor ontstaat een moerassig gebied, dat nauwelijks toegankelijk is door de zeer slappe bodem met een dik pakket organisch materiaal. De diverse erdoor en uit het gebied stromende beekjes hebben een zandige bodem.
Herbivoor	Planteneter.
Heterogeen	Van punt tot punt belangrijke verschillen in eigenschappen bezittend (ongelijksoortig in opbouw of samenstelling).
Heterotroof	Levend op organische voedingsstoffen, opgelost of in de vorm van andere organismen.
Homogeen	Op alle punten met gelijke eigenschappen (van dezelfde aard of samenstelling).
Hydromorfologie	Volgens het Handboek Hydromorfologie: de leer van de vormen in het landschap ontstaan door water; hydromorfologische kenmerken zijn o.a. breedte, diepte, meandering, oevervorm,
Hygropetrisch	Een hygropetrisch milieu is een dun laagje stromend water op een stevige ondergrond (ook wel spatwaterzone op harde oevers).
Hypertroof	Zeer rijk aan voedingsstoffen (gehalte fosfor hoger dan 0,100 mg P/l).
Hypolimnion	Laag tussen spronglaag en sedimentoppervlak, waarin de temperatuur en soortelijke massa (dichtheid) van het water in de diepte niet of nauwelijks veranderen.
Indifferent	Letterlijk: onverschillig; wat betreft de ecologie van een soort: zonder duidelijk optimum voor de betreffende verspreidingsfactor.
Individu	Een in Nederland veel gebruikte eenheid voor het tellen van fytoplankton (zie WHH (2000) voor definities). Het gebruik van deze eenheid in de gegevensverwerking wordt in dit voorschrift afgeraden.
Inrichting	Van een oppervlaktewater: het geheel aan hydromorfologische kenmerken inclusief die van de oever.
Insluitmiddel	Een stof om een blijvend preparaat te maken van een organisme of onderdelen daarvan, met zodanige eigenschappen dat de onderdelen optimaal te bestuderen zijn.

Instrumentatie	Aanduiding van de apparatuur en hulpmiddelen die men gebruikt om iets te onderzoeken en de wijze waarop deze gehanteerd worden.
Intrinsieke waarde	De waarde die iets heeft door zichzelf (los van omgeving), en niet door iets waartoe het kan leiden (functie in het geheel).
Isolatie	De mate waarin een oppervlaktewater in verbinding staat met ander oppervlaktewater.
Kanaal	Een kunstmatig, lijnvormig, niet in één richting afstromend water, met een breedte groter dan 10 m en een gemiddelde diepte die meestal groter is dan 1,5 m.
Katadroom	Van zoetwater naar zee trekkend om te paaien (o.a. Aal).
Kerngebied	Een deel van een waterlichaam dat representatief is voor het hele waterlichaam en gekozen om te bevissen voor een bestandopname van grote waterlichamen.
Kiezelwier	Groep van algen die zich onderscheiden door een wandje van kiezelzuur (siliciumdioxide) dat de cel omgeeft.
KRW	Europese Kaderrichtlijn Water.
KRW-Portaal	Een internetsite voor de uitwisseling van gegevens voor KRW-rapportage.
Kwaliteitselement	Een levend of niet-levend onderdeel of kenmerk van een watersysteem, dat gebruikt wordt om de ecologische kwaliteit van een waterlichaam vast te stellen. Er zijn biologische kwaliteitselementen, zoals fytoplankton, macrofauna en vis, maar ook hydromorfologische (o.a. morfologie, hydrologisch regime) en fysisch-chemische (o.a. thermische omstandigheden (temperatuur), nutriënten).
Kwaliteitsmanagement	De wijze waarop de kwaliteit van de uitgevoerde werkzaamheden wordt gewaarborgd.
Kwaliteitszorg	Het geheel van activiteiten dat men onderneemt om de kwaliteit van het hydrobiologisch onderzoek te onderzoeken, te borgen of te verbeteren en openbaar te maken (kwaliteit wil in dit geval zeggen: betrouwbaarheid en reproduceerbaarheid van de onderzoeksresultaten).
Kwantitatief	Monsternamen waarbij het bemonsterde oppervlak of volume en de daarin aanwezige organismen nauwkeurig worden vastgesteld. Het maakt het mogelijk dat de aantallen van organismen per oppervlakte-eenheid kunnen worden berekend.
Laag	Bij vegetatie: een structurele eenheid binnen de vegetatie. Bijvoorbeeld de laag ondergedoken planten (submerse laag), of de laag oeverbegroeiing. Ook kroos en flab onderscheiden we als lagen.
Limnokreen	Bron op de bodem van een kleine kom. Het water stroomt uit de kom, die meestal een diameter heeft van minder dan 1,5 meter.
LIMS	Laboratorium Informatie Management Systeem; een database waarin alle kenmerken van een monster en van de analyse en de bijbehorende analyseresultaten geadministreerd kunnen worden.
LMA	Logisch Model Aquo; hierin zijn de relaties beschreven tussen de verschillende objecten gedefinieerd in Aquo.
Lozingspunt	Plek waar een waterstroom in het oppervlaktewater terecht komt met andere eigenschappen dan het ontvangende water; meestal betreft het afvalwater, maar het kan ook spuiwater zijn.
Maaswijdte	Afstand van een maas van hoekpunt tot hoekpunt. In de visserij uitgedrukt als knot to knot. De zogenaamde gestrekte maas is twee keer zo groot als de maaswijdte.
Maatlat	In de waterkwaliteitsbeoordeling een systeem om de ecologische kwaliteit van

	een oppervlaktewater te bepalen uit de hoeveelheid en aard van de aanwezige planten of dieren.
Macrofauna	Verzamelnaam voor met het blote oog zichtbare, aan water gebonden levensstadia van ongewervelde dieren, waarvan de afbakening bij afspraak geschiedt aan de hand van een vastgestelde lijst van taxonomische groepen.
Meander	Lus of bocht in de loop van een natuurlijke beek of rivier.
Meandering	De mate waarin de waterloop zich kenmerkt door een natuurlijke loop met bochten en lussen.
Meetprogramma	Het totale pakket aan bemonsteringen en veldanalyses dat wordt uitgevoerd in het kader van een onderzoeksproject.
Meetpunt	Een punt waarvan de positie nauwkeurig is vastgelegd door middel van x,y-coördinaten en waaraan de resultaten van metingen en bemonsteringen worden toegekend.
Meetpuntvariabele	Kenmerk op en rond een meetpunt dat men registreert om het meetpunt te beschrijven (bijvoorbeeld waterbreedte, gemiddelde diepte in het meetvlak, bodemaard, beschaduwing).
Meetvlak	Een gebied rond een meetpunt, waarin metingen of bemonsteringen worden uitgevoerd.
Mengmonster	Een monster waarin twee of meer submonsters van verschillende microhabitats of diepten zijn samengebracht.
Mesotroof	Matig rijk aan voedingsstoffen (gehalte fosfor hoger dan 0,0125 mg P/l en maximaal 0,025 mg P/l).
Metadata	Gegevens over de methode en omstandigheden van bemonstering en analyse, nodig om de bemonsterings- en analyseresultaten goed te kunnen interpreteren.
Metafytisch	Levend tussen waterplanten.
Metalimnion	Zie spronglaag.
Microhabitat	Een klein, apart leefmilieu binnen een habitat waarin soorten voorkomen die in de omgeving niet of veel minder gevonden worden, door de specifieke milieu-omstandigheden of schuilgelegenheid binnen het microhabitat. Binnen het habitat 'ondergedoken vegetatie' kan men onderscheid maken tussen de microhabitats 'rand van de vegetatie' en 'centrum van de vegetatie'.
Mixotroof	In staat om zowel fototroof als heterotroof te leven.
Monitoring	In de context van dit handboek: een herhaalde meting van de kwaliteit van het oppervlaktewater (bijvoorbeeld maandelijks, jaarlijks, of eens in de drie jaar).
Monsterpunt	Plaats waar de meting of bemonstering daadwerkelijk wordt uitgevoerd, gelegen op of in de onmiddellijke nabijheid van een meetpunt waaraan de meet- of monsterresultaten worden toegekend.
Monstervariabele	Abiotisch of biotisch kenmerk op en rond een meetpunt tijdens de bemonstering, dat men registreert om de bemonsteringsresultaten te interpreteren.
Multihabitatmethode	Bemonsteringsconcept waarbij men alle habitats bemonstert die op en rond het meetpunt aanwezig zijn; in dit handboek gebruikt voor macrofauna en sieraalgen.
Natuurdoeltype	Een in het natuurbeleid nagestreefd ecosysteem dat een bepaalde biodiversiteit en een bepaalde mate van natuurlijkheid als kwaliteitskenmerken heeft.
Neutrale stand	Van gewrichten, de stand die spieren rond het gewricht niet gespannen hoeven te zijn om het gewricht in die stand te houden.
Oeververdediging	Bescherming tegen oeverafslag, bijvoorbeeld stortsteen, schanskorven.
Oligotrafent	Met een voorkeur voor oligotroof water.

Oligotroof	Arm aan voedingsstoffen (gehalte fosfor lager dan 0,0125 mg P/l).
Ondiepe plas	Een plas met een gemiddelde diepte kleiner dan of gelijk aan 6 m, waarin onder normale weersomstandigheden geen langdurige temperatuurs-stratificatie optreedt.
Ongebufferd	Zonder het vermogen om H ⁺ -ionen (protonen) te neutraliseren, waardoor een toename van deze ionen leidt tot een daling van de pH (verzuring).
Opdrachtgever	De organisatie of de persoon die het onderzoek initieert en de opdracht verleent.
Opdrachtnemer	De organisatie die het onderzoek uitvoert voor de opdrachtgever.
Open water	Het niet begroeide deel of het door wind sterkst bewogen deel van het oppervlaktewater.
Opname	In de vegetatiekunde: een non-destructieve steekproef (in feite monster) van de vegetatie.
Ornamentatie	Knobbeltjes, stekeltjes of wratjes als 'versiering' op het celoppervlak van algen, of het lichaamsoppervlak van dieren.
Parameter	In het hydrobiologisch onderzoek: een variabele waarvan de waarde bepalend is voor de toestand (ecologische kwaliteit) van het watersysteem. Vaak gebruikt als synoniem van variabele.
PBM	Persoonlijk BeschermingsMiddel; een middel dat men op het lichaam draagt en dat beschermt tegen risico's, bijvoorbeeld een labjas, of veiligheidsbril.
Permanentie	De mate waarin een oppervlaktewater gedurende een jaar watervoerend is.
Piscivoor	Viseter.
Planktonalg	Een alg aanwezig in een planktonmonster.
Potadroom	Jaarlijks over kortere afstanden trekkend binnen een riviersysteem (o.a. Beekforel, Kopvoorn, Sneep).
Populatie	Groep van individuen van dezelfde soort die op een bepaalde plaats leeft en zich van generatie tot generatie voortplant.
Pressor	Een beïnvloedingsfactor die negatief kan uitpakken voor de ecologische kwaliteit.
Proefvlak	Een gebied rond een meetpunt, waarin de vegetatie wordt opgenomen (een meetvlak voor vegetatiebemonsteringen).
Projectleider	De persoon die namens de opdrachtnemer de eindverantwoordelijkheid draagt voor het (veld)onderzoek.
Psychosociale belasting	Psychische belasting door gedrag van andere mensen op het werk, zoals seksuele intimidatie, agressie, pesten en werkdruk.
Regelmogelijkheid	De mogelijkheid van een werknemer om invloed te hebben op het eigen werk en om problemen in het werk zelf of met anderen op te lossen.
Relationele database	Een database opgebouwd uit rijen (unieke records) en kolommen met de informatie die voor ieder record moet worden opgeslagen (velden).
Relevant	Belangrijk; relevante kenmerken zijn kenmerken die belangrijk zijn voor het maken van onderscheid (bijvoorbeeld bij het determineren, of het vaststellen van deelgebieden).
Representatief	Karakteristiek; in zijn eigenschappen (bijvoorbeeld soortensamenstelling) geschikt om een groter geheel te vertegenwoordigen (bijvoorbeeld een waterlichaam).
Reproducen	In de biologie: voortplanten.
Rheokreen	Bron waar het water aan een verticaal vlak uittreedt.
RI&E	Risico-Inventarisatie en -Evaluatie: onderzoek naar de gevaren van werkzaamheden voor de gezondheid van werkers.

Saliniteit	Zie zoutgehalte.
SCUBA	Duiken met behulp van een Self-Contained Underwater Breathing Apparatus (een fles met samengeperste lucht voorzien van een ademhalingsautomaat).
Secchi-diepte	Maximale diepte waarop een afgezonken witte Secchi-schijf nog juist zichtbaar is. De diepte wordt bepaald als het gemiddelde van de diepte waarop de neergelaten schijf uit het zicht verdwijnt en de diepte waarop hij bij het ophalen weer zichtbaar wordt. Ook wel zichtdiepte genoemd (Z_{Secchi} of Z_s).
Semi-kwantitatief	Alle macrofaunasoorten die in het monster worden aangetroffen, worden geteld/geschat, maar deze aantallen worden niet teruggerekend naar een inhouds- of lengtemaat.
Significant	1 Belangrijk. 2 Statistische term die uitdrukt dat een gevonden verschil tussen twee waarden waarschijnlijk niet op toeval berust.
Sloot	Een kunstmatig, lijnvormig water, met een breedte kleiner dan 10 m en een gemiddelde diepte die meestal kleiner is dan 1,5 m. Sloten die deels door kwel worden gevoed, kunnen (een deel van het jaar) stroming vertonen.
Soortenrijkdom	Het aantal soorten in een monster of een gebied; meestal alleen de soorten van een bepaalde taxonomische of functionele groep.
Soortensamenstelling	De lijst van soorten in een monster of een gebied; meestal alleen de soorten van een bepaalde taxonomische of functionele groep.
Spronglaag	De dunne laag tussen epilimnion en hypolimnion. In deze laag veranderen de temperatuur en soortelijke massa (dichtheid) van het water in de verticaal veel sneller dan boven en onder deze laag (de temperatuur maakt een 'sprong'). De diepte waarop de spronglaag zich bevindt ligt meestal tussen 5 en 6 m. Andere termen voor spronglaag zijn metalimnion en thermocline.
Stratum	Deel van het oppervlaktewater inclusief de waterbodem, onderscheiden op basis van diepte (bijvoorbeeld het stratum 0-1,5 m en het stratum 1,5-3 m).
Stressor	Een oorzaak van stress.
Strijklengte	De afstand waarover de wind ongehinderd door obstakels zoals dammen of eilandjes kan aangrijpen op het wateroppervlak.
Stromend water	Een lijnvormig water waarin het water continu in dezelfde richting beweegt als gevolg van verhang over de lengte van de waterloop.
Stroomdraad	De denkbeeldige lijn, in de lengterichting van de beek, die de punten verbindt waarop het water het snelste stroomt. In rechte delen van de beek loopt de stroomdraad gewoonlijk door het midden van de beek en in bochten door de buitenbocht.
Sublittoraal	Zone beneden de laagwaterlijn, die in principe altijd onder water staat.
Submonster	Een monster van een (micro)habitat of een bepaalde diepte in een te onderzoeken water; het submonster is representatief voor het microhabitat of de diepte, maar niet voor het gehele water.
Substraat	De vaste laag of het sediment waar een organisme zich kan bevinden.
Suspensie	Een mengsel van een vaste stof en een vloeistof, waarbij de vaste stof als zeer kleine deeltjes gemengd is met de vloeistof en er dus niet echt in opgelost is; bijvoorbeeld een suspensie van kiezelschaaltjes in water.
Talud	Het schuine vlak langs een weg, watergang of dijk.
Taxon	Een groep organismen die op grond van overeenkomstige kenmerken een eenheid vormt waaraan een unieke naam is gegeven. Eenheden zijn op

Temporair	verschillende niveaus gedefinieerd, bijvoorbeeld soort, geslacht, familie, klasse. Tijdelijk; een temporair water is een plas of beek die maar een deel van het jaar water bevat en de rest van het jaar droog staat.
Thermocline	Zie spronglaag.
Toxine	Giftige stof.
Traject	Een doorgaans langwerpig meetvlak of proefvlak dat men bemonstert op vegetatie of vis.
Transect	Een serie proefvlakken op een rij, dwars op een gradiënt (in meren bijvoorbeeld loodrecht op de oever).
Trek	Een bemonstering van het oppervlaktewater met behulp van een net dat over enige afstand door het water getrokken wordt.
Tweedelijnscontrole	Een onderzoek om de analyseresultaten van meerdere analisten binnen één laboratorium te toetsen op vergelijkbaarheid.
Tychoplankton	Algen in het plankton die een deel van hun leven op de bodem doorbrengen.
Typologie	Een onderverdeling van een groep objecten, bijvoorbeeld oppervlaktewateren, op basis van één of meer kenmerken (bijvoorbeeld breedte, diepte, alkaliniteit).
UM-Aquo	UitwisselingsModel-Aquo; een module om gegevens te valideren bij de uitwisseling van data (zie site van IDSW).
Variabele	In het hydrobiologisch onderzoek: kenmerk van een object dat verschillende waarden kan aannemen.
Veiligheidsinformatieblad	Een gestructureerd document met informatie over de risico's van een gevaarlijke stof of preparaat, en aanbevelingen voor het veilig gebruik ervan op het werk.
Veldwerker	De persoon die zorgt voor de praktische uitvoering van het veldwerk.
Waarneming	Een getelde eenheid van een planten- of diersoort. Bij algen kan een waarneming bestaan uit één of meer algencellen (bijvoorbeeld een filament), die als zelfstandig deeltje in het water aanwezig is.
Waarnemingssoort	Waarnemingen die bij een gemeten waarde van een monster horen. Meestal een combinatie van parameter, eenheid, hoedanigheid, compartiment, orgaan en taxon.
Watergang	In het algemeen spraakgebruik: een lijnvormig, smal, niet stromend water, zoals een sloot of een klein kanaal.
Waterkolom	De watermassa tussen waterspiegel en sedimentoppervlak.
Waterlichaam	Een waterlichaam is een watersysteem van 'aanzienlijke omvang' en een uniforme status, waarbinnen de te behalen ecologische kwaliteit overal gelijk moet zijn.
Waterloop	In het algemeen spraakgebruik: een lijnvormig, smal, stromend water, zoals een beek of een klein riviertje.
Werkvoorschrift	Document dat voorschrijft hoe bepaalde werkzaamheden uitgevoerd moeten worden.
Zichtdiepte	Zie Secchi-diepte.
Zoöplankton	Verzamelnamen voor kleine, dierlijke organismen die vrij zweven in het oppervlaktewater.
Zoutgehalte	De totale hoeveelheid opgeloste zouten.
Zwemseizoen	De periode tussen 1 mei en 1 oktober.



Literatuurverwijzing

WHH (2000) *Richtlijnen voor onderzoek naar fytoplankton en epifytische diatomeeën in Noord- en Zuid-Holland*. Werkgroep Hydrobiologie Holland. 28 pp + deel 2 - soortenlijst.



BIJLAGE 2 WEBSITES EN ADRESSEN

1 Websites

ALGEMEEN

Aquo	Standaarden waterbeheer	www.aquo.nl
CIW	Commissie Integraal Waterbeheer; per 12 februari 2004 voortgezet als LBOW	www.helpdeskwater.nl/ciw
Freshwaterecology info	Veel informatie over de ecologie en verspreiding van meer dan 12 000 water-organismen (vissen, planten, macrofauna en algen)	www.freshwaterecology.info
Freshwater life	Informatie over biologie, ecologie, monitoring onderzoek en beheer van zoete wateren	www.freshwaterecology.info
Handboek Hydrobiologie	STOWA themasite Handboek Hydrobiologie met de meest actuele voorschriften	www.stowa.nl/handboekhydrobiologie
Helpdesk Water	Voor vragen over waterbeleid, waterbeheer en waterveiligheid	www.helpdeskwater.nl
Hydrotheek	Literatuurbestand STOWA	www.library.wur.nl/hydrotheek
IHW	Informatiehuis Water	www.informatiehuiswater.nl
INSPIRE richtlijn	Heeft vanaf 2010 de taken van IDSW overgenomen	
	Richtlijn voor opslag en uitwisseling van ruimtelijke informatie binnen de Europese Gemeenschap	inspire.jrc.it
KRW-portaal	Portaal voor uitwisseling van gegevens	krw.ncgi.nl
LBOW	Landelijk Bestuurlijk Overleg Water, per 1 januari 2009 voortgezet als NWO	www.helpdeskwater.nl/overlegkaders_en/nationaal
Leidraad Monitoring	Definitief rapport CIW 2001	www.helpdeskwater.nl/leidraadmonitoring
LIMNODATA	Database monitoringgegevens oppervlaktewater	www.limnodata.nl
Ministeries		www.rijksoverheid.nl/ministeries
NGB	Netwerk Groene Bureaus (brancheorganisatie)	www.natuurnet.nl/ngb
NEN	Nederlands Normalisatie-instituut	www2.nen.nl/
NWO	Nationaal Wateroverleg	www.helpdeskwater.nl/overlegkaders/nationaal
NVP	Nederlandse Vereniging voor Proefdierkunde	www.proefdierkunde.nl
Open Wet Ware	Afkortingen tijdschrifttitels	www.openwetware.org/wiki/Journals/S
Overheid	De wegwijzer naar informatie en diensten van alle overheden, o.a. Arbowetgeving	wetten.overheid.nl
PEHM	Platform Ecologisch Herstel Meren	www.helpdeskwater.nl/overlegkaders/platform_meren
SoortenBank.nl	Informatie over planten, dieren en paddenstoelen in Nederland (ETI)	www.soortenbank.nl/index.php
STOWA	Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer met tal van relevante themasites	www.stowa.nl
TWN	Taxon Waterbeheer Nederland	www.aquo.nl
	Aanmelden nieuwe taxa	http://www.aquo.nl/meer_lezen/update/indienen-wijziging

UM-Aquo	UitwisselingsModel-Aquo	www.aquo.nl
WEW	Werkgroep Ecologisch Waterbeheer	www.wew.nu
WISE	Water Information System for Europe	www.water.europa.eu

WERKEN IN HET VELD

NDC	Nationaal Duikcentrum	www.ndc.nl
LymeNet Nederland	Informatie over de ziekte van Lyme	www.lymenet.nl
Neerlands Tuin	Informatie over giftige planten	www.neerlandstuin.nl/algemeen/giftig.html

WERKEN IN HET LAB

Chemiezone.nl	Veilig omgaan met chemische stoffen, o.a. online chemie-kaarten; niet gratis (SDU)	www.chemiezone.nl
---------------	--	--

STATISTIEK

FLEXCLUS	Classificatie van ecologische gegevens	www.dataneco.nl
Kennisbasis Statistiek	Wynne Consult en Universiteit Utrecht	www.kennisbasisstatistiek.net
Multivariate analyses	Handleiding voor gebruik in de ecologie, van M.M. van Katwijk en C.J.F. ter Braak	www.ecoscience.nl/MVAnov08.pdf
PAST	Gratis programma voor statistische analyses, modelleren en plotting	folk.uio.no/ohammer/past

FYTOPLANKTON

Algaebase	Database met informatie over algen	www.algaebase.org
Algae-L	Bulletin board voor iedereen die geïnteresseerd is in algen	listserv.heanet.ie
Cyanosite	Webserver voor blauwalgonderzoek	www.cyanosite.bio.purdue.edu
Cyanobacteriën	STOWA themasite cyanobacteriën met o.a. de Nieuwsbrieven van de Werkgroep Cyanobacteriën en de actuele protocollen	www.stowa.nl/cyanobacterien
EQAT	External Quality Assessment Trials Phytoplankton; o.a. ringonderzoek, literatuur en foto's fytoplankton	www.planktonforum.eu

SIERALGEN

Desmids of the lowlands	Een Nederlands discussieforum geheel gewijd aan sieralgen. Actief sinds april 2008.	groups.google.nl/group/desmids-of-the-lowlands
Sieralgenwerkgroep	Website van de Nederlandse Sieralgenwerkgroep	www.desmids.nl
Zieralgen	Website van R. Lenzenweger en G.H. Stanjek	hydro-kosmos.de/desmids

KIEZELALGEN

European Diatom Database	Informatiesysteem voor toepassing van diatomeeën in het waterbeheer	craticula.ncl.ac.uk/Eddi
ISDR	International Society for Diatom Research	www.isdr.org
Kiezelalgen	Discussieforum over kiezelalgen	groups.google.com/group/kiezelalgen?hl=nl
NVKD	Nederland-Vlaamse Kring van Diatomisten	www.diatom.nl
Omnidia	Software voor berekening van diatomeeëenindices	clci.club.fr

VEGETATIE

BLWG	Werkgroep Mossen en Korstmossen; determinatie, foto's en uitgebreide verspreidingsatlassen van soorten	www.blwg.nl
LIK	Landelijk Informatiecentrum voor Kranswieren; voor hulp bij het determineren van kranswieren	www.kranswieren.nl

MACROFAUNA

AQEM	Methode-ontwikkeling voor bepaling ecologische kwaliteit van stromende wateren met macrofauna binnen de EC; met o.a. database van Europese taxa	www.aqem.de
Macrofaunanieuwsmail	Digitaal contactblad voor Nederlandse macrofauna-onderzoekers/analisten, de meesten werkzaam bij waterbeheerders en onderzoeksbureau's; met informatie over nieuwe vondsten, nieuwe literatuur e.d.	www.macrofauna.web-log.nl

VIS

Piscaria	Landelijke database voor de opslag en analyse van visgegevens	www.piscaria.nl
Sportvisserij Nederland	Belangenvereniging van sportvissers; site met o.a. informatie over vissoorten en ecologie	www.sportvisserijnederland.nl

2 VAKVERENIGINGEN**Planktonoverleg Nederland**

Dit is een overleggroep van analisten werkzaam op het gebied van fytoplankton en zoöplankton, die twee keer per jaar bij elkaar komt. Opgericht in 1993.

Contactpersoon: Dr. F.A.C. Kouwets (frans.kouwets@rws.nl)

Sieralgenwerkgroep

Dit is een werkgroep van personen die zich professioneel of uit liefhebberij bezig houden met onderzoek aan sieralgen. Opgericht in 1999. De werkgroep kent een winterbijeenkomst en een zomerse excursie met aansluitend een determinatiedag. Er wordt een website onderhouden met veel informatie over sieralgen en determinatieliteratuur en met talloze links naar andere desmid sites.

Website: www.desmids.nl

Contactpersoon: Dr. P.F.M. Coesel (P.F.M.Coesel@uva.nl)

Nederlands-Vlaamse Kring van Diatomisten

Een vereniging met als doel het bevorderen van studie en onderzoek van diatomeeën. Uitgever van het tijdschrift Diatomededelingen. De vereniging is opgericht in 1986. De leden zijn professioneel of uit liefhebberij bezig met onderzoek aan kiezelwieren. De meesten zijn afkomstig uit Nederland en Vlaanderen. Op de website vindt men veel informatie en links.

Website: www.diatom.nl

Contactpersoon: B. Pex (b.pex@overmaas.nl)

Macrofytenwerkgroep

Dit is een overleggroep van personen die betrokken zijn bij de monitoring van oever- en waterplanten voor de ecologische beoordeling van oppervlaktewater. De groep is opgericht in 2011 en komt twee keer per jaar samen. Daarnaast worden excursies en ringonderzoeken georganiseerd.

Contactpersoon: A. van Dulmen (a.vandulmen@waterproef.nl)

Platform Hydrobiologisch Medewerkers (PHM)

Een overleggroep van hydrobiologisch medewerkers werkzaam bij waterschappen in Oost-Nederland en vooral op het gebied van macrofauna. Het platform komt twee keer per jaar bij elkaar, waarvan één keer samen met het Macro-invertebratenoverleg -NAP.

Contactpersoon: Ing. H. Hop (voorzitter) (hhop@wgs.nl)

Macro-invertebratenoverleg -NAP

Een overleg van macrofauna-onderzoekers werkzaam bij waterbeheerders in de lagere delen van Nederland.

Uitgever van de macrofaunanieuwsbrief en beheerder van de website: www.macrofauna.web-log.nl

Deze groep komt twee keer per jaar bij elkaar, waarvan één keer samen met het Platform Hydrobiologisch Medewerkers.

Contactpersoon: Mevr. M. Swarte (macrofauna@rws.nl)

ILOW werkgroep hydrobiologie

Het Integraal Laboratorium Overleg Waterkwaliteitsbeheerders (ILOW) is een koepel van waterschapslaboratoria en mede financier/ontwikkelaar van normen voor waterkwaliteitsnormering.

De ILOW werkgroep hydrobiologie is opgericht in 2009 om namens de waterschappen een goede praktijk gerichte inbreng te hebben in de NEN-subcommissie Aquatische Ecologie. Vertegenwoordigd in deze werkgroep zijn diverse waterschapslaboratoria en de RWS Waterdienst.

Website: www.ilow.nl

Contactpersoon ILOW werkgroep hydrobiologie: Ing. H. Hop (hhop@wgs.nl)

Contactpersoon ILOW: Mevr. Ing. M.M. Bergman (m.bergman@wrld.nl)

Werkgroep Ecologisch Waterbeheer

De Werkgroep Ecologisch Waterbeheer (WEW) is een platform voor uitwisseling van kennis over het ecologisch functioneren van watersystemen. De meeste leden zijn werkzaam bij de waterschappen, Rijkswaterstaat en adviesbureaus. In WEW-verband opereren deze professionals echter onafhankelijk van hun werkgever. Binnen de werkgroep zijn meerdere subgroepen actief. De WEW is opgericht in 1967 en heeft in haar bestaan al vele belangwekkende themanummers uitgegeven op het gebied van hydrobiologisch onderzoek voor het waterbeheer.

Website: www.wew.nu

Nederlandse Entomologische Vereniging

Vereniging van geïnteresseerden in insecten, spinachtigen en duizend- en miljoenpoten. Opgericht in 1845. De NEV bezit een uitgebreide bibliotheek en geeft twee tijdschriften uit: Entomologische Berichten en Tijdschrift voor Entomologie en daarnaast Entomologische Tabellen. Binnen de vereniging bestaan secties die zich bezighouden met bepaalde groepen van insecten.

Website: www.nev.nl/index.php

EIS-Nederland

De European Invertebrate Survey Nederland is actief sinds 1975. Het doel van deze stichting is het vergroten van onze kennis over de ecologie en verspreiding van insecten en andere ongewervelden in Nederland. Binnen EIS-Nederland bestaat een groot aantal werkgroepen, die zich actief bezig houden met een bepaalde groep organismen. Op het gebied van de zoetwaterfauna zijn elf werkgroepen actief, waaronder de werkgroep Watermijten, de werkgroep Steenvliegen en zelfs twee werkgroepen Waterkevers. EIS-Nederland is gevestigd in Naturalis te Leiden.

Website: www.naturalis.nl/eis

Freshwater Biological Association

Beroemde Engelse vereniging van hydrobiologen. Opgericht in 1929 om hydrobiologisch onderzoek te bevorderen. Tegenwoordig komen de leden uit de gehele wereld. Beschikt over een uitgebreide bibliotheek en diverse onderzoeksfaciliteiten. Uitgever van talloze bruikbare determinatietabellen.

Website: www.fba.org.uk/index.html

International Society for the Study of Harmful Algae (ISSHA)

Deze organisatie verenigt onderzoekers die zich bezig houden met potentieel toxische algen. Doel is het bevorderen van onderzoek, training en informatie-uitwisseling. De vereniging is opgericht in 1997.

Website: www.issaha.org

International Society for Diatom Research

Een internationale vereniging van diatomeeënonderzoekers. Uitgever van het tijdschrift Diatom Research. Opgericht in 1985.

Website: www.isdr.org

3 EXPERTS

NB. Neem eerst contact op met een expert, voordat materiaal opgestuurd wordt! Aan controledeterminaties kunnen kosten verbonden zijn.

Fytoplankton

Drs. A.M.T. Joosten (tjoosten@xs4all.nl)

Sieralgen

Dr. P.F.M. Coesel (p.f.m.coesel@uva.nl)

Dr. F.A.C. Kouwets (frans.kouwets@rws.nl)

Drs. A.M.T. Joosten (tjoosten@xs4all.nl)

Bijzondere vondsten en onbekende soorten kunnen met foto en beschrijving worden aangeboden aan het discussieforum Desmids of the lowlands.

Website: groups.google.nl/group/desmids-of-the-lowlands

Contactpersoon: M. van Westen (mvanwesten@home.nl)

Kiezelwieren

Via het Nederlandstalige discussieforum Kiezelalgen kan men vragen stellen over vondsten en hulp krijgen bij het determineren.

Website: groups.google.com/group/kiezelalgen?hl=nl

Contactpersoon: G.L. Verweij (g.l.verweij@koemanenbijkerk.nl)

Kranswieren

Landelijk Informatiecentrum voor Kranswieren (LIK),
p/a Nationaal Herbarium Nederland Afdeling Algologie
Postbus 9514, 2300 RA Leiden.

Website: www.kranswieren.nl

Contactpersoon: Drs. E. Nat

Macrofauna

Voor diverse macrofaunagroepen zijn er binnen- en buitenlandse experts die men kan raadplegen. Hun actuele adressen zijn bekend bij macrofauna-onderzoekers die al wat langer meelopen. Doe een oproep via de weblog: www.macrofauna.web-log.nl, of stuur een mailtje aan de contactpersonen van het Platform Hydrobiologisch Medewerkers of het Macro-invertebratenoverleg –NAP.

4 RINGONDERZOEKEN

Rijkswaterstaat Waterdienst

De Rijkswaterstaat Waterdienst organiseert met ingang van 1999 jaarlijks ringonderzoeken voor fytoplankton, zoöplankton, kiezelwieren en macrofauna.

Voor meer informatie: Mevr. M. Rietveld, Rijkswaterstaat Waterdienst, Afd. WGML (Water en Gebruik, Monitoring en Laboratorium), Coördinator Ringonderzoek, Postbus 17, 8200 AA Lelystad, Tel. 06 111 697 64

email: marian.rietveld@rws.nl

Landestalsperrenverwaltung Sachsen

De Landestalsperrenverwaltung Sachsen organiseert sinds 1992 ringonderzoeken voor fytoplankton, aanvankelijk alleen voor een beperkte groep laboratoria. Met ingang van 2007 is deelname opengesteld voor andere laboratoria. Het onderzoek bestaat uit drie onderdelen, waaronder een biovolumebepaling en de analyse van een natuurlijk monster. In 2007 namen 38 laboratoria deel uit verschillende Europese landen.

Voor meer informatie: Herr A. Meybohm, Landestalsperrenverwaltung des Freistaates Sachsen, Untersuchungsstelle Plauen, Bährenstraße 46, 08523 Plauen, Duitsland, Tel +493741 1564 102

email: andreas.meybohm@ltv.smul.sachsen.de

BIJLAGE 3 STANDAARDISATIE IN DATAMANAGEMENT¹

IDSW

De uitwisseling van gegevens tussen organisaties is een voorwaarde voor geïntegreerd waterbeheer in Nederland. De juiste toepassing van standaarden vergroot de kwaliteit en verlaagt de kosten van deze gegevensstromen.

In Nederland ontwikkelt en beheert IDSW (InformatieDesk standaarden Water) gegevensstandaarden voor het waterbeheer. IDSW is een samenwerkingsverband van vijf waterbeherende overheden (Unie van Waterschappen, Rijkswaterstaat, InterProvinciaal Overleg, Milieu- en Natuurplanbureau en Ministerie van LNV). IDSW zet zich in voor de stroomlijning van de informatievoorziening van de sector water. Zij is verantwoordelijk voor de invoering van INSPIRE in de Nederlandse watersector.

Naast deze standaarden voor GIS houdt IDSW zich bezig met standaarden voor niet-geografische gegevens, die in databases worden opgeslagen.

IDSW standaarden bestaan in de vorm van:

- definitie van termen en begrippen;
- gegevensopslag;
- gegevensuitwisseling;
- verwerking van gegevens en presentatie.

De centrale term bij IDSW is Aquo. Aquo is een standaard (of liever een set van standaarden), die veel oude standaarden vervangt (zoals Adventus, Gegevensstandaard Water, Omega). Hieronder worden de basisbegrippen met betrekking tot Aquo kort toegelicht. De meest recente informatie over Aquo kan worden gevonden op de site van IDSW (zie [bijlage 2](#)).

Woordenboek

Aquo-Lex, het waterwoordenboek dat IDSW beheert, voorziet in eenduidige definities voor objecten die gebruikt worden in het waterbeheer. De fouten die bij gegevensuitwisseling optreden ontstaan namelijk vaak doordat woorden op verschillende plaatsen verschillende betekenissen hebben. Door deze 'standaardtaal' toe te passen worden spraakverwarringen voorkomen tussen mensen en informatiesystemen. Een vertaalslag is dan overbodig.

Logisch Model Aquo

In aanvulling op het woordenboek Aquo-Lex, beheert IDSW ook een zogenaamd Logisch Model Aquo (LMA). Hierin zijn de relaties beschreven tussen de verschillende objecten (termen uit Aquo-Lex). Dit gebeurt in de vorm van Entiteit-Relatie Diagrammen. Het LMA is een beschrijving van de relaties tussen de objecten (entiteiten) en een clustering analoog aan de bedrijfsprocessen binnen de waterschappen, waaronder waterbeheer (kwantiteit en kwaliteit).

¹ Overgenomen uit Leidraad Monitoring, bijlage 5. Auteur is Andrea Houben, RIZA.



Het LMA bevat een heleboel gegevenselementen, waarbij in domeintabellen is vastgelegd welke waarden zijn toegestaan. De domeintabellen die betrekking hebben op de KRW en op waterkwaliteitsmonitoring, zijn ook opgenomen in de Aquo uitwisselingsmodellen (zie verderop in deze bijlage).

Gegevensopslag: Waarnemingssoorten

Om een waarneming te kunnen vastleggen moet bekend zijn Wat (data), Wanneer, Waar, Waarin en Hoe (metadata) is waargenomen. Het 'waar en wanneer' beschrijft de plaats en het tijdstip van de waarneming. Het aantal plaatsen en tijdstippen waarop een waarneming plaatsvindt is in principe oneindig. Het indelen of groeperen van waarnemingen op plaats en tijd, is alleen mogelijk door een begrenzing aan te geven.

De onderdelen die het 'waarin, wat en hoe' van een waarneming beschrijven lenen zich wel voor een eindige indeling. De indeling van waarnemingen op het 'wat, waarin en hoe' heet waarnemingssoort. Door het begrip waarnemingssoort te gebruiken kan men gelijksoortige waarnemingen (dezelfde waarnemingssoort) op verschillende plaatsen en tijdstippen met elkaar vergelijken. In de praktijk beschrijven waarden in de domeintabellen Parameter, Eenheid, Hoedanigheid, Compartiment, Taxon en Orgaan, de abstracte begrippen Wat, Waarin en Hoe. Deze domeinentabellen, door IDSW beheerd als afzonderlijke tabellen, worden gebruikt voor het eenduidig beschrijven van waarnemingen in informatiesystemen zoals databases.

Waarnemingssoortnummer

Om op eenvoudige wijze gegevens van waarnemingen vast te kunnen leggen en uit te kunnen wisselen, is het waarnemingssoortnummer bedacht. Een waarnemingssoortnummer is een combinatie van Parameter, Eenheid en Hoedanigheid, Compartiment, Taxon en Orgaan. Deze combinatie geeft met één nummer weer wat is waargenomen en in welke omgeving. Bijvoorbeeld het nummer WNS2323 staat voor een waarneming in het oppervlaktewater van 'stikstof Kjeldahl' (NKj) uitgedrukt in mg/l stikstof:

- Waarnemingssoortnummer: WNS2323
- Waarnemingssoortomschrijving: NKj [mg/l] [N] [OW]
- Parametercode: NKj
- Eenheidcode: mg/l
- Hoedanigheidcode: N
- Compartimentcode: OW
- Taxon: -
- Orgaancode: -

IDSW ondersteunt het gebruik van waarnemingssoortnummers door het beheer van een gelijknamige, samengestelde, domeintabel. Het is echter niet noodzakelijk het waarnemingssoortnummer te gebruiken om aan de Aquo-standaard te voldoen. Ook als alleen de onderliggende Aquo-domeintabellen in een informatiesysteem zijn geïmplementeerd, is opslag en uitwisseling van meetgegevens volgens de Aquo standaard mogelijk. Het Uitwisselmodel (UM)-Aquo-metingen is hier een goed voorbeeld van.

Gegevensuitwisseling voor niet-geografische data: Aquo-uitwisselmodellen

In de Aquo-uitwisselmodellen IMWA (InformatieModel Water, voor GIS in de watersector, aansluitend op NEN 3610: Basismodel geo-informatie) en UM-Aquo-metingen/KRW, worden diverse domeintabellen

gebruikt. Sommige domeintabellen komen overeen met domeintabellen in het Logisch Model Aquo of de waarnemingssoort. Binnen deze uitwisselmodellen wordt onderscheid gemaakt tussen twee typen domeintabellen:

1 **Enumeratie;**

een klasse die een lijst van toegestane waarden weergeeft (bijvoorbeeld een taxonlijst). Deze kan gebruikt worden op plaatsen waar voor een bepaalde waarde uit een beperkt aantal vooraf bekende mogelijkheden gekozen moet worden. Een enumeratie is daarmee een domeintabel in de originele betekenis;

2 **CodeList;**

dit type wordt gebruikt wanneer vooraf niet bekend is welke waarden een bepaald attribuut kan krijgen, maar als er wel een lijst waarschijnlijke waarden is. In dit geval kan een lijst uitgebreid worden met attribuutwaarden die nog niet in het model gedefinieerd zijn. Bij de uitwisseling worden deze waarden voorafgegaan door het woord 'other' met aansluitend een ':'. Bijvoorbeeld: `<umam:veldApparaat>other:Natte vinger</umam:veldApparaat>`.

Hierdoor wordt een maximale compatibiliteit met bestaande systemen verkregen. Voor de volledige toepassingsregels en meer voorbeelden wordt verwezen naar de praktijkrichtlijnen van de uitwisselmodellen op de IDsW website (zie [bijlage 2](#)).

Gegevensuitwisseling voor geografische data: KRW-Portaal

Om het KRW-proces te ondersteunen en te versnellen is het KRW-Portaal ontwikkeld voor het aanleveren en uitwisselen van de digitale KRW-kaartgegevens. Een portaal is een toegangspoort tot tal van informatiebronnen op internet. Nederlandse waterbeheerders kunnen in het portaal geografische bestanden inclusief metadata van hun beheergebied uploaden en downloaden. Algemene bestanden, zoals grenzenbestanden, worden in het portaal beschikbaar gesteld en kunnen door de waterbeheerders worden gedownload. De link naar het portaal staat in [bijlage 2](#).

Het KRW portaal bevat een vrij toegankelijk deel met de kaarten en gegevens van de rapportages Karakterisering werkgebied Rijndelta (2004) en Karakterisering Nederlands Maasstroomgebied (2004). Recente aanpassingen en aanvullingen zijn daarin nog niet verwerkt. Daarnaast bevat het KRW portaal een afgeschermd gedeelte voor waterbeheerders in Nederland. Hierin staan de meest actuele data en een gedeelte voor het Scaldit project in het Schelde-stroomgebied.

Gegevensuitwisseling op Europees niveau: WISE

Op Europees niveau wordt de waterinformatie van alle lidstaten centraal verzameld in de internetapplicatie WISE (Water Information System for Europe). Lidstaten zijn verplicht om geaggregeerde gegevens hieraan te bieden. Vervolgens kunnen op de website thematische kaarten (GIS) worden bekeken of gedownload door waterbeheerders en andere geïnteresseerden. Tevens kan op de website worden gevonden bij welke instantie meer informatie beschikbaar is. Het is overduidelijk dat voor een goed functioneren van WISE, een standaardisatie van het gegevensbeheer onontbeerlijk is. Het Handboek Hydrobiologie zet hierin een belangrijke stap voor de Nederlandse inbreng.





BIJLAGE 4

DATACONTROLE VAN GEGEVENSBESTANDEN¹

In een meetnet dat al een groot aantal jaren operationeel is, kunnen in de loop der jaren ongewild allerlei inconsistenties ontstaan. Deze inconsistenties zijn vaak alleen maar te ontdekken bij het evalueren van het gegevensbestand in zijn geheel.

Tenminste zes typen van fouten of inconsistenties zijn te onderscheiden:

- 1 invoerfouten/typefouten;
- 2 uitschieters;
- 3 detectielimieten;
- 4 meeteenheden;
- 5 verwisselingen van monsters;
- 6 fouten in bemonstering, opslag, transport en analysemethoden.

Hieronder volgt voor elke type fout de manier waarop deze te detecteren is en wat de aanbevolen correctiemethode is. Voor alle correcties die in een bestand worden doorgevoerd, is het raadzaam om aan te geven dat een correctie is uitgevoerd. Dat is het zogenaamde 'vlaggen' van gegevens. Dit kan gecodeerd plaatsvinden, zodat te achterhalen is welke soort correctie is uitgevoerd.

Ad 1) Invoerfouten en typefouten

Gegevens uit het verleden zijn vaak handmatig in het gegevensbestand ingevoerd. Ook kan in de huidige praktijk van gegevensinvoer, of doorvoer vanuit een LIMS, een handmatige stap aanwezig zijn, bijvoorbeeld de opname van veldgegevens en verwerking van gegevens binnen het laboratorium. Hoewel de kwaliteitsprotocollen er op gericht zijn typefouten te voorkomen, leert de ervaring dat typefouten kunnen optreden of reeds in het bestand zijn ingeslopen. De voornaamste algemene aanbeveling bij dergelijke fouten is een originele uitdraai of laboratoriumstaat te raadplegen.

Detectiemethoden

Typefouten en andere invoer- of conversiefouten zijn op vier manieren op te sporen.

- 1 De eerste manier stelt grenzen of kritische getalswaarden vast, waarboven een meetwaarde niet realistisch is. Zo is een pH van 84 of een chloridegehalte van 100 000 mg/l zodanig zeldzaam in de Nederlandse situatie, dat men kan aannemen dat sprake is van een foutieve invoer. Ook fouten in coördinaten kunnen zo eenvoudig worden gedetecteerd, als blijkt dat het meetpunt in Engeland ligt.
- 2 De tweede wijze van opsporing is de bestudering van de tijdreeks van de parameter. Bij het bekijken van de meetwaarde in zijn historische context of zijn gebruikelijk seizoensverloop, kan een piek duiden op een foutieve invoer.
- 3 De derde manier is via een histogram van alle meetwaarden voor een parameter in het meetnet. Dit histogram geeft een beeld van de statistische verdeling van de meetwaarden (frequentieverdeling van de in klassen gegroepeerde data). Vaak is in deze verdeling een klok- of Gaussvorm te ontdekken; een meetwaarde die duidelijk buiten deze klokvorm valt, is verdacht.
- 4 Een vierde manier voor biologische gegevens, is om een somparameter aan de originele gegevens toe te voegen, die vergeleken kan worden met data die gecontroleerd moeten worden. Hierbij kan men denken aan het totaal aantal gevonden soorten, of de totale dichtheid.

¹ Overgenomen uit Leidraad Monitoring, bijlage 5. Auteur is Andrea Houben, RIZA.



Correctiemethoden

De correctie is vaak simpelweg het verplaatsen van de decimale punt of komma.

Bij handmatige invoer volgens een standaardinvoerscherm moet ook gecontroleerd worden of er niet sprake is van een verwisseling van een invoerveld (verwisseling met een parameter op de volgende rij bijvoorbeeld).

Ad 2) Uitschieters

Uitschieters zijn waarden die op basis van bestaande verwachtingspatronen (zowel in statistische als waterkwaliteitszin) vreemd overkomen, of met andere woorden, niet in het beeld passen. Hierbij is het van belang te realiseren dat het verwachtingspatroon verschillend is voor bepaalde waterkwaliteitsvariabelen. Voor bestrijdingsmiddelen verwachten we vaak grote (reële) uitschieters en voor nutriënten veel minder vaak.

Detectiemethode

Uitschieters zijn met vier methoden op te sporen.

- 1 De eerste methode is de uitschietertest. Dit kunnen speciaal ontwikkelde tests zijn als de Q-test, Rosners test (in WatQual), of een zelf aan te geven criterium zoals 'waarden die hoger zijn dan drie maal de standaardafwijking'.
- 2 De tweede methode wordt ook bij de typefoutdetectie genoemd en is het histogram. Eigenlijk is dit een visualisatie van bovengenoemde uitschietertest.
- 3 De derde methode wordt ook bij de typefouten genoemd en is visuele inspectie van meetreeksen in de tijd. Een piek kan op een typefout wijzen, maar ook op een andersoortige afwijking (als de typefoutcorrectie niet tot een beter resultaat leidt).
- 4 De vierde methode maakt gebruik van de vergelijking van waterkwaliteitsparameters in x,y-grafieken. Als het verband tussen twee parameters duidelijk rechtlijnig is, valt op dat een foutieve meetwaarde van deze lijn afligt. Het kan dus zijn dat de afzonderlijke meetwaarden van de parameters op zich niet uitschieten, maar als combinatie wel vreemd zijn.

Correctiemethode

Het corrigeren van uitschieters mag alleen gebeuren wanneer dit met onafhankelijke argumenten onderbouwd kan worden. Is een goede reden te vinden, dan heeft het de voorkeur de uitschieter uit de dataset te verwijderen en als missende waarde in te vullen. Sommige verwerkingssoftware vereist dat er altijd getalswaarden zijn ingevuld. In dit geval kan een gemiddelde waarde of een (lineaire) interpolatie tussen de omliggende waarden worden ingevuld. Als er geen onderbouwing van de uitschieters kan worden gevonden, luidt het advies de uitschieter niet te verwijderen, maar apart te gaan behandelen. Het kan namelijk een uitzonderlijke waterkwaliteitsverandering zijn, die zich voor de eerste keer openbaart. Een uitschieter hoeft dus niet op een fout te wijzen.

Ad 3) Detectielimieten

Bij het omzetten en het invoeren van gegevens moet speciale zorg worden gegeven aan detectiegrenswaarden. Dit zijn niet (in het laboratorium) te reproduceren getalswaarden, die aangeven dat de concentratie beneden een bepaald niveau ligt. Ze worden in veel bestandsstructuren aangegeven met het '<' teken. Dit levert in de (digitale) output een zogenaamde 'text' variabele op, waarmee niet gerekend kan worden. Problematisch is de situatie als er voor één parameter verschillende detectiegrenswaarden in het bestand

aanwezig zijn (bijvoorbeeld een aantal jaren $<0,01$ en de overige jaren $<0,05$). Voor een deel van de data is dan sprake van 'echte', reproduceerbare meetwaarden in de lagere concentratieregionen.

Detectiemethode

Detectielimieten zijn bij goede invoer gemakkelijk aan hun '<' teken te herkennen. Het kan voorkomen dat dit teken wegvalt, bijvoorbeeld bij conversie of uitvoer naar een ander bestand. Een handige methode om de detectielimiet als getal weer te geven en het te kunnen gebruiken in berekeningen, is vervanging van het '<' teken door het '-' (min) teken. In tabellen met statistische kengetallen worden ze dan herkenbaar. In een statistische kengetabel voor fosfaat bijvoorbeeld, zullen de waarden -0,01 (detectielimiet) en 0,01 met een hoge frequentie voorkomen.

Correctiemethode

Er zijn veel mogelijke correctiemethoden die omgaan met detectielimieten. Enerzijds is het handig om detectielimietwaarden herkenbaar te houden om inzicht te houden in het percentage monsters dat onder de detectielimiet ligt, bijvoorbeeld voor de evaluatie van de geschiktheid van de analysemethode. Anderzijds wil men ze ook meenemen in de berekeningen, want detectielimieten kunnen niet gelijk gesteld worden aan missende waarden.

Om detectielimietwaarden te kunnen gebruiken in berekeningen (gemiddelde, standaarddeviatie, etc.) moeten zij worden gecorrigeerd. Een eenvoudige correctiemethode is de detectielimiet te vermenigvuldigen met een factor 0,5 voor normaal verdeelde variabelen, of met een factor 0,7 voor lognormale verdelingen. Er zijn geavanceerdere technieken beschikbaar, maar deze vereisen specialistische kennis en software. Als het vermoeden bestaat dat er zowel 'echte' als detectielimietwaarden voorkomen (0,01 mg/l in het voorbeeld van fosfaat), kan overwogen kan worden, na enig onderbouwende onderzoek, om de 0,01 te vervangen door detectielimietwaarden, dus -0,01.

Wanneer hoge detectielimietwaarden voorkomen die boven de waterkwaliteitsnormen liggen, dan leidt dit in de verwerking voor de normtoetsing tot het oordeel 'niet toetsbaar'. Voor andere gegevensverwerkende doeleinden kunnen deze detectielimietwaarden beter verwijderd worden (dus als missende waarden worden aangegeven). Dit komt vooral voor bij enkele metalen en bestrijdingsmiddelen. Correctie van zulke hoge detectielimietwaarden zou tot een onevenredig hoge invloed van deze waarden op de berekende statistieken leiden. De motivatie voor deze verwijdering is, dat de gehanteerde analysemethode zodanig onnauwkeurig is, dat deze geen bijdrage levert aan de oplossing van waterkwaliteitsproblemen.

Ad 4) Meeteenheid

Dit type fout lijkt op het eerste gezicht triviaal. In de praktijk echter, komen veranderingen in eenheden nogal eens voor, zeker in langjarige meetreeksen (bijvoorbeeld $\mu\text{S}/\text{cm}$ naast mS/m voor EGV, of individuen per ml naast cellen per ml voor fytoplankton).

Detectiemethode

De inconsistente opslag van meeteenheden is op een drietal wijzen te herkennen. Sommige zijn ook hierboven al genoemd. Verkeerde weergave van de meeteenheid komt meestal groepsgewijs voor, omdat een bepaalde meetserie (meetjaar, deelgebied etc) deze fout in zijn geheel zal vertonen.

- 1 De eerste methode is een vergelijking van de detectiegrenswaarden met de door het laboratorium opgegeven detectiegrenswaarden.
- 2 De tweede methode is het histogram. In het geval van nitraat zullen er twee groepen zichtbaar kunnen

worden, die een factor vier uiteenliggen (de omrekeningsfactor van molen nitraat naar molen stikstof). Voor fosfaat is dit verschil een factor drie. Echter, voor ammonium is de omrekening nauwelijks op te merken met een factor 1,3. De omwisseling van $\mu\text{g/l}$ en mg/l is eenvoudig op te merken in een histogram. Er treedt een verschil van een factor 1 000 op.

- 3 De derde methode maakt gebruik van scatterplots of x,y-plotjes. Kleinere afwijkingen van (lineaire) patronen zijn hierin gemakkelijker te herkennen, wat deze methode geschikter maakt voor bijvoorbeeld, ammonium.

Correctiemethode

De correctie na vaststelling van inconsistenties in meeteenheid is simpelweg correctie door vermenigvuldiging met de omrekeningsfactor. Voor de omrekening van individuen per ml naar cellen per ml in fytoplanktondatasets, moeten specifieke omrekeningsfactoren worden gebruikt, die voor elk taxon verschillend kunnen zijn.

Ad 5) Verwisseling van monsters

Verwisselingen van monsters kunnen voorkomen in een meetnet waarin een veelheid aan monsters binnen een kort tijdsbestek verzameld wordt. Vaak is de etikettering van flessen handmatig, moeten stickers handmatig worden opgeplakt, of moeten deze labels worden overgeschreven bij de inklaring in het laboratorium. Bij slecht leesbare etiketten en bij aanbieding van een grote hoeveelheid monsters kan dit leiden tot omwisseling.

Detectiemethode

Er is eigenlijk maar één detectiemethode en dat is bestudering van tijdreeksen. Als een of meer parameters een dip of piek vertonen in een meetreeks en een andere meetreeks juist een complementair beeld, kan sprake zijn van omwisseling. Dit vermoeden kan nader onderbouwd worden door te kijken naar de monstercodes ('lijken ze op elkaar?') of de monsterdatum ('in dezelfde batch aangeboden?').

Correctiemethode

De correctiemethode is terugwisseling.

Ad 6) Fouten in bemonstering, opslag, transport en analysemethoden

Een langlopend meetnet is onderhevig aan veranderingen in methoden van bemonstering, opslag, transport en analyse. Dit is meer een probleem waar we mee om moeten gaan, dan dat we moeten zien te vermijden. Immers, veranderingen zijn vaak verbeteringen, waarin we geleerd hebben van de 'fouten' in het verleden. Veranderingen in de bemonstering kunnen de toegepaste bemonsteringsapparatuur betreffen (eerst de puts, daarna de waterhapper), of de bemonsterde diepte. Veranderingen in opslag en transport kunnen het type fixatief betreffen (eerst formaline, daarna lugol), of de omstandigheden en duur van de opslag. Veranderingen op het gebied van de analyse kunnen voortkomen uit de aanschaf van een betere kwaliteit microscoop, actuele determinatieliteratuur, of taxonomische wijzigingen.

Detectiemethoden

De detectiemethoden voor dit soort discrepanties zijn grotendeels dezelfde als voor de eerder genoemde fouten. Zo komt een verandering in analysemethode van chemische parameters tot uitdrukking in verschillende detectielimietwaarden. Echter, bij veel parameters komen detectiegrenswaarden weinig voor. Door systematisch onderzoek kan men achterhalen of er verschillen zijn.

Een handige methode is het groepsgewijs evalueren van meetjaren of deelgebieden met box-en-whiskerplots. Box-en-whiskerplots per jaar tonen duidelijk, zowel een eenmalige verandering in een bepaald jaar, als een overschakeling op een andere methode vanaf een bepaald jaar. Aanvullend, wanneer gebruik werd/ wordt gemaakt van de diensten van verschillende laboratoria of monsternemers, kan ook op deze wijze gegroepeerd worden. Voorwaarde is wel dat de informatie welk laboratorium gemeten heeft, goed gekoppeld is aan de analyseresultaten (metadata!). Vervolgens kan met statistische toetsen (t-toets, variantieanalyse) worden bepaald, of verschillen in methode tot significante verschillen in getalswaarde hebben geleid, waarmee men rekening moet houden in de interpretatie van de gegevens.

Correctiemethoden

Correctiemethoden zijn voor dit soort fouten of inconsistenties arbitrair. Bij een verschil tussen laboratoria moet uitgezocht worden welk laboratorium 'de beste' resultaten levert. Bij een afwijkend meetjaar is wellicht wel een correctie mogelijk, bijvoorbeeld door de optelling van een constante waarde. Het is belangrijk dat dit altijd in overleg met de betrokken partijen gebeurt.



BIJLAGE 5

CHECKLIST VELDWERK

Met deze checklist geven we een overzicht van de uiteenlopende benodigdheden voor het uitvoeren van veldwerk. Spullen voor duik- en snorkelwerk zijn niet opgenomen. Dit overzicht kan men gebruiken voor het opstellen van een eigen checklist, maar is niet uitputtend. Zo nodig moet men de eigen lijst uitbreiden met behulp van de informatie in de [hoofdstukken 5 en 7 tot en met 13](#) van dit handboek. Dit geldt met name voor de bemonstering.

Documenten

- ☐ opdrachtbrief
- ☐ meet- en monsterprogramma
- ☐ identificatie (rijbewijs/paspoort, visitekaartje)
- ☐ vergunningen (parkeervergunning, betredingsvergunning, toestemming visrechthebbende)
- ☐ ontheffingen (ontheffing Flora- en faunawet, ontheffingsvergunning terreineigenaar, ontheffing verboden vangtuigen)
- ☐ certificaten (EHBO-diploma, electrovisdiploma)
- ☐ rijbewijs, kentekenbewijs, vaarbewijs
- ☐ werk- en analysevoorschriften
- ☐ handleidingen meetapparatuur
- ☐ schadeformulieren
- ☐ lijst met relevante telefoonnummers (evt. in mobiele telefoon)

Locatiebepaling

- ☐ navigatiesysteem (voer- en vaartuigen)
- ☐ lijst met locatiecodes / coördinaten
- ☐ GPS
- ☐ topografische kaarten
- ☐ digitale fotocamera

Communicatiemiddelen

- ☐ mobiele telefoon (bij voorkeur met de relevante telefoonnummers)

Bemonstering

- ☐ bemonsteringsapparatuur (happers, steekbuizen, netten, dubbele hark)
- ☐ monstermaterialen (emmers, potten, flessen, zakjes)
- ☐ hulpmiddelen (touw, trechters, batterijen, reserveonderdelen)
- ☐ veldformulieren / veldcomputer
- ☐ kantoorartikelen (schrijfgerei, notitieblok, klembord, etiketten)
- ☐ koelbox (met scherfjes of koelelementen)
- ☐ conserveringsmiddelen (Lugol, ethanol, formaline)
- ☐ veldgidsen / determinatiewerken
- ☐ loep / verrekijker / telescoop
- ☐ meetapparatuur (temperatuur-, pH-, zuurstof, EGV-meter, meetlint, hoekmeter)
- ☐ ijkvloeistoffen (zuren, basen)

Kleding

- ☐ pet, muts of hoed
- ☐ regenkleding
- ☐ laarzen
- ☐ waadpak
- ☐ reservekleding
- ☐ handdoeken

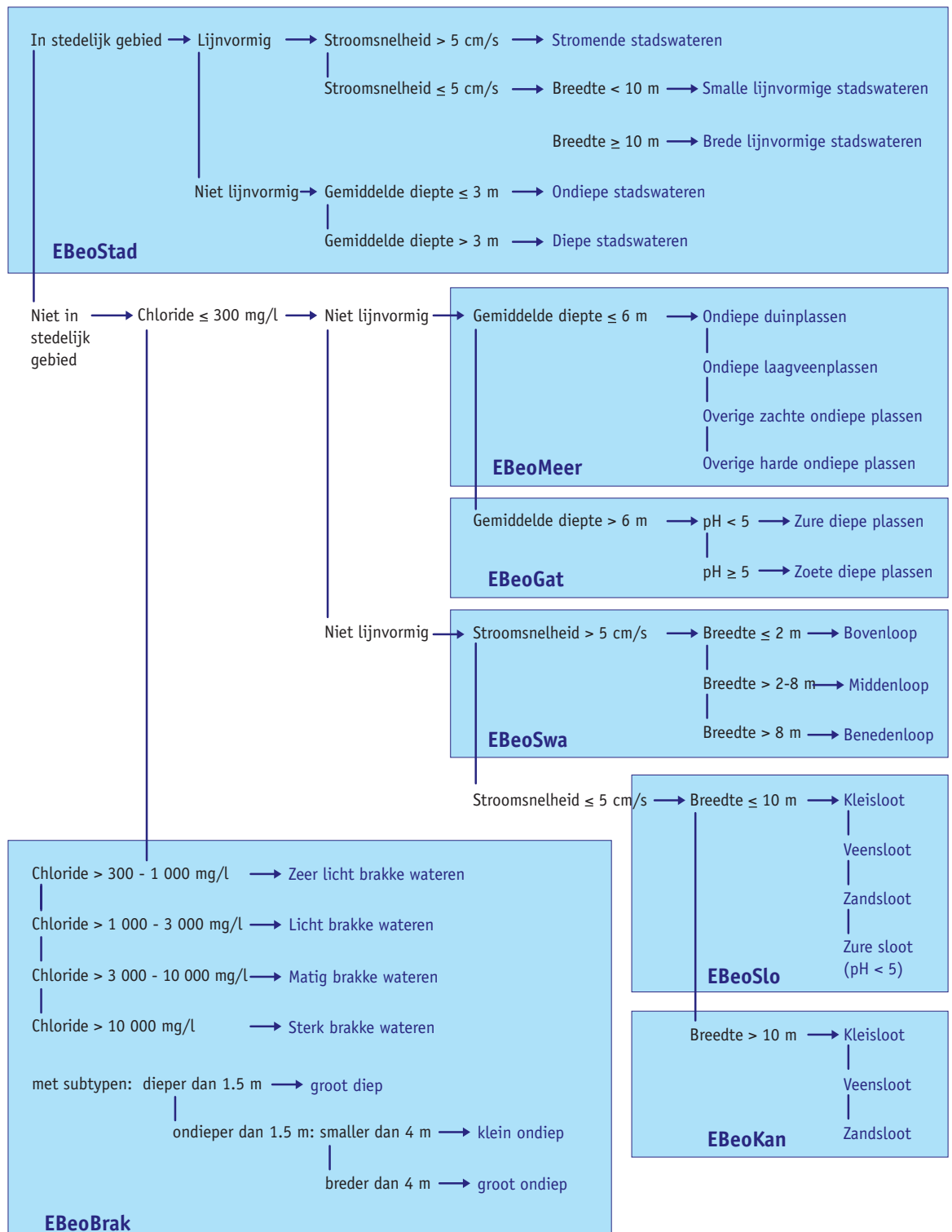
Veiligheidsmiddelen

- ☐ handschoenen
- ☐ drijfpakken
- ☐ thermopakken
- ☐ reddingsvesten of -kragen
- ☐ markering voor boot
- ☐ extra roeiriemen of peddels
- ☐ EHBO-doos (verband- en ontsmettingsmiddelen, tekentang)
- ☐ muggenwerende middelen (afweermiddel, muggennet)
- ☐ veiligheidsvest met reflecterende banden
- ☐ anti-zonnebrandmiddel

BIJLAGE 6 EBEO-WATERTYPEN

De begrenzing van de EBeo-watertypen en hun beoordelingsystemen staan beschreven in:

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.





BIJLAGE 7

KRW-WATERTYPEN

Voor de Europese Kaderrichtlijn Water (KRW) is het Nederlandse oppervlaktewater onderverdeeld in vijftig watertypen (Elbersen *et al.* 2003). Belangrijke criteria hierbij zijn zoutgehalte (met als maat het chloridegehalte), stroming, alkaliniteit (buffering), gemiddelde diepte, breedte of oppervlakte en bodemaard.

In deze bijlage zijn de vijftig watertypen verdeeld over vijf schema's volgens onderstaande sleutel:

1	chloridegehalte hoger dan 0,3 gram per liter	Schema 5
	chloridegehalte niet meer dan 0,3 gram per liter	2
2	stromend water	Schema 1
	stilstaand water	3
3	lijnvormig water	Schema 2
	plas of meer	4
4	diepte niet meer dan drie meter	Schema 3
	diepte groter dan drie meter	Schema 4

1 LIJNVORMIGE, STROMENDE ZOETE WATEREN (CHLORIDEGEHALTE $\leq 0,3$ g/l)

Type aanduiding	Bron	Bovenloop	Midden- / Benedenloop	Riviertje	Rivier
Breedte		0-3 m	> 3-8 m	> 8-25 m	> 25 m
Opp. stroomgebied		0-10 km ²	10-100 km ²	100-200 km ²	> 200 km ²

UITTREDEND GRONDWATER	R01 droogvallend R02 permanent	
--------------------------	-----------------------------------	--

LANGZAAM STROMEND $\leq 0,5$ m/s	ZAND/KLEI	R03 droogvallend R04 permanent	R05	R06	R07 R08 met getij
	KALK	R09	R10		
	VEEN	R11	R12		

SNEL STROMEND > 0,5 m/s	ZAND/KLEI	R13	R14	R15	R16
	KALK	R17	R18		

2 LIJNVORMIGE, STILSTAANDE ZOETE WATEREN (CHLORIDEGEHALTE $\leq 0,3$ g/l)

Type aanduiding Diepte, breedte		Sloot ≤ 3 m, ≤ 8 m	Klein, ondiep kanaal ≤ 3 m, $> 8-15$ m	Groot ondiep kanaal ≤ 3 m, > 15 m	Groot diep kanaal > 3 m, > 15 m
ZEER ZWAK TOT ZWAK GEBUFFERD 0,1 - 1 meq/l	ZAND/KLEI	M02	M04	M06	M07
	VEEN	M09	M10		
MATIG TOT STERK GEBUFFERD 1 - 4 meq/l	ZAND/KLEI	M01	M03 M05 Strang	M06	M07
	VEEN	M08	M10		

AANVULLING

Drie watertypen in dit schema worden nog verder onderverdeeld (Evers & Knoben 2007):

- M01a Zoete sloten (gebufferd)
- M01b Niet-zoete sloten (gebufferd)
- M06a Grote ondiepe kanalen zonder scheepvaart
- M06b Grote ondiepe kanalen met scheepvaart
- M07a Grote diepe kanalen zonder scheepvaart
- M07b Grote diepe kanalen met scheepvaart

3 ONDIEPE, ZOETE PLASSEN EN MEREN (DIEPTE $\leq$ 3 m, CHLORIDEGEHALTE $\leq$ 0,3 g/l)

Type aanduiding Oppervlakte		Kleine ondiepe plas $\leq$ 50 ha	Middelgrote ondiepe plas > 50 - 10 000 ha	Grote ondiepe plas > 10 000 ha
NIET TOT ZEER ZWAK GEBUFFERD < 0,1 meq/l	ZAND/KLEI	M13		
	VEEN	M26 Soms		
ZEER ZWAK TOT ZWAK GEBUFFERD 0,1 - 1 meq/l	ZAND/KLEI	M12		
	KALK	M22	M23	
	VEEN	M25 Soms M26		
MATIG TOT STERK GEBUFFERD 1 - 4 meq/l	ZAND/KLEI	M11	M14	M15
	KALK	M22	M23	
	VEEN	M25	M27	

TOELICHTING

In de typologie ligt de alkaliniteit van M25 in de range 1-4 meq/l en van M26 in de range 0,1-1 meq/l. In de praktijk vindt men soms hoogveenvennen (M26) met alkaliniteit < 0,1 meq/l en laagveenplasjes (M25) met alkaliniteit < 1 meq/l.

4 DIEPE, ZOETE PLASSEN EN MEREN (DIEPTE > 3 m, CHLORIDEGEHALTE ≤ 0,3 g/l)

Type aanduiding Oppervlakte		Kleine ondiepe plas ≤ 50 ha	Middelgrote ondiepe plas > 50 - 10 000 ha	Grote ondiepe plas > 10 000 ha
NIET TOT ZEER ZWAK GEBUFFERD < 0,1 meq/l	ZAND/KLEI	M18		
ZEER ZWAK TOT ZWAK GEBUFFERD 0,1 - 1 meq/l	ZAND/KLEI	M17		
	VEEN	M28	M29	
MATIG TOT STERK GEBUFFERD 1 - 4 meq/l	ZAND/KLEI	M16 M19 rivierv- binding	M20	M21
	KALK	M24		
	VEEN	M28	M29	

5 ZWAK BRAKKE TOT ZOUTE WATEREN (CHLORIDEGEHALTE > 0,3 g/l)

Type aanduiding Chloridegehalte	Zwak brakke wateren > 0,3 - 3 g Cl/l	Matig brakke wateren > 3 - 10 g Cl/l	Sterk brakke tot zoute wateren > 10 g Cl/l
	M30	M31	M32

Literatuurverwijzing

- Elbersen JWH, Verdonschot PFM, Roels B & Hartholt JG (2003). *Definitiestudie KaderRichtlijn Water (KRW). I. Typologie Nederlandse oppervlaktewateren*. Alterra-Rapport 669, Alterra, Wageningen. 72 pp.
- Evers CHM & Knoben RAE (red) (2007) *Omschrijving MEP en matlatten voor sloten en kanalen voor de Kaderrichtlijn Water*. Rapport 2007-32b, Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer, Utrecht. 144 pp.



BIJLAGE 8**IPI-LIJST VAN LANDSCHAPSTYPEN EN -ELEMENTEN (2005)**

IPI staat voor InterProvinciale Inventarisatie-eenheid. Het is een gecodeerd systeem van biotopen, landschapselementen en landschapstypen met twee doelen:

- 1 een praktische richtlijn voor karteringen en beschrijvingen in het veld;
- 2 het vergemakkelijken van selecties in gegevensbestanden.

De IPI-lijst is opgesteld in 1981 en uitgebreider beschreven in 1985, door de Subwerkgroep Flora en vegetatie van de Interprovinciale Ambtelijke Werkgroep Milieu-inventarisatie (IAWM 1985). In 2005 is het 'IPI-boekje' in een geactualiseerde vorm opnieuw uitgebracht door Van Duuren (2005). Het IPI-boekje maakt deel uit van de handleiding van het Landelijk Meetnet Flora.

MIN OF MEER NATUURLIJKE GEBIEDEN**100 Bossen, Struwelen, Singels e.d.****110 Broekbossen**

- 111 Duinvalleibos
- 112 Elzenbroekbos
- 113 Wilgen (vloed)bos
- 114 Berkenbroekbos

120 Naaldbossen en gemengd loofnaaldbos

- 121 Pinusbos
- 122 Larixbos
- 123 Naaldbos, niet behorend tot Pinus- en Larixbos
- 124 Gemengd loof-/naaldbos

130 Droge loofbossen

- 131 Droog, relatief voedselarm loofbos
- 132 Droog, relatief voedselrijk loofbos
- 133 Droog loofbos, weinig kenmerkend ontwikkeld of gestoord

140 Vochtige loofbossen

- 141 Vochtig parkbos
- 142 Bronbos
- 143 Loofbos op vochtige voedselrijke gronden
- 144 Vochtig berkenbos
- 145 Populieren/wilgen aanplant
- 146 Eendenkooien
- 147 Loofbos op matig vochtige, relatief voedselarme gronden

150 Struwelen

- 151 Duinstruweel
- 152 Jeneverbesstruweel
- 153 Gagelstruweel
- 154 Vlierstruweel/Braamstruweel

- 155 Wilgenstruweel
- 156 Doornstruweel

160 Hakhout

- 161 Grienden
- 162 Essenhakhout
- 163 Elzenhakhout
- 164 Eikenhakhout
- 165 Hakhoutpercelen met gemengde samenstelling (geriefbosjes)

170 Houtwallen, kaden, windsingels e.d.

- 171 Houtwallen, wildwallen, wallen langs beken
- 172 Met hout begroeide tuinwallen en schurvelingen
- 173 Beplante polderkaden
- 174 (Mei)doornhagen
- 175 Elsen-essensingels
- 176 Eiken-berkensingels
- 177 Graften en stuifwallen
- 178 Bomenrijen
- 179 Ruilverkavelings- en landschappelijke aanplanten

180 Opslagbosjes

- 181 Opslagbos in hoogveengebied
- 182 Opslagbos in heidegebied
- 183 Opslagbos in laagveengebied

190 Kap-, storm- en brandvlakten en bosaanplant

- 191 Kapvlakten etc. in naaldbos
- 192 Kapvlakten etc. in droog loofbos
- 193 Kapvlakten etc. in vochtig loofbos
- 194 Nieuwe bosaanplant op voormalige cultuurgronden

200 Open gebieden buiten de agrarische produktiesfeer

210 Duingebied

- 211 Zeereep
- 212 Infiltratiegebied
- 213 Natte duinvalleien
- 214 Open duingebied

220 Getijdegebied

- 221 Slikken en zandplaten
- 222 Schorren en kwelders
- 223 Riet- en biezengorzen

230 Heidegebied

- 231 Droge heide
- 232 Vochtige heide

- 233 Zandverstuivingen
- 240 **Halfnatuurlijke graslanden**
 - 241 Kalkhellinggrasland
 - 242 Blauwgrasland
 - 243 Half-natuurlijke vochtige/natte graslanden op matig voedselrijke gronden
 - 244 Heischraal grasland
 - 245 Half-natuurlijke droge graslanden op matig voedselrijke gronden
 - 246 Zilt grasland
 - 247 Perceelsranden in halfnatuurlijke graslanden
- 250 **Hoogveengebied**
 - 251 Levend hoogveen
 - 252 Ontwaterd hoogveen
 - 253 Afgetakeld hoogveen
 - 254 Veenputten
- 260 **Laagveengebied**
 - 261 Laagveenmoeras en petgaten
 - 262 Laagveenplassen
 - 263 Riet- en biesenland
 - 264 Legakkers
- 300 **Niet lijnvormige open wateren**
 - 310 **Niet gegraven grote plassen**
 - 311 Afgesloten zeearmen
 - 312 IJsselmeer
 - 313 Meren en meertjes
 - 320 **Grote aangelegde plassen**
 - 321 Zandgaten, grindgaten, kleigaten
 - 322 Infiltratiebekkens
 - 323 Vloelvelden
 - 324 Drinkwaterspaarbekken
 - 330 **Vijvers en grachten**
 - 331 Vijvers (bijv. op landgoederen)
 - 332 Slot- en fortgrachten
 - 333 Stadsgrachten
 - 334 Kleine recreatieplassen, zwemvijvers
 - 335 Visvijvers
 - 336 Stads- en dorpsvijvers
 - 340 **Kleine aangelegde plassen**
 - 341 Drinkputten, dobben en poelen
 - 342 Tichelgaten, kleiputten
 - 343 Karrevelden

- 344 Plasjes in klaverbladen
- 345 Overige kleine gegraven plasjes

350 *Kleine, niet gegraven open wateren*

- 351 Vennen
- 352 Duinplassen, duinmeertjes
- 353 Wielen, kolken, welen
- 354 Overige plasjes

360 *Kleine moerassen, rabatten*

- 361 Rabatten
- 362 Inlagen
- 363 Overige kleine moerasjes
- 364 IJsbanen

370 *Water in boomholten, drinkbakken e.d.*

CULTUURGEBIEDEN

400 **Agrarisch gebied**

410 *Graslanden*

- 411 Grasland en hooiland
- 412 Grasland met boomgaard of populierenaanplant
- 413 Cultuurgrasland met een natuurlijke inslag
- 415 Kunstweiden
- 416 Perceelsranden in gras- en hooilanden
- 417 Rasters
- 418 Steilranden

420 *Akkers*

- 421 Grootchalig akkerland
- 422 Kleinschalig akkerland
- 423 Intensief fruitteeltgebied
- 424 (Boom)kwekerijen
- 425 Bollenveld
- 430 Graanakkers
- 431 Roggeakkers
- 432 Haverakkers
- 433 Gersteakkers
- 434 Tarweakkers
- 435 Boekweitakkers

440 *Hakvruchtakkers*

- 441 Aardappelakkers
- 442 Bietenakkers
- 443 Maïsakkers
- 444 Knollenakkers

450 Overig agrarisch gebied

- 451 Overhoekjes
- 452 Kuilvoerbulten
- 453 Mest- en composthopen
- 454 Braakliggende percelen

500 Stedelijk gebied**510 Ruderaal en stedelijk gebied**

- 511 Ruigte en braakliggend terrein
- 512 Vuilstortplaatsen
- 513 Opgespoten terrein
- 514 Recente droge afgravingen

520 Bebouwd gebied

- 521 Erven, volkstuinen, moestuinen
- 522 Sportterreinen, recreatiegebieden, campings
- 523 Parken, kerkhoven, villawijken
- 524 Glastuinbouwgebieden
- 525 Industriegebied
- 526 Binnensteden en woonwijken
- 527 Muren en wallekanten

INFRASTRUCTUUR DROOG**600 Infrastructuur****610 Wegen en parkeerplaatsen**

- 611 Verharde wegen met berm
- 612 Parkeerplaatsen
- 613 Onverharde wegen en paden met berm
- 614 Bospaden

620 Spoorwegen en haventerreinen

- 621 Spoorbanen
- 622 Emplacementen en overslagterreinen

630 Dijken, kaden en wallen

- 631 Waterkerende dijken
- 632 Zomerkaden en overlopdijken
- 633 Binnendijken
- 634 Deltadammen, asfaltdijken
- 635 Steenglooingen
- 636 Polderkaden
- 637 Onbeplante tuinwallen en schurvelingen
- 638 Geluidswallen

640 Droge taluds van kanalen, waterschapsleidingen e.d.

INFRASTRUCTUUR NAT

700 Lijnvormige wateren

- 710 Rivieren en veenstromen**
 - 711 Grote rivieren
 - 712 Kleine laaglandrivieren en veenstromen
 - 713 Oude rivierarmen
- 720 Beken**
 - 721 Natuurlijke laaglandbeken
 - 722 Genormaliseerde laaglandbeken
 - 723 Bergbeken
 - 724 Korte beken
 - 725 Oude beekarmen
- 730 Afgesloten kreken**
- 740 Kanalen, weteringen, veenwijken**
 - 741 Kanalen
 - 742 Weteringen, waterschapslossingen en vaarten
 - 743 Veenwijken
 - 744 Taluds van veenwijken
- 750 Sloten, slootkanten en greppels**
 - 751 Sloten
 - 754 Slootkanten
 - 755 Greppels
 - 756 Waterschapsleidingen
 - 757 Bermsloten en -greppels
 - 758 Bosgreppels
 - 759 Spoorsloten

AANVULLINGEN VOOR DE HYDROBIOLOGIE

800 Brongebieden en sprengen

- 810 Brongebieden**
 - 811 Akrokrenen
 - 812 Rheokrenen
 - 813 Limnokrenen
 - 814 Helokrenen
 - 815 Gekluisterde bronnen
 - 816 Bronvijvers
- 820 Sprengen**

OEVERS**900 Oeverzones**

- 925 Oeverzone van hoogveenplassen of -putten
- 926 Oeverzone van laagveenplassen, petgaten e.d.
- 931 Oeverzone van niet gegraven grote plassen
- 932 Oeverzone van grote aangelegde (gegraven) plassen
- 933 Oeverzone van vijvers en grachten
- 934 Oeverzone van kleine aangelegde plassen
- 935 Oeverzone van kleine niet gegraven (natuurlijke) plassen
- 971 Oeverzone van rivieren, kleine rivieren en veenstromen
- 972 Oeverzone van beken
- 973 Oeverzone van oude (afgesloten) kreken
- 974 Oeverzone van kanalen, weteringen e.d.
- 975 Oeverzone van sloten en greppels
- 981 Oeverzone van bronvijvers

Literatuurverwijzingen

IAWM (1985) Beschrijving van de interprovinciale inventarisatie-eenheden (IPI's) voor floristisch, vegetatiekundig en hydrobiologisch onderzoek. Subwerkgroep flora en vegetatie, Interprovinciale Ambtelijke Werkgroep Milieu-inventarisatie. Provinciale Waterstaat Noord-Holland, Haarlem.

Van Duuren L (red) (2005) Interprovinciale inventarisatie-eenheden (IPI's) voor floristisch, vegetatiekundig en hydrobiologisch onderzoek. Centraal Bureau voor de Statistiek, Voorburg/Heerlen.



BIJLAGE 9 VELDFORMULIEREN

1 Algemeen

In deze bijlage geven we aanbevelingen voor het maken van een goed veldformulier. Er zijn voorbeelden in opgenomen van veldformulieren voor enkele toepassingen: beschrijving meetpunt ([hoofdstuk 5](#)), vegetatieopname ([hoofdstuk 11](#)) en visbestandsopname ([hoofdstuk 13](#)).

2 Onderdelen, eisen en aanbevelingen

2.1 Algemene eisen en aanbevelingen

- 1 Een veldformulier moet ruimte bieden aan alle informatie die men bij het veldwerk moet verzamelen, om naderhand de situatie op het meetpunt en de omstandigheden tijdens de bemonstering te kunnen interpreteren.
- 2 De terminologie op het veldformulier moet eenduidig zijn en zo nodig toegelicht worden op het formulier.
- 3 Een veldformulier moet duidelijk maken in welke eenheden een waarde gemeten of uitgedrukt moet worden.
- 4 Het veldformulier moet intact blijven tijdens het invullen in het veld en minimaal tien jaar bewaard kunnen blijven op het lab of kantoor. Afdrukken op watervast papier en invullen met potlood of met een fijne watervaste stift verdient de voorkeur.
- 5 Gebruikte termen en eenheden op het veldformulier zijn bij voorkeur gelijk aan de termen en eenheden die men in de database gebruikt voor dezelfde parameters.
- 6 Idealiter houdt het veldformulier dezelfde volgorde aan als het invoerscherm van de database.
- 7 De vormgeving van het veldformulier moet het nauwkeurig invullen stimuleren.
- 8 Veldformulieren omvatten bij voorkeur niet meer dan twee pagina's A4, dubbelzijdig afgedrukt.

2.2 Algemene onderdelen

Hieronder staan de vaste onderdelen die terugkomen op ieder veldformulier:

- code van het meetpunt;
- omschrijving van het meetpunt (naam van het water, locatie-aanduiding);
- naam van de waarnemer(s)/monsternemer(s);
- monsternummer(s);
- datum van bemonstering (in DD-MMM-JJJJ, dat wil zeggen: 12 aug 2008);
- tijdstip van bemonstering (in 24-uursnotatie, HH:MM, dat wil zeggen: 13:30 en niet 01:30);
- x,y-coördinaten van het meetpunt;
- weersomstandigheden tijdens de bemonstering;
- bijzonderheden tijdens de bemonstering, die van invloed kunnen zijn geweest op het resultaat van de bemonstering (bijvoorbeeld sterke waterstandsval in de voorafgaande periode, aanwezigheid drijfslaag, aanwezigheid grote grazers in het water, ...);
- overige bijzonderheden.

2.3 Onderdelen meetpuntbeschrijving

Een voorbeeld van een veldformulier voor de meetpuntbeschrijving geeft [figuur 1](#).

Op de voorzijde van het formulier vult men de algemene gegevens in en de waarden van de gemeten parameters. Wanneer de waarde in klassen beschreven kan worden, noteer bij voorkeur dan ook de gemeten waarde in het hokje van de juiste klasse. Daarnaast geeft men aan welke biologische bemonsteringen zijn uitgevoerd, met hun monsternummers, en een eventueel 'monsternummer' van de meetpuntbeschrijving. De in [figuur 1](#) opgenomen parameters en grootteklassen zijn ontleend aan [hoofdstuk 5 Meetpuntbeschrijving](#); zie aldaar voor toelichting.

Op de achterzijde van het formulier is ruimte voor een locatieschets. Deze schets omvat de volgende onderdelen (zie [hoofdstuk 5](#), [paragraaf 5.7.1](#) voor details):

- bovenaanzicht meetpunt en omgeving;
- één of meer dwarsprofielen;
- een Noordpijl;
- aanduidingen voor de vorm van het dwarsprofiel (oevervorm) en de oeveraard;
- aanduidingen voor de dikte van de sliblaag;
- schatting van het oppervlakteaandeel van substraten;
- schatting van de bedekking van vegetatielagen.

2.4 Aanvullende onderdelen per kwaliteitselement

Voor ieder kwaliteitselement moeten enkele specifieke gegevens genoteerd worden, om de bemonstering te documenteren. Velen zullen deze gegevens noteren in hun veldboekje en niet op een veldformulier. Als dit soort informatie onontbeerlijk is, moet men onervaren veldwerkers extra goed instrueren. De opname via een veldformulier geeft extra sturing.

Fytoplankton

- gehanteerde werkvoorschrift;
- verzamelde submonsters (welke submonsters en gebruikte technieken);
- maximale diepte van bemonstering in diepe plassen (diepte meer dan drie meter);
- bedekkingspercentage emergente, drijvende en ondergedoken watervegetatie.

Sieralgen

Aanvullende onderdelen voor de bemonstering van sieralgen zijn:

- gehanteerde werkvoorschrift;
- verzamelde submonsters (welke submonsters en gebruikte technieken);
- bedekkingspercentage emergente, drijvende en ondergedoken watervegetatie.

Kiezelwieren

Aanvullende onderdelen voor de bemonstering van kiezelwieren zijn:

- gehanteerde werkvoorschrift;
- verzamelde of bemonsterde substraten.

Zoöplankton

Aanvullende onderdelen voor de bemonstering van zoöplankton zijn:

- het totale volume dat men heeft bemonsterd;
- gehanteerde werkvoorschrift en waterhapper;
- het totale volume dat men heeft bemonsterd;
- maximale diepte van bemonstering;
- diepte-interval van bemonstering;
- bedekkingspercentage drijvende en ondergedoken watervegetatie;

Vegetatie

Aanvullende onderdelen voor de opname van vegetatie zijn:

- gehanteerde werkvoorschrift;
- grootte van het proefvlak;
- x,y-coördinaten van het proefvlak;

- bedekking per laag (groeivorm);
- bedekking totaal;
- grootste diepte waarop waterplanten zijn aangetroffen;
- streeplijst: een lijst van plantensoorten met achter elke naam twee hokjes, waarin men een abundantie-code kan invullen voor de abundantie van de soort in respectievelijk de oever- en de watervegetatie;
- gebruikte abundantieschaal, inclusief specificatie van de eventuele variant en (verwijzing naar) de gebruikte codering;
- totale aantal aangetroffen soorten (als controle).



Macrofauna

Aanvullende onderdelen voor de bemonstering van macrofauna zijn:

- bij meerdere waarnemers: specificatie van degene die bemonsterd heeft en die de veldsortering heeft uitgevoerd;
- gehanteerde werkvoorschrift;
- grootte van het meetvlak;
- oppervlakte-aandeel van de (micro)habitats in het meetvlak; bij voorkeur met een schets van de situatie;
- bemonsterde (micro)habitats en hoeveelheden (lengte) per (micro)habitat;
- gebruikte bemonsteringstechnieken met de inspanning in meters;
- afgezochte en/of afgeborstelde substraten: beschrijving van het aantal, de grootte en de 'begroeiing' van de stenen of het hout;
- bij gebruik van bodemhapper of boxcore: diepte van bemonstering, omschrijving van de aard van het bodemmateriaal (klei, zand, veen, grind), de grootte van deeltjes (grof, matig grof, fijn, zeer fijn) en het aandeel in het totale monster (bijv. 1/5 grind; 3/5 grof zand en 1/5 grindrijk zand);
- vermoedens over gemiste diergroepen en mogelijke oorzaken;
- soortnaam en aantal van bij de veldsortering teruggezette dieren;
- waargenomen imago's van soorten met aquatisch levende larven (libellen e.d.).



Vis

Aanvullende onderdelen voor de bemonstering van vis zijn:

- gehanteerde werkvoorschrift;
- gehanteerde bevissingsstrategie;
- ingezette vangtuigen met specificaties (o.a. lengte, hoogte, maaswijdten);
- x,y-coördinaten van de begin- en eindpunten van ieder traject/trek;
- traject/treklengte volgens de GPS;
- bemonsterde oppervlakte per traject of trek;
- gemiddelde en maximale waterdiepte op de trajecten en trekken;
- afwijkingen van de standaardmethode met opgaaf van reden en vermelding hoe de resultaten hiervan zijn verwerkt;
- verloop van de bemonstering met eventuele bijzonderheden (zoals het vastlopen van kuil of zegen, of de bijvangst van veel waterplanten);
- verloop van de verwerking (deelmonsters genomen, nee of ja en met welke methode);
- bedekkingspercentage van drijvende en ondergedoken watervegetatie en van de oevervegetatie per deelgebied;
- aanpassingen van de gehanteerde rendementen (met opgaaf van reden).
- een soortenlijst: een lijst van vissoorten met daarachter voldoende ruimte om de aantallen gevangen vissen per soort en lengteklasse te noteren;
- totaal aantal aangetroffen soorten (als controle).



Fig 1a Veldformulier voor de meetpuntbeschrijving (voorzijde)

Veldformulier meetpuntbeschrijving (1)				Waarnemer(s)			
Algemeen							
Meetpuntcode	RD-coördinaten	x:	y:	Meetdatum	dd-mm-jjjj		
Naam water				Meettijd	hh:mm		
Weersomstandigheden tijdens bemonstering							
Luchttemperatuur	°C	Bewolking	Onbewolkt	Wisselend	Bewolkt		
Windrichting	N-O-Z-W	Neerslag	Geen	Nu en dan	Aanhoudend		
Windsnelheid	Beaufort	Neerslagvorm	Regen	Hagel	Sneeuw		
Weersomstandigheden voorgaande dag				Omgeving en beheer			
Harde wind (> 7 Bf)	Niet	Af en toe	Vaak	Landschapstype	1	2	3
Bewolking	Onbewolkt	Wisselend	Bewolkt	Landgebruik	1	2	3
Neerslag	Geen	Nu en dan	Aanhoudend	Schoning recent	Nee	Een oever	Beide oevers
Fysisch-chemisch							
Op 0,3 m diepte		Op diepte					
Watertemperatuur	°C		m	Doorzicht	cm		
Zuurgraad	pH		m	Bodemzicht	Ja	Nee	
EGV	µS/cm bij 20 °C		m	Afwijkende kleur	Ja	Nee	
Zuurstofgehalte	mg/l		m	Afwijkende geur	Ja	Nee	
Zuurstofverzadiging	%		m	Kleur / geur	/		
Hydromorfologisch							
Waterbreedte	m gemiddeld	Hellingshoek	gemiddeld	maximaal	minimaal		
	m maximaal				° nat profiel		
	m minimaal				° droog profiel		
Waterdiepte	m gemiddeld				° waterlijn		
	m maximaal	Beschoeiing	Nee	Een oever	Beide oevers	Lokaal	
langs beschoeiing	m	Droogval	(<10%):	(10-50%):	(51-99%):	(100%):	
Wateroppervlak	ha	Beschaduwing	(<10%):	(10-39%):	(40-69%):	(70-100%):	
Stroomsnelheid in de stroomdraad	m/s gemiddeld	Stromingsvariatie (variatie V_{bodem})	(≤2):	(3-4):	(≥5):		
	m/s maximaal	Stroomribbels (opp. aandeel)	(<5%):	(>5-20%):	>20%):		
	m/s minimaal	Substraatvariatie (aantal klassen)	(<5):	(5-6):	>6):		
Kweldverschijnselen	Geen	IJzerneerslag	Bacterievlies	Opwelling	Indicerende planten	Overige	
Bijzonderheden							
Monsternummers							
Meetpunt	Fytoplankton	Sieralgen	Kiezelwieren	Zoöplankton	Vegetatie	Macrofauna	Vis

Fig 1b Veldformulier voor de meetpuntbeschrijving (achterzijde)

Veldformulier meetpuntbeschrijving (2)					
Locatieschets bovenaanzicht				Substraten %	
				Steen	
				Grof grind	
				Fijn grind	
				Zand	
				Klei / leem	
				Veen	
				IJzeroer	
				Stamhout	
				Takken	
				Boomwortels	
				Blad	
				Grove detritus	
				Fijne detritus	
				Slib	
				Houtbekleding	
				Betonbekleding	
Staalbekleding					
Geotextiel					
Locatieschets dwarsprofiel(en)				Dikte sliblaag cm	
				1	
				2	
				3	
				4	
				5	
				6	
				7	
				8	
				9	
				10	
				Vegetatielagen %	
				Totaal water	
				Ondergedoken	
				Drijvend	
				Emergent	
				Kroos	
				Flab	
				Totaal oever	
				Bomen	
				Kruiden/grassen	
Oevervegetatiezone				Mos	
Geen	Breedte < 1 m	Breedte 1 - 2 m	Breedte 2 - 5 m	Breedte > 51 m	

Fig 2a Veldformulier voor vegetatieopname Methode 1 (voorzijde)

Geschikt voor lijnvormige wateren en kleine plassen (Methode 1).

Veldformulier vegetatieopname (1a)				Waarnemer(s)	
Algemeen					
Meetpuntcode	RD-coördinaten x: y:		Meetdatum	dd-mm-jjjj	
Naam water			Meettijd	hh:mm	
Weersomstandigheden tijdens bemonstering			Bijzonderheden		
Luchttemperatuur	°C	Doorzicht	cm	Bodemzicht	Ja / Nee
Wind richting kracht	Bf	Droogval	Ja / Nee	Peilbeheer	Ja / Nee
Bewolking		Beschaduwing	< 10%	10 - 39%	40 - 69%
		Onderhoud	Nee	Gemaaid	Geschoond
				Gebaggerd	
Proefvlakgrootte en ligging					
Vlakdekkend	Ja / Nee	Oever	Water	Oever	Water
Lengte	m	Breedte	m	Min. diepte	m
				Max. diepte	m
Minimale diepte oever is hoogte boven water, als negatieve waarde invullen !					
Vegetatiestructuur					
Oever	Bedekking	Hoogte	Water	Bed. groeivorm	Bedekk. laag
Totaal oever	%		Totaal water	%	%
Boomlaag	%	m	Ondergedoken	%	%
Struiklaag	%	m	Drijvend	%	%
Kruidlaag	%	m	Emergent	%	%
Moslaag	%	m	Kroos	%	
			Flab	%	
			Drijvend totaal	%	
			Bent. draadalg	%	m
			Epif. draadalg	%	m
			Kranswieren	%	m
Eventuele andere onderscheiden groeivormen					
Abundantieschaal					
STOWA	Tansley	Braun-Blanquet	Londo	RWS	
Soortensamenstelling					
Soort	Oever	Water	Soort	Oever	Water
Acorus calamus			Callitriche obtusangula		
Agrostis stolonifera			Carex		
Alisma gramineum			Carex acuta		
Alisma plantago-aquatica			Carex acutiformis		
Alnus glutinosa			Carex pseudocyperus		
Apium inundatum			Carex riparia		
Apium nodiflorum			Ceratophyllum demersum		
Azolla filiculoides			Chara		
Berula erecta			Cladium mariscus		
Bolboschoenus maritimus			Eleocharis acicularis		
Butomus umbellatus			Eleocharis multicaulis		
Calliergonella cuspidata			Eleocharis palustris		
Callitriche			Eleogiton fluitans		
Callitriche brutia			Elodea nuttallii		

Fig 2b Veldformulier voor vegetatieopname Methode 1 (achterzijde)

Geschikt voor lijnvormige wateren en kleine plassen (Methode 1)

Veldformulier vegetatieopname (1b)					
Soort	Oever	Water	Soort	Oever	Water
Equisetum fluviatile			Pilularia globulifera		
Equisetum palustre			Potamogeton acutifolius		
Eriophorum angustifolium			Potamogeton crispus		
Fontinalis antipyretica			Potamogeton lucens		
Glyceria fluitans			Potamogeton mucronatus		
Glyceria maxima			Potamogeton natans		
Groenlandia densa			Potamogeton obtusifolius		
Hippuris vulgaris			Potamogeton pectinatus		
Hottonia palustris			Potamogeton polygonifolius		
Hydrocharis morsus-ranae			Potamogeton pusillus		
Hydrocotyle vulgaris			Potamogeton trichoides		
Iris pseudacorus			Ranunculus aquatilis		
Juncus acutiflorus			Ranunculus circinatus		
Juncus articulatus			Ranunculus flammula		
Juncus bulbosus			Ranunculus fluitans		
Juncus conglomeratus			Ranunculus lingua		
Juncus effusus			Ranunculus peltatus		
Lemna minor			Ranunculus sceleratus		
Lemna trisulca			Rhynchospora alba		
Littorella uniflora			Rhynchospora fusca		
Ludwigia			Rorippa amphibia		
Luronium natans			Ruppia maritima		
Lysimachia nummularia			Sagittaria sagittifolia		
Lythrum portula			Salix alba		
Lythrum salicaria			Salix aurita		
Mentha aquatica			Salix cinerea		
Menyanthes trifoliata			Salix fragilis		
Myosotis laxa			Schoenoplectus lacustris		
Myosotis scorpioides			Scirpus sylvaticus		
Myriophyllum spicatum			Sium latifolium		
Myriophyllum verticillatum			Sparganium emersum		
Najas marina			Sparganium erectum		
Nasturtium microphyllum			Spirodela polyrhiza		
Nitella			Stachys palustris		
Nuphar lutea			Stratiotes aloides		
Nymphaea alba			Typha angustifolia		
Nymphoides peltata			Typha latifolia		
Oenanthe aquatica			Utricularia vulgaris		
Oenanthe fistulosa			Veronica anagallis-aquatica		
Persicaria amphibia			Veronica beccabunga		
Persicaria hydropiper			Veronica catenata		
Phalaris arundinacea			Wolffia arrhiza		
Phragmites australis			Zannichellia palustris		

Fig 2c Veldformulier voor vegetatieopname Methode 2 en 3 (voorzijde)

Geschikt voor grote plassen en meren (Methode 2 en 3).

Veldformulier vegetatieopname (2a)		Waarnemer(s)	
Algemeen			
Meetpuntcode	RD-coördinaten x: y:	Meetdatum	dd-mm-jjjj
Naam water		Meettijd	hh:mm
Weersomstandigheden tijdens bemonstering en bijzonderheden			
Luchttemperatuur	°C	Bewolking	Peilverhoging cm
Wind richting kracht	Bf	Overige bijz.	
Proefvlakgrootte en ligging			
Oever		Water 1	Water 2
RD-coördinaat X			
RD-coördinaat Y			
Lengte	m	m	m
Breedte	m	m	m
Min. boven water	m	Min. diepte	m
Max. boven water	m	Max. diepte	m
	Doorzicht	cm	cm
Vegetatiestructuur			
Bedekking	Oever	Water 1	Water 2
Totaal oever	%	Totaal water	%
Boomlaag	%	Ondergedoken	%
Struiklaag	%	Drijvend	%
Kruidlaag	%	Emergent	%
Moslaag	%	Kroos	%
		Flab	%
		Bent. draadalg	%
		Epif. draadalg	%
		Kranswieren	%
Soortensamenstelling			
Abundantieschaal	STOWA	Tansley	Braun-Blanquet
Waterplanten	Oever	Water 1	Water 2
Callitriche			
Ceratophyllum demersum			
Chara			
Elodea nuttalli			
Hottonia palustris			
Myriophyllum spicatum			
Najas marina			
Nitella			
Nitellopsis obtusa			
Nuphar lutea			
Nymphaea alba			
Nymphoides peltata			
Persicaria amphibia			

Geschied voor grote plassen en meren (Methode 2 en 3)

Versie juli 2014

Fig3 Veldformulier voor visbestandsopname (voorzijde)

De achterzijde van het formulier is een turflijst.

Locatie:		Treknnummer:	
Fotonummer:		Datum:	
Project:		Uitvoerder(s):	
Vangstgewicht (kg) vis (>15 cm)		Totaal (kg)	
Brasem	16-25		
	> 25		
Blankvoorn	> 16		
Baars			
Snoekbaars			
Snoek			
Karper			
Vangstgewicht (kg) vis (<15 cm)			
Totaalgewicht (kg)			
Monstergewicht (kg)			
Submonstergewicht (kg)			
Samenstelling monster		Monster aantal	
		0+	>0+-15cm
Brasem			
Blankvoorn			
Baars			
Snoekbaars			
Pos			
Spiering			
Dried. stekelbaars			
Veldwaarnemingen			
Begin X		Begin Y	
Eind X		Eind Y	
Trek lengte		Trek oppervlak	
Stroomsterkte	V	A	Type zegen
Rendement	standaard/anders, nl: oorzaak:		
Vegetatie	Tot bed %	Eff. breedte	Soortsamenstelling
Emers >30 cm			
Submers			
Drijfblad			
Oever-/landgebruik			
Waterdiepte		Zichtdiepte	Talud
Substraat		Dikte sliblaag	
Type beschoeiing		% beschoeid	
Stromende wateren *geen/nauwelijks/weinig/redelijk/veel			
Variatie in waterdiepte	*	Stroming	Variatie in stroomsnelheid
Beschaduwing	*	Verstuwing	Meandering
Overig:			

BIJLAGE 10

BEMONSTERINGSAPPARATUUR

In deze bijlagen geven we een beschrijving van de diverse apparaten die genoemd zijn in de bemonsteringsvoorschriften. Waar nodig of gewenst zijn de eisen aan het apparaat gespecificeerd, of verwijzen we naar documenten waarin dat gebeurt.

De bijlage is opgesplitst in vier delen:

- 1 Bemonsteren van oppervlaktewater en plankton (A);
- 2 Bemonsteren van vegetatie (B);
- 3 Bemonsteren van macrofauna (C);
- 4 Bemonsteren van vis (D);

Binnen elk deel zijn de apparaten op alfabetische volgorde gepresenteert.

A Bemonsteren van oppervlaktewater en plankton

A.1 Flesmonsternemer

Beschrijving

Een fles die onder een rechte tot vrijwel rechte hoek bevestigd is aan een steel. De fles kan vast verbonden zijn aan de steel, of afneembaar in een houder. De steel moet voldoende lengte hebben en is daarom bij voorkeur uitschuifbaar (telescoopstang). In plaats van een fles kan men ook een kunststof bekeerglas gebruiken.

Eisen

- 1 De fles moet vast genoeg aan de steel bevestigd zijn om geheel onder water geduwd te kunnen worden. Alleen dan kan men water verzamelen tot op een halve meter diepte. Daartoe moet men de fles namelijk op zijn kop door de waterspiegel heen naar beneden kunnen drukken.
- 2 De fles moet van duurzaam, niet gemakkelijk breekbaar materiaal gemaakt zijn.
- 3 Voor bemonstering vanaf de oever moet de lengte van de steel (in uitgeschoven toestand) minimaal drie meter lang zijn.

A.2 Planktonnet

Beschrijving

Een planktonnet volgens Apstein (figuur 1). Het net bestaat uit een kegelvormige zak van waterdoorlatend materiaal, die uitloopt in een metalen cilinder met een zeefje of een kraantje. Planktonnetten zijn in de handel verkrijgbaar met verschillende maaswijdten. Omdat zeefjes snel dichtslibben tijdens het gebruik van een planktonnet, vangt men ook organismen die kleiner zijn dan de grootte van de maaswijdte. Planktonnetjes met hun zeefje moeten grondig gereinigd worden na elke bemonstering, om contaminatie van volgende monsters te voorkomen.

Eisen

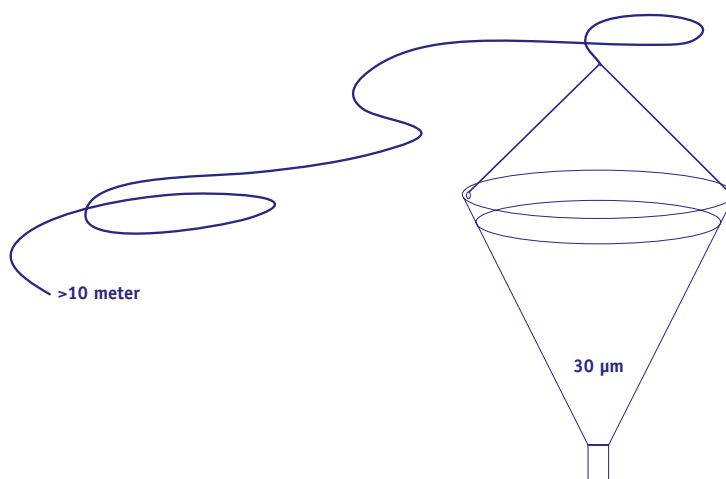
- 1 De maaswijdte van het planktonnet en het zeefje moeten niet groter zijn de voorgeschreven maaswijdte: 30 μm voor de bemonstering van sialgalen in het oppervlaktewater en 50 μm voor de bemonstering van zoöplankton ten behoeve van EbeoGat.
- 2 Het planktonnet en het zeefje moeten onbeschadigd zijn. Voorafgaand aan iedere bemonstering controleert men dit men een stereomicroscoop of loep. Kleine gaatjes in het zeefje kan men dichten met nagellak.



- 3 Voor de bemonstering van sialgalen moet het net zijn vastgemaakt aan een lijn van minimaal tien meter lengte.

Fig 1 Een planktonnet volgens Apstein

Het kegelvormige net loopt uit in een metalen cilinder met aan de onderzijde een zeefje. De maaswijdte is dertig μm en het net zit aan een minstens tien meter lange lijn voor de bemonstering van sialgalen. Tekening: Ronald Bijkerk.



Ingangscontrole

- 1 Bepaal de maaswijdte met behulp van een microscoop (helderveld), die voorzien is van een oculair met een gekalibreerde micrometer.
- 2 Meet de maaswijdte van het net en het (losse reserve)gaas van de zeef, op minimaal tien verspreid liggende plaatsen (de maaswijdte is de lengte van de zijde van de vierkante maas). Meet de maaswijdte tot op 2 μm nauwkeurig.
- 3 Bepaal voor elke gemeten maas of deze overeenkomt met de maaswijdte die door de leverancier wordt opgegeven. De toelaatbare afwijking is vastgesteld door de American Society for Testing and Materials (Anonymus 1987) en is afhankelijk van de maaswijdte. Voor een 30 en 50 μm maas is de toelaatbare afwijking tien procent.
- 4 Voldoet de maaswijdte niet aan de opgegeven specificatie, dan moet het gaas geretourneerd worden aan de fabrikant of met de gemeten en gekalibreerde maaswijdte in gebruik worden genomen. Wanneer het gaas wel aan de specificatie voldoet wordt met watervaste stift op het gaas de maaswijdte genoteerd.
- 5 Documenteer de ingangscontrole.

A.3 Steekbuis

Beschrijving

Een anderhalve tot twee meter lange buis waarmee men de gehele waterkolom bemonstert tot op een diepte die bepaald wordt door de lengte van de buis (figuur 2). Hoe langer de buis, hoe moeilijker hij te hanteren is. De buis heeft een inwendige diameter van vijf tot zes centimeter en hij kan aan de onderzijde worden afgesloten met behulp van een stop. Hoe groter de diameter, hoe groter het bemonsterde volume en hoe zwaarder de buis bij het ophalen.

Men gebruikt een steekbuis meestal in wateren tot ongeveer anderhalve meter diep. De buis wordt verticaal in het water gestoken tot op enige hoogte boven de bodem. Daarbij moet men voorkomen dat de stop de bodem raakt. Met een touw door de buis trekt men de stop vast in de steekbuis, waarna men de buis kan ophalen. Indien het nodig is om het bemonsterde volume water precies te weten (bijvoorbeeld voor sommige zoöplanktontoepassingen), leegt men de buis in een vat met een nauwkeurige maatverdeling.

Voorkom dat bij het ophalen van de steekbuis water van onder uit de buis stroomt omdat de stop niet goed afsluit. Hierdoor kan men dieren verliezen die zich onderin de waterkolom ophielden (DeVries & Stein 1991).

Eisen

- 1 De buis moet van duurzaam, niet gemakkelijk breekbaar materiaal gemaakt zijn.
- 2 De buis moet lang genoeg zijn om de waterkolom tot op de voorgeschreven diepte te bemonsteren.

Fig 2 Steekbuis

Foto Caroline van Rhenen, Alterra.



A.4 Waterhapper

Beschrijving

Een waterhapper is een instrument om watermonsters te verzamelen van een bekend volume, op nauwkeurig te bepalen diepten in de waterkolom.

Om hem neer te kunnen laten is de waterhapper vastgemaakt aan een lijn, die voorzien is van een maatverdeling om de diepte te kunnen vaststellen.

In de werkvoorschriften voor fyto- en zoöplankton kunnen vier typen waterhappers gebruikt worden:

- 1 de Ruttner-waterhapper;
- 2 de Friedinger-waterhapper;
- 3 de Niskin-waterhapper;
- 4 Schindler-Patalas-happer (alleen voor zoöplankton).



Fig 3 Ruttner-waterhapper

Foto: Hydro-Bios GmbH.

*Ruttner-happer*

De waterhapper volgens Ruttner bestaat uit een doorzichtige, verticale cilinder, die zich aan de boven- en onderkant sluit wanneer men een valgewicht langs de lijn op de happer neer laat dalen (figuur 3). Bij het laten zakken van de happer staan de afsluitdeksels open, zodat het water tijdens de tocht naar beneden door de happer heen stroomt. In de happer is vaak een thermometer aangebracht.

De Ruttner waterhapper is verkrijgbaar met een inhoud van één of twee liter. De één liter uitvoering is makkelijker te hanteren dan de twee liter uitvoering. Dit biedt voordelen bij de bemonstering vanuit een kleine boot en bij de bemonstering van diepe plassen. Daarnaast kan men het totaal bemonsterde volume beter in de hand houden: bij een voorgeschreven aantal van tien happen over de waterkolom op twee meetpunten verzamelt men met de ene twee keer zoveel als met de andere.

Fig 4 Friedinger-waterhapper

Links verticaal, rechts horizontaal. Foto: Hydro-Bios GmbH.

*Friedinger-waterhapper*

Net als de Ruttner happer bestaat deze uit een cilinder. Deze sluit zich niet met deksels maar met kleppen, op de aangekomen diepte. Het bemonsterde volume van de verkrijgbare uitvoeringen is doorgaans wat groter. De Friedinger happer is verkrijgbaar in een verticale uitvoering (figuur 4a, met een capaciteit van

3,5 of vijf liter) en een horizontale (figuur 4b, met een capaciteit van twee liter).

De horizontale happer is vooral ontworpen om te monstern in (zeer) ondiepe wateren of in stromende wateren (de happer bezit een vin om hem op stroom te houden).

Fig 5 Niskin-waterhapper

Foto: Hydro-Bios GmbH.



Niskin-waterhapper

De Niskin waterhapper is een cilindervormige happer die zich sluit met een stop (figuur 5). Hij kan ook gemakkelijk toegepast worden in een combinatie van meerdere happers. De happer is verkrijgbaar in kunststof en verschillende capaciteiten (1,7, 2,5, vijf en tien liter).

Fig 6 Schindler-Patalas waterhapper

Foto: Arco Wagenvoort, AqWa.



Schindler-Patalas-happer

In zeer voedselarme wateren met een lage zoöplanktondichtheid kan men eventueel een Schindler-Patalas waterhapper gebruiken (Schindler 1969). Dit is een grote rechthoekige bak van plexiglas, die per hap vijf tot 45 liter water bemonstert, afhankelijk van de uitvoering en de fabrikant. Bij het ophalen klappen de deksels onder- en bovenaan de bak door de waterdruk dicht en loopt de happer leeg door een planktonnet via een zijdelingse uitloop. Hierdoor blijft hij toch betrekkelijk gemakkelijk te hanteren.

Eisen

- 1 Het bemonsterde volume moet niet meer dan 2,5% variëren tussen opvolgende bemonsteringen en ten opzichte van de gecalibreerde waarde.
- 2 De lijn waaraan de happer wordt neergelaten, is minstens vijf meter langer dan de maximale diepte die men moet bemonsteren.
- 3 De lijn moet niet elastisch zijn, bijvoorbeeld een staalkabel of een lijn met een kevlar binnenkern. De lijn moet voorzien zijn van een gecalibreerde maatverdeling.

Ingangscontrolle en kalibratie

De inhoud van de waterhapper is door de fabrikant vastgesteld. Tenzij hiervan een geldig certificaat wordt bijgeleverd, moet men de happer voor het eerste gebruik kalibreren. Dit doet men als volgt:

- 1 Bepaal vijf maal met behulp van een maatcilinder van duizend of tweeduizend milliliter met een afleesnauwkeurigheid van één procent, de inhoud van de waterhapper door hem zich te laten vullen in een vat met leidingwater.
- 2 Bereken het gemiddelde volume en beoordeel of de happer aan de eisen voldoet. Een afwijking van twee procent is toelaatbaar.
- 3 Is de afwijking groter dan twee procent, ga dan uit voor het monstervolume uit van het gemiddelde volume dat gemeten is.
- 4 Documenteer de kalibratiegegevens.

Touwen en kabels zijn voorzien van een maatverdeling. Deze maatverdeling moet gecontroleerd worden met een gecertificeerd meetlint met een lengte van 25 m. Registreer deze kalibratie.

Ten minste één keer per jaar moet men de happers en de lijnen aan een herkalibratie onderwerpen. Bij de happers beoordeelt men of het volume nog binnen de getolereerde afwijking valt. Bij de lijnen controleert men of de maatverdelingen nog op de juiste plaats zitten en welke mate van krimp is opgetreden. Een afwijking van twee procent is toelaatbaar.

Controleer voor iedere bemonstering of de happer normaal functioneert. Zorg bij de Ruttner-happer dat de schroefjes van de borgklemmen vastgedraait zijn en beide veertjes aanwezig. Neem reserve-onderdelen mee op de bemonstering.

B Bemonsteren van vegetatie

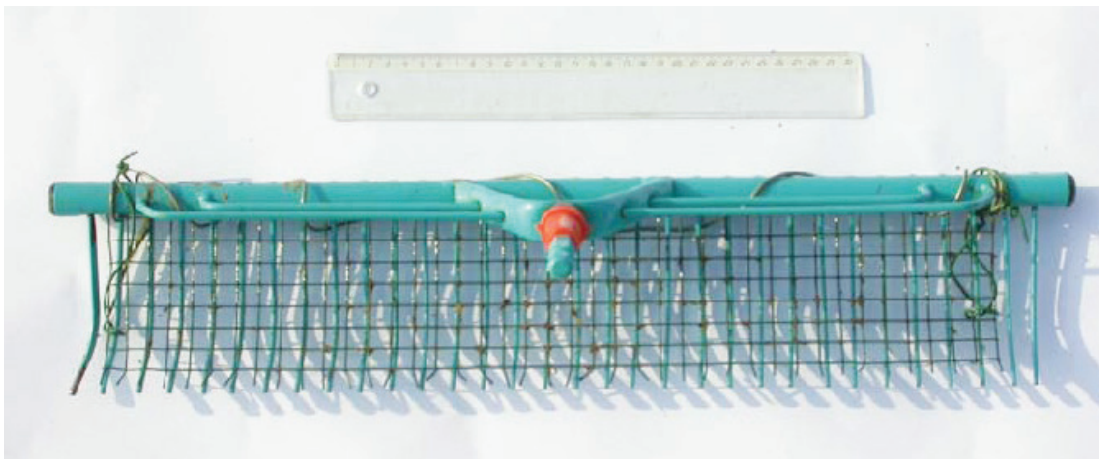
B.1 Hark

Een fijntandige tuinhark voor de bemonstering van waterplanten vanaf de oever of vanuit een boot. De steel is minstens twee meter lang en bij voorkeur van hout of kunststof. Een hark waaraan een tot drie meter lengte uitschuifbare steel kan worden bevestigd is handig. Om kleine, tere waterplanten, zoals kleine kranswieren, goed te kunnen bemonsteren, is het raadzaam om een fijnmazig gaas aan de tanden van de hark vast te maken (figuur 7).

De hark is geschikt voor wateren met een diepte tot twee meter, afhankelijk van de lengte van de steel. Bij gebruik vanaf de oever is hij alleen geschikt voor wateren die geen begroeiing hebben buiten een zone van anderhalve à twee meter uit de oever (ook afhankelijk van de lengte van de steel).

Fig 7 Hark voor bemonstering van waterplanten

Aan de hark kan een steel worden bevestigd die uitschuifbaar is tot ruim drie meter lengte. Foto: Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek, België.



B.2 Werphark

Een dubbele hark, gemaakt van twee ruggelings aan elkaar vastgemaakte tuinharken, waaraan een touw is gebonden. Men gebruikt de werphark voor het bemonsteren van wateren die dieper zijn dan twee meter, of waarvan de vegetatie verder gaat dan anderhalve à twee meter uit de oever.

Het is raadzaam om voor de werphark wat steviger tanden te kiezen dan voor de tuinhark, omdat ze zwaarder belast worden door het trekken over de bodem.

Het touw van de werphark is minstens vijftien meter lang. Men houdt het einde van het touw aan de kant (bijvoorbeeld door je voet te steken in een lus die het einde van het touw gemaakt is) en werpt of slingert de hark in het water. Men laat de hark naar de bodem zinken en haalt men hem met het touw weer langzaam binnen. Aanwezige planten blijven onderweg aan de hark hangen en kunnen op de kant getrokken worden voor determinatie. Met de werphark is het niet goed mogelijk om vanaf de oever watervegetatie te bemonsteren, wanneer er een goed ontwikkelde oeervegetatie aanwezig is. Bij het binnenhalen loopt de hark vast in deze oeervegetatie. In dat geval moet men een waadbroek of een boot gebruiken voor de inventarisatie.

B.3 Satakroon

Net als de werphark een apparaat om vegetatie te bemonsteren in wateren die voor de tuinhark onbereikbaar zijn. Het is een kleine dreg met rondom fijne, naar boven wijzende tanden (Satake 1987). Zijn voordeel boven de werphark is dat er altijd wel wat tanden over de bodem grijpen; de werphark kan nog wel eens op zijn zijkant terecht komen. Nadeel is dat de vangbreedte altijd kleiner is dan van de werphark. Daarom moet men met de satakroon meer werpen uitvoeren om een gelijk oppervlak te bemonsteren.

C Bemonsteren van macrofauna

C.1 Boxcorer

De boxcorer is een apparaat voor de kwantitatieve bemonstering van bodemdieren op grotere waterdiepten dan anderhalve meter. Hij wordt vooral gebruikt in de zoete rijkswateren (Greidanus-Klaas *et al.* 2007). Deze boxcorer bestaat uit een rechthoekige bak met een omtrek van 0,20 bij 0,30 meter (oppervlakte: 0,06 m²). Deze bak wordt in een frame geplaatst. Aan dit frame zit een kabel waarmee het geheel vanaf een boot op de bodem naargelaten kan worden (figuur 8).

Bij het in de bodem zakken van de bak wordt automatisch een snijplaat onder de bak geschoven, zodat men een sedimentkern steekt. Vervolgens haalt men de boxcorer weer op.

De boxcorer is geschikt voor klei-, zand- en slibbodems in stilstaande en langzaam stromende wateren. De diepte van de sedimentkern is afhankelijk van de vastheid van de bodem en de zwaarte van de boxcorer. Door zijn gewicht en omvang kan de boxcorer alleen gebruikt worden vanaf een schip met hydraulische kraan en voldoende dekruiimte. Hij moet bediend worden door daartoe opgeleid personeel.

Fig 8 Boxcorer

Met opgeklapte snijplaat (links) en (rechts) de tewaterlating vanaf een schip. Bron figuren: Greidanus-Klaas *et al.* (2007).



C.2 Ekman-Birgehapper

De Ekman-Birge happer is een apparaat voor de kwantitatieve bemonstering van bodemdieren in wateren met een diepte groter dan anderhalve meter. In de uitvoering van Hydro-Bios bestaat deze happer uit een vierkante bak van 0,15 bij 0,15 meter (binnenmaat; oppervlakte 0,0225 m²). De bak kan door middel van twee kleppen die met een valgewicht worden ontgrendeld op diepte afgesloten worden. De Ekman-Birge happer is klein en handzaam en kan in tegenstelling tot de boxcorer ook met de hand vanaf een kleine boot worden gebruikt. Door zijn geringe gewicht verloopt de bemonstering doorgaans minder goed in vastere bodems (samengepakte zandbodems, harde kleibodems, grindbodems), of bodems waar veel stenen of banken van Driehoeksmossel liggen. De happer dringt dan niet of niet ver genoeg de bodem in, of zijn kleppen kunnen niet volledig gesloten worden. Onder deze omstandigheden moet men de Ekman-Birgehapper niet gebruiken.

Qua gewicht zijn er drie verschillende typen Ekman-Birgehappers:

- een licht type (geschikt voor slibbodems in stilstaande wateren)
- twee verzwaarde types (geschikt voor zandige/kleiige bodems in stilstaande en zwak stromende wateren);

Bij de verzwaarde happers zijn loodplaten bevestigd aan de buitenzijde van de bak.

Fig 9 De Ekman-Birgehapper

Verzwaard met loodplaten aan de buitenzijde van de bak. Bron figuur: Greidanus-Klaas et al. (2007).



C.3 Macrofauna handnet

Beschrijving

Het standaard-macrofaunanet is het standaard handnet voor de bemonstering van macrofauna volgens multihabitatmethode. Het handnet is geschikt voor bemonstering van vele typen substraten zoals open water, vegetatie, holle oevers en min of meer zachte bodems, alsook grindbodems of om (kleinere) stenen in te verzamelen tijdens het bemonsteren.

Specificaties

De afmetingen van het net en de maaswijdte voldoen aan bepaalde waarden, die zijn vastgelegd in de norm EN-ISO 10870 (2010).

Het bouwplan van het standaard-macrofaunanet is opgenomen in het WEW-themanummer 17 (Greidanus-Klaas 1999):

- netopening: breedte 0,30 meter, hoogte 0,20 meter;
- diepte van net: tenminste 0,45 meter en maximaal 0,60 meter;
- maaswijdte: 0,5 mm.

Voor gebruik in zeer kleine loopjes en watergangen zet men ook wel eens een kleiner handnet in. Dit net heeft een kleinere netopening, bijvoorbeeld 0,20 bij 0,10 meter, maar is in zijn overige kenmerken (diepte zak en maaswijdte) gelijk aan het standaardnet.

C.4 Van Veenhapper

De Van Veenhapper is een apparaat voor een semi-kwantitatieve bemonstering van bodemdieren in wateren met een diepte groter dan anderhalve meter. De Van Veen happer bestaat uit twee scharnierende bakken, die met behulp van een grendel kunnen worden opengezet. Als de happer de bodem raakt, wordt de happer vanzelf ontgrendeld en sluit de bak zich waarbij bodemmateriaal verzameld wordt. De happer is voorzien van loodgewichten om voldoende materiaal te kunnen bemonsteren.

De Van Veenhapper is er in diverse maten. Met een Van Veenhapper van 0,125 bij 0,20 meter en een inhoud van twee liter, bemonstert men een oppervlak van maximaal 0,0250 m². De Van Veen happer is geschikt voor alle type bodems met uitzondering van harde bodems. Alleen de kleinste uitvoeringen zijn nog enigszins met de hand te hanteren. Voor de grotere is een boot met een kraan nodig. De happer wordt ingezet op plaatsen waar het nemen van een kwantitatief monster niet nodig of niet mogelijk is, zoals in stromende wateren.

Fig 10 De Van Veenhapper in diverse maten

Bron figuur: Greidanus-Klaas et al. (2007).



C.5 Aanvullende apparatuur

Bij de multihabitatmethode kunnen diverse middelen worden ingezet om macrofauna te bemonsteren in uiteenlopende habitats. In zeer kleine loopjes of bronnetjes zet men in plaats van het handnet een keukenzeef in of een zogenaamde micro-macrofaunaschoffel. Dit is een rechthoekige metalen bak van met een opening van ongeveer tien bij tien centimeter, die onder een hoek aan een steel is gezet. De bak heeft aan de onderscheide een iets aangescherpte rand en aan de achterzijde een zeef (0,5 millimeter maaswijdte) waardoorheen het water kan wegvloeien.

D Bemonsteren van vis

D.1 Elektrovisapparaat

Beschrijving

Met een elektrovisapparaat legt men een elektrisch stroomveld in het water aan. Een elektrisch schepnet fungeert als positieve pool (anode) en een kabel of stuk gaas als negatieve pool (kathode). De vissen in de buurt van de anode raken verdoofd en de bemonsteraar kan ze met een schepnet uit het water scheppen. Het elektrovisapparaat is geschikt voor het vangen van vissen in begroeide oeverzones van grotere wateren en in kleinere, al of niet stromende lijnvormige wateren en plassen (bijvoorbeeld sloten, beken, poelen, kleine petgaten en wielen). De wateren moeten wel zoet zijn of ten hoogste zwak brak. In wateren met meer dan duizend milligram chloride per liter is elektrovisserij niet mogelijk.

Ondiepe, smalle wateren tot ongeveer zestig centimeter diepte en vier meter breedte worden bemonsterd met een draagbaar, accugevoed apparaat¹. In bredere, diepere wateren gebruikt men een generator en bemonstert men vanuit een boot.

Specificaties

Voor de bemonsteringsmethode is een norm beschikbaar: NEN-EN 14011 (2003).

Conform deze NEN-norm bemonstert men lijnvormige wateren breder dan circa vijf meter over de hele

¹ Bij het gangbare apparaat vertonen de vissen weinig elektrotaxis en raken snel verdoofd. Hierdoor zakken de vissen snel naar de bodem en zijn daardoor in troebele en diepere wateren moeilijk waarneembaar en dus vangbaar. In Duitsland is een draagbaar apparaat op basis van gelijkstroom verkrijgbaar. Dit apparaat lijkt effectiever en daarmee zou het bereik (diepte en breedte van het te bemonsteren water) kunnen toenemen.

breedte met twee anodes (elektrische schepnetten). Deze norm schrijft ook voor dat in snel stromende wateren een schepnet als vangnet achter de positieve pool van het elektrovisapparaat moet worden gehouden. Ook de steel van dit net mag natuurlijk geen stroom geleiden. In dit handboek wordt zo'n vangnet ingezet bij een stroomsnelheid van meer dan één meter per seconde.

Minimum inspanning

In dit handboek is de standaard trajectlengte voor het elektrovisen op 250 meter gesteld. In lijnvormige wateren tot circa acht meter breed, bevist de bemonsteraar trajecten van 250 meter lengte over de hele breedte. In de overige wateren bemonstert men met het elektrovisapparaat alleen de oeverzone. De trajecten hebben een lengte van 250 meter en standaard een breedte van anderhalve meter, tenzij er een bredere oeverzone met helofyten is. In dat geval is de breedte van het traject zo breed als de begroeide oeverzone. Deze trajectlengte en aanpak voldoen ruim aan de norm voor elektrovisserij (NEN-EN 14011: 2003).

Selectiviteit

De mate waarin vis reageert op het spanningsveld van het elektrovisapparaat verschilt per soort en tussen grote en kleine exemplaren van dezelfde soort. Bij een vergelijkbare spanning is het spanningsverschil over de lengte van het lichaam bij lange vissen groter dan bij kleine vissen. Daarentegen kunnen grote vissen makkelijker aan het spanningsveld ontsnappen, doordat zij met één zwembeweging een grotere afstand afleggen (OVb 1999).

De selectiviteit van een elektrovisapparaat is dan ook moeilijk vast te stellen. Afgezien van verschillen in reactie tussen soorten en binnen soorten tussen lengteklassen speelt het vakmanschap en inzicht van de bemonsteraar een grote rol. Daarnaast zijn veel andere factoren van invloed op de selectiviteit van het vangtuig zoals diepte, bodemgesteldheid, type en breedte van begroeiing, zoutgehalte, stroming, zichtdiepte, visdichtheid, weersomstandigheden, temperatuur en vaar- of wandelsnelheid.

Naast alle eerder genoemde factoren bestaat de indruk dat het effect van elektrovisserij op vis afhankelijk is van het type apparaat dat wordt ingezet. Vanuit het oogpunt van dierenwelzijn verdient het de voorkeur gebruik te maken van apparaten met een goede gelijkstroom als uitgangsspanning. De hedendaagse apparaten werken nagenoeg allemaal op het principe van een gelijkgerichte wisselspanning. Van belang is dat dit op een dusdanige manier gedaan wordt dat de rimpel op de uitgangsspanning zo gering mogelijk is.

Rendement

Het rendement van het elektrovisapparaat verschilt voor de wijze van bevissing. In lijnvormige wateren tot een breedte van circa acht meter, die de bemonsteraar over de hele breedte bevist, is het rendement voor alle vissen op zestig procent bepaald. Voorwaarde daarbij is wel dat de bemonsteraar naar een keernet toe vist en in wateren breder dan vijf meter twee anodes inzet. Anders is het rendement vooral voor grotere vissen lager.

Bij de bemonstering van alleen de oeverzone van bredere lijnvormige wateren of van plassen en meren, is het rendement voor Snoek op dertig procent bepaald en voor alle overige vissoorten op twintig procent (Klinge *et al.* 2003).

Het gebruik van de genoemde rendementen voor het elektrovisapparaat is gekoppeld aan de volgende vijf voorwaarden:

- 1 de bemonstering moet uitgevoerd worden volgens de voorschriften in dit handboek en de norm voor elektrovisserij (NEN-EN 14011: 2003);
- 2 de bemonsteraar moet een cursus elektrovisserij hebben gevolgd en in het bezit zijn van een certificaat elektrovisserij;

- 3 de bemonsteraar moet tenminste tien dagen samen met een ervaren visser (minimaal twee jaar ervaring) verschillende watertypen bemonsterd hebben met het elektrovisapparaat;
- 4 bij de bemonstering vist men eerst voor langs de oeverzone (schepnet een paar meter voor de boot uitwerpen en langzaam binnenhalen) en vervolgens dicht op/in de oeverzone; dit kan ook door met twee schepnetten tegelijk te vissen;
- 5 bij de bemonstering bevist men de begroeide oeverzone over de gehele breedte (veel vis zit tegen de harde oever aan).

Betrouwbaarheid

De gegeven rendementen zijn gemiddelde waarden voor alle wateren en kunnen bijgevolg van geval tot geval verschillen. Dat komt omdat zij ook nog afhankelijk zijn van andere factoren, zoals de structuur binnen de oeverzone. In grote wateren heeft het rendement meestal een beperkte invloed op het resultaat van de visstandopname, omdat de bijdrage van de vangsten met het elektrovisapparaat aan het resultaat procentueel meestal gering is. Voor de lijnvormige wateren waar alleen elektrisch gevisd wordt, kan een afwijking van het rendement wel grote invloed hebben op de berekende omvang van het bestand. Aangezien het rendement op de soortensamenstelling minder effect heeft, zal dit op de uiteindelijke maatlatbeoordeling echter veel minder invloed hebben.

Indien de bemonsteraar verwacht dat het daadwerkelijke rendement afwijkt van de gemiddelde waarden, kan hij besluiten het rendement bij te stellen. Als dat het geval is, moeten zowel in gegevensbestanden als in de rapportage het bijgestelde rendement en de redenen van de aanpassing staan vermeld.

D.2 Zegen

Beschrijving

Een zegen is een lang net dat bestaat uit een grote zak met aan beide zijden een lange vleugel. De onderkant van de zegen is verzwaard en aan de bovenkant zitten drijvers die het net aan het wateroppervlak houden. De afstand tussen de onderkant en bovenkant wordt de hoogte van de zegen genoemd. De lengte van de zegen is gelijk aan de lengte van de bovenkant. Met een zegen omsluit men een deel van een water met de daarin aanwezige vis. Bij het omsluiten kan men gebruik maken van kernnetten en de oever als barriere. Een zegen wordt door het water getrokken, handmatig, met lieren of met boten (al naar gelang de omstandigheden). Op het einde van het traject wordt de zegen op de oever of in een boot getrokken. Hierbij wordt de omsloten vis naar de zak van de zegen geleid en komt daar uiteindelijk in terecht. Een zegen is geschikt om het open water te bemonsteren. Zegens zijn in veel wateren toepasbaar, mits er niet te veel stroming staat (minder dan twintig à dertig centimeter per seconde), de begroeiing beperkt is en obstakels ontbreken.

Specificaties

Zegens hebben verschillende lengten, afhankelijk van de grootte van het water waar men ze inzet. Ook in enkele andere eigenschappen is een zegen aangepast aan het type water en waterbodem. Zegens hebben ook verschillende maaswijdten. Voor de KRW-monitoring is de gangbare maaswijdte: veertig millimeter hele maas in de vleugels, 25 millimeter aan weerszijden van de zak en twaalf millimeter (hele maas) in de zak zelf.

De samenstelling van de zegen is van groot belang voor de vangstefficiëntie. De onderpees van de zegen moet twee procent langer zijn dan de bovenpees en er moet een ruime zak ingestoken zijn. De mate van de verzwarende van de onderpees moet de bemonsteraar aanpassen aan de omstandigheden. Zo moet in stromende wateren de onderreep extra zwaar zijn en moet in wateren met een zachte bodem de onderreep relatief licht zijn, omdat de zegen anders vastloopt in de bodem.

De dimensies van het te bemonsteren water bepalen de afmetingen van de zegen die de bemonsteraar moet inzetten. Hierbij gelden de volgende voorschriften:

- in *smalle* lijnvormige wateren (waar de zegen in de lengte door de watergang wordt voortgesleept) bedraagt de lengte van de zegen minimaal drie keer de breedte van het water;
- in *brede* lijnvormige wateren en in plassen en meren is de lengte van de zegen afhankelijk van de oppervlakte van het water en geldt: tot twee hectare is de lengte minimaal 75 meter, tot tien hectare is de minimumlengte tweehonderd meter, tot dertig hectare is de minimumlengte driehonderd meter en in grotere wateren minimaal vierhonderd meter;
- de vissende hoogte van de zegen moet minstens 25 procent groter zijn dan de maximaal te bemonsteren waterdiepte.

Minimum inspanning

In lijnvormige wateren met een breedte tot twintig meter bevist de bemonsteraar met een zegen trajecten van 250 meter lengte. Deze lengte is gebaseerd op de trajectlengte voor elektrovisserij in lijnvormige wateren. In deze wateren trekken de bemonsteraars het net over de volledige breedte in de lengterichting door het water. Aan het einde van het traject wordt de zegen langs een keurnet naar één van de oevers getrokken en vervolgens binnengehaald.

In bredere lijnvormige wateren en in plassen en meren vaart de bemonsteraar de zegen uit en trekt deze vervolgens naar een boot of oever toe. Dit noemen we 'rondvissen'. De oppervlakte van de zegentrek is in dat geval afhankelijk van de lengte van het net. De oppervlakte mag niet verlengd worden door touwen aan de eerste vleugel te knopen. Als dat wel gebeurt, ontsnappen in de zomerperiode al tijdens het uitvaren van de zegen vooral de grotere vissen.

Selectiviteit

Een zegen is weinig selectief. Alleen vissen die zich in de bodem ingraven (Paling en in mindere mate Pos, Baars, Rivierdonderpad, Riviergrondel, Kleine en Grote modderkruiper) en grote sterke vissen hebben een goede kans om aan het net te ontsnappen. De zegen wordt meestal over deze vissen heen getrokken, waardoor zij niet in het net terecht komen. Grote, sterke vissen, zoals volwassen karpers, zijn vaak beter dan kleinere vissen in staat om aan een zegen te ontsnappen (met name bij het rondvissen).

Wel is de grootte van de gevangen vissen afhankelijk van de maaswijdtes van de zegen. Als vuistregel geldt dat drie maal de maaswijdte (hele maas) overeenkomt met de lengte van de vis die net niet door de mazen kan. Uitgaande van twaalf millimeter hele maas in de zak betekent dit dat vissen met een lengte van bijna vier centimeter en groter niet meer kunnen ontsnappen uit de zak. Bij bemonsteringen in de nazomer zal met deze maaswijdte het broed van de meeste soorten worden gevangen. In de rapportage moet de maaswijdte van de zegen vermeld worden, zodat men bij de interpretatie van de resultaten kan nagaan vanaf welke lengte de vissen zijn bemonsterd.

Rendement

Het rendement voor de zegen is afhankelijk van het gebruik (Klinge et al. 2003):

- in brede lijnvormige en meervormige wateren waarin wordt rondgevist (zegen uitvaren en vervolgens naar een boot of oever toetrekken), is het rendement voor alle vissen bepaald op tachtig procent;
- in smallere lijnvormige wateren waarin de bemonsteraar trajecten met keurnetten afzet, vervolgens met de zegen over de hele breedte en lengte bevist en aansluitend de oevers elektrisch bemonsterd, is het rendement voor de zegen voor alle vissen bepaald op honderd procent. Hierbij wordt aangenomen dat vissen ontsnappen aan de zegen (in feite ligt het rendement dus lager), maar dat deze vissen vluchten naar de oever en vervolgens met het elektrovisapparaat worden bemonsterd (voor deze vissen geldt het rendement

voor elektrovisserij). Het rendement van honderd procent mag de bemonsteraar alleen hanteren als de bemonsteringsploeg voorafgaand aan de bevissing aan begin en einde van het traject een keurnet zet.

Het gebruik van de rendementen voor de zegen is gekoppeld aan de volgende twee voorwaarden:

- 1 de bemonstering wordt uitgevoerd volgens de voorschriften in dit handboek (methode, seizoen, dimensies zegen enzovoort);
- 1 de bemonsteringsploeg moet over voldoende praktijkervaring beschikken, om de zegen en het gebruik ervan adequaat aan te passen aan de omstandigheden.

D.3 Kuil

Beschrijving

Een kuil is een trechtervormig sleepnet dat door twee boten door het water wordt getrokken. Aan de onderkant van de kuil hangen kettingen om het net op de bodem te houden. Aan de bovenkant zitten drijvers die het net open houden. De kuil is een net om grotere wateren te bevissen, vanaf een breedte van circa twintig meter en een oppervlakte van tien hectare.

Er zijn verschillende soorten kuilen met elk hun eigen kenmerken en toepassingsmogelijkheden. De standaardkuil voor de KRW-monitoring is de stortkuil. Met dit type kuil kan men vis van alle lengteklassen goed vangen, ook bij hoge watertemperaturen. Afhankelijk van het type zijn kuilen in vrijwel alle grotere wateren te gebruiken. In tegenstelling tot zegens zijn kuilen ook geschikt om stromende wateren te bemonsteren, wateren met obstakels op de bodem en wateren met druk scheepvaartverkeer.

Specificaties

Het Handboek visstandbemonstering (Klinge *et al.* 2003) geeft een uitgebreid overzicht van verschillende soorten kuilen. Dit hoofdstuk behandelt alleen de twee typen kuilen die voor de gestandaardiseerde bemonstering ingezet worden: de stortkuil en de wonderkuil.

Stortkuil

Als standaardkuil is gekozen voor de zogenaamde stortkuil met een vissende breedte van tien meter en vissende hoogte van anderhalve meter. De vangstcapaciteit van een kuil hangt af van de samenstelling van het net en tal van kleine details. Daarnaast is de uitloding (verzwaring) van groot belang. Deze verschilt van geval tot geval. De kuil moet goed over de grond gaan, maar mag niet of nauwelijks bodemmateriaal of planten bijvangen. Bij zachte grond kan bij veel verzwaring de kuil vastlopen in het slib, terwijl op hardere zandgrond juist veel verzwaring nodig is.

Om bij bemonsteringen de stortkuil voort te trekken zijn twee boten nodig met een vermogen van minimaal vijftig paardenkrachten. De vaarsnelheid van de boten voor de stortkuil moet ongeveer vierenhalve kilometer per uur zijn.

De lengte van de bovenpees is circa veertien meter en van de onderpees ongeveer zestien en een halve meter. De maaswijdtes van de opening (bek) tot het einde (aatje) verlopen van zestig, 35, twintig, achttien naar vijftien millimeter. De hoogte van de oorstokken (de verbinding tussen boven- en onderpees aan de linker- en rechterzijde van het netwerk) is anderhalve meter. De lengte van de treklijnen is minimaal tien keer de waterdiepte met een minimum van 25 meter. De afstand tussen beide boten bedraagt ongeveer de lengte van de treklijn.

De stortkuil is ontworpen in de tijd dat het op het IJsselmeer nog was toegestaan om met een sleepnet op Aal te vissen. Met de naar verhouding sterke stortkuil kon men over en langs de stortstenen taluds van

de dijken van de polders-in-aanleg op Paling vissen. De stortkuil is dan ook zo sterk dat het vangtuig in wateren met lichte obstakels als hout (stobben), begroeiing en takken normaal gesproken niet kapot gaat. Dit geeft de stortkuil de grootste toepasbaarheid. In de praktijk is gebleken dat dit vangtuig ook bij hoge watertemperaturen vis van alle lengteklassen goed vangt.

Wonderkuil

Wanneer het vanwege de bereikbaarheid of diepte van het water niet mogelijk is twee boten met een groot vermogen in te zetten, wordt als alternatief voor de stortkuil soms een kleinere wonderkuil ingezet met een vissende breedte van zeven meter. Om de wonderkuil voort te trekken volstaan twee boten met een vermogen van minimaal tien paardenkrachten. Belangrijk nadeel van de wonderkuil is de relatieve kwetsbaarheid; in wateren met obstakels wordt de wonderkuil snel kapot getrokken. Daarnaast zijn grotere vissen goed in staat om te ontsnappen aan kleinere vangtuigen.

Minimum inspanning

De trek lengte is standaard duizend meter tenzij de dimensies van het water (of deelgebied) dit niet toelaten. De minimale trek lengte is 350 meter. Aangezien het uitvaren en vooral het binnenhalen van een kuil veel tijd kost en verstoring van de vis veroorzaakt, is een kortere trek lengte niet wenselijk. Hoe korter de gekozen trek lengte, hoe langer de benodigde tijd voor de bemonstering. Langere trekken daarentegen vergroten de kans op schade aan de vis, door ophoping in het net.

Selectiviteit

De stortkuil bemonstert de vissen die op de bodem en in de onderste waterlaag leven. Over het algemeen vangt de stortkuil de vissen die het overgrote deel van de visbiomassa in de Nederlandse binnenwateren vertegenwoordigen. In diepere wateren is de vangkans van soorten van de bovenste waterlagen, zoals Spiering en Alver gering. Ook vissen die dieper in de bodem weggroeven, bijvoorbeeld Bot en Paling zijn relatief vaak in staat om aan een kuil te ontsnappen.

Rendement

Door verschil in zwemcapaciteiten varieert het rendement van de kuil voor verschillende lengteklassen. Daarnaast is het rendement van de wonderkuil voor grotere vis waarschijnlijk kleiner dan dat van de stortkuil (zie *Betrouwbaarheid*).

Voor bemonstering met de stortkuil in lijnvormige wateren meer dan twintig meter breed en plassen groter dan tien hectare, zijn de volgende rendementen gesteld:

- voor vis kleiner dan 25 centimeter een rendement van tachtig procent;
- voor vis gelijk aan of groter dan 25 centimeter een rendement van 60%.

Voor bemonstering met de wonderkuil in lijnvormige wateren meer dan twintig meter breed en plassen groter dan tien hectare, zijn de volgende rendementen gesteld:

- voor vis kleiner dan 25 centimeter een rendement van tachtig procent;
- voor vis van 25 tot 39 centimeter een rendement van 60%;
- voor vis van 40 centimeter of groter een rendement van 20%;

Het gebruik van de rendementen voor de kuil is gekoppeld aan de volgende voorwaarden:

- 1 voer de bemonstering uit volgens de voorschriften in dit handboek (seizoen, dimensies vangtuig enz.);
- 2 de bemonsteringsploeg moet over voldoende praktijkervaring beschikken, om de kuil en het gebruik ervan adequaat aan te passen aan de omstandigheden.

Betrouwbaarheid

De stortkuil kan vissen groter dan veertig centimeter wel vangen, maar het rendement van de wonderkuil ligt vermoedelijk lager, met name bij toepassing in de zomermaanden. Het daadwerkelijke rendement voor grote vis is voor de wonderkuil op dit moment niet met zekerheid vast te stellen en is in ieder geval kleiner dan het voorlopige rendement uit het Handboek visstandbemonstering (Boerkamp *et al.* 2008). Omdat meer zekerheid bestaat over de rendementen van stortkuil en zegen verdient het aanbeveling in eerste instantie te kiezen voor deze vangtuigen en de wonderkuil alleen in te zetten als beslist er geen andere mogelijkheden zijn.

D.4 Schepnet

Schepnet

Een schepnet is een zakvormig net dat aan een beugel met een steel is bevestigd. Het schepnet is alleen bruikbaar in kleine wateren of in ondiepe delen, zoals de oeverzone van grotere wateren. Het net is heel selectief.

Voor het schepnet zijn geen rendementen vastgesteld en daardoor is dit vangtuig niet geschikt voor het maken van bestandschattingen volgens de BOM-methode. De vangsten met een schepnet geven vooral inzicht in de voorkomende soorten.

In het werkvoorschrift is het schepnet als aanvullend vangtuig voorgeschreven in smalle lijnvormige wateren, waar men soorten verwacht die het elektrovisapparaat niet goed bemonstert, zoals de Beekprik. Daarnaast moet men in snel stromende beken een schepnet inzetten als extra vangtuig naast het elektrovisapparaat. De steel van dit net mag natuurlijk geen stroom geleiden.

Specificaties

Het standaardnet van RAVON heeft een beugel met een breedte van zeventig centimeter en een hoogte van 55 centimeter. De zak is zestig centimeter diep en heeft een maaswijdte van drie millimeter. De steel is twee meter lang.

De maaswijdte kiest men afhankelijk van de doelstellingen van het onderzoek. Toegepaste maaswijdte liggen binnen de range van twee à drie millimeter (zes millimeter hele maaswijdte) tot zeven millimeter (tien millimeter hele maaswijdte; Spikmans & De Jong 2006).

De bemonsteraar kan met een schepnet zowel actief als passief vissen. Bij de actieve wijze beweegt de bemonsteraar het schepnet door het water en eventueel door de bovenste laag van de waterbodem. In stromende wateren beweegt de bemonsteraar het net in stroomopwaartse richting. Bij de passieve methode zet de bemonsteraar het schepnet recht op de bodem en jaagt de vis in het net door deze op te schrikken of stroomopwaarts te verdoven, bijvoorbeeld met elektriciteit. De steel van het net mag in dit geval geen stroom geleiden (bijvoorbeeld te realiseren door gebruik te maken van een houten steel of het isoleren van de steel).

Het schepnet is alleen goed bruikbaar in kleine wateren of in ondiepe delen, zoals de oeverzones van grotere wateren.

Minimum inspanning

Niet van toepassing voor de BOM-methode.

Selectiviteit

Met het vangtuig worden vooral kleine soorten en jonge exemplaren van grotere soorten (tot circa tien à vijftien centimeter lengte) gevangen (Crombaghs *et al.* 2000; Spikmans & De Jong 2006). Grotere vissen weten door hun zwemcapaciteiten meestal aan het schepnet te ontkomen. Soorten die zich verschuilen tussen wortels en vegetatie zijn met een schepnet moeilijk te vangen. Het schepnet is effectief in wateren met een bodem van modder, zand of grind. De effectiviteit is aanzienlijk minder in wateren met veel grote stenen of dichte rietkragen (Spikmans & De Jong 2006).

Rendement

Niet van toepassing voor de BOM-methode.

Betrouwbaarheid

Niet van toepassing voor de BOM-methode.

Slotopmerking

In de periode 2007-2008 onderzochten Sportvisserij Nederland en RAVON de publieke participatie bij vis-monitoring. In opdracht van de Waterdienst, STOWA en het ministerie van LNV werd een haalbaarheidsstudie uitgevoerd naar de mogelijkheden om visstanden te beoordelen met gegevens van schepnetvissers en hengelaars (Aarts & Kranenbarg 2008). Deze studie geeft meer inzicht in de potentie van het schepnet voor het verzamelen van informatie over visstanden.

D.5 Aanvullende vangtuigen

Aanvullende vangtuigen zet men niet in beginsel niet in bij de BOM-methode. Wel kan men ze inzetten om aanvullende informatie te verzamelen of voor onderzoeken met andere doeleinden. Hieronder beschrijven we enkele van deze vangtuigen in het kort.

Fuik

Een fuik is een cilindervormig, taps toelopend net met steeds kleiner wordende doorzwemopeningen en maaswijdtes. De fuik is een passief vistuig, waar de vis zelf in moet zwemmen. Dit betekent dat een fuik alleen actieve vissen vangt en dus niet geschikt is voor een bestandsopname. Fuiken gebruikt men in onderzoek naar vismigratie of om de aanwezigheid van vis vast te stellen bij kunstwerken, zoals gemalen. Fuiken gebruikt men ook in de MTWL-monitoring van de grote rivieren.

Kieuwnet

Een kieuwnet of staand net is een net dat verticaal in het water staat. Net als een fuik vangt een kieuwnet alleen actief zwemmende vissen. Daarom is het niet geschikt voor bestandsopnamen. Daarbij komt dat de kans op beschadiging van de vis groot is, wanneer hij zich vastzwemt in een kieuwnet. Kieuwnetten worden soms gebruikt als aanvullend vangtuig in diepe wateren met een onregelmatig bodemoppervlak.

Sonar

Een sonar is een hydro-akoestisch apparaat dat in de waterkolom geluidssignalen uitzendt en opvangt. Deze signalen geven informatie over de aanwezigheid en de lengte van vis. Om ook een indruk te kunnen krijgen van de soortensamenstelling is een vergelijking met lengtemetingen uit netvangsten noodzakelijk. Sonar is visvriendelijk. Op dit moment wordt sonar nog vooral toegepast om een indruk te krijgen van de verspreiding van vis, voordat men gaat vissen. Zie ook CEN (2008).

Hengel

Een hengel bestaat uit een stok met een lijn waaraan een haak bevestigd is met aas. Veel hengels hebben een opwindmechanisme voor de lijn. Hengels zijn niet geschikt voor bestandsschattingen. De hengel is wel een zeer veel gebruikt vangtuig, door het grote aantal sportvissers in Nederland. Daarom zouden hengelvangsten toch een rol kunnen spelen in monitoring van de visstand.

Lamp

Veel vissen (en andere dieren) worden in het donker aangetrokken door licht, of trekken 's nachts naar de oeverzone. Hiervan kan men gebruik maken om de aanwezigheid van soorten vast te stellen. Het enige wat men nodig heeft is een sterke zaklantaarn.

Zicht

Als aanvulling op het vissen met conventionele vangtuigen kan men ook een duiker of snorkelaar inzetten. Tijdens een periode van bijvoorbeeld één uur turft deze persoon dan de waargenomen vissen per soort. Ook hierbij stelt men de aanwezigheid van soorten vast en niet de grootte van het bestand.

Literatuurverwijzingen

- Anonymus (1987) *Standard specifications for wire-cloth sieves for testing purposes*. ASTM Committee on Standards, Philadelphia.
- Aarts TWPM & Kranenburg J (2008) *Nieuwsbrief Publieke Participatie bij Vismonitoring*. Sportvisserij Nederland en Stichting RAVON. 11 pp.
- Boerkamp AHM, Beers MC, Koole M & Kampen J (2008) *Evaluatie Handboek Visstandbemonstering*. AquaTerra-KuiperBurger. Geldermalsen. 84 pp.
- CEN (2008). *Water Quality - Guidance on the estimation of fish abundance with mobile hydroacoustic methods*. A revised working draft for consideration by TG 4 Fish Monitoring. 39 pp.
- Crombaghs BHJM, Akkermans RW, Gubbels REMB & Hoogerwerf G (2000) *Vissen in de Limburgse beken. De verspreiding en ecologie van vissen in stromende wateren in Limburg*. Natuurhistorisch Genootschap in Limburg en Stichting RAVON. Maastricht. pp 17-18.
- DeVries DR & Stein RA (1991) Comparison of three zooplankton samplers: a taxon-specific assessment. *Journal of Plankton Research* 13: 53-59.
- Greijdanus-Klaas M (red) (1999) *Handleiding bemonsteringsapparatuur aquatische macro-invertebraten*. WEW-thema-nummer 17. Werkgroep Ecologisch Waterbeheer, Subgroep Standaardisatie Macro-invertebraten.
- Greijdanus-Klaas M, Reeze AJG & Naber A (2007) *Bemonstering van macrofauna en bodemchemie in het profundaal; veldapparaat: boxcorer, Ekman-Birge happer van Veen happer, werpkorf en steekbuis*. Rijkswaterstaat voorschrift 913.00.B051. Rijksinstituut voor Integraal Zoetwaterbeheer en Afvalwaterbehandeling, Lelystad.
- Klinge M, Hensens G, Brenninkmeijer A & Nagelkerke L (2003) *Handboek visstandbemonstering. Voorbereiding, bemonstering, beoordeling*. Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer, Utrecht. 201 pp.
- NEN-EN-ISO 10870 (2010) *Water quality - Guidelines for the selection of sampling methods and devices for benthic macro-invertebrates in fresh waters*. Nederlands Normalisatie-instituut, Delft. 34 pp.
- NEN-EN 14011 (2003) *Water quality - Sampling of fish with electricity*. Nederlands Normalisatie-instituut, Delft. 16 pp.
- OVb (1999). *Visstandbemonstering met het elektrovisapparaat. Handleiding voor praktijk opleiding elektrovisserij*. Organisatie ter Verbetering van de Binnenvisserij (OVb). Nieuwegein. 42 pp.
- Satake K (1987) A small dredge for sampling aquatic macrophytes. *Hydrobiologia* 150: 141-142.
- Schindler DW (1969) Two useful devices for vertical plankton and water sampling. *Journal Fisheries Research Board Canada* 26: 1948-1955.
- Spikmans F & De Jong T (2006) *Het waarnemen van zoetwatervissen*. Stichting RAVON, Nijmegen. 54 pp.

BIJLAGE 11 ETIKETTERING

Om een monster, deelmonster of preparaat te kunnen identificeren moet men het voorzien van een etiket met de juiste gegevens. Neem bij de etikettering de onderstaande uitgangspunten in acht.

- 1 Op het etiket moeten alle gegevens staan die nodig zijn om het monster, deelmonster of preparaat éénduidig te kunnen indentificeren. Deze gegevens staan in de tabellen 1 tot en met 3 per monster, deelmonster of preparaat.
Tabel 1 is voor monster die meerdere jaren of permanent bewaard worden.
Tabel 2 is voor deelmonsters die tijdens de voorbehandeling of analyse ontstaan en alleen tijdens deze fase geïdentificeerd moeten kunnen worden.
Tabel 3 is voor preparaten die gemaakt worden van monsters en gedurende onbepaalde tijd of permanent bewaard worden.
- 2 Een uniek monsternummer is een absoluut minimum voor elk (deel)monster, mits de overige gegevens elders goed zijn vastgelegd en gekoppeld aan dit unieke monsternummer. Als back-up en voor extra controles in verband met mogelijke verwisselingen of verlies is nadere informatie wenselijk.
- 3 Etiketteer het monster zodanig dat de tekst leesbaar blijft tijdens de bewaarperiode van het monster. Gebruik potlood, watervaste stift, of Oostindische inkt. De etiketten van lugol-geconserveerde monsters kunnen na verloop van tijd donker kleuren, waardoor ballpoint niet meer leesbaar is.
 We raden af om de gegevens direct met viltstift op het glas of plastic van de monsterfles of te schrijven. Dergelijke teksten worden vaak onleesbaar. Potjes, reageerbuisen, of cuvetten voor kortdurende opslag van deelmonsters kunnen wel aan de buitenkant beschreven worden, mits op zodanige wijze dat ze de behandeling duurzaam doorstaan.
- 4 Noteer alle identificatiegegevens en alle bemonsteringsgegevens (methode, hoeveelheid, substraten, e.d.) op de veldwerkstaat en in het LIMS onder het juiste monsternummer.

Tabel 1 Gegevens voor op het etiket van monsters

GEGEVEN	TOELICHTING
Monsternummer	Uniek nummer voor identificatie in LIMS
Meetpunt-identificatie	Unieke meetpuntnaam of meetpuntcode met toevoeging instantie waarbinnen deze code uniek gebruikt wordt, of x,y-coördinaten
Bemonsteringsdatum	DD-MMM-JJJJ, dat wil zeggen 12-aug-2009, niet 12-08-2009
Bemonsteringstijdstip	HH:MM, dat wil zeggen 13:30, niet 1:30
Omvang van het monster	Volume (voor zoöplankton), lengte of oppervlakte (voor macrofauna, sialgalen)
Aard van het monster	Oppervlaktewater, uitknijpsel, aangroei, over 50 µm geconcentreerd oppervlaktewater, e.d.
Concentratiefactor	Indien van toepassing
Naam monsternemer	Volledige naam
Beheerder	Naam beherende instantie of opdrachtgever, bijvoorbeeld Waterschap Hunze en Aa's
Projectaanduiding	Projectnummer of projectomschrijving
Conserveermiddel	Alkalische lugol, formaline

Tabel 2 Gegevens voor op het etiket van deelmonsters

GEGEVEN	TOELICHTING
Monsternummer	Uniek nummer voor identificatie in LIMS
Meetpunt-identificatie	Unieke meetpuntnaam of meetpuntcode
Bemonsteringsdatum	DD-MMM-JJJJ, dat wil zeggen 12-aug-2009, niet 12-08-2009
Fractie	Volume van het deelmonster, of deel van het totale monster

Tabel 3 Gegevens voor op het etiket van preparaten

GEGEVEN	TOELICHTING
Monsternummer	Uniek nummer voor identificatie in LIMS
Meetpunt-identificatie	Unieke meetpuntnaam of meetpuntcode met toevoeging instantie waarbinnen deze code uniek gebruikt wordt, of x,y-coördinaten
Bemonsteringsdatum	DD-MMM-JJJJ, dat wil zeggen 12-aug-2009, niet 12-08-2009
Naam analist	Volledige naam van de maker van het preparaat
Beheerder	Naam beherende instantie of opdrachtgever
Projectaanduiding	Projectnummer of projectomschrijving
Aard van het preparaat	Bijvoorbeeld ED (= epifytische kiezelwieren), Oligochaeten, e.d.





BIJLAGE 12 CHEMICALIËN

Deze bijlage geeft de toepassing en bereiding van een aantal veelgebruikte chemicaliën, op alfabetische volgorde. Benodigdheden voor speciale analysetechnieken hebben we beschreven in bijlage 20 van dit handboek. Raadpleeg ook altijd de actuele Chemiekaarten of documentatie van de leverancier voor zekerheid omtrent risico's en voorzorgsmaatregelen en aanbevelingen voor de verwijdering van (afval) stoffen.

1 Ethanol

Toepassing

Ethanol is een beproefd desinfectie-, ontvetting- en conserveermiddel. In een oplossing met een beetje water (70% V/V) dringt ethanol het snelst de bacteriële cel binnen.

Ethanol is watervrij verkrijgbaar. Een waterige oplossing met een concentratie van 96% ethanol is voor ons gebruik echter goed geschikt en veel goedkoper.

Het gebruik van ethanol 96% dat gedenatureerd is door toevoeging van 5% methanol, is toegestaan voor het bereiden van oplossingen voor tijdelijke veldconservering.

Voor toepassing als conserveermiddel of om object- en dekglaasjes te reinigen, gebruikt men oplossingen in water met verschillende concentraties ethanol, bijvoorbeeld 30%, 70%, 80%, 90% en 96%.

Voor- en nadelen

Door conservering met ethanol (90-96%) blijft organisch materiaal goed bewaard en blijven structuren en andere morfologische kenmerken zichtbaar. In dampdichte flessen of potjes blijven monsters vele jaren houdbaar. Door de wateronttrekkende werking van ethanol kunnen organismen krimpen, waardoor hun biovolume afneemt. Bij concentraties van 80% of lager is dit effect kleiner, maar neemt de fixerende werking af. Een voordeel ten opzichte van formaline is dat de carapax van cladoceren niet opzwelt bij gebruik van 96% ethanol en het broedsel behouden blijft. Monsters geconserveerd in minimaal 90% ethanol kunnen ook nog worden gebruikt voor genetische analyses op basis van DNA-extractie. Dit kan niet bij formaline.

Werking en werkwijze

De conserverende en fixerende werking van ethanol berust op de dehydratie (waterverdrijving) en denaturatie van eiwitten. Door een abrupte onttrekking van water krimpt het weefsel. Daarom worden weke organismen stapsgewijs geconserveerd (bijvoorbeeld eerst in 50% ethanol, daarna in 70% en tenslotte in 96%). Een hoge eindconcentratie is nodig om samenhang tussen de eiwitmoleculen te houden. Ethanol vormt waterstofbruggen tussen eiwitmoleculen, maar verbreekt hierbij de oorspronkelijke bruggen die de structuur van het eiwit vormen.

Ingrediënten

- 1 Ethanol in een oplossing van 96% in water.
- 2 Gedemineraliseerd water (demiwater).

Bereiding

Hieronder geven we de bereiding van 70% ethanol. Die van andere concentraties kan men op een eenzelfde wijze uitvoeren, met aangepaste verhoudingen van water en ethanol.

- 1 Vul een maatcilinder van 1 000 milliliter met 730 milliliter ethanol,
- 2 Vul aan met demiwater tot 1 000 milliliter.



Dosering

Macrozoöplankton en Daphnia

- gebruik een 82% oplossing (eindconcentratie 70-80%). Verdeel het monster over meerdere potjes bij zeer hoge dichtheden van organismen.

Macrofauna

- doden van bloedzuigers: gebruik een 30% oplossing;
- voor het fixeren van alle macrofauna behalve watermijten, wormen en platwormen: gebruik een 70% oplossing;
- voor het fixeren van wormen: gebruik een 96% oplossing.

Kiezelwieren

- voor het conserveren van gereinigde kiezelschaaltjes en voor het reinigen van object- en dekglasjes: gebruik een 80% oplossing.

Opslag

Bewaar de oplossing in een geëtiketteerde fles. Voor gebruik op het lab is een spuitfles handig. Vermeld op het etiket de inhoud en datum van bereiding.

Houdbaarheid

In een dampdichte fles is ethanol onbeperkt houdbaar.

In andere flessen, zoals spuitflessen, zal de concentratie van ethanol geleidelijk afnemen door verdamping.

Monsters geconcentreerd met ethanol in dampdichte flessen of potten zijn vele jaren houdbaar.

Voorzorgsmaatregelen

Ethanol is licht ontvlambaar. Werk dus niet te dicht bij open vuur.

2 Formaline algemeen

Toepassing

Formaline is een oplossing van formaldehyde in water. Als stabilisator wordt gewoonlijk ca. 10% methanol toegevoegd om de omzetting in mierenzuur te verhinderen. Formaline is in de handel verkrijgbaar in de vorm van een verzadigde oplossing van ongeveer 37% (V/V formaldehyde).

Als primair fixatief wordt formaline meestal toegepast in eindconcentraties van 1 tot 10%, afhankelijk van het weefsel en de hoeveelheid organisch materiaal.

Formaline is een moeilijk te vervangen fixeermiddel voor organismen met een inwendig skelet, waarvan de weefsels in optimale staat moeten blijven (bijvoorbeeld gewervelde dieren zoals vis). Daarnaast wordt het gebruikt voor de conservering van zoöplankton en was het populair voor de conservering van kiezelwieren en fytoplankton. Dat wordt nu afgeraden.

Voor- en nadelen

Voor kiezelwieren en fytoplankton geven we de voorkeur aan mens- en milieuvriendelijker alternatieven, respectievelijk invriezen en Lugol. Lugol heeft bovendien het voordeel dat het sneller de cel indringt dan formaldehyde. Daardoor klappen sommige algencellen met een tere celwand uit elkaar, voor ze goed en wel gefixeerd zijn. De resultaten van formalinegefixeerde fytoplanktonmonsters zijn daarom niet vergelijkbaar met die van Lugolgeconserveerde (Thronsdon 1978). Door conservering met formaline kan krimp optreden, waardoor het biovolume van organismen afneemt.

In sommige gevallen kunnen we niet om formaline heen, bijvoorbeeld voor de nafxatie van monsters die lang bewaard moeten worden. Een ander voordeel bij de conservering van algen met formaline is dat autofluorescentie van chlorofyl-a nog enkele dagen tot een maand bestudeerd kan worden, mits de monsters koel en donker bewaard worden.

Werking en additieven

De fixerende werking van formaldehyde berust op de vorming van methyleenbruggen tussen en binnen eiwitmoleculen (cross-linking). Vetachtige stoffen, waaronder celmembranen, worden minder goed gefixeerd. Deze cross-linking verloopt veel efficiënter onder basische condities dan onder zure. Dit moet men in gedachten houden wanneer men monsters uit zure wateren wil conserveren met formaline: gebruik gebufferde formaline of voeg eerst wat bicarbonaat toe aan het monster. Als gevolg van de fixatie kunnen organismen krimpen. Dit geldt ook voor sommige raderdieren, zoals *Synchaeta*. Door de dieren voorafgaand aan de conservering te verdoven met CO₂-verzadigd water kan men dit krimpen beperken. Bij watervlooien (cladoceren) kan het schaalpje (carapax) opzwellen, waardoor het broedsel verloren gaat. Dit effect kan men beperken door gebruik te maken van koude formaline (temperatuur circa 6 °C) waaraan sucrose (sacharose) is toegevoegd (Haney & Hall 1973).

Door oxidatie wordt formaldehyde omgezet in methanol en mierenzuur (Cannizzaro-reactie). Dit kan ook gebeuren onder invloed van licht en treedt vooral op in de lagere eindconcentraties die we hebben in de monsters. Met de vorming van mierenzuur ontstaat schade aan de geconserveerde organismen. Wanneer formaline als primair fixatief wordt gebruikt, moet het daarom geneutraliseerd worden. Dit kan bijvoorbeeld door buffering met hexamethyleentetramine (Thronsdon 1978). Er zijn ook formaline-oplossingen in de handel die gebufferd zijn met calciumcarbonaat (pH 6,9), voor histologische toepassingen. Om de initiële aanwezigheid van mierenzuur in een formaline-oplossing te vermijden, kan men hem bereiden uit het polymeer paraformaldehyde (Reiman *et al.* 1980). Bij concentraties boven 20% kan (weer) een neerslag ontstaan (Thronsdon 1978).

Voorzorgsmaatregelen algemeen

Formaldehyde is een vluchtige stof met een prikkelende geur die direct op de slijmvliezen slaat. Het is kankerwekkend.

Blootstelling van de huid aan oplossingen met een concentraties hoger dan 2% veroorzaakt huidirritatie.

2.1 Neutrale formaline

Toepassing

Voor het nafxieren van Lugolgeconserveerde monsters van fytoplankton en sialalgen die langer dan één jaar bewaard moeten worden.

Ingrediënten

- 1 Formaline 36-40% (V/V) oplossing van formaldehyde in water.
- 2 Hexamethyleentetramine (hexamine).
- 3 Gedemineraliseerd water (demiwater).

Alle chemicaliën moeten van *pro analyse* kwaliteit zijn.

Bereiding

- 1 Los 10 gram hexamine op in 100 milliliter demiwater.
- 2 Voeg deze oplossing toe aan 100 milliliter formaline. Hiermee heeft men een stockoplossing van 18-20% formaline die men gebruikt voor de conservering (zie *Dosering*).

Dosering

Eindconcentratie 0,4-4% (V/V) formaldehyde, afhankelijk van de hoeveelheid organisch materiaal (hoe meer hoe hoger de eindconcentratie).

Opslag

Sla de handelsoplossing van formaline op in de chemicaliënkast.

Sla de stockoplossing op in een dampdichte fles in het donker bij kamertemperatuur.

Sla monsters geconserveerd met formaline gekoeld (4-5 °C) op in het donker.

Houdbaarheid

De stockoplossing is minstens twee jaar houdbaar. Gebruik geen formaline uit een fles wanneer er een wit, vlokkelig neerslag (paraformaldehyde) zichtbaar is.

Monsters geconserveerd met formaline in dampdichte flessen of potten zijn vele jaren houdbaar.

Voorzorgsmaatregelen

Zie ook onder *Formaline algemeen*.

Hexamethyleentetramine werkt irriterend op de huid, ogen en ademhalingsorganen.

Bereid de oplossing in de afzuigkast en voer ook de nafixatie hierin uit. Draag hierbij een laboratoriumjas en handschoenen.

Voor het microscopisch onderzoeken van algenmonsters die nagefixeerd zijn met formaline: sluit de cuvet met het monster af met een dekglasje en zorg daarbij dat er een waterfilmpje tussen de cuvetkolom en het dekglas zit. Werk bij voorkeur met puntafzuiging.

2.2 Formaline met sucrose (sacharose)

Toepassing

Voor het conserveren van zoöplanktonmonsters.

Ingrediënten

- 1 Formaline 36-40% (V/V) oplossing van formaldehyde in water.
- 2 Sucrose (sacharose, $C_{12}H_{22}O_{11}$).

Alle chemicaliën moeten van *pro analyse* kwaliteit zijn.

Bereiding

- 1 Los 40 gram sucrose op in 1 000 milliliter formaline. Hiermee heeft men een stockoplossing van 36-40% formaline met sucrose, die men gebruikt als stockoplossing voor de conservering (zie *Dosering*).

Dosering

Eindconcentratie: 3-4% formaldehyde (V/V).

Houdbaarheid

De stockoplossing is minstens twee jaar houdbaar. Gebruik geen formaline uit een fles wanneer er een wit vlokkelig neerslag (paraformaldehyde) zichtbaar is.

Monsters geconserveerd met formaline in dampdichte flessen of potten zijn vele jaren houdbaar.

Voorzorgsmaatregelen

Zie ook onder *Formaline algemeen*.

Bereid de oplossing in de afzuigkast en voer ook de nafixatie hierin uit. Draag hierbij een laboratoriumjas en handschoenen.

Voor het microscopisch onderzoeken van zoöplanktonmonsters die gefixeerd zijn met formaline: spoel de formaline zoveel mogelijk uit met gefilterd leidingwater, sluit de cuvet met het gespoelde monster af met een dekglasje en zorg daarbij dat er een waterfilmpje tussen de cuvetkolom en het dekglas zit. Werk bij voorkeur met puntafzuiging.

3 Immersie-olie

Toepassing

Immersie-olie is een visceuze olie met een zelfde brekingsindex als glas. Men brengt deze olie aan tussen een preparaat en de lens van een olie-immersie-objectief, om een versturende lichtbreking te voorkomen tussen de lens en lucht. Er is speciale immersie-olie voor gebruik bij fluorescentiemicroscopie.

Men kan kiezen uit verschillende viscositeiten: dun vloeibare, tot dik stroperige immersie-olie. Om de juiste keuze te kunnen maken kan men enkele in de praktijk beproeven. Zie voor meer informatie: <http://www.cargille.com/immeroilspecs.shtml>.

Ingrediënten

Zie specificaties van de fabrikant.

Bereiding

Niet van toepassing; wordt betrokken uit de handel.

Opslag

Immersie-olie wordt geleverd in kunststof flesjes met een dun, afsluitbaar tuitje. Sluit het tuitje af na elk gebruik en verwijder gelekte olie van het flesje met een tissue.

Bewaar de immersie-olie bij een temperatuur tussen 15 °C en 25 °C.

Houdbaarheid

Immersie-olie is in de originele verpakking minstens vijf jaar houdbaar.

Voorzorgsmaatregelen

Sinds een jaar of twintig bevat immersie-olie geen PCB's meer. Een nieuwere generatie immersie-olie van Leica (gemaakt vanaf 1997) bevatte veel epoxyhars. Dit bleek huidklachten te kunnen veroorzaken. Inmiddels is de productie van deze allergene olie gestopt. Immersie-olie kan kankerverwekkende stoffen bevatten (alkylsulfaten). Er zijn echter niet-carcinogene alternatieven in de handel. Voor immersie-olie is een norm beschikbaar: ISO 8036.

4 Insluitmiddelen voor kiezelwieren

Toepassing

Om de structuren van de diatomeeënschaaltjes goed te kunnen zien, worden de schaaltes ingebed in een sterk lichtbrekend middel. Deze insluitmiddelen hebben een brekingsindex (RI = refractive index) van 1,67 of hoger. De beste inbedmiddelen zijn Zrax (RI = 1,72), Naphrax (1,72-1,73) en Pleurax (RI = 1,70-1,75). Het

alternatief Meltmount hardt minder goed uit dan de overige genoemde inbedmiddelen. Dit kan bezwaren opleveren wanneer men de preparaten zeer lange tijd wil bewaren. Verder is het gelijkwaardig aan Naphrax (Haupt 1989).

De meeste insluitmiddelen, behalve Meltmount, bevatten een organisch oplosmiddel. Dit is vaak tolueen, of xyleen. Alleen Pleurax wordt tegenwoordig vaak gemaakt op basis van isoamylalcohol.

Verkrijgbaarheid

Goede goede insluitmiddelen zijn helaas vaak lastig verkrijgbaar. Von Stosch (1974) geeft een recept voor het zelf maken van Pleurax. ZRax en Pleurax zijn verkrijgbaar bij Microlife Services, UK (www.diatoms.co.uk). Pleurax wordt ook gefabriceerd en verkocht door Zaklad Badan Ekologicznych s.c., Rogatka 9, PL 31-425 Kraków, tel./fax +48 12 421 728 of +48 508 393 988 en door Mr Klaus Kemp, Blautannen, Wickham Way, East Brent, Somerset, UK, tel. +44 278 760411.

Naphrax wordt verkocht door Labshop in Twello (www.labshop.nl), door Labstuff in Capelle aan den IJssel (www.labstuff.nl/index.html) en door Brunel Microscopes Ltd, Chippenham (www.brunelmicroscopes.co.uk).

Opslag

Insluitmiddelen worden bewaard in een dampdicht afgesloten flesje bij kamertemperatuur. Raadpleeg de documentatie van de leverancier voor het betreffende product voor precieze informatie.

Houdbaarheid

Mist op de juiste wijze bewaard, zijn insluitmiddelen in het algemeen onbeperkt houdbaar. Raadpleeg de documentatie van de leverancier voor het betreffende product voor precieze informatie.

Voorzorgsmaatregelen

Zoals vermeld bevatten de meeste insluitmiddelen een organisch oplosmiddel.

Werk daarom in de afzuigkast bij het verdunnen van insluitmiddelen en het insluiten van preparaten. Raadpleeg de gebruiksaanwijzingen van de leverancier.

Het veel gebruikte Naphrax bijvoorbeeld is een thermoplastisch polymeer van sulfo-naphthaleen/formaldehyde dat voor ongeveer zes procent uit de weekmaker dimethylphthalate bestaat. De stof zelf is neutraal en niet corrosief, maar wordt opgelost in tolueen (methylbenzeen). Tolueen is niet kankerverwekkend. Bij langdurige blootstelling aan hoge concentraties kan het schade toebrengen aan het centrale zenuwstelsel. De belangrijkste bronnen van blootstelling aan tolueen in het dagelijks leven zijn sigarettenrook en uitlaatgassen. In uitgeharde preparaten is de tolueen verdampt.

5 Insluitmiddelen voor macrofauna

Toepassing

Insluitmiddelen gebruikt men voor het maken van tijdelijke of permanente preparaten van macrofauna-organismen of onderdelen daarvan.

Er zijn diverse insluitmiddelen op de markt en van tijd tot tijd verschijnen nieuwe. Raadpleeg ervaren macrofauna-onderzoekers voor advies (zie [bijlage 2](#)) of raadpleeg leveranciers zoals Vermandel (www.vermandel.com).

6 Koenike-vloeistof

Toepassing

Koenike-vloeistof gebruikt men voor het conserveren van watermijten. Daardoor blijven de dieren mooi intact, met uitgespreide ledematen.

Ingrediënten

- 1 Glycerol, oplossing van 84 tot 88% in water.
- 2 Ijsazijn (watervrije azijnzuur, concentratie 99-100%).
- 3 Gedemineraliseerd water (demiwater).

Alle chemicaliën moeten van *pro analyse* kwaliteit zijn.

Bereiding

- 1 Voeg 50 milliliter glycerol toe aan 30 milliliter demiwater.
- 2 Voeg aan deze oplossing 20 milliliter ijsazijn toe.

Dosering

Gebruik de oplossing onverdund.

Opslag

Bewaar de oplossing in een geëtiketteerde fles. Voor gebruik op het macrofaunalab is opslag in een spuitfles handig. Vermeld op het etiket de inhoud en datum van bereiding.

Houdbaarheid

De Koenike-oplossing is onbeperkt houdbaar.

Monsters geconserveerd met Koenike zijn onbeperkt houdbaar in dampdichte flesjes of potjes.

Voorzorgsmaatregelen en eerste hulp

Ijsazijn (de benaming voor zuiver, watervrij azijnzuur) is corrosief, vluchtig en heeft een stekende geur. Bereid de Koenike-oplossing daarom in de afzuigkast en draag een laboratoriumjas, handschoenen en een veiligheidsbril (zie [hoofdstuk 4, paragraaf 4.4.3.4](#)).

Na huidcontact: huid onmiddellijk met veel water afspoelen. Na oogcontact: ogen met open ooglid en verwijderde contactlenzen een aantal minuten onder stromend water afspoelen (oogdouche) en dokter raadplegen.

7 Levulosesiroop

Toepassing

Levulosesiroop gebruikt men om oligochaeten op te helderen (doorzichtig te maken), zodat men de borstels (chaetae) en penisscheden beter kan zien. Dit kan ook met melkzuur, maar dan raken de dieren wat sneller beschadigd (dmhf (dimethyl hydantoïne formaldehyde) of polyvinylactophenol kunnen ook, maar zijn wat moeilijker te verkrijgen respectievelijk carcinogeen).

Ingrediënten

- 1 D-fructose.
- 2 Gedemineraliseerd water (demiwater).
- 3 L-Melkzuur (2-hydroxypropionzuur), oplossing van ca. 72% in water



Alle chemicaliën moeten van *pro analyse* kwaliteit zijn.

Bereiding

- 1 Voeg in een erlenmeyer 50 gram fructose toe aan 50 milliliter demiwater en voeg daarna enkele druppels melkzuur toe.
- 2 Verwarm de oplossing gedurende 24 uur bij 50 °C (bijvoorbeeld in een waterbad).
- 3 Voeg daarna aan deze oplossing nog 50 milliliter melkzuur toe.

Opslag

Bewaar de oplossing in een geëtiketteerde bruinglazen fles.

Vermeld op het etiket de inhoud en datum van bereiding.

Houdbaarheid

Levulosesiroop is in een donkere fles tenminste één jaar houdbaar.

Voorzorgsmaatregelen en eerste hulp

Melkzuur is irriterend voor huid en ogen. Werk dus in de zuurkast en draag een laboratoriumjas, handschoenen en een veiligheidsbril (zie [hoofdstuk 4, paragraaf 4.4.3.4](#)). Na huidcontact: huid onmiddellijk met water en zeep afwassen en goed naspoelen. Na oogcontact: ogen met open ooglid en verwijderde contactlenzen een aantal minuten onder stromend water afspoelen (oogdouche) en dokter raadplegen.

8 Lugol algemeen

Toepassing

Lugol is een vrijwel verzadigde oplossing van jood (I_2) en kaliumjodide (KI) in water. Het is bij uitstek geschikt voor de conservering van fytoplankton dat geteld moet worden volgens de Utermöhl-methode (zie [bijlage 18](#)).

Voor- en nadelen

Jood heeft een hoog atoomgewicht waardoor Lugol het soortelijk gewicht van de algen verhoogt. Hierdoor bezinkt het fytoplankton sneller in de sedimentatiecuvetten. Andere gunstige eigenschappen van Lugol zijn: het dringt de cel sneller binnen dan formaldehyde, waardoor shockgevoelige organismen beter bewaard blijven dan met formaline; het kleurt de cellen en van sommige groepen ook het zetmeel, waardoor het de herkenbaarheid van algen vergroot.

Lugol beschermt het monster tegen bederf, maar fixeert het organische materiaal niet. Daarom kunnen inwendige celstructuren na verloop van tijd verloren gaan. Wanneer men dit wilt voorkomen moet men de monsters nafixeren met formaline (zie [paragraaf 2](#) van deze bijlage). Andere nadelen van Lugol zijn: sommige details en inwendige structuren worden gemaskeerd door de sterke kleuring (soms helpt toevoeging van thiosulfaat; zie [bijlage 20](#)); monsters met Lugol zijn niet meer geschikt voor het bestuderen van de autofluorescentie van chlorofyl-a; de conserverende werking van Lugol wordt geleidelijk minder, en in monsters met veel organisch materiaal, gaat dat zelfs snel. Nafixeren is dus altijd nodig wanneer men monsters langer goed wil houden.

Werking en additieven

De conserverende werking van Lugol berust op de sterk remmende werking van jood (en andere halogenen) op allerlei biologische processen, dus ook bacteriële afbraak. De joodverbindingen in Lugol oxideren

in de lucht en onder invloed van licht. Daarom slaat men de monsters op in het donker en vult men de monsterpotjes voor circa negentig procent af. Zonder toevoeging wordt Lugol op de duur zuur. Om de conditie van het monster onder controle te houden voegt men daarom doorgaans acetaat of azijnzuur toe. Hierdoor krijgt men respectievelijk alkalische en zure Lugol. Beide hebben een verschillend effect op organismen en geven een iets afwijkende verschijning in de microscoop. Alkalische Lugol geeft wat betere resultaten met zoetwaterplankton (NEN-EN 15204). Met zure Lugol worden sommige tere flagellaten beter behouden (Thronsdon 1978), maar andere flagellaten kunnen gedeeltelijk vervormen.

Zure Lugol wordt in Nederland veelvuldig gebruikt voor mariene monsters. Een groot nadeel van alkalische Lugol is dat het schaalpje van kiezelwieren in alkalische Lugol op de lange termijn oplost. Zure Lugol heeft dit nadeel niet, maar daarin lossen de kalkskeletjes van coccolithoforen op.

Aan het slot van deze paragraaf geven we de bereiding en voorzorgsmaatregelen van achtereenvolgens alkalische Lugol ([subparagraaf 8.1](#)) en zure Lugol ([subparagraaf 8.2](#)). De dosering, opslag en houdbaarheid zijn vergelijkbaar voor beide oplossingen. Daarom geven we die hieronder.

Dosering

Voeg 2 tot 5 milliliter Lugol toe per liter monster. Er moet een stabiele cognackleur ontstaan. De dosering is afhankelijk van de hoeveelheid organisch materiaal in het monster. Twee milliliter is doorgaans al voldoende voor monsters uit oligotrofe wateren, met weinig organische stof. Overdosering leidt tot een te sterke kleuring van organismen, waardoor deze moeilijker te determineren zijn.

Opslag

Lugol oxideert bij blootstelling aan lucht en licht. Daarom bewaart men het in dampdichte bruinglazen flessen. Opslag bij kamertemperatuur volstaat.

Etiket de fles en vermeld op de fles de inhoud en de datum waarop de oplossing gemaakt is.

Sla monsters die geconserveerd zijn met Lugol gekoeld (4-5 °C) op in het donker. Het opslaan van monsters in doorzichtige flessen in plaats van bruine, heeft voordelen omdat men dan aan de kleur de staat van de conservering kan beoordelen (zie *Dosering*).

Houdbaarheid

De stockoplossing van Lugol is in dampdichte bruinglazen flessen minstens één jaar houdbaar.

Monsters geconserveerd met Lugol moet men niet langer dan één jaar willen bewaren. Wil men dat wel, zorg dan voor nafixatie met formaline.

8.1 Alkalische Lugol

Ingrediënten

- 1 Kaliumjodide (KI).
- 2 Jood (I_2).
- 3 Natriumacetaat (NaAc).
- 4 Gedemineraliseerd water (demiwater).

Alle chemicaliën moeten van *pro analyse* kwaliteit zijn.

Bereiding

- 1 Los op in 1 demiliter water: 150 gram kaliumjodide en daarna 50 gram jood.



- 2 Voeg hieraan toe: 100 gram natriumacetaat.

Voorzorgsmaatregelen en eerste hulp

Voer de bereiding uit in de afzuigkast. Draag een laboratoriumjas en handschoenen.

Voor het werken met Lugol en Lugol-geconserveerde monsters is gewone ventilatie voldoende.

Herhaalde, excessieve blootstelling aan Lugol kan huidirritatie veroorzaken.

Bij blootstelling van de huid aan meer dan vijf druppels: huid onmiddellijk met veel water afspoelen.

Eventuele kleding waarop gemorst is uittrekken.

Na oogcontact: ogen met open ooglid en verwijderde contactlenzen minstens vijftien minuten onder stromend water afspoelen (oogdouche) en dokter raadplegen.

8.2 Zure Lugol

Ingrediënten

- 1 Kaliumjodide (KI).
- 2 Jood (I_2).
- 3 Ijsazijn (watervrije azijnzuur, concentratie 99-100%).
- 4 Gedemineraliseerd water (demiwater).

Alle chemicaliën moeten van *pro analyse* kwaliteit zijn.

Bereiding

- 1 Los op in 1 liter demiwater: 150 gram kaliumjodide en daarna 50 gram jood.
- 2 Voeg hieraan toe: 100 milliliter ijsazijn.

Voorzorgsmaatregelen en eerste hulp

Ijsazijn (de benaming voor zuiver, watervrij azijnzuur) is corrosief, vluchtig en heeft een stekende geur.

Bereid de zure Lugol-oplossing daarom in de afzuigkast en draag een laboratoriumjas, handschoenen en een veiligheidsbril (zie [hoofdstuk 4](#), [paragraaf 4.4.3.4](#)).

Na huidcontact: huid onmiddellijk met veel water afspoelen.

Na oogcontact: ogen met open ooglid en verwijderde contactlenzen een aantal minuten onder stromend water afspoelen (oogdouche) en dokter raadplegen.

Voor het werken met Lugol en Lugol-geconserveerde monsters is gewone ventilatie voldoende.

Herhaalde, excessieve blootstelling aan Lugol kan huidirritatie veroorzaken.

Bij blootstelling van de huid aan meer dan vijf druppels: huid onmiddellijk met veel water afspoelen.

Eventuele kleding waarop gemorst is uittrekken.

Na oogcontact: ogen met open ooglid en verwijderde contactlenzen minstens vijftien minuten onder stromend water afspoelen (oogdouche) en dokter raadplegen.

9 Melkzuur

Toepassing

Melkzuur gebruikt men om muggenlarven (chironomiden) of oligochaeten op te helderen (doorzichtig te maken). Daardoor kan men de monddelen, borstels (chaetae), of penisscheden beter zien. Een alternatief

hiervoor is levulosesiroop (zie [paragraaf 7](#) van deze bijlage).

Ingrediënten

- 1 L-Melkzuur (2-hydroxypropionzuur), oplossing van ca. 72% in water.

Melkzuur is verkrijgbaar in oplossingen van verschillende concentraties. Een concentratie van ongeveer 72% is voor ons doel geschikt.

Bereiding

Niet van toepassing. In de handel verkrijgbaar.

Opslag

Bewaar de stockoplossing in de originele fles in de chemicaliënkast en vul hieruit een geëtiketteerd, bruin-glazen druppelflesje voor gebruik op het lab.

Vermeld op het etiket de inhoud en datum van vulling.

Aan de opslag van melkzuur worden geen bijzondere eisen gesteld.

Houdbaarheid

Melkzuur is in de originele verpakking minstens vijf jaar houdbaar.

Voorzorgsmaatregelen en eerste hulp

Melkzuur is irriterend voor huid en ogen. Werk dus in de zuurkast en draag een laboratoriumjas, handschoenen en een veiligheidsbril (zie [hoofdstuk 4](#), [paragraaf 4.4.3.4](#)).

Na huidcontact: huid onmiddellijk met water en zeep afwassen en goed naspoelen.

Na oogcontact: ogen met open ooglid een aantal minuten onder stromend water afspoelen (oogdouche) en dokter raadplegen.

10 Verdunningsvloeistof met Lugol

Toepassing

Verdunningsvloeistof met Lugol gebruikt men voor de volgende toepassingen:

- om algenmonsters met een te hoge dichtheid van deeltjes te verdunnen;
- om de bodem van de cuvet te voorzien van een laagje vloeistof voor een betere verdeling van deeltjes over de cuvetbodem;
- om cuvetten geheel af te vullen met vloeistof wanneer dit niet mogelijk is met alleen het (deel)monster.

Ingrediënten

- 1 Alkalische of zure Lugol uit de stockoplossing (zie [paragraaf 8.1](#) en [8.2](#) van deze bijlage).
- 2 Algenvrij leidingwater (zie opmerking onderaan in deze paragraaf).

Bereiding

- 1 Vul een fles voor negentig procent met koud leidingwater.
- 2 Voeg hieraan zure of alkalische Lugol toe, afhankelijk van de conservering van de monsters die men analyseert.
- 3 Dosering: 3 milliliter lugol per liter leidingwater.

Opslag

Sla de verdunningsvloeistof op in een geëtiketteerde, bruin-glazen fles bij kamertemperatuur.



Vermeld op het etiket de inhoud en datum van bereiding.

Houdbaarheid

Afgeschermd van licht is verdunningsvloeistof minstens een half jaar houdbaar.

Voorzorgsmaatregelen

Zie Lugol ([paragraaf 8](#) van deze bijlage).

Opmerking

Het leidingwater moet geen organismen bevatten die de analyse verstoren. Daarom filtert men het leidingwater eerst over een GFC-filter, of men onderzoekt een blanco op de aanwezigheid van dit soort organismen.

11 Waterstofperoxide

Toepassing

Waterstofperoxide gebruikt men bij de oxidatie van kiezelwieren.

Waterstofperoxide is in de handel verkrijgbaar in een oplossing met een concentratie van 30%. Voor de toepassing gebruikt men deze oplossing.

Dosering

Kiezelwieren:

- gebruik een 30% oplossing.

Opslag

Sla de oplossing op in de originele verpakking in de chemicaliënkast. Raadpleeg de aanwijzingen op het etiket. Oplossingen zijn explosief in hogere concentraties. Daarom wordt waterstofperoxide geleverd in kunststof donkere flessen.

Houdbaarheid

Waterstofperoxide valt geleidelijk uiteen in water en zuurstof. Deze auto-redoxreactie wordt versneld door licht en bovendien gekatalyseerd door stoffen die bij opening in de oplossing vallen. De oplossing is daarom beperkt houdbaar.

Hou voor ongeopende flessen een houdbaarheid aan van niet meer dan vijf jaar.

Hou voor geopende flessen een houdbaarheid aan van niet meer dan twee jaar.

Voorzorgsmaatregelen

Een oplossing van waterstofperoxide is zeer reactief. Het is oxiderend en corrosief. Behandel het daarom voorzichtig. Werk in de afzuigkast, draag handschoenen, een veiligheidsbril en een laboratoriumjas.

12 Zoutzuur

Toepassing

Zoutzuur gebruikt men voor het ontkalken van kiezelwiermonsters en het scheiden van de kiezelwieren van hun substraat (extractie). Daarnaast gebruikt men het voor het ontkalken van sommige kranswieren, om een determinatie mogelijk te maken.

Zoutzuur is in de handel verkrijgbaar als waterige oplossing met een gehalte van 37% (W/V). Voor de toe-

passingen gebruikt men verdunde oplossingen.

Ingrediënten

- 1 Zoutzuur, oplossing van 37% (W/V).
- 2 Gedemineraliseerd water (demiwater).

Bereiding

Hieronder geven we de bereiding van 10% zoutzuur. Die van andere concentraties kan men op een eenzelfde wijze uitvoeren, met aangepaste verhoudingen van water en zoutzuur.

- 1 Doe 730 milliliter demiwater in een maatcilinder van 1 000 milliliter.
- 2 Vul aan met 270 milliliter zoutzuur.

Pas op

Geconcentreerd zoutzuur reageert heftig met water, bij verdunning van zoutzuur komt warmte vrij!

Dosering

Kiezelwieren

- gebruik een 10% oplossing voor gecombineerde extractie/ontkalking;
- gebruik een 37% oplossing voor ontkalking bij mechanische extractie.

Kranswieren

- gebruik een 10% oplossing.

Opslag

Sla de handeloplossing op in de originele verpakking in de chemicaliënkast Raadpleeg de aanwijzingen op het etiket.

Sla de stockoplossing op in een geëtiketteerde, dampdichte glazen fles bij kamertemperatuur in de chemicaliënkast of afzuigkast.

Vermeld op het etiket de inhoud en datum van bereiding.

Houdbaarheid

De oplossing is onbeperkt houdbaar.

Voorzorgsmaatregelen

Zoutzuur is een sterk, zeer corrosief zuur. Bij hogere concentraties ontwijkt HCl-damp wanneer men de fles bij kamertemperatuur open draait. Behandel zoutzuur daarom uiterst voorzichtig. Werk altijd in de afzuigkast, draag zuurbestendige handschoenen, een gezichtsmasker of een veiligheidsbril en een laboratoriumjas.

Voeg NOOIT zoutzuur en bleekwater samen; er ontstaat dan chloorgas.

13 Zwavelzuur

Toepassing

Zwavelzuur gebruikt men facultatief voor het verkolen van kiezelwiermonsters. Zwavelzuur is in de handel verkrijgbaar als waterige oplossing met een gehalte van 96% (W/V). Voor de toepassingen gebruikt men



deze oplossing.

Dosering

Kiezelwieren:

- gebruik een 96% oplossing.

Opslag

Sla de oplossing op in de originele verpakking in de chemicaliënkast. Raadpleeg de aanwijzingen op het etiket.

Houdbaarheid

De oplossing is onbeperkt houdbaar.

Voorzorgsmaatregelen

Zwavelzuur is een sterk, zeer corrosief zuur. Behandel het daarom uiterst voorzichtig. Werk altijd in de afzuigkast, draag zuurbestendige handschoenen, een gezichtsmasker of een veiligheidsbril en een laboratoriumjas.

Bij eventuele verdunning moet men het zuur ALTIJD toevoegen aan het water en niet het water aan het zuur. Zwavelzuur is namelijk zwaarder dan water; giet men het water bij het zuur dan gaat het mengsel onderin koken, wat tot heftig spatten kan leiden.

14 Literatuurverwijzingen

- Haney JF & Hall DJ (1973) Sugar-coated Daphnia: a preservation technique for Cladocera. *Limnology and Oceanography* 18: 331-333.
- Haupt PM (1989) Insluitmiddelen voor het diatomeeën onderzoek. *Diatomededelingen* 7: 11-12.
- NEN-EN 15204 (2006) *Water quality - Guidance standard on the enumeration of phytoplankton using inverted microscopy (Utermöhl technique)*. Nederlands Normalisatie-instituut, Delft. 42 pp.
- Thronsdon J (1978) Preservation and storage. In: Sournia A (red) *Phytoplankton manual. Monographs on oceanographic methodology* 6, UNESCO, Parijs. pp 69-74.
- Reiman BEF, Duke EL & Floyd GL (1980) Fixation, embedding, sectioning, and staining of algae for electron microscopy. In: Gantt E (red) *Developmental and cytological methods. Handbook of phycological methods*. Cambridge University Press, Cambridge. pp 285-303.
- Von Stosch HA (1974) Pleurax, seine Synthese und seine Verwendung zur Einbettung und Darstellung der Zellwände von Diatomeen, Peridineen und anderen Algen, sowie für eine neue Methode zur Elektivfärbung von Dinoflagellaten-Panzern. *Archiv für Protistenkunde* 116: 132-141.

BIJLAGE 13

HOMOGENISEREN VAN MONSTERS

Om een representatief deelmonster aan een monster te kunnen onttrekken moet het monster goed gehomogeniseerd zijn. Hieronder verstaan we een volledige resuspensie en menging van alle deeltjes die in het monster aanwezig zijn.

Voor het homogeniseren beschrijven we twee werkwijzen:

- 1 schudden met de hand;
- 2 schudden met het schudapparaat.

1 Schudden met de hand

Werkwijze

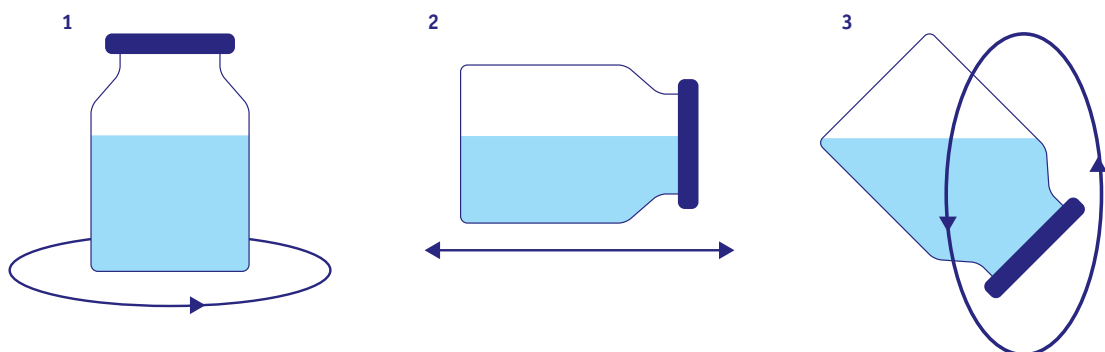
- 1 Zorg voor een goede afsluiting van de monsterfles of -pot.
- 2 Schud de monsterpot rechtop in horizontale cirkelbewegingen gedurende twintig seconden, om bezonken deeltjes los te maken (figuur 1-1).
- 3 Schud de fles liggend heen en weer gedurende twintig seconden (figuur 1-2).
- 4 Schud de monsterfles rechtop in verticale cirkelbewegingen gedurende twintig seconden (figuur 1-3).
- 5 Neem direct daarna een deelmonster.

Opmerking

Het schudden moet niet met kracht gebeuren, maar ook niet te voorzichtig. Hou ongeveer 120 schudbewegingen per minuut aan. De drie opeenvolgende schudbewegingen moeten voorkomen dat er een kolk ontstaat in de fles, die tot een niet-homogene verdeling van deeltjes kan leiden. Het gebruik van vierkante monsterpotten in plaats van ronde, verdient ook om deze reden de voorkeur.

Fig 1 Drie opeenvolgende schudbewegingen

De opeenvolgende drie schudbewegingen moeten zorgen voor homogenisatie van een monster zonder kolk in het centrum van de fles of pot.



2 Schudden met het schudapparaat

Voor de hierboven beschreven manier van schudden zijn ook apparaten in de handel. Dit zijn de zogenaamde tumbler mixers, die een driedimensionale schudbeweging maken volgens het Paul Schatz principe (bijvoorbeeld het Inversina schudapparaat, met zowel gemotoriseerde, als handmatig aan te drijven



modellen (figuur 2).

De klassieke schudapparaten met een roterende beweging veroorzaken een kolk in de fles/pot en zijn daardoor ongeschikt voor een goede homogenisatie van suspensies van algen, zoöplankton en andere deeltjes. Bovendien zijn deze apparaten niet altijd in staat om zwaardere deeltjes volledig in resuspensie te krijgen. Dat geldt ook voor wip- en tuimelschudapparaten.

Werkwijze

- 1 Zorg voor een goede afsluiting van de monsterfles of -pot.
- 2 Zet de monsterpot op de juiste wijze vast in het schudapparaat (volg de gebruiksaanwijzing).
- 3 Zet de frequentie op ca. honderd schudbewegingen per minuut en laat het monster gedurende één minuut geschud worden.
- 4 Neem direct daarna een deelmonster.

Fig 2 Een schudapparaat volgens het principe van Paul Schatz

Het apparaat maakt een driedimensionale schudbeweging. Foto: Laval lab.



BIJLAGE 14 PIPETTEN

In de werkvoorschriften gebruiken we pasteurpipetten en automatische volumepipetten. In deze bijlage beschrijven we deze en geven we voorschriften voor het gebruik en de kalibratie van volumepipetten.

1 Pasteurpipet

Pasteurpipetten zijn hulpmiddelen om kleine hoeveelheden vloeistof op te zuigen en over te brengen, maximaal drie milliliter. Het volume van deze hoeveelheden hoeft niet heel nauwkeurig bekend te zijn. Je gebruikt een pasteurpipet bijvoorbeeld om een druppeltje monster op een voorwerpglas te brengen, of een druppeltje waterstofperoxide toe te voegen. Handig voor in het veld zijn de kunststof pipetten met (grove) maatverdeling (figuur 1). Deze kan men gebruiken om lugol toe te voegen voor de conservering van fytoplanktonmonsters of voor het bemonsteren van sialgalen in het aangroei van zandig sediment.

Fig 1 Een kunststof 'pasteur'pipet met grove maatverdeling



2 Volumepipet

Instelbare automatische pipet

Een volumepipet gebruiken we om een nauwkeurig bekende hoeveelheid reagentia of monstermateriaal af te meten en over te brengen. Voor onze werkvoorschriften bevelen we instelbare, automatische pipetten (bijvoorbeeld Eppendorf of Finn pipetten) met losse tips aan. Onderstaande werkvoorschriften zijn daarop gebaseerd.

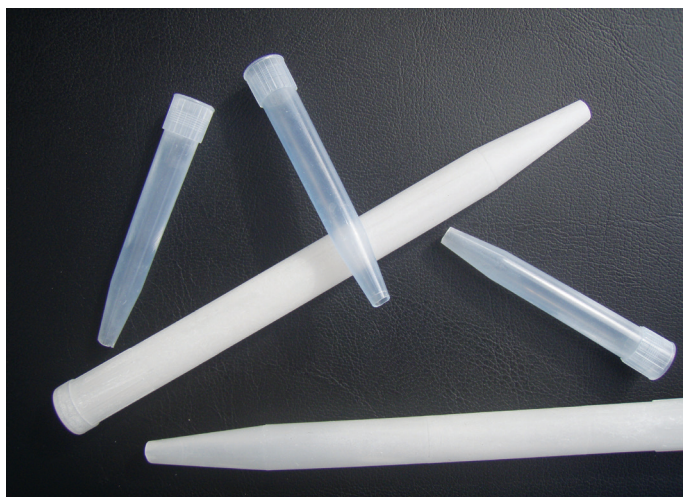
Afgesneden tips

Om de tips te kunnen gebruiken voor het pipetteren van monstermateriaal (algenmonsters) moet men het puntje van de tip afsnijden, tot een inwendige doorsnede van drie tot vier millimeter (figuur 14.2). Probeer dit afsnijden op een standaard manier te doen, zodat de inwendige diameters zo goed mogelijk overeenkomstig zijn.



Fig 2 Pipettips met afgesneden punt

Pipettips met afgesneden punt, zodat een verwijde mondopening ontstaat met een inwendige diameter van drie tot vier millimeter.



Bereik en kalibratie

In het algemeen zal men toe kunnen met twee maten volumepipetten, bijvoorbeeld één die instelbaar is van 200-1000 microliter, en één van 1-5 milliliter (figuur 3).

Volumepipetten zijn instelbaar op een bepaald volume maar moeten altijd gekalibreerd worden. Zeker met het gebruik van afgesneden, verwijde tips, zal het gepipetteerde volume afwijken van de ingestelde waarde. Het kalibreren doet men het beste met behulp van een analytische balans met een aflezing van 0,1 milligram.

Fig 3 Twee automatische pipetten met verschillend bereik



3 Pipetteren van niet-visceuze vloeistoffen (oplossingen en oplosmiddelen)

Werkvoorschrift

Werkwijze

- 1 Zorg voor acclimatisatie van alle materialen en vloeistoffen bij omgevingstemperatuur.
- 2 Steek een standaard (niet afgesneden) pipetpunt stevig aan de pipet.
- 3 Druk de zuigerstang van de pipet tot aan het doordrukpunt, steek de standaard (nauwe) pipettip net onder het vloeistofoppervlak en zuig de vloeistof rustig op. Let op lekkage: wanneer de opgezogen vloeistof wegdruppelt na opzuiging, moet men een nieuwe pipettip gebruiken.
- 4 Pipetteer de vloeistof terwijl de pipettip schuin tegen de wand wordt gehouden.
- 5 Druk de zuigerstang door het doordrukpunt heen om de tip leeg te blazen.

4 Pipetteren van planktonmonsters met verwijde pipettips

Werkvoorschrift

Werkwijze

- 1 Zorg voor acclimatisatie van alle materialen en monsters bij omgevingstemperatuur.
- 2 Homogeniseer het monster ([bijlage 13](#)).
- 3 Steek een wijde (afgesneden) pipettip stevig aan de pipet.
- 4 Druk de zuigerstang van de pipet tot aan het doordrukpunt, steek dan de pipettip twee tot drie centimeter onder het vloeistofoppervlak en zuig het monster rustig op. Let op lekkage: wanneer het opgezogen deelmonster wegdruppelt na opzuiging, moet men een nieuwe pipettip gebruiken.
- 5 Til de pipet rustig en rechtstandig uit het monster. Let daarbij op eventueel aanhangende druppels aan de schacht van de pipettip en strijk deze zonodig af.
- 6 Vul de sedimentatiekamer (cuvet) zonder uitblazen van de pipettip. Houd de punt rechtstandig in het cuvet en verbreek dan rustig het contact met het vloeistofoppervlak.

5 Kalibreren van automatische pipetten met losse tips

Achtergrond

Instelbare automatische pipetten met losse tips moet men van tijd tot tijd kalibreren om de afwijking te bepalen ten opzichte van het ingestelde volume. Bij het gebruik van verwijde pipettips is een afwijking zeker te verwachten en is kalibratie per batch van tips noodzakelijk.

Hieronder geven we een eenvoudige en betrouwbare methode voor het kalibreren van automatische pipetten in combinatie met tips met een standaard en een verwijde mondopening.

Principe

Een hoeveelheid water wordt tien keer gepipetteerd in een bekersglasje volgens de standaard methode (zie [paragraaf 4](#) in deze bijlage). Het bekersglasje staat op een analytische balans. Men bepaalt de standaardafwijking aan de hand van het gewicht na iedere pipettering.

Werkvoorschrift

Benodigheden

- a Automatische pipet (Eppendorf, Finn).
- b Bijbehorende standaard tips en verwijde tips met tipopening 3-4 mm.
- c Analytische balans, bereik minstens 200 gram, afleesnauwkeurigheid 0,1 milligram.
- d Bekersglasje van 100 milliliter.
- e Gedemineraliseerd water of Milli-Q.



Werkwijze

- 1 Zorg dat alle instrumenten, hulpmiddelen en vloeistoffen op dezelfde omgevingstemperatuur zijn.
- 2 Kalibreer de analytische balans met het interne kalibratieprogramma.
- 3 Plaats het bekersglasje op de analytische balans en tarreer de balans.
- 4 Pipetteer een voor de analyse gebruikelijk volume gedemineraliseerd water of Milli-Q volgens de standaard werkwijze ([paragraaf 4 bijlage 14](#)). Noteer het gewicht en tarreer de balans opnieuw.
- 5 Herhaal stap 3 negen keer met telkens een andere pipettip van hetzelfde type.
- 6 Bereken de gepipetteerde volumina uit de geregistreerde gewichten en bepaal hieruit de standaardafwijking en de precisie.
- 7 Voer deze kalibratie uit voor de standaardtips en de tips met verwijde mondopening. Kalibreer elke nieuwe batch van tips voorafgaand aan de ingebruikname.

BIJLAGE 15 STAANDE MICROSCOOP

1 Beschrijving

De staande microscoop is het klassieke model. De objectieven zitten boven het object dat men wil bekijken en de condensor eronder ([figuur 1](#)). Bij de omkeermicroscoop is dat net andersom (zie [bijlage 16](#)).

In de werkvoorschriften van dit handboek gebruikt men de staande microscoop voor de determinatie en telling van kiezelwieren, de determinatie van sommige diergroepen macrofauna (bijvoorbeeld oligochaeten) en, als aanvullend onderzoek, voor het bepalen van de leeftijd van vis aan de hand van schubben. Eventueel kan men ook de analyse van sialgalen met een staande microscoop uitvoeren. Het gebruik van een omkeermicroscoop hierbij heeft echter grote voordelen (zie het [intermezzo 8.1](#) in [hoofdstuk 8](#)).

Fig 1 Staande microscoop

Foto: Olympus.



Toenemende beperktheid van lichtmicroscopie voor kiezelwieren

Door de ontwikkeling van de elektronenmicroscopie, vooral na 1950, zijn ook de details die men nog aan een kiezelschaaltje kan waarnemen steeds kleiner geworden. Hierbij bleek dat structuren die in de lichtmicroscoop overeenkomstig lijken, op submicroscopisch niveau toch heel verschillend kunnen zijn. Hierdoor heeft ook de taxonomie zich verder ontwikkeld. Het resultaat is dat er steeds meer soorten zijn beschreven waarvan we de kenmerken niet goed meer kunnen waarnemen met een conventionele lichtmicroscoop. Voor het routineonderzoek met de huidige beoordelingssystemen voldoet deze microscoop echter nog goed.

Elektronenmicroscopen zijn nog te duur en te omslachtig voor dit routineonderzoek. Hier lijkt verandering in te komen met een nieuwe generatie tafelform scanning-elektronenmicroscopen. Deze combineren de snelheid en de compactheid van de lichtmicroscoop met de relatief hoge vergrotingen en het hoge oplossend vermogen van een traditioneel scanning-elektronenmicroscoop (Pex 2007).

2 Eisen

Hieronder beschrijven we de minimale eisen waaraan een staande microscoop zou moeten voldoen, om hem in te kunnen zetten voor betrouwbare determinaties en tellingen. Hierbij is uitgegaan van de toepassing bij de analyse van kiezelwieren ([hoofdstuk 9](#)). Voor de hierboven genoemde andere toepassingen zijn de eisen aan de optische prestaties minder zwaar.

In het kort samengevat zijn de eisen voor onderzoek aan kiezelwieren:

- a** hoge apertuur objectieven, bijvoorbeeld achromaten, 20×/0,5-0,7, 60×/1,3 of hoger, 100×/1,3 of hoger;
- b** bijbehorende grootveldocularen (twee voor binoculair), bij voorkeur 10×, waarvan één met focusseerbare oculairmicrometer;
- c** goed gecorrigeerde korte-werkafstand condensor, met numerieke apertuur (NA) van minimaal 0,9 (droog) of groter dan 1 (met olie- of waterimmersie);
- d** ergonomische laagliggende bediening om te focuseren (scherp te stellen);
- e** stabiele kruistafel (x-y tafel) met ergonomische coaxiale bediening;
- f** halogeen verlichting (50W minimaal) met bijbehorende daglichtfilters;
- g** optische zijpoort(en) voor digitale fotografie.
- h** de microscoop moet optimaal zijn ingesteld en onderhouden, en de oculairmicrometer moet gekalibreerd zijn voor elk objectief in combinatie met de toegepaste condensor(s).

Oculairen

De microscoop moet binoculair ingericht zijn, met bijpassende 10× of 12,5× grootveldocularen (wide field), waarvan één voorzien is van een oculairmicrometer. Een bijpassende discussietubus met een tweede binoculaire kop en een aanwijsmogelijkheid is onmisbaar voor instructie tijdens inwerktrajecten.

Objectieven

De microscoop moet voorzien zijn van een 100× objectief met een numerieke apertuur (NA) van minstens 1,3. Voor het scannen van een preparaat op schaarse soorten zijn daarnaast zwakkere objectieven nodig: 20 × (NA 0,5-0,7) en eventueel 60× of 63× (NA minimaal 1,3). De objectieven moeten olie-immersie-objectieven zijn.

Sterke droge objectieven kunnen theoretisch dezelfde optische kwaliteit hebben als immersie-objectieven. In de praktijk is dat echter onmogelijk. Omdat lucht een heel andere brekingsindex heeft dan water, glas en immersie-olie, kan de theoretische beeldkwaliteit alleen bereikt worden als de afstand van het object tot het dekglas minimaal is. Bovendien moet de dikte van het dekglas exact overeenkomen met de dikte die de ontwerpers van het objectief gehanteerd hebben bij hun berekeningen. Iedere afwijking leidt tot duidelijk kwaliteitsverlies.

Objectieven van het type planapochromaat, die grote voordelen hebben voor plankton en sialgen, hebben voor diatomeeën geen zin. Ze beelden een plat object in één vlak af, maar diatomeeën zijn (vrijwel) nooit plat. Gewone achromaten, die tegenwoordig een veel betere kleurcorrectie hebben dan vroeger, voldoen uitstekend.

Voorzorgsmaatregelen en onderhoud bij gebruik van immersie-olie

De frontlens van het objectief moet men regelmatig reinigen, bijvoorbeeld eens per week. De meest veilig bevonden schoonmaakmiddelen hiervoor zijn petroleumether of wasbenzine. Hiermee kan men ook onbedoelde sporen van immersie-olie verwijderen van droge objectieven. Zie [bijlage 12](#) voor informatie over de immersie-olie zelf.

Condensor

De condensor moet een numerieke apertuur hebben van minimaal 0,9. Dit kan een droge condensor zijn of één die gebruikt moet worden met olie- of waterimmersie.

Belichting

In beginsel doet het oplossend vermogen van een goede helderveldconfiguratie niet onder voor die van uitlichtingsmethoden die vaker gebruikt worden voor kiezelwieren: fasecontrastbelichting, annulaire belichting of interferentiecontrastbelichting. Doordat bij deze speciale belichtingen het contrast echter veel groter is dan in helderveld (met behoud van resolutie), kunnen hierbij details zichtbaar zijn die men in helderveld niet of nauwelijks kan waarnemen. Kleine, zwak verkiezelde soorten worden daarvoor minder snel over het hoofd gezien en soorten met heel fijne structuren kunnen beter gedetermineerd worden.

Annulaire belichting ('donkerveld') geeft een maximaal oplossend vermogen, maar de mate van contrastverhoging is vaak enigszins afhankelijk van het gebruikte objectief. Die van fasecontrast is doorgaans beperkt door de lage numerieke apertuur van de fase-annulus in de condensor. Interferentiecontrast heeft een azimuth-effect, waardoor in principe een roterende tafel nodig is voor maximaal contrast. Voor kiezelwieren is donkerveld-belichting het beste alternatief.

Bij helderveld- en fasecontrastbelichting moet men gebruik maken van de instelling volgens het principe van Köhler. Zie hiervoor de handleiding van de microscoopfabrikant of Nultsch (2001) en Sterrenburg (2002).

Voor het werken met sterkere vergrotende objectieven moet voldoende licht ter beschikking zijn, minimaal 50W of (beter nog) 100W halogeenverlichting.

Tegenwoordig zijn er ook witte LED-lampjes met een hoge lichtopbrengst in de handel, die relatief simpel in de bestaande lamphuizen kunnen worden ingebouwd. De lichtopbrengst van deze lampjes ligt op een hoger niveau dan van de bestaande 100W halogeen lampen.

Oculairmicrometer

De microscoop moet voorzien zijn van een mogelijkheid om de afmetingen van de diatomeeën vast te stellen. Hiertoe is een van de oculairen voorzien van een gekalibreerde oculairmicrometer. Aanvullend kan een elektronisch/digitaal systeem beschikbaar zijn om de routinemetingen mee uit te voeren. Een dergelijk systeem is meestal ingebouwd in fotografie- en archiefsoftware van microscopen. Ook zo'n meet-systeem moet gekalibreerd zijn met een objectmicrometer.

Objectmicrometers schaft men aan bij de leveranciers van de microscoop.

Kruistafel

De kruistafel moet een inrichting hebben om een preparaat goed vlak vast te leggen. Voor ergonomisch gebruik van de kruistafel moet de bediening coaxiaal en laagliggend gemonteerd te zijn. De bediening moet met één hand te bedienen zijn, zodat de andere hand vrij is voor het scherpstellen.

Digitale camera

Voor het documenteren en uitwisselen van informatie over (nieuwe of problematische) soorten is een aansluitmogelijkheid voor een digitale camera aan te bevelen. Een dergelijke opstelling kan men tevens gebruiken voor groottemetingen. Daarvoor moet ook dit systeem voor elk in te zetten objectief gekalibreerd worden met behulp van de eerder genoemde objectmicrometer.

Markeren

Van moeilijke of nieuwe soorten kan men een foto maken om te tonen aan experts ter validatie. Voor dit doel is het daarnaast gewenst te beschikken over een systeem om de positie van bepaalde schaaltsjes in het preparaat te kunnen markeren. Dit is ook voor de eigen referentiecollectie praktisch.

Voor dit markeren heeft men twee mogelijkheden. De eerste is om met een speciaal daarvoor geschikte snijdiamant of inktstift, die is gemonteerd in een van de objectiefovattingen, een ringetje te maken om de bewuste diatomee. Om het ringetje gemakkelijk terug te kunnen vinden, moet de positie daarvan wel worden aangegeven. Dit kan bijvoorbeeld op een plattegrondje van het preparaat. Ook is het mogelijk om met een waternaste fijnschrijver een puntje te zetten naast de markering op het dekglas.

De tweede manier van markeren (goedkoper dan een snijdiamant), is om een England Finder (Graticules Ltd., www.graticules.com) te gebruiken. Dat is een op een objectglas gesneden raster met vaste indeling. De expert waarmee men correspondeert moet dan ook zo'n England Finder hebben.

Het noteren van kruistafelcoördinaten, anders dan voor eigen gebruik op korte termijn, moet worden afgeraden. De reden is dat deze coördinatensystemen op uiteenlopende microscopen verschillen kunnen vertonen. Zelfs na een grote onderhoudsbeurt komt het voor dat de kruistafel van dezelfde microscoop is verschoven.

Ergonomie

Zeer belangrijk is een ergonomische uitvoering van de microscoop. Analisten zitten vaak uren per dag achter zo'n apparaat. Een ergonomische uitvoering van de microscoop zelf en de microscoopwerkplek zijn essentieel om lichamelijke klachten te voorkomen (zie ook [hoofdstuk 4](#)).

Hieronder noemen we enkele aandachtspunten:

- de microscoop moet volledig bediend kunnen worden (scherpstellen en kruistafelbediening) terwijl de armen ondersteund zijn;
- de scherpstelling en bediening van de kruistafel dient niet met dezelfde hand te moeten gebeuren;
- de 'inkijk'-hoogte van de oculairen dient afgestemd te worden op de grootte van de analist (in combinatie met de tubushoek);

3 Onderhoud en ingangscontrole

Zie bijlage 16.

4 Kalibratie

Bij het gebruik van de staande microscoop voor de hiervoor genoemde toepassingen, moet men één onderdeel kalibreren bij ingebruikname en na elk jaarlijks onderhoud:

- 1 de oculairmicrometer en eventueel het fotografisch meetsysteem.

Zie [bijlage 16](#) voor de uitvoering van deze kalibraties.

Daarnaast moet men vaststellen of het oplossend vermogen van de microscoop voldoet aan de eisen voor het determineren van kiezelwieren. Ook dit doet men bij ingebruikname en na elk jaarlijks onderhoud.

Oplossend vermogen

Diatomeeën hebben prachtige vormen en structuren. Deze liggen vaak aan de grens van of onder het oplossend vermogen (rond 0,25 µm) dat men kan bereiken met goede microscopen en de gebruikelijke werkwijze. Men test het oplossend vermogen van de microscoop met speciale testpreparaten. Dit zijn prepara-

ten van geselecteerde diatomeeënsoorten, die voor de determinatie een toenemende resolutie vergen van de microscoop. Men kan deze testpreparaten bestellen bij Microlife Services, UK (www.diatoms.co.uk). De ongeveer veertig transapicale striae (streepjes loodrecht op de lengterichting) per tien micrometer van de bekende testsoort *Amphipleura pellucida* moeten zichtbaar gemaakt kunnen worden met de microscoop.

5 Literatuurverwijzingen

- Nultsch W (2001) *Mikroskopisch-Botanisches Praktikum für Anfänger*. 11., durchges. Aufl. Thieme Verlag, Stuttgart. 216p.
- Pex B (2007) TableTop scanning electronen microscopie Phenom nieuwe techniek, nieuwe standaard? *Diatomedelingen* 31: 23-27.
- Sterrenburg FAS (2002) *Microscopy primer*. 57 pp. www.microscopy-uk.org.uk/primer.





BIJLAGE 16 OMKEERMICROSCOOP

1 Beschrijving

De omkeermicroscop is ontworpen voor toepassing van de Utermöhlmethode (zie [bijlage 18](#)). Hij wordt ook wel omgekeerd microscoop genoemd (in het Engels inverted microscope).

Bij de omkeermicroscop zitten de objectieven onder en de condensor en de lamp boven het object dat men wil bekijken, precies omgekeerd als bij de klassieke, staande microscoop ([figuur 1](#); zie [bijlage 15](#)). Hierdoor kan men van onderaf de bodem van sedimentatiecuvetten ([bijlage 17](#)) onderzoeken. Door de hoogte van de sedimentatiecuvet is dat met een staande microscoop niet mogelijk.

Het gebruik van een omkeermicroscop voor kwantitatieve fytoplanktonanalyses behoort eigenlijk tot de standaard ([bijlage 18](#)). Maar ook voor ander onderzoek aan algen heeft het gebruik van een omkeermicroscop en sedimentatiecuvetten een aantal specifieke voordelen, boven de staande microscoop. De belangrijkste voordelen zijn genoemd in het [intermezzo 8.1](#) in [hoofdstuk 8](#).

Een klein nadeel waar men rekening mee moet houden is dat de omkeermicroscop het object in spiegelbeeld afbeeldt, een gevolg van het omgekeerd kijken. Daardoor worden linksdraaiend gegroefde oogflagellen onder dit microscoop rechtsdraaiend. Houd hiermee rekening bij het determineren.

Fig1 Omkeermicroscop

Foto: Olympus.



2 Eisen

Hieronder beschrijven we de minimale eisen waaraan een omkeermicroscop zou moeten voldoen, om hem in te kunnen zetten voor betrouwbare tellingen en determinaties van fytoplankton, sieralgen en zoöplankton. Hierbij is uitgegaan van het gegeven dat kritische determinaties nodig zijn voor goede analyses en dat men werkt met helderveld belichting.



- In het kort samengevat voor onderzoek aan algen en zoöplankton:
- a hoge-apertuur objectieven, planapochromaat 20×/0,7 en 60×/1,4 of equivalent, naast geschikte objectieven met zwakkere vergroting (2×, 4× en 10×, afhankelijk van de organismengroep);
 - b bijbehorende grootveldocularen (twee voor binoculair), bij voorkeur 10×, waarvan één met focusseerbare oculairmicrometer;
 - c lange-werkafstand condensor met numerieke apertuur (NA) van minimaal 0,5; Voor meso- en macrozoöplankton kan men toe met een lagere numerieke apertuur van bijvoorbeeld 0,3.
 - d ergonomische laagliggende bediening om te focuseren (scherp te stellen);
 - e stabiele kruistafel (x-y tafel) met ergonomische coaxiale bediening;
 - f halogeen verlichting (50W minimaal) met bijbehorende daglichtfilters;
 - g optische zijpoort(en) voor digitale fotografie.
 - h de microscoop moet optimaal zijn ingesteld en onderhouden, en de oculairmicrometer en de oppervlakte van het beeldveld moeten gekalibreerd zijn voor elk objectief in combinatie met de toegepaste condensor(s).

Oculairen

De microscoop moet binoculair ingericht zijn, met bijpassende 10× of 12,5× grootveldocularen (wide field), waarvan één voorzien is van een oculairmicrometer. Een bijpassende discussietubus met een tweede binoculaire kop en een aanwijsmogelijkheid is onmisbaar voor instructie tijdens inwerktrajecten.

Objectieven

De numerieke apertuur van het objectief bepaalt de helderheid en de mate van detail dat kan worden waargenomen (het oplossend vermogen of resolutie) en daarmee de determinatiemogelijkheden. Vanwege de effectiviteit bij de aanbevolen telstrategie voor fytoplankton, bevelen we een configuratie aan met minimaal 20× en 60× planobjectieven. Hierbij is de laatste van het olie-immersie type. Om voor determinatie snel te kunnen schakelen tussen 20× en 60× is ook een immersie-type 20×-objectief ideaal. Planapochromatische olie-immersie-objectieven met een vergroting van 20× zijn een genot om mee te werken en ideaal voor een screening van soortenrijke preparaten.

Sterke droge objectieven kunnen theoretisch dezelfde optische kwaliteit hebben als immersie-objectieven. In de praktijk is dat echter onmogelijk. Omdat lucht een heel andere brekingsindex heeft dan water, glas en immersie-olie, kan de theoretische beeldkwaliteit alleen bereikt worden als de afstand van het object tot de cuvetbodem minimaal is. Bovendien moet de dikte van de cuvetbodem exact overeenkomen met de dikte die de ontwerpers van het objectief gehanteerd hebben bij hun berekeningen. Iedere afwijking leidt tot duidelijk kwaliteitsverlies.

Sterke immersie-objectieven hebben een zeer korte werkafstand. Dat is geen probleem bij omkeermicroscopen, mits men gebruik maakt van cuvetbodems of dekglasjes van niet meer dan 0,2 millimeter dikte. Men kan dan volstaan met één set objectieven, bij voorkeur van de allerhoogste kwaliteit (planapochromaten). [Tabel 1](#) geeft een overzicht van aanbevolen objectieven.

Een omkeermicroscoop waarbij de immersie-olie aangebracht kan worden zonder de sedimentatiecuvet te hoeven verwijderen, heeft de voorkeur boven één waarbij dat wel nodig is. Het kan namelijk nodig zijn om tijdens de telling de hoeveelheid immersie-olie aan te vullen.

Voor sedimentatiecuvetten met een vrij groot bodemoppervlak (bijvoorbeeld die van Hydro-Bios) zijn 'droge' (zonder immersie-olie) objectieven gebruiksvriendelijker; men hoeft niet voortdurend immersie-olie

aan te brengen en kan bovendien dan wél aan de rand komen bij kleinere vergrotingen. Het oplossend vermogen van de microscoop wordt met deze objectieven wel verlaagd. Sommige van deze objectieven hebben een correctie-ring om de dekglasdikte in te kunnen stellen in een nauwe range (bijvoorbeeld van 0,10 tot 0,22 millimeter). Dit zijn hoog-gecorrigeerde, droge objectieven. Objectieven die vaak als standaard op omkeermicroscopen geleverd worden, zijn veelal gecorrigeerd voor een veel grotere bodemdikte (tot twee millimeter). Deze objectieven hebben een lage numerieke apertuur en zijn niet geschikt voor kritisch determinatiewerk. Men kan ze vaak wel gebruiken voor het determineren van meso- en macrozoöplankton.

Tabel 1 Aanbevolen combinatie van objectieven

Het 40× objectief wordt veel gebruik in fytoplanktontellingen, maar is minder efficiënt bij een telstrategie als beschreven in hoofdstuk 7. fp = fytoplankton; sa = sialgalen; zp = zoöplankton.

VERGROTING	NUMERIEKE APERTUUR		
	Planfluoriet	Planapochromaat	Toepassing
2×	(droog)	0,08	zp
4×	(droog)	0,16	zp
10×	(droog) 0,30	0,40	(fp, sa, zp)
20×	(droog) 0,55	0,70	fp, sa, zp
20×	(olie)	0,80	fp, sa
40×	(droog) 0,75	0,95	fp, sa, zp
60×	(olie) 1,25	1,40	fp, sa, (zp)
100×	(olie) 1,25	1,30	fp, sa

Voorzorgsmaatregelen en onderhoud bij gebruik van immersie-olie

Bij gebruik van immersie-objectieven op een omkeermicroscoop is een hoog-visceuze immersie-olie aan te bevelen. Om te voorkomen dat immersie-olie in het objectief loopt, moet de naad tussen de verende onderdelen van het objectief dichtgekit zijn met bijvoorbeeld acrylaatkit (figuur 2). Langslopende olie kan men opvangen in een strook filtreerpapier die rond het objectief is gewikkeld.

De frontlens van het objectief moet men na gebruik afdeppen met een tissue om afdruipen te voorkomen. Voor een meer grondige reiniging van de frontlens neemt men een geschikt oplosmiddel. Petroleumether of wasbenzine zijn hiervoor de meest veilig bevonden schoonmaakmiddelen. Hiermee kan men ook onbedoelde sporen van immersie-olie verwijderen van droge objectieven.

Zie [bijlage 12](#) voor informatie over de immersie-olie zelf.

Condensor

Voor onderzoek aan fytoplankton en sialgalen zijn omkeermicroscopen meestal uitgerust met een condensor met lange werkafstand. Deze werkafstand is nodig om ruimte te bieden aan de sedimentatiecuvet. De numerieke apertuur van deze condensoren (circa 0,5) is feitelijk te laag voor sterke objectieven met een numerieke apertuur boven 0,9. Daardoor wordt het oplossend vermogen van de optiek beperkt.

Fig 2 Olie-immersie-objectieven met dichtgekitte naad

Foto: Koeman en Bijkerk.



Om het hoogst mogelijke oplossend vermogen van de optiek te bereiken, is het noodzakelijk dat de condensor-apertuur die van het objectief benadert. Hierdoor ontstaat volledige uitlichting. Bij gebruik van een twee tot drie centimeter hoog sedimentatiecuvet is deze uitlichting praktisch gezien beperkt tot een numerieke apertuur van ongeveer 0,5-0,6. Dit voldoet voor de helderveld-microscopie voor routinematige fytoplanktonanalyses. Voor zeer kritische determinaties en aanvullend onderzoek kan een hogere resolutie gewenst zijn.

Om een betere resolutie te bereiken, gebruikt men een condensor met een kortere werkafstand (numerieke apertuur maximaal 0,9 zonder olie- of waterimmersie). In combinatie met planapochromatische objectieven is de beeldkwaliteit bij het bekijken van natte preparaten beter dan met een staande microscoop haalbaar is. Omdat de gebruikelijke cuvetten te hoog zijn voor gebruik met een condensor met korte werkafstand, neemt men speciale cuvetten met ongeveer de hoogte van een objectglaasje (zie bijvoorbeeld Reize & Melkonian 1989).

Belichting

Voor het werken met sterker vergrotende objectieven moet voldoende licht ter beschikking zijn, minimaal 50W of (beter nog) 100W halogeenverlichting.

Tegenwoordig zijn er ook witte LED-lampjes met een hoge lichtopbrengst in de handel, die relatief simpel in de bestaande lamphuizen kunnen worden ingebouwd. De lichtopbrengst van deze lampjes ligt op een hoger niveau dan van de bestaande 100W halogeen lampen.

Om het object optimaal uit te lichten (belichting volgens Köhler), moet de lamp gecentreerd zijn en moet de hoogte van de condensor ten opzichte van het object precies ingesteld worden (köhleren). Raadpleeg de documentatie van de microscoop. Door oefening moet het köhleren een automatisme worden. Met een niet geköhlerde microscoop krijgt men niet de maximaal haalbare resolutie (ook al waarderen sommigen het grotere contrast: dikke donkere randen rond de organismen).

De gele kleur van Lugolgeconserveerde monsters kan men neutraliseren met daglichtfilters (blauwfilters). Al naar gelang de behoefte kunnen die in verschillende sterkten in de filterhouder gemonteerd worden. Omdat deze filters de lichtopbrengst bij het object verkleinen, is een lamp van minimaal 50W noodzakelijk.

Oculairmicrometer

Eén van de oculairen moet voorzien zijn van een oculairmicrometer, om metingen te kunnen doen aan organismen. Deze micrometer moet voor elk te gebruiken objectief gekalibreerd zijn met behulp van een objectmicrometer. Objectmicrometers schaft men aan bij de leveranciers van de microscoop. Tegenwoordig zijn er pc-applicaties in de handel waarmee lengtemetingen kunnen worden uitgevoerd via een camera op de microscoop. Ook een dergelijk systeem moet gekalibreerd worden met een objectmicrometer.

Digitale camera

Voor het documenteren en uitwisselen van informatie over (nieuwe of problematische) soorten is een aansluitmogelijkheid voor een digitale camera aan te bevelen. Een dergelijke opstelling kan men tevens gebruiken voor groottemetingen. Daartoe moet ook dit systeem voor elk in te zetten objectief gekalibreerd worden met behulp van de eerder genoemde objectmicrometer.

Fluorescentie-inrichting

In sommige gevallen kan autofluorescentie van chlorofyl informatie geven over de aard van een organisme. Het gebruik van een fluorescentie-inrichting met filterblokken voor UV, blauw en/of groen licht excitatie kan hierbij uitsluitel bieden.

Kruistafel

Voor ergonomisch gebruik van de kruistafel moet de bediening coaxiaal en laagliggend gemonteerd te zijn. De bediening moet met één hand te bedienen zijn zodat de andere hand vrij is voor het scherpstellen.

Ergonomie

Zeer belangrijk is een ergonomische uitvoering van de microscoop. Analisten zitten vaak uren per dag achter zo'n apparaat. Een ergonomische uitvoering van de microscoop zelf en de microscoopwerkplek zijn essentieel om lichamelijke klachten te voorkomen (zie ook [hoofdstuk 4](#)).

Hieronder noemen we enkele aandachtspunten:

- de microscoop moet volledig bediend kunnen worden (scherpstellen en kruistafelbediening) terwijl de armen ondersteund zijn;
- de scherpstelling en bediening van de kruistafel dient niet met dezelfde hand te moeten gebeuren;
- de 'inkijk'-hoogte van de oculairen dient afgestemd te worden op de grootte van de analist (in combinatie met de tubushoek);
- om organismen in een open cuvet te kunnen manipuleren, moet men ontspannen zittend achter de oculairen in de sedimentatiecuvet kunnen kijken; dit is niet bij alle microscopen mogelijk.

3 Onderhoud en ingangscontrole

Onderhoud

De microscoop moeten jaarlijks onderhouden worden. Hierbij wordt hij van buiten en binnen schoongemaakt, wordt vet op draaiende delen vervangen, wordt alles 'uitgelijnd' enz. Onderhoud is een specialistisch werk waarvoor speciale onderhoudsmonteurs nodig zijn. Via de leverancier of importeur kan men een onderhoudscontract voor zijn microscoop afsluiten.

Ingangscontrole

Het is gebruikelijk dat omkeermicroscopen op locatie in elkaar gezet en geïnstalleerd worden door de leverancier. Indien dit niet gebeurt, laat de installatie dan uitvoeren door de specialist die ook jaarlijks het onderhoud aan de microscopen uitvoert.

Voor het eerste gebruik moeten de oculairmicrometer en de grootte van het beeldveld gekalibreerd worden. Dit laat men doen door een medewerker die bevoegd is om kalibraties uit te voeren.

4 Kalibratie

Wat betreft de omkeermicroscopie moet men de volgende twee onderdelen kalibreren bij ingebruikname en na elk jaarlijks onderhoud:

- 1 de oculairmicrometer;
- 2 de grootte van het beeldveld (zie ook [bijlage 18](#)).

Deze kalibraties moet men uitvoeren voor elk objectief afzonderlijk en voor elke microscopie afzonderlijk. Men kan de waarden voor microscopie A dus niet gebruiken voor microscopie B, ook al zijn ze van hetzelfde type en gaat het om dezelfde objectieven. Er zijn altijd kleine verschillen tussen individuele microscopen wat betreft het optisch systeem. De resultaten legt men vast in een tabel (zie bijvoorbeeld [tabel 2](#)). Daarnaast moet men vaststellen of het oplossend vermogen (de resolutie) van de microscopie bij gebruik van het sterkste objectief dat men toepast, voldoende is voor het determineren van de organismen waarvoor de microscopie bedoeld is.

Ook dit doet men bij ingebruikname en na elk jaarlijks onderhoud.

Tabel 2 Voorbeeld van een tabel met gecalibreerde meetwaarden per objectief en microscopie

MICROSCOOP IDENTIFICATIE NUMMER	Objectief	Serienummer	OCULAIR eenheid (μm)	BEELDVELD diameter (mm)	oppervlak (mm^2)	AANDEEL cuvetopp ¹ (%)
1020	4x / 0,1	220435	24,2	4,820	18,247	14,528
	10x / 0,3	813443	9,7	1,940	2,956	2,353
	20x / 0,8	100901	4,8	0,942	0,697	0,555
	63x / 1,4	5202707	1,6	0,303	0,072	0,057
	100x / 1,3	5185978	1,0	0,190	0,028	0,023
1022	4x / 0,13	106715	25,7	4,900	18,857	15,014
	10x / 0,3	810001	9,9	1,950	2,986	2,378
	20x / 0,7	112756	4,9	0,968	0,736	0,586
	40x / 0,75	102345	2,4	0,480	0,181	0,144
	63x / 1,4	461840-9901	1,6	0,310	0,075	0,060
	100x / 1,3	528847	1,0	0,195	0,030	0,024

¹ Het oppervlak van de cuvetbodem dat in één beeldveld onderzocht wordt bij de gebruikte cuvetten.

Oculairmicrometer

Benodigheden:

- 1 Oculairmicrometer.
- 2 Objectmicrometer: maatbalklengte 1 millimeter, kleinste eenheid 0,01 millimeter.

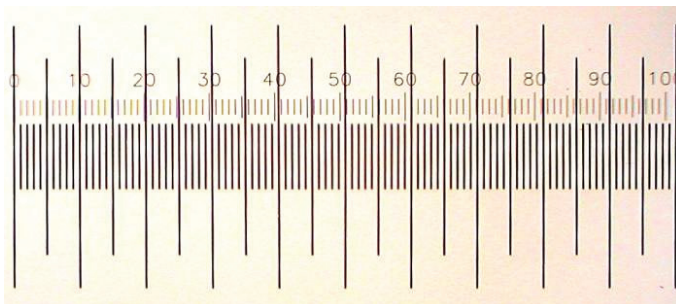
Werkwijze:

- 1 Zorg dat de microscoop goed is ingesteld en leg de objectmicrometer op de kruistafel.
- 2 Stel scherp op de maatbalk van de objectmicrometer.
- 3 Bepaal hoeveel streepjes van de objectmicrometer overeenkomen met honderd streepjes van de oculairmicrometer (figuur 3).
- 4 Bereken hieruit de lengte in micrometer (μm) van de kleinste eenheid van de oculairmicrometer.
- 5 Doe dit voor elk objectief dat men gebruikt in combinatie met elke condensor die men gebruikt.

In het voorbeeld van figuur 3 komen de honderd oculairstreepjes overeen met 0,985 millimeter op de objectmicrometer. Elk oculair maatstreepje is dus $9,85 \mu\text{m}$.

Fig 3 Kalibratie van de oculairmicrometer

Kalibratie met behulp van een objectmicrometer voor een $10\times$ objectief. De objectmicrometer (de op de voorgrond tredende reeks van langere strepen), is één millimeter lang en verdeeld in honderd eenheden van tien micrometer (μm). De eveneens honderd eenheden van de oculairmicrometer (bovenste reeks van kleinere streepjes) reiken tot 0,985 millimeter. Eén eenheid van de oculair micrometer is bij dit objectief dus gelijk aan $9,85 \mu\text{m}$.



Grootte van het beeldveld

De grootte van het beeldveld kalibreert men eveneens met de objectmicrometer (er is ook een andere methode, maar die is minder nauwkeurig).

Werkwijze:

- 1 Bepaal de diameter van het beeldveld door precies te tellen hoeveel streepjes van de objectmicrometer langs de diagonaal passen.
- 2 Bereken de oppervlakte van het beeldveld, $\text{Opp}_{\text{beeldveld}}$, uit de diameter van het beeldveld, $D_{\text{beeldveld}}$, met behulp van de formule:

$$\text{Opp}_{\text{beeldveld}} = \frac{1}{4} \times \pi \times D_{\text{beeldveld}}^2.$$

- 3 Doe dit voor elk objectief dat men gebruikt in combinatie met elke condensor die men gebruikt.

Oplossend vermogen

Men test het oplossend vermogen met zogenaamde testpreparaten. Dit zijn preparaten van geselecteerde diatomeeënsoorten, die voor de determinatie een toenemende resolutie vergen van de microscoop. Men kan deze testpreparaten bestellen bij Microlife Services, UK (www.diatoms.co.uk).

Het oplossend vermogen van een omkeermicroscoop met de aanbevolen optiek (60× olie-immersie-objectief en 0,55 NA condensor) moet zodanig zijn, dat het schaalpatroon van een diatomee als *Frustulia saxonica* (als oxidatiepreparaat) net kan worden opgelost in helderveld, zonder dat speciale contrastverhogende technieken (bijvoorbeeld DIC) nodig zijn.

5 Literatuurverwijzingen

Reize IB & Melkonian M (1989) A new way to investigate living flagellated/ciliated cells in the light microscope: immobilization of cells in agarose. *Botanica Acta* 102: 145-151.

BIJLAGE 17 SEDIMENTATIECUVETTEN

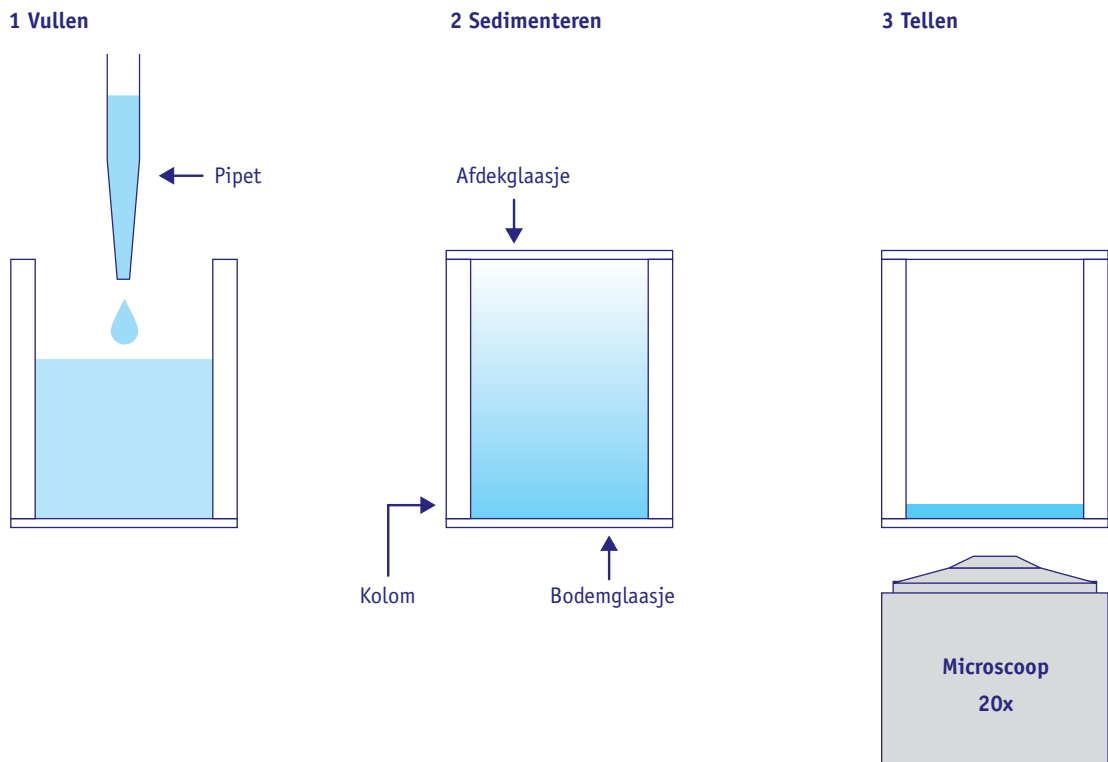
1 Algemene beschrijving

Toepassing

Voor het determineren en tellen van plankton of sialgen met een omkeermicroscop, heeft men een sedimentatiecuvet nodig (zie [hoofdstuk 7, 8 en 10](#)). Zo'n sedimentatiecuvet bestaat uit een kolom, die aan de onderzijde waterdicht afgesloten is met een dun, doorzichtig glaasje: de cuvetbodem (figuur 1; zie ook NEN-EN 15204). De kolom kan op dwarsdoorsnede rond zijn (cilinder) of rechthoekig. Een sedimentatiecuvet noemt men ook wel sedimentatiekamer of telkamer.

Fig 1 Een sedimentatiecuvet voor het tellen van planktonorganismen

(1) Men vult de cuvet met een bekend volume deelmonster, (2) wacht tot alle organismen bezonken zijn en (3) telt de organismen over het gehele bodemoppervlak, of een nauwkeurig bekend deel ervan.



Met een pipet, of voor zoöplankton een bekglas, brengt men een deelmonster in de kolom en laat de algen, het zoöplankton en andere deeltjes op het glaasje bezinken (sedimenteren). Vervolgens kan men de organismen met een omkeermicroscop determineren en tellen ([figuur 1](#)). Als men weet welk deel van de cuvetbodem men onderzocht heeft en ook het ingebrachte volume deelmonster kent, kan men precies uitrekenen wat de dichtheid van de organismen in het oorspronkelijke monster was. Voor een betrouwbare bepaling moet de verdeling van de organismen over de cuvetbodem wel aan bepaalde voorwaarden voldoen (zie [bijlage 18](#)).

Essentiële eigenschappen

Vier eigenschappen zijn essentieel voor de prestatie van de cuvet:

- 1 de dikte van het bodemglaasje;
- 2 de hoogte van de kolom;
- 3 de grootte van het bodemoppervlak (kolomdiameter);
- 4 de verhouding tussen kolomhoogte en bodemoppervlak.

De dikte van het bodemglaasje bepaalt met welk soort microscoopobjectieven men kan werken. Objectieven met een hoog oplossend vermogen, zoals planobjectieven, bezitten een korte werkafstand en vragen een dun glaasje.

De hoogte van de kolom bepaalt hoeveel deelmonster men in de cuvet kan brengen en hoe lang men moet wachten voor volledige bezinking van deeltjes (tabel 1). Bij enkelvoudige cuvetten beperkt hij ook de werkafstand van de condensor.

De grootte van het bodemoppervlak bepaalt hoeveel tijd het kost om een geheel cuvet te onderzoeken. Daarnaast bepaalt de grootte, de gevoeligheid van de kamerinhoud voor verstoring door trillingen.

De verhouding tussen de hoogte van de kolom en de grootte van het bodemoppervlak, bepaalt de mate waarin men de algen kan concentreren op het bodemglaasje. Relatief lage verhoudingen gebruikt men voor monsters met een relatief hoge dichtheid en andersom.

Bij cuvetten met een vaste, beperkte kolomhoogte, kan men de monsters vooraf concentreren, als de dichtheid ook nog te laag is voor cuvetten met de hoogste verhouding tussen kolomhoogte en bodemdiameter.

Tabel 1 Minimale bezinkingstijd voor fytoplanktonmonsters

De minimale bezinkingstijd is afhankelijk van de hoogte van de vloeistofkolom en het gebruikte conserveermiddel.

Bronnen: Andersen & Throndsen 2003, HELCOM 2008.

HOOGTE VAN DE VLOEISTOFKOLOM IN DE CUVET IN CENTIMETER	MINIMALE BEZINKINGSTIJD IN UUR	
	Lugol	Formaline
1	3	12
2	8	24
10	24	48
20	48	

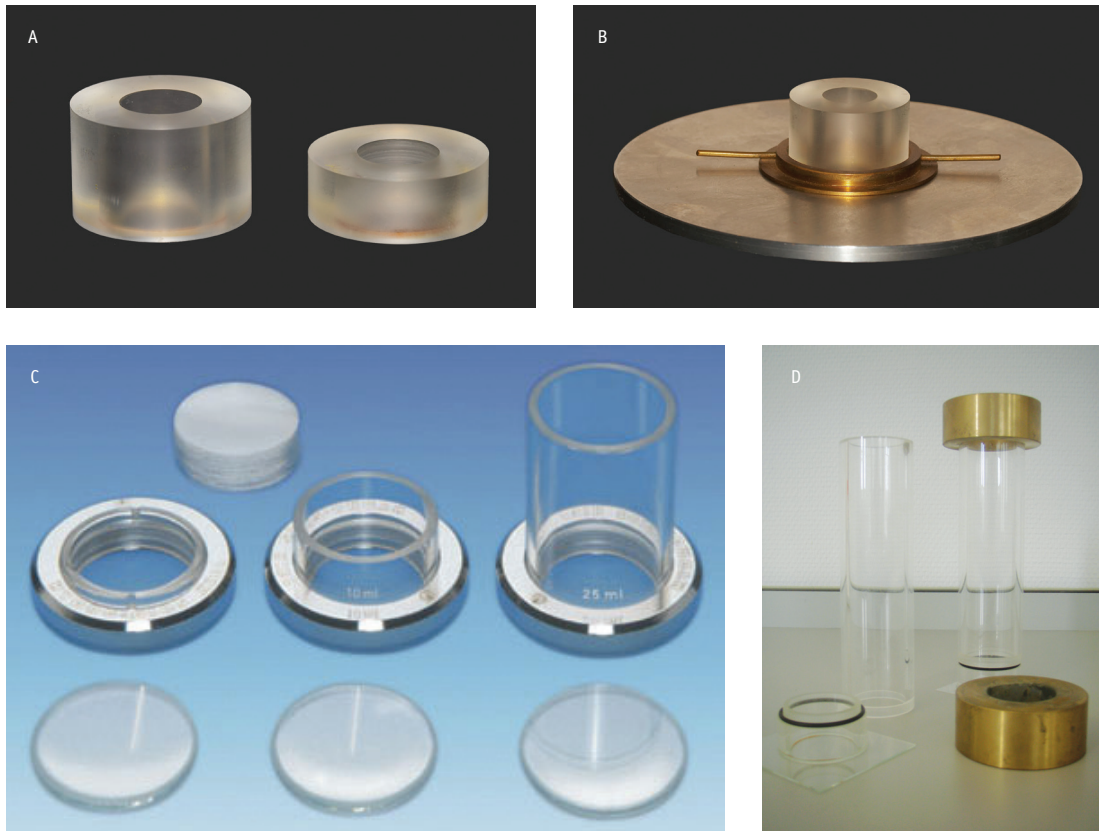
Cuvetttypen

Er zijn drie basistypen:

- 1 enkelvoudige cuvetten met een vaste kolom;
- 2 enkelvoudige cuvetten met een verwisselbare kolom;
- 3 gecombineerde cuvetten met een basisdeel en een aparte, losse kolom.

Fig 2 Enkele typen sedimentatiecuvetten

(a) twee grootten eenvoudig te maken sedimentatiecuvetten van acrylaat (perspex); de bodem is een dekglasje (0,15-0,17 mm dik) dat met tweecomponentenlijm onder een dikwandige perspex kolom is gelijmd; (b) eenzelfde type in een passend houdertje voor op de objecttafel van een omkeermicroscop. (c) drie grootten cuvetten met verwisselbare kolom van Hydro-Bios; (d) een groter type zoöplanktoncuvet, met losse kolommen; door een freesrandje met rubberen O-ring kan de kolom waterdicht op het basisdeel gezet worden. Een messing gewicht zorgt voor de nodige druk. Foto 2(c) Hydro-Bios Apparatebau GmbH, overige foto's Koeman en Bijkerk bv.



Een enkelvoudige cuvet van het type 1 met vaste kolom is afgebeeld in [figuur 2a](#). Hierbij is de cuvetbodem met de kolom verlijmd. De hoogte van de kolom kan variëren. Is de algeendichtheid in het monster laag, dan pakt men een cuvet met een hoge kolom, is de dichtheid hoog, dan neemt men een lage. Als het bodemglasje breekt kan men het vervangen door een nieuw.

Cuvetten met een verwisselbare kolom (type 2) worden onder meer gemaakt door Hydro-Bios ([figuur 2c](#)). Met schroefdraad draait men de plexiglas kolom vast op het basisdeel. Het basisdeel bestaat uit een metalen ring met dunne flens, waarop een bodemglasje wordt gelegd. Door het vastschroeven van de kolom zet men ook het bodemglasje vast. Bij Hydro-Bios kan men kiezen uit drie kolomgrootten, voor vijf milliliter, tien milliliter en 25 milliliter deelmonster.

Gecombineerde cuvetten zijn ontwikkeld om grote volumina deelmonster te kunnen laten sedimenteren in een lage sedimentatiekamer. Daardoor kan men deze kamers ook gebruiken op microscopen met

korte-werkafstand condensors (zie *Aandachtspunten bij de toepassing*). De gecombineerde cuvet bestaat uit een basisgedeelte (korte kolom met bodemglaasje, of plaatje met ronde verdieping gelijk aan de binnendiameter van de kolom), waarop kolommen van verschillende hoogte gezet kunnen worden. Hierdoor kan men naar behoefte kleine of grote volumina deelmonster inzetten. Ze worden ondermeer gemaakt door Hydro-Bios.

Er zijn twee uitvoeringen:

- a cuvetten waarbij de kolom na sedimentatie van het basisdeel geschoven wordt; de bovenstaande vloeistof loopt weg door een afvoergaatje (zie Hasle 1978);
- b cuvetten waarbij de bovenstaande vloeistof uit de kolom gezogen wordt, waarna hij wordt verwijderd (figuur 2d).

In Nederland worden meerdere typen en fabrikaten cuvetten gebruikt. Enkele zijn afgebeeld in [figuur 2](#).

2 Eisen, aanbevelingen en aandachtspunten

Eisen en aanbevelingen

Houd bij de keuze van de cuvet rekening met de volgende eisen en aanbevelingen:

- 1 stem de hoogte van de cuvet af op de omkeermicroscop waarmee men werkt. Afhankelijk van het type condensor heeft men meer of minder ruimte tussen de objecttafel en de (geköhlerde) condensor. Dit noemen we de werkafstand en deze is afhankelijk van het microscoopmerk en de condensorapertuur (bijlage 16). Voor zoöplankton kan men toe met een condensor met lage numerieke apertuur (0,3 tot 0,4) en een ultralange werkafstand (vijf centimeter of meer). Voor algen is deze echter niet geschikt en heeft men een numerieke apertuur van minstens 0,5 tot 0,6 nodig. De werkafstand is hierbij veel lager, niet meer dan tweeënhalve centimeter. Dit betekent dat de cuvethoogte voor fytoplanktononderzoek niet veel groter zal kunnen zijn dan twee centimeter;
- 2 kies de bodemglasdikte zorgvuldig en zo dun mogelijk. Microscopobjectieven zijn berekend voor een precieze dikte van het glaasje, met name de sterkere objectieven. Als de dikte daarvan afwijkt levert het objectief een waziger beeld. Bovendien geldt: hoe dikker het glas, hoe korter de afstand waarover men het object scherp kan krijgen, omdat de werkafstand van een objectief een maximum kent. Sommige objectieven hebben een correctiering om de bodemglasdikte in te kunnen stellen in een nauwe range (bijvoorbeeld 0,10 tot 0,22 millimeter). Dit zijn hoog-gecorrigeerde, droge objectieven. Objectieven die bij omkeermicroscopen geleverd worden, zijn gecorrigeerd voor een veel grotere bodemdikte tot twee millimeter. Deze objectieven hebben een lage numerieke apertuur en zijn voor kritisch determinatiewerk van algen niet geschikt. Bij het gebruik van wel geschikte, hoogwaardige planobjectieven moet de dikte van het bodemglaasje niet groter zijn dan 0,17 millimeter;
- 3 beperk de hoogte van de kolom. Wanneer de hoogte van de kolom toeneemt, wordt ook de invloed groter van convectiestromingen op de sedimentatie van deeltjes. De random bezinking van deeltjes wordt aantoonbaar verstoord bij hoogte:diameterverhoudingen groter dan vijf (Andersen & Throndsen 2003). Bij het gebruik van dit soort cuvetten moet daarom altijd het gehele cuvetoppervlak onderzoeken. Bij toenemende kolomhoogte neemt bovendien de kans toe dat algen tijdens het bezinken onderweg aan de wand blijven plakken (Hasle 1978);
- 4 beperk de grootte van het bodemoppervlak. Hoe groter het bodemoppervlak, hoe meer tijd men kwijt is met het onderzoeken van een volledig transect (diagonaal), of een volledig cuvet cuvetoppervlak. Daarnaast is de inhoud van grotere cuvetten gevoeliger voor verstoring door trillen en bewegen;
- 5 zorg dat het bodemoppervlak van de cuvet volledig onderzocht kan worden. Sommige cuvetten bezitten een dunne flens waarop het bodemglas rust (bijvoorbeeld de Hydro-Bios cuvetten). Deze steekt onder

het bodemglas uit. Hierdoor kan men algen in de randzone van de cuvet, niet bekijken met objectieven met een korte werkafstand (zoals olie-immersieobjectieven). Juist in de randzone van de telkamer kan de dichtheid van kleine alges hoger zijn dan in de rest van de cuvet. In de telstrategie die hiermee rekening houdt, moet men deze algen in de randzone kunnen tellen met bij voorkeur 60 -objectieven, die een korte werkafstand bezitten;

- 6 geef de voorkeur aan ronde sedimentatiecuvetten boven rechthoekige; bij ronde cuvetten is het gemakkelijker om een telstrategie te vinden die aansluit op kleine, non-random afwijkingen in de sedimentatie van algen (bij ronde cuvetten zijn de fysische condities overeenkomstig op punten die op gelijke afstand liggen van het midden van de cuvet).

Een ronde cuvet bezit ook geen hoekjes en is daardoor gemakkelijker te reinigen dan een rechthoekige.

Aandachtspunten bij de toepassing

Houd bij het gebruik van cuvetten rekening met de volgende aandachtspunten:

- 1 de temperatuur van de cuvet moet altijd gelijk zijn aan de temperatuur van het monster, voordat men de cuvet vult. Het gemakkelijkst is: alles op kamertemperatuur. Temperatuurverschillen verstoren een goede sedimentatie en verdeling van organismen over de cuvetbodem (bijlage 16).
- 2 voor men kan gaan tellen moeten alle organismen gesedimenteerd zijn. De tijd die daarvoor nodig is, is afhankelijk van het soortelijk gewicht van de organismen en de hoogte van de waterkolom in de cuvet (tabel 1).
- 3 cuvetten moeten zo spoedig mogelijk na het gebruik schoongemaakt worden. In ieder geval moet men gebruikte cuvetten nooit zolang wegzetten, dat alle vloeistof in de cuvet is verdampt. Op de cuvetbodem vastgedroogde algen en slibdeeltjes zijn heel moeilijk te verwijderen! Gebruik geen heet water, maar water van ongeveer kamertemperatuur en een beetje afwasmiddel.

3 Kalibratie

3.1 Oppervlakte cuvetbodem

Achtergrond

Om te kunnen bepalen welk deel van de cuvetbodem men onderzocht heeft, moet men twee dingen weten:

- 1 de oppervlakte van het microscoopbeeldveld, $Opp_{\text{beeldveld}}$ (zie bijlage 16);
- 2 de oppervlakte van de cuvetbodem, Opp_{cuvet} .

Het onderzochte deel van de cuvetbodem in procenten is dan:

$$Opp_{\text{beeldveld}} / Opp_{\text{cuvet}} \times 100\%.$$

Werkvoorschrift

De oppervlakte van de cuvetbodem berekent men uit de inwendige maten van de kolom in dwarsdoorsnede. Hiervoor is onderstaand voorschrift geschreven.

Benodigdheden

- a Geschikte, door het NNI gekalibreerde schuifmaat met nonius en afleesnauwkeurigheid van 0,1 millimeter.

Werkwijze

- 1 Bepaal de inwendige diameter van de cilindervormige kolom (of de lengte en breedte van de rechthoekige in dwarsdoorsnede) in millimeters tot op 0,1 millimeter nauwkeurig. Gebruik hiervoor een schuifmaat met nonius.

- 2 Bereken op basis van deze maten de oppervlakte van de cuvetbodem in vierkante millimeters en rond af op één decimaal:
 cirkel: $\text{oppervlak} = \text{diameter}^2 \times \pi / 4$;
 rechthoek: $\text{oppervlak} = \text{lengte} \times \text{breedte}$.
- 3 Bepaal de oppervlakte van de cuvetbodem voor elk cuvet afzonderlijk.
- 4 Bereken het gemiddelde oppervlak van alle cuvetbodems.
- 5 Bereken het verschil tussen het oppervlak van een cuvetbodem en dit gemiddelde oppervlak in procenten. Doe dit voor alle cuvetten en ga bij de analyse (dichtheidsbepaling) als volgt te werk:
 - a wanneer het verschil voor geen van de cuvetten groter is dan 2,5 procent, ga dan bij de analyse uit van het gemiddelde oppervlak.
 - b wanneer het verschil voor alle cuvetten groter is dan 2,5 procent, nummer de cuvetten uniek en ga dan bij de analyse uit van het gemeten oppervlak van het gebruikte cuvet.
 - c wanneer het verschil voor een deel van de cuvetten groter is dan 2,5 procent, nummer deze cuvetten uniek en ga dan bij de analyse uit van het gemeten oppervlak van het gebruikte cuvet. Ga voor de andere cuvetten uit van het gemiddelde oppervlak.

3.2 Inhoud cuvet

Achtergrond

Om te kunnen weten hoeveel deelmonster men in de cuvet gebracht heeft, kan men gebruik maken van een gekalibreerde pipet ([bijlage 14](#)), of de cuvet geheel afvullen met monstervloeistof. In dat laatste geval moet men de inhoud van de cuvet kalibreren.

Werkvoorschrift.

De inhoud van de cuvet kan men berekenen uit de inwendige maten (op een vergelijkbare wijze als de oppervlakte van de cuvetbodem). Nauwkeuriger echter, is door weging. Hiervoor is het volgende voorschrift geschreven.

Benodigheden

- a Analytische balans, bereik minstens 200 gram, afleesnauwkeurigheid 0,1 milligram.
- b Gedemineraliseerd water voor het vullen van de cuvet.
- c Tissue om overtollig water weg te nemen.

Werkwijze

- 1 Kalibreer een elektronische balans via de interne kalibratieprocedure.
- 2 Zet een leeg cuvet met afdekglas op de balans en tarreer.
- 3 Overvul het cuvet licht met gedemineraliseerd water.
- 4 Schuif het afdekglas op de cuvet en dep de randen van het dekglas en de kolom zorgvuldig af met een tissue.
- 5 Weeg opnieuw en noteer het gewicht.
- 6 Bereken het volume van de cuvet op basis van het gemeten gewicht en het soortelijk gewicht van water bij de heersende omgevingstemperatuur.
- 7 Bepaal de inhoud van elk cuvet afzonderlijk.
- 8 Bereken de gemiddelde inhoud van alle cuvetten.
- 9 Bereken het verschil tussen de inhoud van een cuvet en deze gemiddelde inhoud in procenten. Doe dit voor alle cuvetten en ga bij de analyse (dichtheidsbepaling) als volgt te werk:
 - a wanneer het verschil voor geen van de cuvetten groter is dan 2,5 procent, ga dan bij de analyse uit van de gemiddelde inhoud.

- b wanneer het verschil voor alle cuvetten groter is dan 2,5 procent, nummer de cuvetten uniek en ga dan bij de analyse uit van de gemeten inhoud van het gebruikte cuvet.
- c wanneer het verschil voor een deel van de cuvetten groter is dan 2,5 procent, nummer deze cuvetten uniek en ga dan bij de analyse uit van de gemeten inhoud van het gebruikte cuvet. Ga voor de andere cuvetten uit van de gemiddelde inhoud.

Literatuurverwijzingen

- Andersen P & Throndsen J (2003) Estimating cell numbers. In: Hallegraeff GM, Anderson DM & Cembella AD (red) *Manual on harmful marine microalgae*. pp. 99-129. Monographs on Oceanic Methodology 11, UNESCO, Parijs. pp 99-129.
- Hasle GR (1978) The inverted-microscope method. In: Sournia A (red) *Phytoplankton manual*. Monographs on Oceanic Methodology 6, UNESCO, Parijs. pp 88-96.
- HELCOM (2008) Guidelines concerning phytoplankton species composition, abundance and biomass. *Manual for Marine Monitoring in the COMBINE Programme of HELCOM*, Annex 6, update 8.1.2008. http://www.helcom.fi/groups/monas/CombineManual/AnnexesC/en_GB/annex6/



BIJLAGE 18 UTERMÖHLMETHODE

De Utermöhlmethode is ontwikkeld door de heer Utermöhl voor een betrouwbare, kwantitatieve analyse van fytoplankton (Utermöhl 1931 en 1958). De methode wordt in het Engels ook wel aangeduid als de inverted-microscope method (Hasle 1978). De reden is dat deze methode gebruikt maakt van een omkeermicroscop (inverted microscope; zie [bijlage 16](#)) en niet van een klassieke, staande microscop (zie [bijlage 15](#)). De Utermöhlmethode maakt namelijk gebruik van speciale telkamers (sedimentatiecuvetten; zie [bijlage 17](#)), die niet met staande microscopen te gebruiken zijn.

Norm

Voor de analyse van fytoplankton volgens deze methode is een Nederlandse norm geschreven (NEN-EN 15204). Deze is in 2006 geaccepteerd door de CEN, de Europese commissie voor standaardisatie (Comité Européen de Normalisation). Hiermee is deze norm een Europese standaard geworden. De voorschriften in dit handboek voor de analyse van fyto- en zoöplankton en (deels) sialgen, zijn gebaseerd op deze norm. Het normblad geeft veel informatie over de benodigdheden voor de Utermöhlmethode en de werkwijze. Deze informatie is voor een deel ook opgenomen in het handboek, maar het kan nooit kwaad om het ook nog eens in het normblad te lezen. Wat in de norm veel uitgebreider aan de orde komt, zijn statistische technieken om de random verdeling van organismen in de cuvet te onderzoeken, om de betrouwbaarheid van tellingen te bepalen, de meetonzekerheid en de detectielimiet.

In deze bijlage besteden we aandacht aan de volgende vragen:

- 1 welke voorwaarden stelt de methode?
- 2 zijn er technieken om een betrouwbare telling uit te voeren bij een niet random verdeling?
- 3 hoe kan men de betrouwbaarheid van een telling bepalen?
- 4 welke telstrategie is handig en wat is daarvan de achtergrond?

1.1 Welke voorwaarden?

Om een betrouwbare dichtheid te kunnen berekenen op basis van tellingen volgens de Utermöhlmethode, moet aan de volgende zes voorwaarden voldaan zijn:

- 1 het monster moet homogeen zijn op het moment dat men het deelmonster voor de telling onttrekt (zie [bijlage 13](#));
- 2 de te onderzoeken oppervlakte van de bodem van de sedimentatiecuvet moet nauwkeurig bekend zijn (zie [bijlage 17](#));
- 3 het te onderzoeken volume deelmonster moet nauwkeurig bekend zijn (zie [bijlage 14 en 17](#));
- 4 alle organismen in het deelmonster moeten gesedimenteerd zijn; [tabel 1](#) in [bijlage 17](#) geeft sedimentatietijden voor Lugolgeconserveerde monsters, afhankelijk van de hoogte van de cuvetkolom;
- 5 indien beeldvelden geteld worden, moet de oppervlakte van het beeldveld nauwkeurig bekend zijn (zie [bijlage 16](#));
- 6 wanneer de dichtheidsbepaling gebaseerd wordt op een telling van willekeurige beeldvelden, moet de verdeling van organismen over de bodem van de sedimentatiekamer *random* zijn (volgens het toeval) of homogeen.

OPMERKING

Op het laboratorium kunnen we in principe alleen de dichtheid per liter in het monster bepalen. De vertaling naar de dichtheid in het oppervlaktewater waaruit het monster afkomstig is, is een heel ander verhaal. Dit heeft te maken met de onbekende heterogene verdeling van organismen in het oppervlaktewater waar men rekening mee moet houden (zie [hoofdstuk 7 en 10](#)).

Random verdeling over de cuvetbodem

Een random (of homogene) verdeling van organismen over de cuvetbodem kan men bevorderen door de volgende zorg aan het inzetten te besteden:

- 1 zorg dat de cuvet, het monster en de andere in te zetten hulpmiddelen (pipetten e.d.) op gelijke temperatuur zijn (bij voorkeur kamertemperatuur; als het monster koud is en de cuvet warm, ontstaan gasbellen in de vloeistof die zowel de sedimentatie als de verdeling van organismen over de cuvetbodem nadelig beïnvloeden);
- 2 zorg voor een juiste inzetprocedure:
 - bodempje verdunningsvloeistof aanbrengen voor het inbrengen van het deelmonster;
 - gelijkmatig pipetteren;
 - volledig afvullen van de cuvet;
 - afdekken van de cuvet na het inzetten;
 - gelijkmatige condities tijdens het sedimenteren (gebruik een met tempex geïsoleerde doos met deksel om de cuvetten voor sedimentatie weg te zetten).
- 3 gebruik bij voorkeur Lugol voor de conservering (in ieder geval voor algen); Lugol bevordert een snelle sedimentatie (zie [bijlage 12](#)).

Men kan eenvoudig toetsen of sprake is van een random of homogene verdeling van organismen.

- 1 Bepaal in tien beeldvelden het aantal *waarnemingen* van organismen. Meer beeldvelden mag ook maar is niet nodig. Bepaal NIET het aantal cellen per beeldveld, tenzij alle organismen uitsluitend uit losse cellen bestaan.
- 2 Bepaal het gemiddelde aantal waarnemingen per beeldveld, $N_{\text{gemiddeld}}$, en de variantie voor steekproeven, $VAR_{\text{steekproef}}$.
- 3 Bereken de verhouding tussen $VAR_{\text{steekproef}}$ en $N_{\text{gemiddeld}}$.
- 4 Interpreteer de waarde van deze verhouding als volgt:
 - waarde kleiner dan één ($< 0,8$): de verdeling benadert homogeniteit;
 - waarde circa één: de verdeling is random;
 - waarde (veel) groter dan één (groter dan 1,1 à 1,2): de verdeling is niet random maar heterogeen (geclusterd; zie ook Edgar & Laird 1993).

Een bepaling van de randomness met behulp van Chi-kwadraat uit het aantal getelde beeldvelden, het gemiddelde aantal waarnemingen per beeldveld en de variantie, is beschreven in NEN-EN 15204.

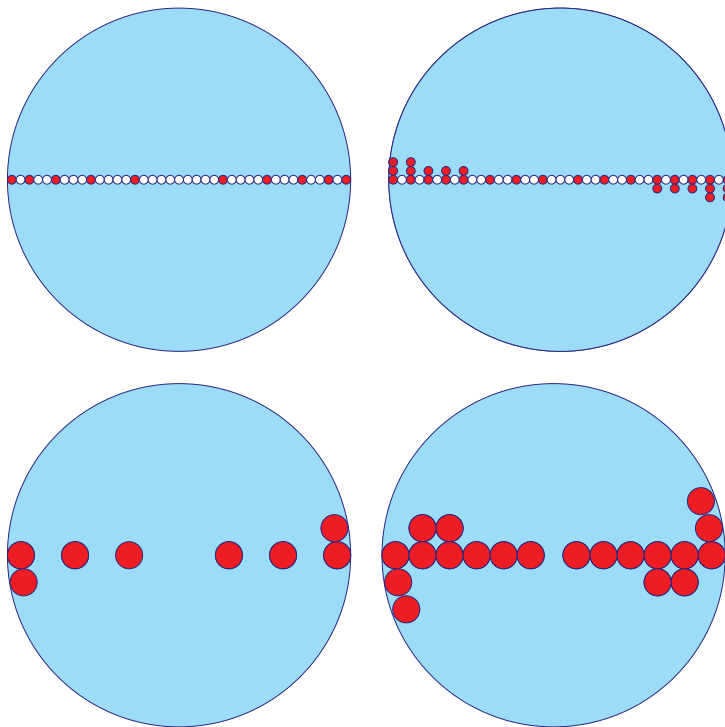
1.2 Zijn er technieken voor een niet random verdeling?

In de praktijk van de Utermöhlmethode komen we regelmatig verdelingen tegen die al op het eerste gezicht niet random of homogeen zijn.

Concentrische verdeling

Het meest voorkomend is een verdeling waarbij de kleinste organismen (grootte kleiner dan vijf micrometer) duidelijk talrijker zijn langs de rand van de cuvet dan meer naar het midden. Als deze verdeling concentrisch is (in ronde cuvetten), kunnen we met ronde cuvetten toch een betrouwbare telling uitvoeren, door beeldvelden te tellen in sectoren van de cuvet. Hierbij kiest men een groter aantal beeldvelden langs de rand van de cuvet of men houdt proportionele afstanden aan tussen de opvolgend getelde beeldvelden ([figuur 1](#)). Kies bij voorkeur minimaal twee sectoren die tegenover elkaar liggen. Om deze strategie toe te kunnen passen moet men tot de rand van de cuvetbodem kunnen tellen. Bij het gebruik van vierkante cuvetten is deze strategie niet toe te passen.

Fig 1 Het tellen van beeldvelden in sectoren van een rond cuvet



Andere ongelijkmatige verdelingen

Een ophoping in het midden van de cuvet komt wel eens voor in cuvetten met een groot bodemoppervlak en een lage verhouding tussen de hoogte van de kolom en de grootte van dit oppervlak. De oorzaak kan trilling zijn. De beste oplossing hierbij is om de hele cuvet te tellen, de helft of een kwart. Een kleinere sector raden wij af, vanwege de grote invloed van de hoeveelheid waarnemingen in juist de sectorpunt, op het resultaat van de telling.

Een ophoping aan één kant van de cuvet kan ontstaan door eenzijdige blootstelling aan temperatuursverschillen (zonlicht, tocht). Bij zo'n verdeling raden wij aan om het monster opnieuw in te zetten.

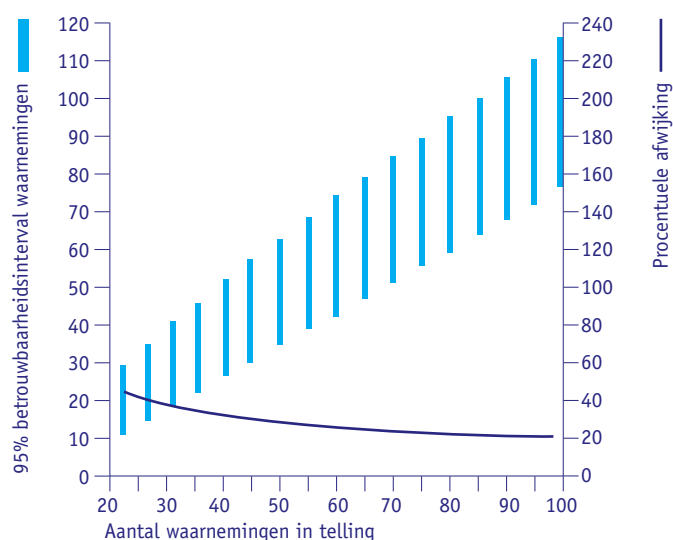
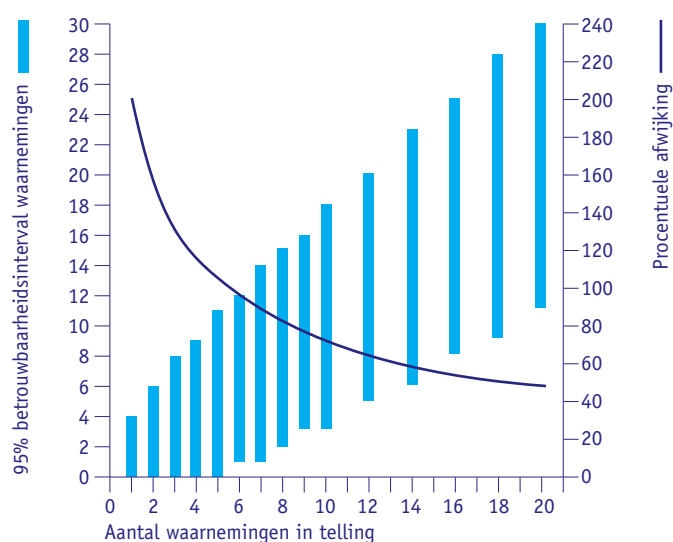
1.3 Hoe bepaal je de betrouwbaarheid?

Beoordeel voor je gaat tellen altijd eerst de verdeling van organismen over de cuvetbodem. Lijkt deze random (zo nodig controleren; zie [paragraaf 1.1](#)), is deze concentrisch (bij ronde cuvetten) of is duidelijk sprake van een excentrische of een geclusterde verdeling? In de laatste twee gevallen zet men het monster opnieuw in, na eventuele clusters van algen te hebben verbroken met behulp van een ultrasoon bad (zie [bijlage 20](#)). In andere gevallen kiest men een passende telstrategie (zie [paragraaf 1.4](#)).

Theoretisch is de betrouwbaarheid van een telling alleen te berekenen wanneer men kan uitgaan van een random of homogene verdeling van de waarnemingen. Deze betrouwbaarheid zegt overigens niets over de betrouwbaarheid van de dichtheid in cellen per milliliter, wanneer er kolonies in het monster aanwezig zijn van uiteenlopende grootten.

In de praktijk is het vooral belangrijk om ‘voeling’ te houden met de betrouwbaarheid van de telling. Dit doet men door tijdens de telling vergelijkingen te maken tussen het aantal waarnemingen per beeldveld en het aantal waarnemingen in overeenkomstige delen van het cuvet (sectoren bij gebruik van ronde cuvetten). De verschillen moeten niet groot zijn (binnen het 95%-betrouwbaarheidsinterval).

Fig 2 95%-Betrouwbaarheidsintervallen voor waarnemingen die volgens het toeval verdeeld zijn
Poissonverdeling.



Betrouwbaarheidsinterval

De betrouwbaarheid van het aantal waarnemingen in het onderzochte volume (dit kunnen ook losse beeldvelden zijn, of delen van de cuvet) kan men beoordelen op basis van het 95%-betrouwbaarheidsinterval volgens de Poissonverdeling.

Uit [figuur 2](#) kan men voor één tot honderd waarnemingen de bijbehorende onderste en bovenste grens van dit betrouwbaarheidsinterval aflezen. Voor de berekening van betrouwbaarheidsintervallen verwijzen we naar NEN-EN 15204, statistische literatuur of geschikte websites, zoals www.wynneconsult.com of www.wisfaq.nl. In de norm NEN-EN 15204 wordt uitgebreid aandacht besteed aan deze en andere statistische aspecten. Daarnaast kan men nuttige informatie vinden in Sournia (1978) en Hallegraeff *et al.* (2003).

1.4 Welke telstrategie?

Talrijkheid of gewichtigheid

Een fytoplanktonanalyse vergt een behoorlijke tijdsinvestering. Daarom is het noodzakelijk om de analyse zo efficiënt mogelijk op te zetten.

Het primaire doel van fytoplanktontellingen voor de waterbeheerder is: bepaling van de ecologische kwaliteit. De in Nederland gebruikte, traditionele beoordelingssystemen evalueren daarvoor de soortsamenstelling van fytoplankton, gewogen naar talrijkheid (hoe talrijker de alg, hoe groter zijn bijdrage aan het beoordelingsresultaat). Voor een ecooloog is talrijkheid niet altijd interessant. Wanneer men wil weten welke alg als beste uit de strijd komt om voedingsstoffen en licht, is het biovolume, zijn 'gewichtigheid' een betere maat. Met talrijkheid alleen kan men bij dit soort vragen op het verkeerde been gezet worden.

Ook in het blauwalgenprotocol van maart 2010, is het biovolume onderkend als belangrijke parameter (zie [bijlage 23](#)). Tussen het signaal van de fluoroprobe en de hoeveelheid algen is er een beter verband wanneer die hoeveelheid is uitgedrukt in biovolume in plaats van cellen. En waarschijnlijk zal ook de hoeveelheid toxine in het water een beter verband hebben met het biovolume aan blauwalgen per liter, dan met hun aantal cellen per liter (alleen wanneer alle blauwalgensoorten even grote cellen hadden, zou dat niet op hoeven gaan).

Doelstelling

De doelstelling waaraan een fytoplanktonanalyse moet voldoen, kunnen we in zijn algemeenheid opsplitsen in drie verschillende onderdelen:

- 1 de benodigde precisie waarmee geteld moet worden (betrouwbaarheid);
- 2 de verhouding waarin soorten met verschillende grootte en abundantie geteld worden (gericht op biovolumebijdrage en niet zozeer op talrijkheid);
- 3 de soortenrijkdom die in voldoende mate beschreven moet worden (biodiversiteit; zie [intermezzo 1](#)).

INTERMEZZO 1 BIODIVERSITEIT

De analyse moet recht doen aan de soortenrijkdom van het monster. Een monster dat veel soorten bevat met een lage dichtheid, kan dan veel analysetijd kosten. Dit is natuurlijk afhankelijk van het criterium dat men stelt aan het detecteren van deze biodiversiteit. Dit criterium bepaalt de grootte van het te onderzoeken deelmonster, en daarmee de analysetijd. Men kan de analyse echter efficiënt maken, door tijdig over te stappen naar een volgende analysestap. Bij een monster met een hoge soortenrijkdom (en vaak lage dichtheid per taxon), komt men tijdens de analyse voortdurend soorten tegen die men nog niet eerder geteld heeft. Een ervaren analist kan tijdens de analyse besluiten om een analysestap tussen te voegen (een stap waarin een extra aantal beeldvelden wordt geteld), dan wel eerder door te gaan met een volgende stap. Dit besluit men dan op grond van het aantal waarnemingen van de meest talrijke soort in de stap waarmee men bezig is: minimaal tien. Minder talrijke soorten kan men dan 'overzetten' naar de volgende stap.

Strategie

In het algemeen zijn kleinere soorten talrijker dan grotere. Omdat het biovolume toeneemt met de derde macht van de grootte van een alg, zal een talrijk aanwezige, maar kleine soort toch maar weinig bijdragen aan het biovolume. Deze grootte:volume-verhouding wordt gemakkelijk onderschat, maar een fytoplanktongemeenschap ziet er wat dat betreft net zo uit als een bos: veel kleine plantjes en mos, iets minder veel, maar grotere planten en struiken, en ten slotte een relatief klein aantal grote bomen. Wanneer men zich hiervan bewust is, zal men bij de telling niet overdreven veel energie steken in het tellen van kleine algen. Zo spaart men tijd voor het tellen van grotere soorten in een groter deelvolumen. Men volgt dan een telstrategie die in balans is.

In de werkvoorschriften voor fytoplankton en zoöplankton beschrijven we een telstrategie in drie fasen. In het kort komt deze hier op neer:

- 1 begin de telling met het maken van een soortenlijst;
- 2 tel vervolgens de relatief talrijke, maar gewoonlijk kleine soorten in een klein deelvolumen (deel van de cuvet) bij een sterke vergroting;
- 3 tel tenslotte de minder talrijke, grote soorten in een groot deelvolumen (groter deel van of de gehele cuvet) bij een zwakke vergroting (voor minder talrijke kleine soorten zal deze vergroting te zwak zijn).

Fase 2 en 3 kunnen beide bestaan uit meerdere stappen, afhankelijk van de soortenrijkdom van het monster (zie hoofdstuk 7).

Wat de analyse-inspanning van het kleinste deelvolumen betreft (fase 2 - stap 1), raden wij aan om minimaal vijf beeldvelden te onderzoeken.

Wat de analyse-inspanning voor meso- en macrozoöplankton betreft raden wij aan om altijd hele cuvetten te onderzoeken.

In tegenstelling tot wat elders wel eens geadviseerd wordt (bijvoorbeeld HELCOM 2008), bevelen wij aan om de telling te beginnen met de sterkste vergroting en daarna over te stappen naar zwakkere vergrotingen en niet andersom.

Tabel 1 Berekening van de dichtheid van algencellen uit een telling

OMSCHRIJVING	NOTATIE	EENHEID
Volume deelmonster	V	ml
Onderzocht deel van de cuvetbodem	$O_{\text{onderzocht}}$	%
Aantal getelde cellen	nCellen	cellen
Dichtheid in het monster	Dichtheid	cellen/ml

BEREKENING

$$\text{Dichtheid} = \frac{n\text{Cellen} \times 100}{O_{\text{onderzocht}} \times V}$$

Let op

Bij het scannen van banen (transecten) in plaats van beeldvelden, kunnen soorten die aan de buitenzijden van de baan liggen (tegen de rand van het beeldveld) over het hoofd gezien worden. Hulpmiddelen om dit te voorkomen zijn een oculair met een rechthoekig veld, ruim binnen de begrenzing van het beeldveld, of (bij zoöplankton) een cuvet met een gelinieerde bodemplaat. Alleen de soorten binnenin de rechthoek of binnen de lijntjes worden geteld.

Berekening van de dichtheid

De dichtheid van elk aangetroffen taxon in cellen per milliliter kan men eenvoudig berekenen uit het totale aantal getelde cellen, de grootte van het ingebrachte volume deelmonster en de grootte van het onderzochte deel van de cuvetbodem (tabel 1). Voor zoöplankton gaat men op dezelfde manier te werk, alleen vervangt men daarbij het woord *cellen* door *dieren* of *organismen*.

1.5 Literatuurverwijzingen

- Edgar RK & Laird K (1993) Computer simulations of error rates of Poisson-based interval estimates of plankton abundance. *Hydrobiologia* 264: 65-77.
- Hallegraeff GM, Anderson DM & Cembella AD (red) (2003) *Manual on harmful marine microalgae*. Monographs on Oceanic Methodology 11, UNESCO Publishing, Parijs. 793 pp.
- Hasle GR (1978) The inverted-microscope method. In: Sournia A (red) *Phytoplankton manual*. Monographs on Oceanic Methodology 6, UNESCO, Parijs. pp 88-96.
- HELCOM (2008) Guidelines concerning phytoplankton species composition, abundance and biomass. *Manual for Marine Monitoring in the COMBINE Programme of HELCOM*, Annex 6, update 8.1.2008. http://www.helcom.fi/groups/monas/CombineManual/AnnexesC/en_GB/annex6/
- NEN-EN 15204 (2006) *Water quality - Guidance standard on the enumeration of phytoplankton using inverted microscopy (Utermöhl technique)*. Nederlands Normalisatie-instituut, Delft. 42 pp.
- Sournia A (red) *Phytoplankton manual*. Monographs on oceanographic methodology 6, UNESCO, Parijs. 337 pp.
- Utermöhl H (1931) Neue Wege in der quantitativen Erfassung des Planktons (mit besonderer Berücksichtigung des Ultraplanktons). *Verhandlungen der Internationalen Vereinigung für Theoretische und Angewandte Limnologie* 5(2): 567-596.
- Utermöhl H (1958) Zur Vervollkommnung der quantitativen Phytoplankton-Methodik. Neue Wege in der quantitativen Erfassung des Planktons (mit besonderer Berücksichtigung des Ultraplanktons). *Mitteilung Internationale Vereinigung für Theoretische und Angewandte Limnologie* 9: 1-38.



BIJLAGE 19

BIOVOLUMEBEPALING

Voor de bepaling van het biovolume van fytoplankton is een Duits voorstel voor een norm geschreven. Dit ontwerp is teruggetrokken uit de CEN procedure wegens overschrijding van het tijdpad. Hij bevat echter wel nuttige informatie.

Voor zoöplankton is een Nederlandse voornorm geschreven (Anonymus 1999).

Onder verwijzing naar deze voorstellen geven we in deze bijlage alleen de geometrische grondvormen en bijbehorende formules.

Het biovolume van de meeste algensoorten kan eenvoudig bepaald worden op basis van één van deze grondvormen. Er zijn ook ingewikkelder gevormde soorten, zoals *Ceratium* en *Micrasterias*. Het biovolume van dit soort organismen bepaalt men door meerdere grondvormen of delen daarvan te combineren. Datzelfde geldt voor de meeste zoöplanktonsoorten (tabel 1).

Van heel ingewikkelde vormen kan men het biovolume benaderen door het nauwkeurig en op schaal na te boetseren met klei. Boetseer vervolgens een mooi kubusje met bekende afmetingen. Bepaal vervolgens het gewicht van beide vormen op een balans. Bereken daarna het volume van het model uit het volume en het gewicht van het kubusje. Een alternatieve werkwijze is om het verplaatste volume water te meten in een maatcilinder, bij onderdompeling van het model.

Bepaal tenslotte het volume als functie van één van de dimensies van het model, bijvoorbeeld de lengte. Geef nauwkeurig aan hoe de lengte gemeten moet worden.

Literatuurverwijzingen

- Anonymus (1999) Voornorm 6517. Water - Tellen. determineren en biovolumebepaling van zoöplankton (*Cladocera*, *Copepoda*, *Rotifera*) > 50 µm en het bepalen van de groottestructuur van *Daphnia*. Nederlands Normalisatie Instituut, Delft.
- Anonymus (2008) Water quality – phytoplankton biovolume determination by microscopic measurement of cell dimensions. CEN TC 230/WG 2/TG 3/N116 versie 30 maart 2008.
- Carpentier CJ, Wagenvoort AJ, Ketelaars HAM & Sperber RA (1997) BACCHUS Software programma voor interactieve biovolumebepalingen van fyto- en zoöplankton met statistische evaluatie en opslag van meetgegevens. Rapport NV WBB, Werkendam.
- Christiansen ME, Eie JA, Halvorsen G, Hobæk A & Larsson P (1993) On the freshwater crustaceans occurring in the vicinity of Christiania. Translation of the handwritten manuscript by GO Sars. 1861. University of Bergen. Bergen.
- Hütte (1924) „Hütte“. Des Ingenieurs Taschenbuch. 1. Band. 24. Auflage. Akademischen Verein Hütte. Berlin.
- Ruttner-Kolisko A (1977) Suggestions for biomass calculation of plankton rotifers. *Archiv für Hydrobiologie Beihefte* 8: 71-76.
- Thomsen HA (red) Plankton i de indre danske farvande. Havforskning fra Miljøstyrelsen nr 11. Miljøministeriet, København. 331 pp.

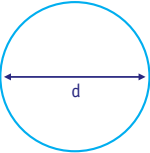
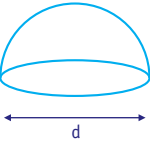
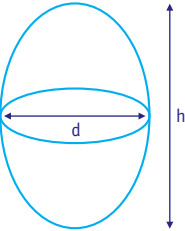
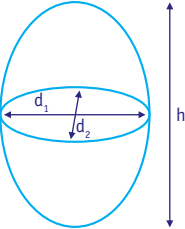
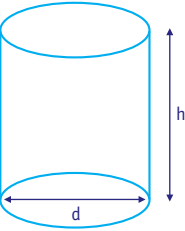
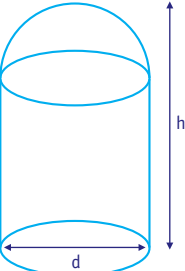
Tabel 1 Grondvormen voor de berekening van het biovolume van zoöplankton

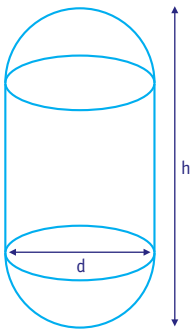
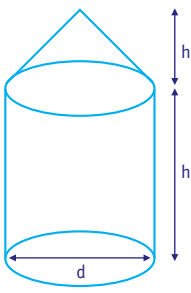
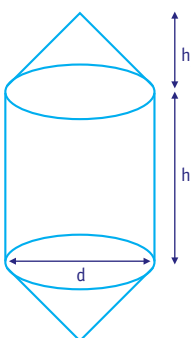
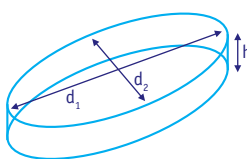
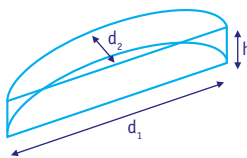
Bronnen: Hütte 1924, Ruttner-Kolisko 1977, Christiansen et al. 1993, Carpentier et al. 1997.

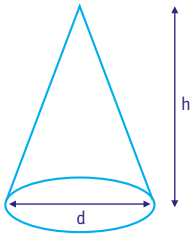
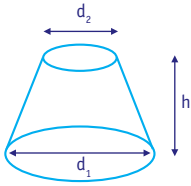
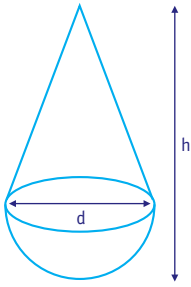
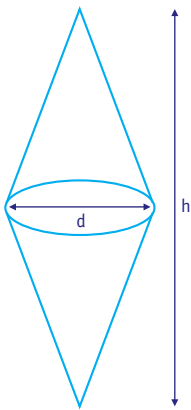
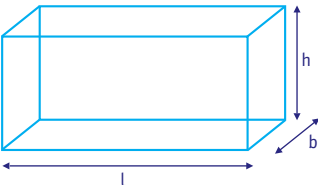
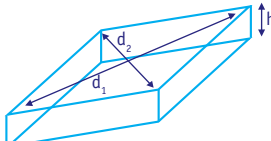
	NAAM	GEOMETRISCHE VORM
Raderdieren	Anuraeopsis	afgeknotte piramide met driehoekig grondvlak
	Ascomorpha	ellipsoïde (elliptische doorsnede)
	Asplanchna	ellipsoïde (cirkel doorsnede)
	Brachionus	ellipsoïde (elliptische dwarsdoorsnede)
	Collotheca	kegel
	Conochilus (individu)	kegel
	Euchlanis	halve ellipsoïde (elliptische dwarsdoorsnede)
	Filinia	ellipsoïde (ronde doorsnede)
	Gastropus	elliptische cilinder
	Hexarthra	kegel
	Kellicottia	kegel
	Keratella cochlearis-groep	segment van ellipsoïde
	Keratella quadrata-groep	doos
	Lecane	ellipsoïde (elliptische dwarsdoorsnede)
	Notholca	segment van ellipsoïde
	Ploesoma	ellipsoïde (elliptische dwarsdoorsnede)
	Polyarthra	doos
	Pompholyx	ellipsoïde (elliptische dwarsdoorsnede)
	Synchaeta	kegel
	Testudinella	cirkelvormige discus (lens)
	Trichocerca	cilinder + kegel
Watervlooien	Alona	elliptische discus
	Alonella	elliptische discus
	Bosmina	elliptische discus
	Camptocercus	elliptische discus
	Ceriodaphnia	ellipsoïde (elliptische dwarsdoorsnede)
	Chydorus	elliptische discus
	Daphnia	elliptische discus
	Diaphanosoma	elliptische discus
	Leydigia quadrangularis	elliptische discus
	Pleuroxus	elliptische discus
Copepoden	nauplius larve	ellipsoïde (ronde doorsnede)
	copepodiet larve	kegel + halve bol
	Calanoïda (volwassen man)	ellipsoïde (ronde doorsnede)
	Calanoïda (volwassen vrouw)	ellipsoïde (ronde doorsnede)
	Calanoïda (volwassen vrouw met eipakket)	ellipsoïde (ronde dwarsdoorsnede) + ellipsoïde
	Cyclopoida (volwassen man)	kegel + halve bol
	Cyclopoida (volwassen vrouw)	kegel + halve bol
	Cyclopoida (volwassen vrouw met eipakketten)	kegel + halve bol + twee ellipsoïdes
	Harpacticoida (volwassen)	cilinder + halve bol

Fig 1 Formules voor het biovolume van veelvoorkomende vormen

(*b* = breedte, *d* = diameter, *l* = lengte, *h* = hoogte). Bronnen: Thomsen 1992, Carpentier et al. 1997. Anonymus 2008, www.mathpages.com, www.vitutor.com.

GEOMETRISCHE VORM	AFBEELDING	FORMULE
Bol		$V = \pi / 6 \times d^3$
Halve bol		$V = \pi / 12 \times d^3$
Ellipsoïde met cirkelvormige dwarsdoorsnede		$V = \pi / 6 \times d^2 \times h$
Ellipsoïde met elliptische dwarsdoorsnede		$V = \pi / 6 \times d_1 \times d_2 \times h$
Cilinder		$V = \pi / 4 \times d^2 \times h$
Cilinder met halve bol		$V = \pi / 4 \times d^2 \times (h - 1/6d)$

GEOMETRISCHE VORM	AFBEELDING	FORMULE
Cilinder met twee halve bollen		$V = \pi / 4 \times d^2 \times (h - 1/3d)$
Cilinder met een kegel		$V = \pi / 4 \times d^2 \times h_1 + \pi / 12 \times d^2 \times h_2$
Cilinder met twee kegels		$V = \pi / 4 \times d^2 \times (h_1 + 2/3h_2)$
Elliptische cilinder		$V = \pi / 4 \times d_1 \times d_2 \times h$
Halve elliptische cilinder		$V = \pi / 4 \times d_1 \times d_2 \times h$

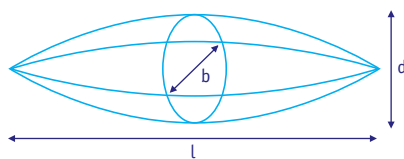
GEOMETRISCHE VORM	AFBEELDING	FORMULE
Kegel		$V = \pi / 12 \times d^2 \times h$
Afgeknotte kegel		$V = \pi / 12 \times h \times (d_1^2 + d_2^2 + (d_1 + d_2))$
Kegel met halve bol		$V = \pi / 12 \times d^2 \times (h + d/2)$
Dubbele kegel		$V = \pi / 12 \times d^2 \times h$
Doos		$V = l \times b \times h$
Rhomboïde doos		$V = 1/2 \times d_1 \times d_2 \times h$

GEOMETRISCHE VORM

AFBEELDING

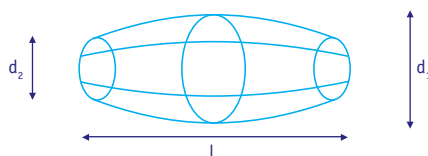
FORMULE

Discus



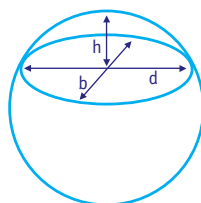
$$V = 1/8\pi \times l \times b \times d + 1/24\pi \times d^3$$

Vat



$$V = 1/6 \pi \times l \times (d_1^2 + 1/2 d_2^2)$$

Segment van een bol

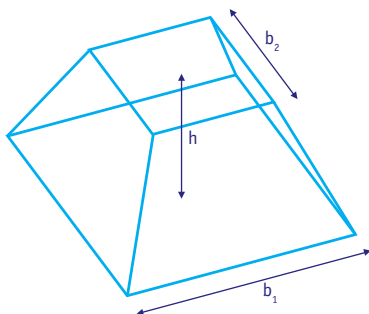


$$V = \pi / 6 \times (3/4 d^2 + 3h^2) \times h$$

Segment van een ellipsoïde:

$$V = \pi / 24 \times (3h \times d \times b + 4d^3)$$

Afgeknotte piramide met vierkant grondvlak



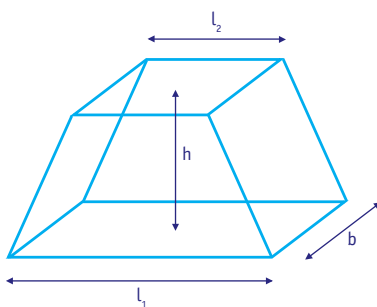
$$V = 1/3 (b_1^2 + b_1 b_2 + b_2^2) \times h$$

Willekeurig grondvlak:

$$V = 1/3 (Opp_1 + Opp_2 + \sqrt{Opp_1 \times Opp_2}) \times h$$

Opp_x = oppervlakte van het grootste (1) of het kleinste (2) grondvlak.

Trapezoïde



$$V = 1/2 \times h \times b \times (l_1 + l_2)$$

BIJLAGE 20**SPECIALE ANALYSETECHNIEKEN****1 KOH-behandeling voor het tellen van *Microcystis*****Achtergrond**

In kolonies van de blauwalg *Microcystis* is het aantal cellen heel moeilijk nauwkeurig te tellen. Toch is dit nodig voor een betrouwbare bepaling van dichtheid en biovolume. Door een KOH-behandeling kunnen we deze kolonies uit elkaar laten vallen. De cellen blijven intact, maar verspreiden zich netjes door het monster.

Principe

Men lost de koloniemucus op (hydrolyse) door behandeling met KOH (kaliloog), zodat men de cellen als losse eenheden kan tellen. Na hydrolyse neutraliseert men de oplossing met zoutzuur om uitgekristalliseerde zouten (met name calciumcarbonaat) weer op te lossen.

Bij voorkeur past men de methode toe op verse of lugol-geconserveerde monsters. In monsters gefixeerd met aldehyden (waaronder formaline) wordt de mucus minder goed gehydrolyseerd. Hierdoor vallen de kolonies niet of veel minder goed uit elkaar.

Opmerkingen

De uiteengevallen *Microcystis*-kolonies kan men niet meer met zekerheid tot op soort determineren.

Ook kolonies van andere blauwalgen, bijvoorbeeld *Woronichinia naegelianae*, vallen met deze methode uit elkaar in losse cellen. In zij-aanzicht zijn *Woronichinia*-cellen goed te onderscheiden van *Microcystis*-cellen, maar in bovenaanzicht niet. Hou hier rekening mee tijdens het determineren.

Werkvoorschrift*Benodigdheden*

- a Afsluitbare 50 ml centrifugebuizen.
- b 0,5M oplossing van kaliumhydroxide (kaliloog: 28 g/l KOH).
- c 0,5M oplossing van waterstofchloride (zoutzuur: 1,5% W/V HCl).
- d Waterbad of stoof op 80°C.

Werkwijze

- 1 Meng het monster goed (zie [bijlage 13](#)).
- 2 Breng 25 ml monster over in een centrifugebuis.
- 3 Voeg 500 µl 0,5M kaliumhydroxide toe (eindconcentratie 0,01M KOH) en sluit de centrifugebuis af met een schroefdoop.
- 4 Zet de buis 30 minuten weg bij 80 °C.
- 5 Schud de buizen en laat ze afkoelen tot kamertemperatuur (gebruik koud leidingwater om dit proces zonodig te versnellen).
- 6 Neutraliseer de vloeistof met 500 µl 0,5M zoutzuur (lugolmonsters worden weer bruin door de omzetting van jodide in vrij jodium).
- 7 Schud de buizen voorzichtig maar grondig gedurende ongeveer 30 seconden.
- 8 Zet een geschikt subsample in voor sedimentatie in een cuvet en analyseer dit. Volg hierbij de richtlijnen in het [werkvoorschrift 7B Analyse van fytoplankton](#) in oppervlaktewater.

Literatuur

Box JD (1981) Enumeration of cell concentrations in suspensions of colonial freshwater microalgae with particular reference to *Microcystis aeruginosa*. *British Phycological Journal* 16: 153-164.



2 Ultrasonische behandeling van vlokjes

Achtergrond

Sommige monsters bevatten vlokjes met algen die moeilijk door schudden te verspreiden zijn (resuspenden). Men kan proberen deze vlokjes uit elkaar te laten vallen met ultrasonische trillingen. De methode wordt ook gebruikt voor het uit elkaar laten vallen van *Microcystis*-kolonies.

Principe

Door de energie van ultrasonische trillingen ontstaan vacuümbelletjes in de vloeistof (cavitatie). Deze vacuümbelletjes imploderen waarbij energie vrijkomt die aggregaten van deeltjes uit elkaar kan doen vallen.

Opmerking

Door ultrasonische trillingen kunnen algen kapot gemaakt worden. Kiezelwieren bijvoorbeeld, kunnen uit elkaar vallen in twee schaalpjes. Hoe langer de incubatieduur, hoe groter de kans op dit soort schade. Een incubatieduur van meer dan één minuut is daarom af te raden.

Werkvoorschrift

Benodigdheden

- a Reageerbuis.
- b Ultrasoon bad met frequentie tussen 20 en 50 kHz.

Werkwijze

- 1 Meng het monster goed (zie [bijlage 13](#)).
- 2 Breng zoveel monster over in een reageerbuis als nodig is voor het inzetten. Gebruik zonodig meerdere reageerbuizen (elke buis kan voor ca. 60% gevuld worden).
- 3 Steek de reageerbuis rechtstandig in het ultrasonische waterbad, zodat het deelmonster zich geheel onder het vloeistofniveau bevindt.
- 4 Zet het bad aan en laat de ultrasonische trillingen gedurende 20 tot 30 seconden op het deelmonster inwerken (Cronberg 1980: 15-60 sec bij 20-40 kHz).
- 5 Herhaal de behandeling eenmaal wanneer de eerste behandeling geen duidelijk resultaat heeft gehad. De juiste behandelingstijd is niet van tevoren bekend, maar bij langduriger incubatie (langer dan 60 seconden) kunnen cellen beschadigd raken.

Literatuur

Reynolds CS & Jaworski GHM (1978) Enumeration of natural *Microcystis* populations. *British Phycological Journal* 13: 269-277.

3 Calcofluor-kleuring voor dinoflagellaten of sieralgen

Achtergrond

Een goede determinatie van dinoflagellaten kan vaak alleen plaatsvinden als de plaatstructuur (plaat-tabulatie) zichtbaar is. Soms zijn lege cellen in het monster aanwezig, waaraan men deze structuur kan bestuderen. Wanneer dit niet het geval is, kan men de plaatstructuur van lege of gevulde cellen zichtbaar maken door de cellen aan te kleuren met een fluorescente kleurstof, die hecht aan de celuloseplaten. Van deze techniek kan men ook gebruik maken om details zichtbaar van de celwand van bepaalde sieralgen zichtbaar te maken. Bijvoorbeeld gordels, pseudogordels of streepjes bij het geslacht *Closterium*.

Principe

De 'optical brightener' Calcofluor White hecht zich aan cellulose, dat een belangrijk bestanddeel is van de celwand van dinoflagellaten en veel groenalgen. Met behulp van epifluorescentie kan men vervolgens de celwand en zijn morfologische details goed zichtbaar maken. Deze kleuring kan men uitvoeren in de sedimentatiekamer (cuvet) na de telling.

Opmerking

Monsters die zijn geconserveerd met zure lugol moet men eerst neutraliseren, met een beetje bicarbonaat of loog, omdat de kleurstof in een zuur milieu neerslaat. De werkconcentratie van Calcofluor White is niet kritisch. De concentratie van de stockoplossing is in voorschriften gewoonlijk 0,1%, maar waarschijnlijk kan dit wel lager zijn (0,01 tot 0,05%). Idealiter is de concentratie in het deelmonster net niet zo hoog dat de achtergrond in het microscoopbeeld op gaat lichten. In een sedimentatiecuvet gebruikt men in het algemeen een lagere concentratie dan in een dekglaspreparaat.

Werkvoorschrift

Benodigdheden

- a Oplossing van Calcofluor White M2R (Sigma F6258): 0,1% W/V in demiwater.
- b Oplossing van natriumthiosulfaat (1% oplossing in demiwater).
- c Oplossing van natriumbicarbonaat (1 M in demiwater).
- d Pasteurpipetten.
- e Omkeermicroscoop met epifluorescentie en filterblokken voor UV- of blauwlicht-excitatie.

Werkwijze

- 1a Ontkleur het neutraal-alkalische, lugol-gefixeerde deelmonster met een druppeltje thiosulfaat.
- 1b Neutraliseer het zure lugol-gefixeerde deelmonster met een druppeltje bicarbonaat.
- 2 Voeg één of enkele druppels toe van een 0,1% oplossing van Calcofluor White M2R en laat de stof enkele minuten inwerken. Bij een 'gewoon' objectglaspreparaat kan men een druppel aan de rand van het dekglas zetten.
- 3 Bekijk het cuvet/preparaat onder epifluorescentie met een filter voor UV- of blauwlicht-excitatie.
- 4 Wanneer de achtergrondfluorescentie te hoog is, verlaagt men de concentratie van de stockoplossing door verdunning met demiwater. De eindconcentratie moet ongeveer 10 microgram Calcofluor per milliliter monster bedragen.

Literatuur

Fritz L & Triemer RE (1985) A rapid simple technique utilizing Calcofluor White M2R for the visualization of dinoflagellate thecal plates. *Journal of Phycology* 21: 662-664.

4 Snelle oxidatie van kiezelwieren

Achtergrond

Een goede determinatie van kiezelwieren (diatomeeën) kan alleen plaatsvinden als de kenmerken van het kiezelschaaltje zichtbaar zijn. In fytoplanktonmonsters is dit niet altijd het geval. Soms bevat het monster lege diatomeeëncellen, waaraan deze kenmerken te zien zijn. Anders moet een oxidatiepreparaat gemaakt worden. We raden dit aan als het monster veel centrale kiezelwieren bevat, die niet met zekerheid tot op soort te determineren zijn.

Raadpleeg [hoofdstuk 9](#) en het [werkvoorschrift 9B](#) wanneer u behoefte heeft aan meer informatie.



Principe

Door oxidatie van de organische inhoud van de kiezelwiercel, gevolgd door inbedding van de cellen in een sterk lichtbrekende stof, maakt men de details van het anorganische kiezelschaaltje beter zichtbaar voor lichtmicroscopie.

Werkvoorschrift

Benodigdheden

- a Strekplaat op ca. 45 °C.
- b Voorwerpglaasje.
- c Dekglaasje met een dikte van 0,15-0,17 millimeter.
- d Ethanol 80% voor het reinigen van voorwerp- en dekglaasje.
- e Waterstofperoxide 30% voor oxidatie van organische stof.
- f Zoutzuur 10% voor het oplossen van kalk- en ijzerzouten.
- g Inbedmiddel met brekingsindex tussen 1,65 en 1,75 (zie [bijlage 12](#)).
- h Pasteurpipetten.
- i Aquadest of milli-Q.
- j Pincet om dekglaasjes op te pakken.
- k Kookplaat of Bunsenbrander.
- l Hittebestendige reageerbuisknijper (of gewone houten knijper) om preparaten te kunnen vasthouden tijdens de verhitting.

Werkwijze

- 1 Leg een in alcohol ontvet glaasje op de warme strekplaat.
- 2 Breng met een Pasteurpipet een druppel van het monster op het dekglaasje en laat dit indampen. Laat daarna nog zoveel druppels indampen als nodig met het oog op de gewenste diatomeeënconcentratie in het preparaat.
- 3 Voeg één à twee druppels waterstofperoxide toe voor oxidatie en wacht tot het bruisen is afgelopen en het dekglaasje droog is.
- 4 Haal het dekglaasje van de strekplaat, voeg een druppel zoutzuur toe voor ontkalking en laat dit 10 seconden inwerken. Spoel voorzichtig af met aquadest of milli-Q en droog het dekglaasje op de strekplaat.
- 5 Voorzie een schoon, ontvet voorwerpglas van een etiket met de identificatiegegevens van het monster.
- 6 Breng wat inbedmiddel (bijvoorbeeld Naphrax) aan op het dekglas (op het ingedroogde materiaal) en plak het met dit middel op het voorwerpglas (dus met het ingedroogde materiaal naar de zijde van het voorwerpglas).
- 7 Verwarm het geheel op kookplaat of (voorzichtig!) met behulp van een Bunsenbrander totdat er geen gasbellen meer ontsnappen. Let op: bij te hoge verhitting verbrandt de hars!
- 8 Druk het dekglaasje voorzichtig aan en laat het preparaat afkoelen en uitharden.
- 9 Onderzoek het preparaat zoals beschreven in het [Werkvoorschrift 9B Analyse van kiezelwieren](#) in oppervlaktewater, en richt je daarbij op de onbekende soort(en).

5 Bleekwatermethode voor sialgen

Achtergrond

Bij diverse sialgen is het patroon van strepen, korreltjes of wratjes op de celwand (de ornamentatie) een belangrijk determinatiekenmerk. Dit geldt bijvoorbeeld voor veel soorten uit het geslacht *Cosmarium*. Om dit patroon goed te kunnen zien is een sterke vergroting nodig (omstreeks 600×). De ornamentatie is aan levende cellen doorgaans beter te zien dan aan lugolgeconserveerde, maar het best kan men de celwand

bestuderen aan lege cellen. Wanneer deze niet in voldoende aantal in het monster aanwezig zijn, kan men een deel van het monster behandelen met bleekwater, volgens een methode beschreven door Mann *et al.* (2007).

Principe

Door behandeling met bleekwater verdwijnt de celinhoud geheel of voor het grootste deel, maar blijft de celwand intact en is de ornamentatie te bestuderen met het lichtmicroscop. Deze behandeling kan men uitvoeren in de sedimentatiekamer (cuvet) na de telling.

Opmerking

Door de behandeling verdwijnt de celinhoud niet geheel. Men kan dus onderscheid blijven maken tussen cellen die leefden tijdens of kort voor de bemonstering en (subfossiele) celwandrestanten.

Werkvoorschrift

Benodigheden

- a Bleekwater (huishoudoplossing).
- b Pasteurpipet

Werkwijze

- 1 Voeg met een Pasteurpipet twee druppels bleekwater per milliliter deelmonster toe in de sedimentatiekamer/het cuvet.
- 2 Laat het bleekwater minstens tien minuten inwerken.
- 3 Bekijk het resultaat met de microscoop bij vergrotingen van 200× (om de cellen op te zoeken) en 600× (om de ornamentatie te bestuderen).

Literatuurverwijzing

- Cronberg G (1980) Phytoplankton changes in Lake Trummen induced by restoration. *Folia Limnologica Scandinavica* no. 8, 119 pp.
- Mann DG, Bayer MM, Droop SJM, Hicks YA, Marshall AD, Martin RR & Rosin PL (2007) New methods for preparing, imaging and typifying desmids (Chlorophyta, Zygnematophyceae), including extended depth of focus and 3-D reconstruction. *Phycologia* 46: 29-45.
- Reynolds CS & Jaworski GHM (1978) Enumeration of natural *Microcystis* populations. *British Phycological Journal* 13: 269-277.



BIJLAGE 21

TWEEDELIJNSCONTROLES

Bij tweedelijscontroles vergelijkt men ondermeer de eigen analyseresultaten met die van één of meer collega-analist(en) op het eigen lab. Dit aspect van de controle omvat de volgende drie onderdelen:

- 1 het vergelijken van de telling;
- 2 het vergelijken van de determinatie;
- 3 het vergelijken van de dichtheid- en eventueel biovolumebepaling.

Hieronder geven wij een eenvoudige benadering om de analyseresultaten te toetsen. Men vergelijkt de resultaten voor twee analisten tegelijk. Tenslotte integreert men de resultaten van alle analisten. Uiteraard trekt men conclusies en neemt men stappen om de vergelijkbaarheid te verbeteren indien nodig.

Deze benadering is speciaal geschikt voor tellingen en determinaties aan een steekproef van organismen, bijvoorbeeld een analyse van fytoplankton, sieralgen, kiezelwieren of zoöplankton. Voor vegetatie moet hij in aangepaste vorm worden uitgevoerd omdat dat geen steekproef is, maar een dekkend onderzoek van een proefvlak. Dit geldt ook voor het determineren en tellen van complete potjes met uitgezochte macrofaunagroepen.

Het vergelijken van de telling

- 1 Zet de analyseresultaten van alle analisten naast elkaar, met achter elke soort (of hoger taxon) het aantal waarnemingen, indien men een identiek volume deelmonster heeft geteld. Indien men een verschillend volume heeft geteld, wordt het lastiger. Standardiseer dan het aantal waarnemingen van elke analist op het kleinste volume dat door één van het geteld is (bijvoorbeeld: analist 1 heeft van soort A twaalf waarnemingen in 0,5 milliliter geteld en analist 2 twintig waarnemingen in 0,7 milliliter. Het aantal waarnemingen van analist 2 wordt dan herrekend naar 0,5 milliliter: $20 \times 0,5 / 0,7 = 14,3$; werk dan op één decimaal nauwkeurig, ook in de notatie van het betrouwbaarheidsinterval).
- 2 Bepaal voor elk taxon het 95%-betrouwbaarheidsinterval behorend bij het aantal waarnemingen van één van de analisten (bij voorkeur de meest ervaren analist). Baseer het betrouwbaarheidsinterval op de Poissonverdeling (zie [bijlage 18](#)).
- 3 Toets per taxon of het aantal waarnemingen van de andere analisten binnen het 95% betrouwbaarheidsinterval valt. Geef een punt (1) bij elke positief toetsresultaat en geen punten (0) bij elk negatief.
- 4 Tel het aantal punten op en deel deze som door het aantal taxa. Dit geeft een score op een schaal van 0 tot 1.
- 5 Vergelijk deze score met de norm die men heeft gesteld. In beginsel moet de overeenstemming volledig zijn (score 1). Let vooral op het toetsresultaat van de meer talrijke taxa. Voor deze moet het toetsresultaat altijd een punt opleveren.

In het voorbeeld van tabel 1 is de vergelijkbaarheid tussen Analist 1 en 2 heel redelijk met een score van 0,9. Van de meest waargenomen taxa liggen de waarde binnen het 95%-betrouwbaarheidsinterval. Er is alleen een verschil in het determineren van taxon M en N. Overigens kunnen kleine verschillen optreden tot circa 10% in de score, afhankelijk van het vergelijken van Analist 2 met 1, of van Analist 2 met 1 (met de afronding op hele aantal daarbij, kan dat net een verschil uitmaken in de grenzen van het betrouwbaarheidsinterval).



Tabel 1 Vergelijking van de analyseresultaten tussen Analist 1 en 2

Het totale aantal waarnemingen is bij beiden gelijk aan honderd.

TAXON	ANALIST 1	ANALIST 2	95%-BETROUWBAARHEIDSINTERVAL ¹		TOETSRESULTAAT ² PER TAXON
			ONDERGRENS	BOVENGRENS	
A	2	4	0	6	1
B	16	10	10	24	1
C	32	34	23	43	1
D		4	0	< 5	1
E	3		0	8	1
F	8	8	4	14	1
G	4	2	1	9	1
H		2	0	< 5	1
I	1		0	5	1
J	14	19	8	22	1
K	3		0	8	1
L	4	1	1	9	1
M	8		4	14	0
N		9	0	< 5	0
O	1		0	5	1
P	1		0	5	1
Q		1	0	< 5	1
R	1		0	5	1
S	2	6	0	6	1
Toetsresultaat totaal					17
Aantal taxa totaal					19
Score					17 / 19 = 0,9

¹ Gebaseerd op de resultaten van analist 1.

² 1 is een positief resultaat, 0 is een negatief resultaat.

Het controleren van de determinatie

Uit het resultaat van de vergelijking blijkt een verschil in het determineren van de soorten M en N tussen beide analisten. Door samen in het monster te kijken naar het betreffende organisme en samen de determinatieliteratuur te bestuderen, proberen zij erachter te komen wat een juiste naamgeving is. Eventueel raadplegen zij een expert.

Het controleren van de dichtheid- en eventueel biovolumebepaling

De controle van de telling in de eerste stap (onderdeel 1) moet niet gericht zijn op de berekende dichtheden in cellen per milliliter of op het biovolume per milliliter. De reden is dat de afzonderlijke cellen van

draadvormige algen of kolonievormende soorten statistisch gezien bij elkaar horen (één waarneming). Daarom is een aparte controle nodig op de berekende dichtheden en biovolumina. Controleer eerst de dichtheden.

- 1 Bekijk of de berekende dichtheden voor gelijke aantallen waarnemingen overeenkomstig zijn (vier waarnemingen van Analist 1 moeten ongeveer dezelfde dichtheid laten zien als vier waarnemingen van Analist 2; kleine afrondingsverschillen kunnen ontstaan door het gebruik van verschillende microscopen).
- 2 Als het verschil te groot is voor een afrondingsverschil kan het volgende aan de hand zijn:
 - er is bij de analyse een invoerfout gemaakt in de opgegeven grootte van het ingebrachte volume deelmonster;
 - er is bij de analyse een invoerfout gemaakt in de opgegeven oppervlakte-aandeel van het onderzochte cuvetoppervlak;
 - er is een fout gemaakt bij de kalibratie van de oppervlakte van het beeldveld of oculair telvierkant (zie [bijlage 16](#));
 - er is een fout gemaakt bij de kalibratie van het bodemoppervlak of de inhoud van één van de gebruikte cuvetten (zie [bijlage 17](#));
 - er is een fout gemaakt bij de kalibratie van de pipetten (zie [bijlage 14](#)).
- 3 Achterhaal welke fout of fouten hier een rol spelen en herstel deze.

Controleer de biovolumina nadat een vergelijking van de dichtheden een positief toetsresultaat heeft gekregen (geen onacceptabele afwijking). Deze vergelijking moet voor elk taxon worden uitgevoerd. Het doel is om eventuele invoerfouten in metingen met de oculairmicrometer op het spoor komen. Bij een niet geautomatiseerd systeem voor de biovolumeberekening kunnen ook andere foutenbronnen een rol spelen, bijvoorbeeld de keuze van de geometrische vorm voor een bepaald taxon.



BIJLAGE 22

PEG-MODEL VAN PLANKTONONTWIKKELING

Het PEG-model beschrijft de jaarlijkse successie van fyto- en zoöplankton in een meer. Het model is gebaseerd op uitgebreid onderzoek van de Plankton Ecology Group aan het Meer van Konstanz en getoetst aan de seizoensvariatie in 24 andere meren, stuwmeren en kleinere plassen. Het model bestaat uit 24 opeenvolgende fasen, die hieronder, vrij vertaald, beschreven zijn. De veronderstelling is dat ontwikkelingen in het plankton niet toevallig zijn of chaotisch, maar het gevolg van voorspelbare gebeurtenissen in de loop van het seizoen.

- 1 Tegen het eind van de winter wordt ongelimiteerde groei van fytoplankton mogelijk, door de hoge beschikbaarheid van voedingsstoffen en de toenemende hoeveelheid zonlicht. Er ontwikkelt zich een voorjaarsbloei van kleine, snelgroeiende algen, zoals cryptophyceën en kleine centrale diatomeeën. In sommige meren maken ook grotere diatomeeën en kleine chlorococcale groenalgen deel uit van de voorjaarsbloei.
- 2 Deze voorjaarsbloei van kleine algen wordt begraaasd door herbivoor zoöplankton. Dit zoöplankton neemt in dichtheid toe, door groei vanuit ruststadia en een snelle vermenigvuldiging (hoge vruchtbaarheid), die mogelijk is door de overmaat aan eetbare algen.
- 3 Eerst is er een snelle groei van herbivoor zoöplankton met korte generatietijden (kleine protozoën en raderdieren). Daarna neemt de dichtheid toe van langzamer groeiend zoöplankton (watervlooien en copepoden). Eerst zien we een piek van raderdieren (o.a. *Keratella*, *Polyarthra*, *Synchaeta*), daarna vaak een piek van *Bosmina* of *Ceriodaphnia*, en vervolgens een piek van *Daphnia*.
- 4 De zoöplanktonpopulaties groeien exponentieel tot het punt waarop hun graassnelheid groter is dan de groeisnelheid van het fytoplankton.
- 5 Door deze begrazing daalt de fytoplanktonbiomassa snel tot een zeer laag niveau. Niet begraaasbare grote diatomeeën verdwijnen door sedimentatie. Dit gaat gepaard met een helderwaterperiode. De voedingsstoffen die door de begrazing weer in circulatie zijn gekomen, kunnen zich tijdens deze periode ophopen. De helderwaterperiode duurt voort tot minder goed begraaasbare of eetbare algensoorten weer een belangrijke fytoplanktonbiomassa hebben opgebouwd.
- 6 Het herbivore zoöplankton krijgt een tekort aan voedsel. Hierdoor daalt zowel hun gewicht per eenheid lichaamslengte (conditie) als hun vruchtbaarheid. Het gevolg is dat de dichtheid en biomassa van het zoöplankton dalen. Kort voor of tijdens deze daling kunnen we mannelijke watervlooien verwachten en vrouwelijke met ephippia (enkelvoud: ephippium = kapsel met bevruchte rusteieren).
- 7 Door vispredatie wordt de afname van zoöplankton versneld. Het zijn vooral de grotere zoöplanktonorganismen die opgegeten worden en de kleinere die overleven.
- 8 In een situatie met een verlaagde graasdruk van zoöplankton en voldoende voedingsstoffen, bouwt zich een zomerbloei van fytoplankton op. De samenstelling van dit fytoplankton is complex, zowel wat betreft soortenrijkdom, als wat betreft structuur. Men kan een 'ondergroei' onderscheiden van kleine soorten die eetbaar zijn voor filtrerend zoöplankton, en een 'kroon' van grote soorten die alleen ten prooi vallen aan specialistische herbivoren of parasieten.

- 9 In de zomergemeenschap domineren eerst de eetbare cryptophyceën en oneetbare, kolonievormende groenalgen. Deze algen putten de voedingsstof orthofosfaat uit tot een ondetecteerbaar laag concentratieniveau. (In ondiepe sterk geëutrofiëerde en troebele meren kan al eerder de blauwalg *Planktothix agardhii* gaan domineren.)
- 10 In niet-geëutrofiëerde meren is de groei van fytoplankton vanaf dit moment nutrient-gelimiteerd. Dit voorkomt een explosieve groei van eetbare ‘ondergroei’-algen. De groei is in evenwicht met de begrazing door een beperkte hoeveelheid zoöplankton, die zelf ook prooi is van vis of carnivoor zoöplankton. (In ondiepe meren met veel bodemwoelende vis stimuleren deze het vrijkomen van nutriënten uit het sediment, waardoor voedingsstoffen beschikbaar blijven.)
- 11 Competitie om fosfaat tussen algen leidt tot een verschuiving van groenalgen naar grote diatomeeën, die slechts gedeeltelijk eetbaar zijn voor zoöplankton. De kiezelwieren *Asterionella*, *Fragilaria* en *Diatoma* winnen de competitie, mits voldoende silicaat aanwezig is voor de opbouw van hun kiezelschaaltje, en voldoende menging (turbulentie) om in suspensie te blijven.
- 12 Uitputting van silicaat (kiezelzuur) leidt tot een verschuiving van grote diatomeeën naar grote dinoflagellaten (bijvoorbeeld *Ceratium*) en/of blauwalgen (bijvoorbeeld *Microcystis*). Deze algen groeien langzaam, maar compenseren dit met hun ongevoeligheid voor begrazing en hun drijfvermogen of beweeglijkheid, waardoor ze niet sedimenteren en optimale posities in de waterkolom kunnen innemen (verticale migratie).
- 13 Uitputting van nitraat bevordert een verschuiving naar stikstoffixerende, draadvormige blauwalgen (o.a. *Anabaena*, *Aphanizomenon*). Ook deze blauwalgen putten tevens voordeel uit hun resistentie voor begrazing en hun vermogen tot verticale migratie.
- 14 Grotere soorten watervlooien (*Daphnia*) en soms ook copepoden (*Eudiaptomus*), maken plaats voor kleinere soorten (o.a. *Bosmina*, *Diaphanosoma*) en raderdieren. Deze kleinere organismen zijn minder gevoelig voor vispredatie en hebben minder last van een ‘verstopping’ van hun filterapparaat door oneetbare algen. Hierdoor is hun sterfte lager en hun vruchtbaarheid hoger dan van de grotere soorten.
- 15 De kleinere zoöplanktonsoorten overleven onder een aanhoudende predatiedruk van planktivore vis en een grotere keus uit eetbare algen, als gevolg van de toenemende soortenrijkdom van het fytoplankton.
- 16 De dichtheid en soortensamenstelling van het zoöplankton fluctueert gedurende de zomer, door voedselaanbod, predatiedruk en temperatuur. De zomergemeenschap van zoöplankton kan zeer divers zijn met vertegenwoordigers uit alle groepen.
- 17 Deze autonome successie eindigt abrupt door fysische veranderingen. Dit kan het gevolg zijn van het ‘uitzakken’ van de stratificatie in diepe meren, of van herfststormen in ondiepe. De diepte tot waar de waterkolom gemengd is neemt toe. In diepe meren stijgt hierdoor de hoeveelheid beschikbare voedingsstoffen, maar in alle gevallen verslechtert tevens het gemiddelde lichtklimaat voor fytoplankton (dat nu tot op een grotere diepte circuleert).
- 18 Na een geringe daling van de fytoplanktonbiomassa, ontwikkelt zich een algengemeenschap die is aangepast aan een intensievere menging. Grotere eencellige en draadvormige soorten verschijnen. Hieronder grotere diatomeeën die hun aandeel in de loop van de herfst geleidelijk vergroten.

- 19 De gemeenschap van minder goed begraasbare algen wordt vergezeld door een wisselende biomassa van kleine, goed begraasbare algen.
- 20 Deze fytoplanktongemeenschap leidt in combinatie met een verminderde predatie door planktivore vis, tot een herfstpiek van zoöplankton waarvan ook grotere soorten deel uit maken (de verminderde predatie door planktivore vis is het gevolg van natuurlijke sterfte onder de jonge vis).
- 21 Door de lagere instraling (minder zonlicht) neemt de productie van het fytoplankton dusdanig af, dat verlies door sterfte, begrazing en sedimentatie niet meer gecompenseerd wordt. Hierdoor daalt de fytoplanktonbiomassa tot het winterminimum.
- 22 De biomassa van herbivoor zoöplankton neemt af door een verminderde vruchtbaarheid, die het gevolg is van een kleinere hoeveelheid voedsel en een lagere watertemperatuur.
- 23 Sommige zoöplanktonsoorten hebben al eerder ruststadia gevormd (o.a. ephippia), andere doen dat pas op dit moment of gaan in diapause (rustperiode).
- 24 Enkele soorten cyclopoide copepoden kunnen ontwaken uit hun diapause (bijvoorbeeld *Cyclops vicinus*) en deel gaan uit maken van de overwinterende gemeenschap van zoöplankton. Deze bestaat uit actieve watervlooien en copepoden.

Figuur 1 geeft een globaal beeld van deze ontwikkeling. We zien hierin hoe de populatiedichtheid van enkele fytoplanktonsoorten en herbivoor zoöplankton, in de loop van een jaar veranderen, onder invloed van veranderingen in de hoeveelheid zonlicht en nutriënten, de watertemperatuur en de mengdiepte.

Literatuur

Kalff J (2003) *Limnology*. Prentice Hall, New Jersey. 592 pp.

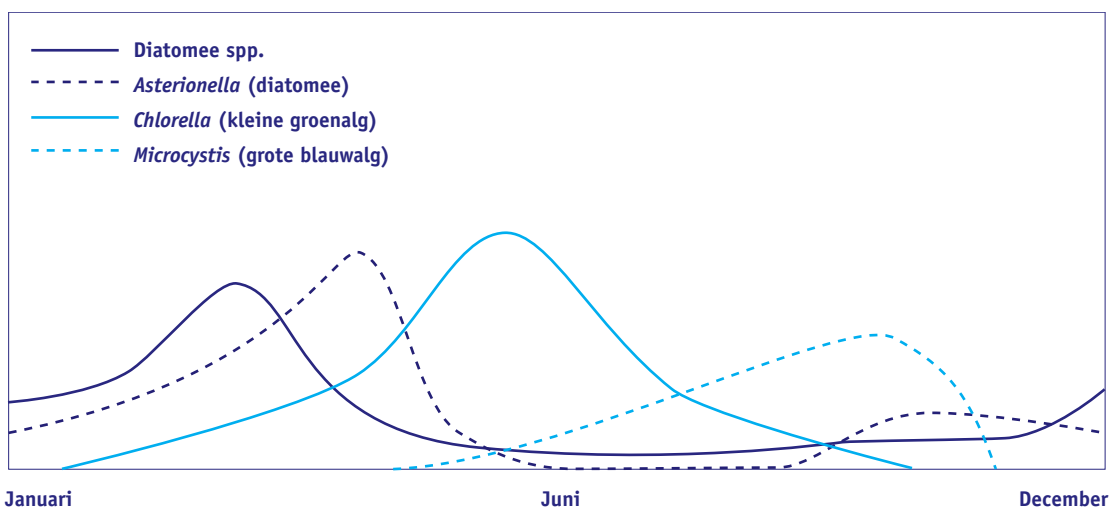
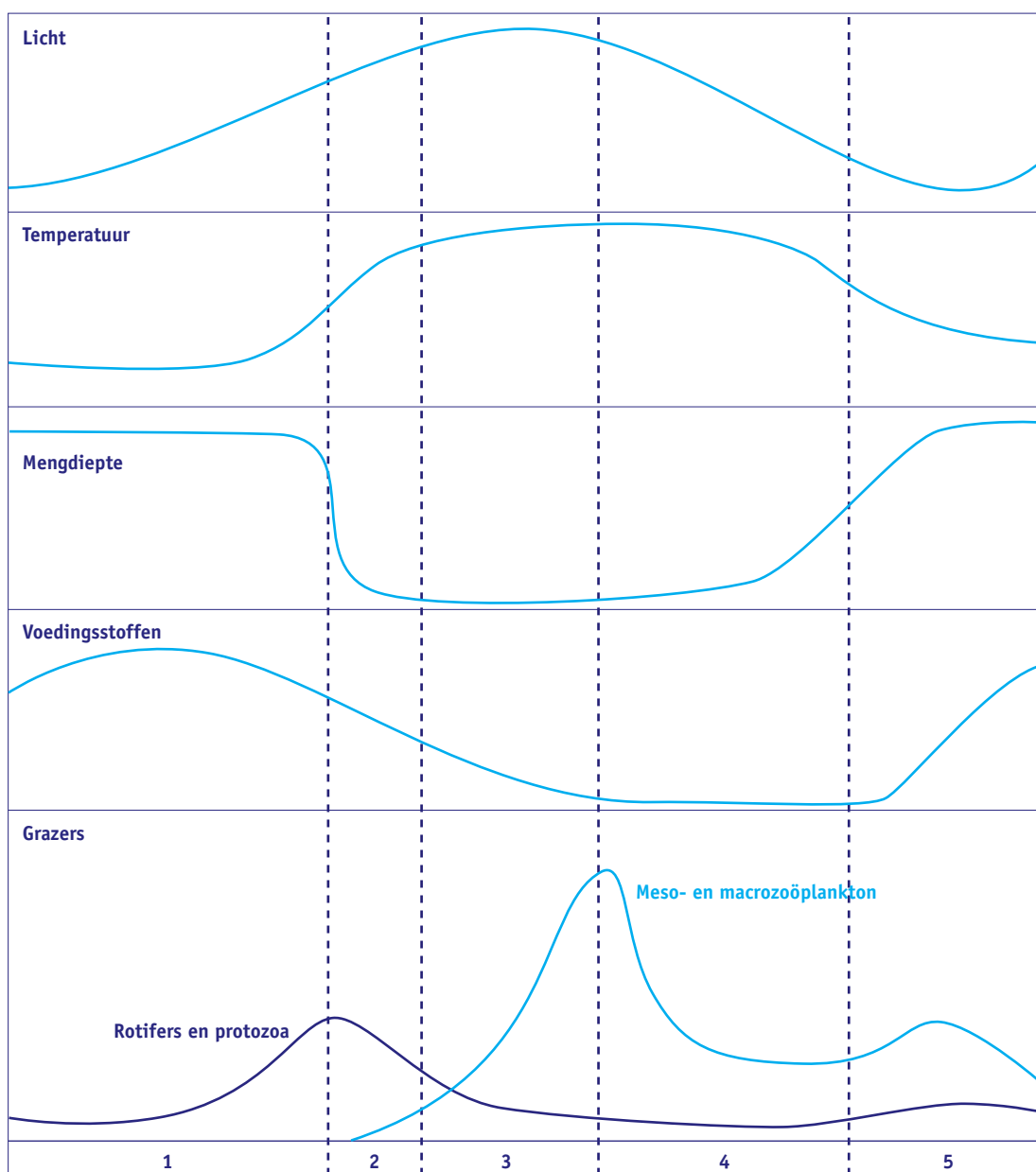
Sommer U, Gliwicz ZM, Lampert W & Duncan A (1986) The PEG-model of seasonal succession of planktonic events in fresh waters. *Archiv für Hydrobiologie* 106: 433-471.

Fig 1 Schematische presentatie van de seizoensdynamiek van enkele milieufactoren

Schematische presentatie van de seizoensdynamiek van enkele milieufactoren en het plankton in een denkbeeldig mesotroof tot eutroof meer in de noordelijke gematigde zone (naar Reynolds 1990 in: Kalff 2003).

In de wintermaanden wordt de zoöplanktongemeenschap gedomineerd door protozoën. In het voorjaar neemt de algenbiomassa snel toe. Hiervan profiteert het microzoöplankton (protozoën en rotiferen). De ontwikkeling van het grotere zoöplankton (cladoceren en copepoden) komt later opgang en bereikt in juni een eerste maximum. De hoge graasdruk van dit mesozoöplankton leidt tot de zogenaamde helderwaterfase. Door de predatiedruk van vis neemt de dichtheid van het grote mesozoöplankton af en neemt de dichtheid van kleinere soorten toe. Omdat veel eerstejaars vis sterft, neemt de dichtheid van het grotere mesozoöplankton in de herfst weer toe.

(Figuur: zie volgende bladzijde)







BIJLAGE 23 BLAUWALGENPROTOCOL

Van microcystine naar drijflagen en celtellingen

Het eerste protocol voor de bewaking van de zwemwaterkwaliteit met het oog op blauwalgen verscheen in 2002 (CIW 2002, 2003). In dit protocol stond de bepaling van de gifstof microcystine centraal. In 2008 verscheen een nieuw protocol, opgesteld door de Werkgroep Cyanobacteriën. Om een aantal redenen (zie hoofdstuk 7) was men in dit protocol overgestapt van microcystine, op een controle op drijflagen en de dichtheid van de meest voorkomende, potentieel toxische blauwalgen. Begin 2010 is dit protocol opnieuw aangepast, op grond van de ervaringen in 2009. Als een drijf laag aanwezig is, zijn celtellingen niet meer noodzakelijk voor een bepaling van het risiconiveau. En in plaats van celtellingen kan men ook de concentratie bepalen van cyanochlorofyl met behulp van een fluoroprobe. Komt men hiermee in een hoger risiconiveau, dan is het raadzaam om alsnog een determinatie en telling uit te voeren. Immers, alle blauwalgen maken cyanochlorofyl, maar niet alle zijn toxisch, voor zover bekend. En drijflagen kunnen ook bestaan uit groenalgen of stuifmeel.

Stroomschema

Het stroomschema van het protocol versie maart 2010, is in deze bijlage afgedrukt (figuur 1). Het volledige protocol, met de uitgangspunten, toelichting en voorschriften voor bemonstering en analyse, is beschikbaar op de themasite Cyanobacteriën van de STOWA (<http://www.stowa.nl/cyanobacterien>). Via deze site heeft men altijd toegang tot het meest recente protocol. Bovendien vindt men hier de nieuwsbrieven van de Werkgroep Cyanobacteriën, documentatie over giftige blauwalgen en informatie over lopende onderzoeksprojecten en bijeenkomsten.

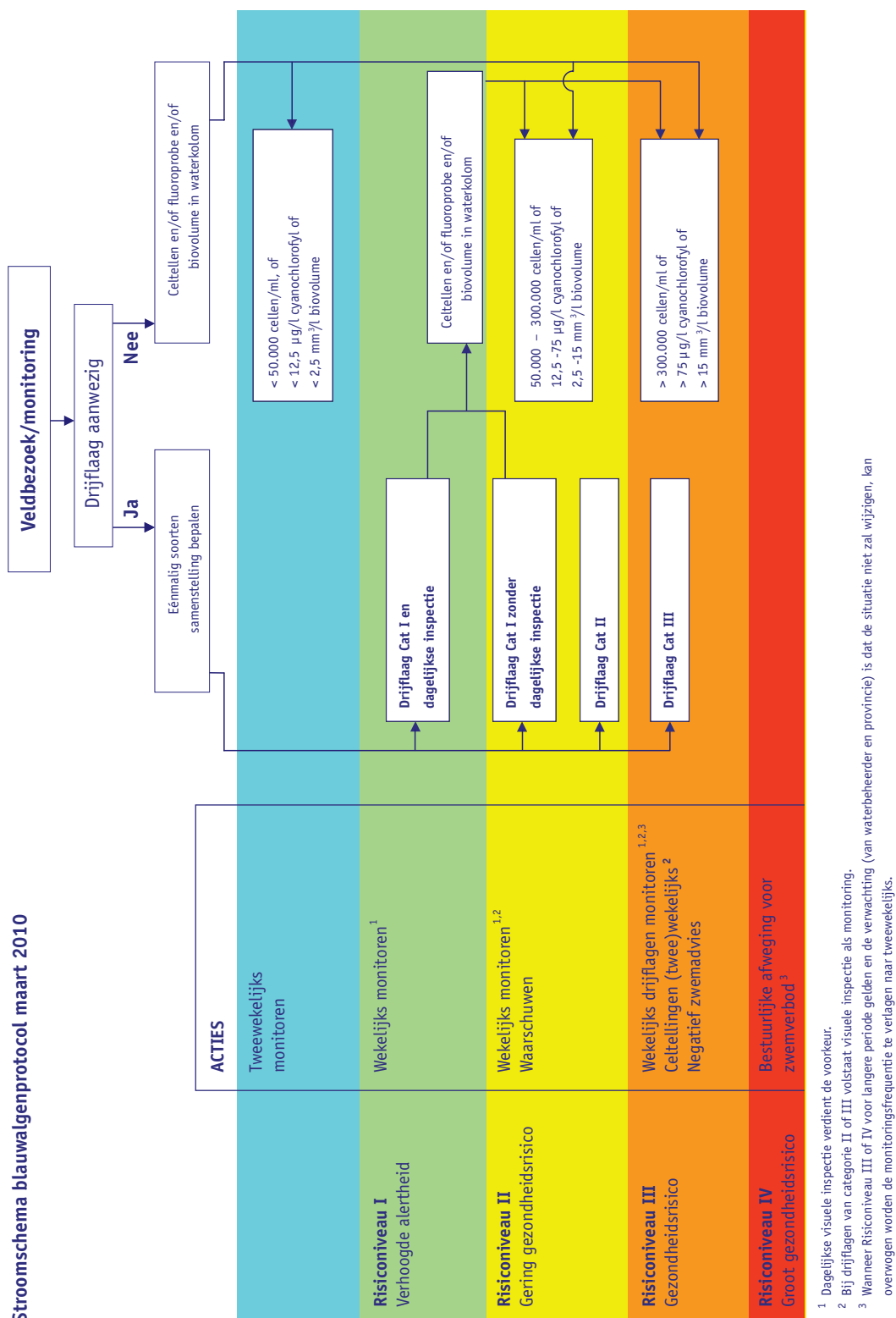
Literatuurverwijzingen

CIW (2002) *Veilig zwemmen: Cyanobacteriën in zwemwater. Aangepast protocol 2002*. Commissie Integraal Waterbeheer. 12 pp.

CIW (2003) *Protocol verantwoordelijkheden zwemwaterkwaliteit*. Commissie Integraal Waterbeheer. 16 pp.

Fig 1 Stroomschema voor de controle op toxische blauwalgen in zwemwater

En hieruit voortvloeiende acties voor de bescherming van zwemmers. Dit schema maakt deel uit van het blauwalgenprotocol, dat op 10 maart 2010 is goedgekeurd door het Nationaal Wateroverleg (NWO), de voortzetting van de Commissie Integraal Waterbeheer (CIW).



BIJLAGE 24

LIJST VAN POTENTIEEL TOXISCHE BLAUWALGEN

NAAM BLAUWALG	HEPATOXINES			NEUROTOXINES			CYTOTOXINES	DERMATOXINES	HUID- IRRITERENDE STOFFEN	
	microcystine	nodularine	onbekend	anatoxine	saxitoxine	onbekend				
Anabaena circinalis					+					+
Anabaena flos-aquae	+			+						+
Anabaena lemmermannii	+			+						+
Anabaena planctonica				+						+
Anabaena solitaria	+			+						+
Anabaena spiroides	+			+						+
Anabaenopsis sp.	+									+
Aphanizomenon sp.				+	+		+			+
Aphanizomenon flos-aquae					+					+
Aphanizomenon gracile	+									+
Aphanizomenon ovalisporum							+			+
Arthrospira fusiformis	+			+						+
Coelosphaerium kuetzingianum	+									+
Cylindrospermopsis raciborskii					(+)		+			+
Cylindrospermum sp.				+						+
Gloeotrichia sp.										+
Lyngbya sp.					+					+
Microcystis aeruginosa	+							+	+	+
Microcystis botrys	+									+
Microcystis flos-aquae	+									+
Microcystis ichthyoblabe	+									+
Microcystis novacekii	-/+									+
Microcystis panniformis	+									+
Microcystis viridis	+									+
Microcystis wesenbergii	-/+									+
Nodularia spumigena		+								+
Nostoc sp.	+									+
Oscillatoria sp.	+			+				+		+
Oscillatoria limosa	+									+
Oscillatoria nigroviridis								+		+
Phormidium sp.				+						+

	HEPATOXINES			NEUROTOXINES			CYTOTOXINES	DERMATOXINES	HUID- IRRITERENDE STOFFEN
NAAM BLAUWALG	microcystine	nodularine	onbekend	anatoxine	saxitoxine	onbekend	cytindrospermopsine	aplysiatoxine lyngbyatoxine onbekend	lps
Phormidium formosum	+			+					+
Planktothrix agardhii	+								+
Planktothrix formosa				+					+
Planktothrix mougeotii	+								+
Planktothrix rubescens	+								+
Radiocystis fernandoi	+								+
Raphidiopsis curvata							+		+
Raphidiopsis mediterranea				+					+
Schizothrix calcicola								+	+
Snowella lacustris	+								+
Trichodesmium sp.						+			+
Trichodesmium lacustre	+			+					+
Woronichinia naegeliana	+		+						+

BIJLAGE 25

LIJST VAN PLANTENSOORTEN

Overzicht van water- en oeverplanten en de groeilagen waarin ze voorkomen, de belangrijkste groeilagen in hoofdletters, minder belangrijke in kleine letters. Hun bloeiwijzen en stengels zijn niet als aparte laag aangegeven. De lijst is niet volledig en omvat geen soorten die alleen in de oeverbegroeiing voorkomen. (S = submers, N = drijvend, E = emers, F = flab, K = kroos, O = oever).

SOORT	LAAG	SOORT	LAAG
Acorus calamus	EO	Elatine sp.	S
Agrostis stolonifera	EO	Eleocharis acicularis	Se
Alisma gramineum	SEn	Eleocharis multicaulis	EO
Alisma sp. (overige)	EOs	Eleocharis palustris	EO
Alopecurus geniculatus	EO	Eleocharis uniglumis	Oe
Amblystegium riparium	Os	Elodea sp.	S
Apium inundatum	SEn	Enteromorpha sp.	F
Apium nodiflorum	EO	Equisetum fluviatile	E
Azolla sp.	K	Fissidens sp.	Os
Baldellia sp.	SEn	Fontinalis antipyretica	S
Berula erecta	Eo	Glyceria fluitans	OEns
Bolboschoenus maritimus	EO	Glyceria maxima	EO
Brachythecium rutabulum	Os	Glyceria overige soorten	EO
Butomus umbellatus	Eos	Groenlandia densa	S
Cabomba caroliniana	S	Hippuris vulgaris	ES
Calliergonella cuspidata	Os	Hottonia palustris	Se
Callitriche brutia	Sn	Hydrocharis morsus-ranae	N
Callitriche cophocarpa	Sn	Hydrocotyle ranunculoides	No
Callitriche hermaphrodita	S	Hydrocotyle vulgaris	OE
Callitriche obtusangula	SN	Hydrodictyon reticulatum	S
Callitriche palustris	SN	Iris pseudacorus	EO
Callitriche platycarpa	SN	Isoetes sp.	S
Callitriche stagnalis	SON	Juncus articulatus	OE
Callitriche truncata	S	Juncus bulbosus	Se
Carex sp.	O	Leersia oryzoides	OE
Catabrosa aquatica	Eos	Lemna trisulca	S
Ceratophyllum sp.	S	Lemna overige soorten	K
Chara sp.	S	Littorella uniflora	SEo
Cinclidotus fontinaloides	O	Lobelia dortmanna	SEo
Cinclidotus overige soorten	Os	Ludwigia grandiflora	No
Cladium mariscus	EO	Ludwigia peploides	No
Cladophora sp.	F	Ludwigia palustris	On
Crassula helmsii	Se	Luronium natans	N
Cyperus sp.	EO	Lysimachia nummularia	EO
Drepanocladus sp.	Os	Lythrum portula	NO
Egeria densa	S	Marsilea quadrifolia	En
Eichhornia crassipes	N	Mentha aquatica	Oe

SOORT	LAAG	SOORT	LAAG
Menyanthes trifoliata	Oe	Ricciocarpos natans	K
Montia fontana ssp. fontana	NO	Rorippa amphibia	EO
Mougeotia sp.	F	Ruppia sp.	S
Myosotis laxa	EO	Sagittaria sp.	ESn
Myosotis scorpioides	EO	Salvinia natans	K
Myriophyllum aquaticum	Eo	Schoenoplectus lacustris	EOs
Myriophyllum heterophyllum	Se	Schoenoplectus tabernaemontani	OE
Myriophyllum verticillatum	Se	Schoenoplectus triqueter	O
Myriophyllum overige soorten	S	Scirpus fluitans	SNe
Najas sp.	S	Scirpus sylvaticus	EO
Nasturtium sp.	EO	Sium latifolium	Eo
Nitella sp.	S	Sparganium angustifolium	NS
Nitellopsis obtusa	S	Sparganium emersum	NEOs
Nuphar lutea	NS	Sparganium erectum	EOs
Nymphaea sp.	N	Sparganium natans	NS
Nymphoides peltata	Nse	Sphagnum cuspidatum	S
Octodieras fontanum	S	Sphagnum denticulatum	Os
Oenanthe aquatica	EOs	Spirodela polyrhiza	K
Oenanthe fistulosa	Eo	Stachys palustris	O
Persicaria amphibia	NeO	Stratiotes aloides	Ns
Persicaria hydropiper	Oe	Tolypella sp.	S
Phalaris arundinacea	EO	Typha angustifolia	EO
Phragmites australis	EO	Typha latifolia	Eo
Pilularia globulifera	ES	Utricularia sp.	Sn
Pistia stratiotes	N	Vallisneria spiralis	S
Pontederia cordata	OE	Vaucheria dichotoma	Sf
Potamogeton alpinus	SN	Veronica anagallis-aquatica	EO
Potamogeton x angustifolius	Sn	Veronica beccabunga	EO
Potamogeton x fluitans	SN	Veronica catenata	OE
Potamogeton coloratus	Sn	Wolffia arrhiza	K
Potamogeton gramineus	SN	Zannichellia sp.	S
Potamogeton natans	Ns		
Potamogeton nodosus	SN		
Potamogeton polygonifolius	Ns		
Potamogeton overige soorten	S		
Ranunculus circinatus	S		
Ranunculus flammula	EO		
Ranunculus fluitans	S		
Ranunculus lingua	Eo		
Ranunculus hederaceus	N		
Ranunculus penicillatus	Sn		
Ranunculus sceleratus	EO		
Ranunculus overige soorten	SN		
Rhynchospora sp.	EO		
Riccia fluitans	Sk		

BIJLAGE 26 MACROFAUNATAXA

Wat is macrofauna?

Macrofauna is wat men noemt een arbitraire groep dieren. Het is geen groep die gedefiniëerd is door taxonomische of ecologische criteria. Het is een groep die door 'toevallige' praktijkomstandigheden tot stand gekomen is.

Welke taxa rekent men tot de macrofauna? De afgrenzing van macrofauna is gebaseerd op twee criteria:

- 1 de overwegende grootte van de vertegenwoordigers per taxonomische hoofdgroep; deze is gewoonlijk groter dan 0,5 millimeter;
- 2 het succes waarmee de taxonomische groepen goed met de gebruikelijke bemonsteringsmethoden vastgesteld kunnen worden.

Op grond van het tweede criterium rekent men watermijten bijvoorbeeld wel als macrofauna en water-vlooien niet. De mate waarin een taxon als aquatisch kan worden beschouwd is geen onwrikbaar criterium; semi-aquatische soorten van oevers worden door velen ook tot de (aquatische) macrofauna gerekend. Macrofauna is een ingeburgerde term, die feitelijk onnauwkeurig is voor hetgeen ermee wordt aangeduid. Een betere term is 'aquatische macro-invertebraten'. Deze term geeft expliciet aan dat het aan water gebonden ongewervelde dieren betreft (De Pauw & Vannevel 1991).

Taxonomische hoofdgroepen van aquatische macro-invertebraten

De aquatische stadia van de volgende groepen ongewervelde dieren behoren tot de aquatische macro-invertebraten:

- Porifera (sponzen);
- Coelenterata (holtedieren);
- Bryozoa (mosdiertjes);
- Plathelminthes (platwormen);
- Nemertea (snoerwormen);
- Nematoda (draadwormen);
- Nematomorpha (paardehaarwormen);
- Annelida (gelede wormen waaronder borstelwormen en bloedzuigers);
- Mollusca (weekdieren waaronder slakken en tweekleppigen);
- Arachnida (geleedpotigen waaronder spinnen en mijten);
- Crustacea (kreeftachtigen) (exclusief Cladocera, Ostracoda en Copepoda);
- Insecta (insecten).

De groepen Nemertea, Nematoda en Nematomorpha spelen geen rol in de gebruikelijke beoordelingssystemen voor oppervlaktewater. Doorgaans hoeft men deze ook niet te verzamelen (zie [tabel 12B.1](#) in het [Werkvoorschrift 12B Analyse van macrofauna](#)).

Een overzicht van macrofaunasoorten uit de Nederlandse binnenwateren, met een aanduiding van hun landelijke zeldzaamheid, is te vinden in Nijboer & Verdonchot (2001). Van belang voor de interpretatie hiervan zijn de kanttekeningen van Cuppen (2006).

Literatuurverwijzing

- Cuppen HPJJ (2006) *Kanttekeningen bij de landelijke zeldzaamheidslijst macrofauna naar aanleiding van een 'trouble shooting' controle van de database van het Waterschap Veluwe*. Nieuwsbrief 40, Werkgroep Ecologisch Waterbeheer. pp 20-30.
- de Pauw N & Vannevel R (red) (1991) *Macro-invertebraten en waterkwaliteit. Determineersleutels voor zoetwatermacro-invertebraten en methoden ter bepaling van de waterkwaliteit*. Stichting Leefmilieu, Antwerpen. 316 pp.
- Nijboer R & Verdonchot P (red) (2001) *Zeldzaamheid van de macrofauna van de Nederlandse binnenwateren*. WEW Themanummer nr. 19, Werkgroep Ecologisch Waterbeheer. 77 pp.

BIJLAGE 27

LIJST VAN VISSOORTEN

In de tabel staan 47 van de 66 Nederlandse vissoorten. Deze soorten komen het meest voor in de Nederlandse zoete wateren. De indeling in functionele groepen is overgenomen uit de FAME¹-lijst. Deze lijst geeft ook nog andere indelingen dan die naar stroming, migratie en habitat. De FAME-indeling is aangevuld met de indeling in plantminnende en zuurstoftolerante soorten. Deze is relevant voor de maatlatten voor stagnante wateren.

NEDERLANDSE NAAM	WETENSCHAPPELIJKE NAAM	STROMING	MIGRATIE	HABITAT	PLANTEN	ZUURSTOF
Aal	<i>Anguilla anguilla</i>	EURY	LMC	INTE		
Alver	<i>Alburnus alburnus</i>	EURY	SM	TOLE		
Baars	<i>Perca fluviatilis</i>	EURY	SM	TOLE		
Barbeel	<i>Barbus barbus</i>	RH	IM	INTOL		
Beekforel	<i>Salmo trutta fario</i>	RH	SM	INTOL		
Beekprik	<i>Lampetra planeri</i>	RH	IM	INTOL		
Bermpje	<i>Barbatula barbatula</i>	RH	SM	INTE		
Bittervoorn	<i>Rhodeus sericeus</i>	LI	SM	INTOL	P	
Blankvoorn	<i>Rutilus rutilus</i>	EURY	SM	TOLE		
Bot	<i>Platichthys flesus</i>	LI	IMC	INTE		
Brasem	<i>Abramis brama</i>	EURY	IM	TOLE		
Driedoornige stekelbaars	<i>Gasterosteus aculeatus</i>	EURY	SM	TOLE		
Elft	<i>Alosa alosa</i>	RH	LMA	INTOL		
Elrits	<i>Phoxinus phoxinus</i>	RH	SM	INTE		
Fint	<i>Alosa fallax</i>	RH	IMA	INTE		
Gestippelde alver	<i>Alburnoides bipunctatus</i>	RH	SM	INTOL		
Giebel	<i>Carassius gibelio</i>	EURY	SM	TOLE	P	
Grote marene	<i>Coregonus lavaretus</i>	EURY	IM	INTOL		
Grote modderkruiper	<i>Misgurnus fossilis</i>	LI	SM	INTOL	P	T
Houting	<i>Coregonus oxyrinchus</i>	LI	LMA	INTE		
Karper	<i>Cyprinus carpio</i>	EURY	SM	INTE		
Kleine modderkruiper	<i>Cobitis taenia</i>	EURY	SM	INTE	P	
Kolblei	<i>Blicca bjoerkna</i>	EURY	SM	TOLE		
Kopvoorn	<i>Leuciscus cephalus</i>	RH	IM	INTE		
Kroeskarper	<i>Carassius carassius</i>	LI	SM	TOLE	P	T
Kwabaal	<i>Lota lota</i>	EURY	IM	INTE		
Meerval	<i>Silurus glanis</i>	EURY	SM	INTE		
Pos	<i>Gymnocephalus cernuus</i>	EURY	SM	TOLE		
Rivierdonderpad	<i>Cottus gobio</i>	RH	SM	INTOL		
Riviergrondel	<i>Gobio gobio</i>	RH	SM	INTE		
Rivierprik	<i>Lampetra fluviatilis</i>	RH	LMA	INTOL		
Roofblei (exoot)	<i>Aspius aspius</i>	EURY	IM	INTE		
Ruisvoorn	<i>Scardinius erythrophthalmus</i>	LI	SM	INTE	P	

¹ FAME staat voor: Fish-based Assessment Method for the Ecological status of European rivers

NEDERLANDSE NAAM	WETENSCHAPPELIJKE NAAM	STROMING	MIGRATIE	HABITAT	PLANTEN	ZUURSTOF
Serpeling	Leuciscus leuciscus	RH	SM	INTE		
Sneep	Chondrostoma nasus	RH	IM	INTOL		
Snoek	Esox lucius	EURY	SM	INTOL	P	
Snoekbaars	Sander lucioperca	EURY	SM	INTE		
Spiering	Osmerus eperlanus	LI	SM	INTE		
Steur	Acipenser sturio	RH	LMA	INTOL		
Tienddoornige stekelbaars	Pungitius pungitius	LI	SM	INTE	P	
Vetje	Leucaspis delineatus	LI	SM	INTE	P	
Vlagzalm	Thymallus thymallus	RH	IM	INTOL		
Winde	Leuciscus idus	RH	IM	INTE		
Zalm	Salmo salar	RH	LMA	INTOL		
Zeeforel	Salmo trutta trutta	RH	LMA	INTOL		
Zeelt	Tinca tinca	LI	SM	INTOL	P	T
Zeeprik	Petromyzon marinus	RH	LMA	INTOL		

Toelichting

Stroming	LI	Limnofiel: voorkeur voor stilstaand water.
	RH	Rheofiel: voorkeur voor stromend water.
	EURY	Eurytoop: zonder voorkeur voor stilstaand of stromend water.
Migratie	SM	Short Migration: alleen migratie over korte afstanden.
	IM	Intermediate Migration: migratie over middellange afstanden.
	LMA	Long Migration Anadromous: lange afstandsmigratie van zout naar zoet.
	LMC	Long Migration Catadromous: lange afstandsmigratie van zoet naar zout.
Habitat	TOLE	Tolerant: bestand tegen achteruitgang van habitat.
	INTE	Intermediate: matig bestand tegen achteruitgang van habitat.
	INTOL	Intolerant: gevoelig voor achteruitgang van habitat.
Plant	P	Plantminnend: tijdens minstens één levensstadium afhankelijk van vegetatie.
Zuurstof	T	Zuurstoftolerant: bestand tegen sterke schommelingen van zuurstof, pH en temperatuur.

BIJLAGE 28

RICHTLIJNEN VANGSTINSPANNING VIS

WATERTYPE	VANGTUIG	PERIODE ¹	TIJD-STIP	MINIMALE INSPANNING ²	RENDEMENT	STRATEGIE
Lijnvormig						
Ze er smal (≤ 8 m)	Elektro (schepnet)	15 juli t/m 31 okt	Dag	7,5% oppervlakte	60% voor alle vis	Elektro over de hele breedte naar keernet toe ³
Smal, stagnant-zwak stromend (> 8-20 m)	Zegen	15 juli t/m 31 okt	Dag	7,5% oppervlakte	100% voor alle vis	Traject afzetten met keernetten, zegen over hele breedte en lengte, daarna elektro langs de oevers ³
	Elektro (schepnet)		Dag	7,5% oeverlengte	30% voor snoek, 20% overige vis	
Smal, snel stromend (> 8-20 m)	Elektro (schepnet)	15 juli t/m 31 okt	Dag	7,5%	20% voor alle vis	Elektro over de hele breedte, indien mogelijk naar keernet toe ³
Breed (> 20-100 m)	Elektro	15 juli t/m 30 sept	Dag	7,5% oeverlengte	30% voor snoek, 20% overige vis	Elektro langs oevers, in het open water rondvissen met de zegen en/of vissen met de kuil
	Zegen		Dag	7,5% oppervlakte	80% voor alle vis	
	Stortkuil		Nacht	3% oppervlakte	80% vis < 25 cm, 60% vis ≥ 25 cm	
Ze er breed (> 100 m)	Elektro	15 juli t/m 30 sept	Dag	7,5% oeverlengte	30% voor snoek, 20% overige vis	Elektro langs oevers, in het open water met de kuil
	Stortkuil		Nacht	3% oppervlakte	80% vis < 25 cm, 60% vis ≥ 25 cm	
Meervormig						
Ze er klein (≤ 8 m breed)	Elektro	Gehele jaar ⁴	Dag	20% oppervlakte ⁵	60% voor alle vis	Elektro over de hele breedte
Klein (≤ 10 ha)	Elektro	Gehele jaar ⁴	Dag	10% oeverlengte ⁵	30% voor snoek, 20% overige vis	Elektro langs oevers, in het open water rondvissen met de zegen
	Zegen		Dag	20% oppervlakte ⁵	80% voor alle vis	

WATERTYPE	VANGTUIG	PERIODE ¹	TIJD-STIP	MINIMALE INSPANNING ²	RENDEMENT	STRATEGIE
Middelgroot (> 10-100 ha)	Elektro	15 juli t/m 30 sept	Dag	5% oeverlengte	30% voor snoek, 20% overige vis	Elektro langs oevers, in het open water rondvissen met de zegen en/of vissen met de kuil
	Zegen		Dag	10% oppervlakte	80% voor alle vis	
	Stortkuil		Nacht	4-6% oppervlakte ⁶	80% vis < 25 cm, 60% vis ≥ 25 cm	
Groot (> 100 ha)	Elektro	15 juli t/m 30 sept	Dag	5% oeverlengte	30% voor snoek, 20% overige vis	Elektro langs oevers, in het open water met de kuil
	Stortkuil					
			Nacht	0,5-4% oppervlakte ⁶	80% vis < 25 cm, 60% vis ≥ 25 cm	

¹ Zie ook tabel 13A.3 plus de toelichting in paragraaf 13.3.5.

² Minimale bemonsteringsinspanning in percentage te bemonsteren oeverlengte of te bemonsteren oppervlakte open water.

³ Als men soorten verwacht die het elektrovisapparaat niet goed bemonstert (zoals beekprikken), moet de bemonsteraar aanvullend met het schepnet vissen. In zeer smalle, snel stromende beken moet de bemonsteraar achter de positieve pool van het elektrovisapparaat een schepnet als vangnet inzetten.

⁴ Alleen als het water volledig geïsoleerd is, anders 15 juli t/m 31 oktober (bij bemonstering buiten deze periode ligt de vereiste inspanning hoger, zie volgende voetnoot).

⁵ Deze inspanning geldt alleen voor een bemonstering in de zomermaanden. Bij keuze voor een bemonstering in een andere periode ligt de inspanning aanzienlijk hoger.

⁶ De exacte inspanning hangt af van de oppervlakte van het deelgebied of water en kan afgelezen worden uit figuur 13A.2.

Aanvullende richtlijnen zegen

De dimensies van het te bemonsteren water bepalen de lengte van de zegen. Hierbij gelden de volgende voorschriften:

- in smalle lijnvormige wateren bedraagt de lengte minimaal drie keer de breedte van het water;
- in brede lijnvormige en meervormige wateren is de lengte afhankelijk van de oppervlakte van het water en geldt: tot twee hectare is de lengte minimaal 75 meter, tot tien hectare is de minimumlengte tweehonderd meter, tot dertig hectare is de minimumlengte driehonderd meter en in grotere wateren minimaal vierhonderd meter.
- de vissende hoogte van de zegen moet minstens 25 procent groter zijn dan de maximaal te bemonsteren waterdiepte.

BIJLAGE 29

KOPPELING KRW-WATERTYPEN EN VIS-WATERTYPEN

KRW-WATERTYPEN

VIS-WATERTYPEN

R-typen

01, 02, 03, 04, 05, 09, 10, 11, 12, 13, 14,
17, 18

Lijnvormig, zeer smal (≤ 8 m)

05, 06, 10, 12

Lijnvormig, smal (> 8 -20 m), stagnerend tot zwak stromend

14, 15, 18

Lijnvormig, smal (> 8 -20 m), snel stromend
(stroomsnelheid groter dan 1 m/s)

06, 07, 08, 16

Lijnvormig, breed (> 20 -100 m)

07, 08

Lijnvormig, zeer breed (> 100 m)

M-typen

01, 02, 08, 09

Lijnvormig, zeer smal (≤ 8 m)

03, 04, 05, 06, 07, 10

Smal (> 8 -20 m), stagnerend tot zwak stromend

06, 07

Lijnvormig, breed (> 20 -100 m)

07

Lijnvormig, zeer breed (> 100 m)

11, 12, 13, 22, 25, 26

Meervormig, zeer klein (≤ 8 m breed)

11, 12, 13, 22, 25, 26

Meervormig, klein (≤ 10 ha)

11, 12, 13, 14, 16, 17, 18, 19, 20, 22, 23,
24, 25, 26, 27, 28, 29

Meervormig, middelgroot (> 10 -100 ha)

14, 15, 20, 21, 23, 27, 29, 32

Meervormig, groot (> 100 ha)

Bron KRW-typen: Elbersen *et al.* 2003.

Opmerkingen

De breedte van wateren, ingedeeld volgens de KRW-typologie (Elbersen *et al.* 2003), blijkt in de praktijk vaak kleiner of groter te zijn, dan men op grond van deze typologie zou verwachten. Daarnaast zijn deze grenzen voor de vis-watertypen wat anders gekozen dan in de KRW-typologie. Het gevolg is dat één en hetzelfde vis-watertype meerdere KRW-typen kan omvatten. Maar ook, dat eenzelfde KRW-type tot meerdere vis-watertypen kan behoren.

Dat betekent dat de bemonsteraar altijd moet kijken wat de werkelijke dimensies zijn, vervolgens het bijbehorende vis-watertype kiezen en de strategie voor de bestandsopname vervolgens afstemmen op dit vis-watertype.

Dit geldt ook voor de volgende situatie. Een waterlichaam (per definitie behorend tot één KRW-watertype) kan bij nader inzien uit meerdere viswatertypen bestaan. Zo is het Naardermeer getypeerd als M14, een ondiepe gebufferde plas, maar behoren ook de sloten en kleinere plassen in dit gebied tot dit waterlichaam (Beers & Kampen in prep.). Een tweede voorbeeld is de boezem in Noordwest-Overijssel die getypeerd is als M25, een ondiepe laagveenplas (kleiner dan vijftig hectare). Tot dit waterlichaam behoren echter ook petgaten en plassen van enkele honderden hectares (Beers & Koole 2008).

De typen M16, M17, M18, M19, M20, M24 en M28 behoren tot de groep diepe wateren. Voor deze groep zijn de in hoofdstuk 13 beschreven strategieën mogelijk niet goed geschikt voor een betrouwbare bestandsopname. De bemonsteraar moet dit op basis van de dimensies en het diepteverloop inschatten en eventueel kiezen voor een alternatieve bemonsteringsaanpak.

De brakke typen M30 en M31 zijn niet gekoppeld aan dimensies als breedte of oppervlakte en staan daarom niet in bovenstaande tabellen. Als het zoutgehalte in deze wateren elektrovisserij toelaat (dat wil zeggen minder dan ca. duizend milligram chloride per liter), moet de bemonsteraar op basis van de dimensies de betreffende wateren indelen naar de typen in dit hoofdstuk. Bij hoger zoutgehalte voor elektrovisserij moet de bemonsteraar kiezen voor een alternatieve aanpak.

Literatuurverwijzingen

- Beers MC & Koole M (2008). *Vismonitoring waterlichamen Reest en Wieden in 2006 en 2007*. AquaTerra-KuiperBurger. Geldermalsen. 61 pp.
- Elbersen JWH, Verdonschot PFM, Roels B, Hartholt, JG (2003). *Definitiestudie KaderRichtlijn Water (KRW). I. Typologie Nederlandse Oppervlaktewateren*. Rapport 669, Alterra. Wageningen. 72 pp.

BIJLAGE 30

DETERMINATIELITERATUUR ALGEN

Toelichting

Deze bijlage geeft de aanbevolen determinatieliteratuur voor fytoplankton, sialgen en kiezelwieren. De genoemde literatuur is noodzakelijk voor een goede determinatie, tenzij ze is opgenomen onder het kopje *Aanvullend*. Aanvullende literatuur kan een grote waarde hebben bij het determineren. Bijvoorbeeld omdat er mooie afbeeldingen in staan, of omdat er meer ecologische informatie in gegeven wordt. Er verschijnt voortdurend nieuwe determinatieliteratuur. Dit is het gevolg van taxonomische ontwikkelingen, nieuwe kennis en waarnemingstechnieken en de vestiging van nieuwe soorten. Ook deze bijlage wordt daarom van tijd tot tijd aangepast. De meest recente versie is altijd beschikbaar op de STOWA-site. In de STOWA Diginieuwsbrief houdt men u van deze aanpassingen op de hoogte.

1 Blauwalgen (Cyanophyta)

- Joosten AMT (1999) *Blauwwieren uit Nederlandse eutrofe binnenwateren*. Tweede, herziene druk. Stichting Alg, Haren.
- Joosten AMT (2006) *Flora of the blue-green algae of the Netherlands. I. The non-filamentous species of inland waters*. KNNV Publishing, Utrecht. 239 pp.
- Komárek J & Anagnostidis K (1999) *Cyanoprokaryota. 1. Teil : Chroococcales*. Süßwasserflora von Mitteleuropa 19(1), Gustav Fischer Verlag, Stuttgart. 548 pp.
- Komárek J & Anagnostidis K (2005) *Cyanoprokaryota. 2. Teil : Oscillatoriales*. Süßwasserflora von Mitteleuropa 19(2), Gustav Fischer Verlag, Stuttgart. 759 pp.

2 Cryptomonaden (Cryptophyceae)

- Huber- Pestalozzi G (1968) *Cryptophyceae, Chloromonadophyceae, Dinophyceae*. 2. Auflage, mmv B Fott. In: G Huber- Pestalozzi. Das Phytoplankton des Süßwassers. Systematik und Biologie. Die Binnengewässer. Band XVI, 3. Teil. E Schweizerbartsche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart. 322 pp.
- Javornicky P (2001) Freshwater rhodomonads (Cryptophyceae). *Algological Studies* 102: 93-116.
- Kugrens P, Clay BL & Lee RE (1999) Ultrastructure and systematics of two new freshwater red cryptomonads, *Storeatula rhinosa*, sp. nov. and *Pyrenomonas ovalis*, sp. nov. *Journal of Phycology* 35 : 1079-1089.
- Novarino G, Lucas IAN & Morrall S (1994) Observations on the genus *Plagioselmis* (Cryptophyceae). *Cryptogamie, Algologie* 15 : 87-107.

3 Goudalgen (Chrysophyceae, Synurophyceae en Haptophyceae)

- Sarmach K (1985) *Chrysophyceae und Haptophyceae*. Süßwasserflora von Mitteleuropa 1, Gustav Fischer Verlag, Stuttgart. 515 pp.

4 Raphidophyceae

- Huber- Pestalozzi G (1968) *Cryptophyceae, Chloromonadophyceae, Dinophyceae*. 2. Auflage, mmv B Fott. In: G Huber- Pestalozzi. Das Phytoplankton des Süßwassers. Systematik und Biologie. Die Binnengewässer. Band XVI, 3. Teil. E Schweizerbartsche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart. 322 pp.

5 Xanthophyceae en Eustigmatophyceae

- Ettl H (1978) *Xanthophyceae 1. Teil. Süßwasserflora von Mitteleuropa* 3. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart. 530 pp.
- Krienitz L & Heynig H (1992) *Tetraedriella verrucosa* (G.M. Smith) comb. nova and its relation to *T. regularis* (Kützing) Fott (Xanthophyceae). *Algological Studies* 65: 1-10.
- Krienitz L, Hegewald E, Reymond OL & Peschke T (1993) Variability of LM, TEM and SEM characteristics of *Pseudogoniochloris tripus* gen. et comb. nov. (Xanthophyceae). *Algological Studies* 69: 67-82.
- Rieth A (1980) *Xanthophyceae 2. Teil. Süßwasserflora von Mitteleuropa* 4, Gustav Fischer Verlag, Stuttgart. 147 pp.

6 Kiezelwieren (Bacillariophyta)

6.1 Zoet water

- Denys L, Muylaert K, Krammer K, Joosten T, Reid M & Rioul P (2003) *Aulacoseira subborealis* stat. nov. (Bacillariophyceae): a common but neglected plankton diatom. *Nova Hedwigia* 77: 407-427.
- Håkansson H (2002) A compilation and evaluation of species in the general *Stephanodiscus*, *Cyclostephanos* and *Cyclotella* with a new genus in the family Stephanodiscaceae. *Diatom Research* 17: 1-139.
- Hasle GR (1978) Some freshwater and brackish water species of the diatom genus *Thalassiosira* Cleve. *Phycologia* 17: 263-292.
- Hasle GR & Lange CB (1989) Freshwater and brackish water *Thalassiosira* (Bacillariophyceae): taxa with tangentially undulated valves. *Phycologia* 28: 120-135.
- Krammer K & Lange-Bertalot H. (1986-1991) *Bacillariophyceae*. In: Ettl H, Gerloff J, Heynig H & Mollenhauer D (eds) *Süßwasserflora von Mitteleuropa* 2/1-4. Fischer, Stuttgart.
- Van de delen 2/1, 2/2 en 2/3 zijn herziene versies verschenen in respectievelijk 1997, 1997 en 2004 en ongewijzigde herdrukken in 2007 – 2008). Er bestaan ook vertalingen in het Engels.
- Krammer K (2000) *The genus Pinnularia*. Diatoms of Europe 1. ARG Gantner Verlag, Ruggell. 703 pp.
- Krammer K (2002) *Cymbella*. Diatoms of Europe 3. ARG Gantner Verlag, Ruggell. 584 pp.
- Krammer K. (2003) *Cymboplectra, Delicata, Navicymbella, Gomphocymbellopsis, Afrocymbella*. Diatoms of Europe 4. ARG Gantner Verlag, Ruggell. 530 pp.
- Lange-Bertalot H (1993) 85 *Neue Taxa und über 100 weitere neu definierte Taxa ergänzend zur Süßwasserflora von Mitteleuropa* Vol. 2/1-4. Bibliotheca Diatomologica 27, Cramer, Berlin. 454 pp.
- Lange-Bertalot H. (2001): *Navicula sensu stricto, 10 genera separated from Navicula sensu lato, Frustulia*. Diatoms of Europe 2. ARG Gantner Verlag, Ruggell. 526 pp.
- Lange-Bertalot H. & Moser G (1994) *Brachysira Monographie der Gattung*. Bibliotheca Diatomologica 29, Cramer, Berlin. 212 pp.
- Levko Z (2009) *Amphora sensu lato*. Diatoms of Europe 5. ARG Gantner Verlag, Ruggell. 916 pp.
- Reichardt E & Lange-Bertalot H (1991) Taxonomische Revision des Artenkomplexes um *Gomphonema angustum* - *G. dichotomum* - *G. intricatum* - *G. vibrio* und ähnliche Taxa (Bacillariophyceae). *Nova Hedwigia* 53: 519-544.
- Reichardt E (1997) Taxonomische Revision des Artenkomplexes um *Gomphonema pumilum* (Bacillariophyceae). *Nova Hedwigia* 65: 99-129.
- Reichardt E (1999) *Zur Revision der Gattung Gomphonema. Die Arten um G. affine, G. angustatum/micropus, G. acuminatum sowie gomphonemoide Diatomeen aus dem Oberoligozän in Böhmen*. Iconographia Diatomologica 8, ARG Gantner Verlag, Russel, 203 pp.
- Reichardt E (2001) Revision der Arten um *Gomphonema truncatum* und *G. capitatum*. In: Jahn R, Kociolek JP, Witkowski A & Compère P (eds) *Lange-Bertalot-Festschrift, Studies on diatoms*. ARG Gantner Verlag, Ruggell. pp 187-224.
- Siver PA, Morales EA, Van de Vijver B, Smits M, Hamilton PB, Lange-Bertalot H & Hains JJ (2006) Observations on *Fragilaria longifusiformis* comb. nov. et nom. nov. (Bacillariophyceae), a widespread planktic diatom documented from North America and Europe. *Phycological Research*: 54: 183-192.

Sterrenburg FAS (1994) Studies on the genera *Gyrosigma* and *Pleurosigma* (Bacillariophyceae). *Proc Acad Nat Sci Philadelphia* 145: 217-236.

Aanvullend

Cardinal A, Poulin M & Bérard-Therriault L (1989) New criteria for species characterization in the genera *Donkinia*, *Gyrosigma* and *Pleurosigma* (Naviculaceae, Bacillariophyceae). *Phycologia* 28: 15-27.

Klee R & Steinberg C (1987) *Kieselalgen Bayerischer Gewässer*. Informationsberichte Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft 4/87: 3.6.

Krammer K (1992) *Pinnularia eine Monographie der Europäischen Taxa*. Bibliotheca Diatomologica 26, Cramer, Berlin. 353 pp.

Krammer K (1997) *Die Cymbelloiden Diatomeen. Eine Monographie der weltweit bekannten Taxa. Teil 1. Allgemeines und Encyonema Part*. Bibliotheca Diatomologica Band 36, Cramer, Berlin. 382p.

Krammer K (1997) *Die Cymbelloiden Diatomeen. Eine Monographie der weltweit bekannten Taxa. Teil 2. Encyonema Part., Encyonopsis and Cymbelloopsis*. Bibliotheca Diatomologica Band 37, Cramer, Berlin. 469p.

Lange-Bertalot H, Külbs K, Lauser T, Nörpel-Schempp M & Willmann M (1996) *Diatom taxa introduced by George Krasske documentation and revision*. Iconographia Diatomologica 3. Koeltz, Königstein. 358 pp.

Lange-Bertalot H. & Metzeltin D (1996) *Indicators of oligotrophy: 800 taxa representative of three ecologically distinct lake types carbonate buffered - oligodystrophic - weakly buffered soft water*. Iconographia Diatomologica 2. Koeltz, Königstein. 390 pp.

Lange-Bertalot H, Cavacini P, Tagliaventi N & Alfinito S (2003) *Biogeography – Ecology - Taxonomy. Diatoms of Sardinia. Rare and 76 new species in rock pools and other ephemeral waters*. Iconographia Diatomologica 12 Gantner Verlag Ruggell. 438p

Nagumo T (2003) *Taxonomic studies of the subgenus Amphora Cleve of the genus Amphora (Bacillariophyceae) in Japan*. Bibliotheca Diatomologica 49. Cramer, Berlin. 265 pp.

Reichardt E (1995) *Die Diatomeen (Bacillariophyceae) in Ehrenbergs Material von Cayenne, Guyana Gallica (1843)*. Iconographia Diatomologica 1. Koeltz, Königstein. 107 pp.

Sterrenburg FAS (1991) Studies on the genera *Gyrosigma* and *Pleurosigma* (Bacillariophyceae). Light microscopical criteria for taxonomy. *Diatom Research* 6: 367-389.

Tanaka H (2007) *Taxonomic studies of the genera Cyclotella (Kützing) Brébisson, Discotella Houk et Klee and Puncticulata Håkansson in the family Stephanodiscaceae Glezer et Makarova (Bacillariophyta) in Japan*. Bibliotheca Diatomologica 53. Cramer, Berlin. 205 pp.

Van de Vijver B, Beyens L & Lange-Bertalot H (2004) *The Genus Stauroneis in the Arctic and (Sub-) Antarctic Regions*. Bibliotheca Diatomologica 51. Cramer, Berlin. 317 pp.

Werum M & Lange-Bertalot H (2004) *Diatoms in springs from Central Europe and elsewhere under the influence of hydrogeology and anthropogenic impacts*. Iconographia Diatomologica 13. Gantner Verlag Ruggell. 417p

Veel van de Nederlandse zoetwatertaxa zijn ook te determineren met een recente sleutel van de algemene soorten uit Groot-Brittannië en Ierland:

Kelly M, Bennion H, Cox EJ, Goldsmith B, Jamieson J, Juggins S, Mann DG & Telford RJ (2005) *Common freshwater diatoms of Britain and Ireland: an interactive key*. Environment Agency, Bristol (CD-ROM, ook op <http://craticula.ncl.ac.uk/EADiatomKey/html/>).

6.2 Brak water

Håkansson H (2002) A compilation and evaluation of species in the general *Stephanodiscus*, *Cyclostephanos* and *Cyclotella* with a new genus in the family Stephanodiscaceae. *Diatom Research* 17: 1-139.

Hasle GR (1978) Some freshwater and brackish water species of the diatom genus *Thalassiosira* Cleve. *Phycologia* 17: 263-292.

- Hasle GR & Lange CB (1989) Freshwater and brackish water *Thalassiosira* (Bacillariophyceae): taxa with tangentially undulated valves. *Phycologia* 28: 120-135.
- Lange-Bertalot H (2001) *Navicula sensu stricto, 10 genera separated from Navicula sensu lato, Frustulia*. Diatoms of Europe 2. ARG Gantner Verlag, Ruggell. 526 pp.
- Muyllaert K & Sabbe K (1996) The diatom genus *Thalassiosira* (Bacillariophyta) in the Estuaries of the Schelde (Belgium / The Netherlands) and the Elbe (Germany). *Botanica Marina* 39: 103-115.
- Witkowski A, Lange-Bertalot H & Metzeltin D (2000) *Diatom flora of marine coasts 1*. Iconographia Diatomologica 7. Gantner, Russel, 925 pp.

Aanvullend

- Lange-Bertalot H. & Genkal SI (1999) *Diatomeen aus Siberien I. Inseln im Arktischen Ozean (Yugorsky-Shar Strait)*. Iconographia Diatomologica 6. ARG Gantner Verlag, Russell, 271 pp.
- Metzeltin D & Witkowski A (1996) *Diatomeen der Bären-Insel. Süßwasser- und marine Arten*. Iconographia Diatomologica 4. Koeltz, Königstein, 232 pp
- Nagumo T (2003) *Taxonomic studies of the subgenus Amphora Cleve of the genus Amphora (Bacillariophyceae) in Japan*. Bibliotheca Diatomologica 49. J Cramer, Berlin. 265 pp.

7 Groenalgen (Chlorophyta)

- Coesel PFM & Meesters K(J) (2007) *Desmids of the Lowlands. Mesotaeniaceae and Desmidiaceae of the European Lowlands*. KNNV Publishing, Zeist. 352 pp.
- Ettl H (1983) *Chlorophyta I. Phytomonadina*. Süßwasserflora von Mitteleuropa 9, Gustav Fischer Verlag, Stuttgart. 807 pp.
- Ettl H & Gärtner G (1988) *Chlorophyta II. Tetrasporales, Chlorococcales, Gloeodendrales*. Süßwasserflora von Mitteleuropa 10, Gustav Fischer Verlag, Stuttgart. 436 pp.
- Hegewald E & Schnepf E (1986) Zur Struktur und Taxonomie spindelförmiger Chlorellales (Chlorophyta): *Schroederia*, *Pseudoschroederia* gen. nov., *Closteriopsis*. *Arch Hydrobiol Suppl* 73,1 (Algological Studies 42): 21-48.
- Hindák F (1963) Systematiek der Gattungen *Koliella* gen. nov. und *Raphidonema* Lagerh. *Nova Hedwigia* 6 (1/2): 95-125.
- Hindák F (1976) *Marvania geminata* gen. nov. et sp. nov., a new green alga. *Arch Hydrobiol Suppl* 49 (Algological Studies 16): 261-270.
- Hindák F (1977) The genus *Catena* Chodat 1900 (Ulotrichales, Chlorophyceae). *Arch Hydrobiol Suppl* 51 (Algological Studies 19): 156-163.
- Hindák F (1977) *Studies on the chlorococcal algae (Chlorophyceae) I*. Biol. Práce 23 (4), Veda, Bratislava. 190 pp.
- Hindák F (1980) *Studies on the chlorococcal algae (Chlorophyceae) II*. Biol. Práce 26 (6), Veda, Bratislava. 195 pp.
- Hindák F (1981) The ulotrichacean genus *Fottea* Hind. 1968 (Chlorophyceae). *Arch Hydrobiol Suppl* 60,2 (Algological Studies 27): 148-157.
- Hindák F (1984) *Studies on the chlorococcal algae (Chlorophyceae) III*. Biol. Práce 30 (1), Veda, Bratislava. 308 pp.
- Hindák F (1988) *Studies on the chlorococcal algae (Chlorophyceae) IV*. Biologické Práce 34 (1-2), Veda, Bratislava. 263 pp.
- Hindák F (1990) *Studies on the chlorococcal algae (Chlorophyceae) V*. Biologické Práce 36, Veda, Bratislava. 225 pp.
- Kadlubowska JZ (1984) *Conjugatophyceae I. Chlorophyta VIII. Zygnemales*. Süßwasserflora von Mitteleuropa 16, Gustav Fischer Verlag, Stuttgart. 532 pp.
- Komárek J & Fott B (1983) *Chlorophyceae (Grünalgen). Ordnung: Chlorococcales*. In: G Huber-Pestalozzi. Das Phytoplankton des Süßwassers. Systematiek und Biologie. Die Binnengewässer. Band XVI, 7. Teil, 1. Hälfte. E Schweizerbartsche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart. 1044 pp.
- Komárek J & Jankovská V (2001) *Review of the green algal genus Pediatrum; implication for pollen-analytical research*. Bibliotheca Phycologica 108. J Cramer, Berlin.

- Kuosa H (1988) Observations on the taxonomy and ecology of *Monoraphidium* (Chlorophyceae, Chlorococcales) and *Koliella* (Chlorophyceae, Ulotrichales) species in the Tvärminne sea area, SW coast of Finland. *Archiv Protistenkunde* 135: 45-53.
- Mrozinska T (1985) *Chlorophyta* VI. *Oedogoniophyceae: Oedogoniales*. Süßwasserflora von Mitteleuropa 14. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart. 624 pp.
- Preisig HR & Melkonian M (1984) A light and electron microscopical study of the green flagellate *Spermatozopsis similis* spec. nova. *Pl Syst Evol* 146: 57-74.
- Tell G & Mataloni G (1990) Systematic studies on the *Pediastrum kawraiskyi-musterii-patagonicum* complex (Chlorophyta) : Two new species and morphological variations in two Patagonian lakes (Argentina). *Nova Hedwigia* 50: 159-180.

Aanvullend

- Moskova NA & Gollerbach MM (1986) *Chlorophyta: Ulotrichophyceae (1): Ulotrichales*. Guide to the freshwater algae of the USSR 10(1). Sovetskaja Nauka, Moscow. (in het Russisch)
- Nygaard G (1977) *New or interesting plankton algae, with a contribution on their ecology*. Det Kongelige Danske Videnskabernes Selskab, Biologiske Skrifter 21(1): 70-77.
- Simons J, Lokhorst GM & van Beem AP (1999) *Benthische zoetwateralgen in Nederland*. KNNV Uitgeverij, Utrecht.

8 Sieralgen (Mesotaeniaceae en Desmidiaceae)

- Coesel PFM & Meesters K(J) (2007) *Desmids of the Lowlands. Mesotaeniaceae and Desmidiaceae of the European Lowlands*. KNNV Publishing, Zeist. 352 pp.

Aanvullend

- Förster K (1982) *Conjugatophyceae - Zygnematales und Desmidiales (excl. Zygnemataceae)*. In: G Huber-Pestalozzi. Das Phytoplankton des Süßwassers. Systematik und Biologie. Die Binnengewässer. Band XVI, 8. Teil, 1. Hälfte. E Schweizerbartsche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart. 543 pp.
- John DM & Williamson DB (2009) *A practical guide to the desmids of the West of Ireland*. ARG Gantner Verlag, Rugell / Liechtenstein. 196 pp.
- Kouwets FAC (1987) Desmids from the Auvergne (France). *Hydrobiologia* 146: 193-263.
- Kouwets FAC (1988) Remarkable forms in the desmid flora of a small mountain bog in the French Jura. *Cryptogamie, Algologie* 9: 289-309.
- Kouwets FAC (1997) Contributions to the knowledge of the French desmid flora. 1. New and noteworthy taxa from the Central and Eastern Pyrenees. *Arch Protistenkd* 148: 33-51.
- Kouwets FAC (1998) Contributions to the knowledge of the French desmid flora. 2. Rare and remarkable taxa from the regions of Sologne and Brenne. *Cryptogamie, Algologie* 19: 121-147.
- Kouwets FAC (1998) Southern elements in the desmid flora of France. *Biologia, Bratislava* 53: 445-455.
- Krieger W (1933-1939) *Die Desmidiaceen Europas mit Berücksichtigung der außereuropäischen Arten*. Rabenhorst's Kryptogamenflora von Deutschland, Österreich und der Schweiz 13(2). 1 Teil: Lief 1: 1-223 (1933); Lief. 2: 225-375 (1935); Lief 3-4: 377-712 (1937); 2 Teil: 1-117 (1939). Akademische Verlagsgesellschaft, Leipzig.
- Krieger W & Gerloff J (1962) *Die Gattung Cosmarium. Lieferung 1*. J Cramer, Weinheim. pp 1-112.
- Krieger W & Gerloff J (1965) *Die Gattung Cosmarium. Lieferung 2*. J Cramer, Weinheim. pp 113-240.
- Krieger W & Gerloff J (1969) *Die Gattung Cosmarium. Lieferung 3/4*. J Cramer, Weinheim. pp 241-410.
- Lenzenweger R (1996) *Desmidiaceenflora von Österreich. Teil 1*. Bibliotheca Phycologica 101, J Cramer, Berlin, Stuttgart. 162 pp.
- Lenzenweger R (1997) *Desmidiaceenflora von Österreich. Teil 2*. Bibliotheca Phycologica 102, J Cramer, Berlin, Stuttgart. 216 pp.

- Lenzenweger R (1999) *Desmidiaceenflora von Österreich. Teil 3. Bibliotheca Phycologica* 104, J Cramer, Berlin, Stuttgart. 218 pp.
- Lenzenweger R (2003) *Desmidiaceenflora von Österreich. Teil 4. Bibliotheca Phycologica* 111, J Cramer, Berlin, Stuttgart. 87 pp.
- Růžička J (1977) *Die Desmidiaceen Mitteleuropas. Band 1. 1. Lieferung.* E Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (Nägele und Obermiller), Stuttgart. pp 1-292 pp.
- Růžička J (1981) *Die Desmidiaceen Mitteleuropas. Band 1. 2. Lieferung.* E Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (Nägele und Obermiller), Stuttgart. pp 293-736.
- West W & West GS (1904) *A monograph of the British Desmidiaceae. Vol I.* Ray Society, London. 224 pp.
- West W & West GS (1905) *A monograph of the British Desmidiaceae. Vol II.* Ray Society, London. 206 pp.
- West W & West GS (1908) *A monograph of the British Desmidiaceae. Vol III.* Ray Society, London. 274 pp.
- West W & West GS (1912) *A monograph of the British Desmidiaceae. Vol IV.* Ray Society, London. 191 pp.
- West W, West GS & Carter N (1923) *A monograph of the British Desmidiaceae. Vol V.* Ray Society, London. 300 pp.

De werken van West & West (1904-1912), West *et al.* (1923) en Krieger (1933-1939) zijn via internet beschikbaar als pdf-bestanden. De benodigde links zijn te vinden via <http://www.desmids.nl/info/literature/literature.html>

9 Oogflagellaten (Euglenophyceae)

- Huber- Pestalozzi G (1955) *Euglenophyceen.* In: G Huber-Pestalozzi. *Das Phytoplankton des Süßwassers. Systematiek und Biologie. Die Binnengewässer. Band XVI, 4. Teil.* E Schweizerbartsche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart. 606 pp.
- Middelhoek A (1962) *Flagellaten - Overzicht van een vijftigtal soorten Trachelomonas en Strombomonas in Nederland.* Wetenschappelijke Mededeling KNNV 45. Stichting Uitgeverij KNNV, Hoogwoud. 60 pp.

Aanvullend

- Compère P (1989) *Flore pratique des algues d'eau douce de Belgique. 2. Pyrrophytes, Raphidophytes, Euglenophytes.* Jardin Botanique National de Belgique, Meise. 208 pp.
- Tell y Visitación Conforti G (1986) *Euglenophyta pigmentadas de la Argentina.* Bibliotheca Phycologica 75. J Cramer, Berlin. 301 pp. (in het Spaans)

10 Dinoflagellaten (Dinophyceae)

- Huber- Pestalozzi G (1968) *Cryptophyceae, Chloromonadophyceae, Dinophyceae.* 2. Auflage, mmv B Fott. In: G Huber-Pestalozzi. *Das Phytoplankton des Süßwassers. Systematiek und Biologie. Die Binnengewässer. Band XVI, 3. Teil.* E Schweizerbartsche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart. 322 pp.

Aanvullend

- Popovsky J & Pfister LA (1990) *Dinophyceae (Dinoflagellida).* Süßwasserflora von Mitteleuropa 6, Gustav Fischer Verlag, Stuttgart. 272 pp.

BIJLAGE 31 DETERMINATIELITERATUUR ZOÖPLANKTON

Toelichting

Deze bijlage geeft de aanbevolen determinatieliteratuur voor dierlijk plankton. Er is alleen literatuur opgenomen voor diergroepen die een rol spelen in de gangbare hydrobiologische monitoring in Nederland. De genoemde literatuur is onmisbaar voor een goede determinatie van alle vertegenwoordigers van deze groep zoöplankton, tenzij ze is opgenomen onder het kopje *Aanvullend*. Aanvullende literatuur kan een grote waarde hebben bij het determineren. Bijvoorbeeld omdat er mooie afbeeldingen in staan, of omdat er meer ecologische informatie in gegeven wordt.

Er verschijnt voortdurend nieuwe determinatieliteratuur. Dit is het gevolg van taxonomische ontwikkelingen, nieuwe kennis en waarnemingstechnieken en de vestiging van nieuwe soorten. Ook deze bijlage wordt daarom van tijd tot tijd aangepast. De meest recente versie is altijd beschikbaar op de STOWA-site. In de STOWA Diginieuwsbrief houdt men u van deze aanpassingen op de hoogte.

1 Raderdieren (Rotatoria)

Alle determinatiewerken zijn gebaseerd op de kenmerken van vrouwelijke dieren. Mannetjes kunnen moeilijker op naam worden gebracht. Voor de determinatie van mannetjes is Pontin (1978) een bruikbaar determinatiewerk.

- De Smet W & R Pourriot R (1997) Rotifera. Volume 5: the Dicranophoridae (Monogonota) and The Ituridae (Monogonota). In: Dumont HJF (red) *Guides to the identification of the microinvertebrates of the continental waters of the world* 12. SPB Academic Publishing bv, Amsterdam. 344 pp.
- De Smet W (1996) Rotifera. Volume 4: the Proalidae (Monogonota). In: Dumont HJF (red) *Guides to the identification of the microinvertebrates of the continental waters of the world* 9. SPB Academic Publishing bv, Amsterdam. 102 pp.
- Nogrady T & Segers H (red) (2002) Rotifera. Volume 6: Asplanchnidae, Gastropodidae, Lindiidae, Microcodidae, Synchaetidae, Trochosphaeridae and Filinia: Synchaetidae, Trochosphaeridae and Filinia. In: Dumont HJF (red) *Guides to the identification of the microinvertebrates of the continental waters of the world* 18. Backhuys Publishers, Leiden. 299 pp.
- Nogrady T, Pourriot R & Segers H (1995) Rotifera. Part 3: the Notommatidae and the Scaridiidae. In: Dumont HJF (red) *Guides to the identification of the microinvertebrates of the continental waters of the world* 8. SPB Academic Publishing bv, Amsterdam. 248 pp.
- Pontin RM (1978) *A key to the freshwater planctonic and semiplanctonic Rotifera of the British Isles*. Scientific Publications 38, Freshwater Biological Association, Ambleside. 178 pp.
- Ruttner-Kolisko A (1972) Rotatoria. In: Elster HJ & W Ohle (red) *Das Zooplankton der Binnengewässer, Band XXVI, 1.Teil*. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart. 146 pp.
- Segers H (1995) Rotifera. Part 2: The Lecanidae (Monogononta). *Guides to the identification of the microinvertebrates of the continental waters of the world* 6. SPB Academic Publishing bv, Amsterdam. 226 pp.
- Voigt M & Koste W (1978) Rotatoria. *Die Rädertiere Mitteleuropas begründet von Max Voigt*. Textband und Tafelband. Gebrüder Borntraeger, Berlin.
- Wallace RL, Snell TW, Ricci C & Nogrady T (2006) Rotifera. Part 1: biology, ecology and systematics. In: Dumont HJF (red) *Guides to the identification of the microinvertebrates of the continental waters of the world* 23. Backhuys Publishers, Leiden. 299 pp.

2 Watervlooien (Cladocera)

Volgens de classificatie van Fryer (1987) is de verzameling cladoceren bekend onder de naam Cladocera opgesplitst in vier ordes, te weten Haplopoda (één soort: *Leptodora kindti*), Ctenopoda (onder andere *Sida crystallina* en *Diaphanosoma* spp.), Anomopoda (Daphniidae en Chydoridae) en Onychopoda (onder andere *Polyphemus pediculus* en *Bythotrephes longimanus*). Deze ordes vertonen morfologisch gezien grote verschillen, die erop wijzen dat de ordes langs verschillende wegen zijn geëvolueerd (Fryer 1987). Hierdoor heeft de naam Cladocera geen taxonomische betekenis, maar omdat deze naam zo ingeburgerd is, wordt de naam in dit hoofdstuk nog aangehaald. In veel determinatieliteratuur wordt de naam nog altijd gebruikt.

In alle determinatiewerken zijn de sleutels gebaseerd op de kenmerken van volwassen vrouwelijke exemplaren. Mannelijke exemplaren kunnen veel moeilijker op naam worden gebracht. In Flößner (2000) zijn wel afbeeldingen van de mannetjes opgenomen. Juveniele dieren kunnen in geslachten of groepen binnen geslachten worden ingedeeld, maar het is niet altijd mogelijk om ze tot op soort te determineren.

Flößner D (2000). *Die Haplopoda und Cladocera (ohne Bosminidae) Mitteleuropas*. Backhuys Publishers, Leiden. 428 pp.

Fryer G (1987). A new classification of the branchiopod Crustacea. *Zool. J. Linnean Soc.* 91: 357-383.

Lieder U (1996) Crustacea: Cladocera : Bosminidae. *Süßwasserfauna von Mitteleuropa* 8/2-3. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg. 80 pp.

Aanvullend

Benzie JAH (2005) Cladocera: the genus *Daphnia* (including *Daphniopsis*). In: Dumont HJF (red) *Guides to the identification of the microinvertebrates of the continental waters of the world* 21. Backhuys Publishers, Leiden. 376 pp.

Flößner D & Kraus K (1986) On the taxonomy of the *Daphnia hyalina-galeata* complex (Crustacea: Cladocera). *Hydrobiologia* 137: 97-115.

Flößner D (1993) Zur Kenntnis einiger *Daphnia*-Hybriden (Crustacea: Cladocera). *Limnologica* 23(1): 71-79.

Kotov AA & Stifter P (2006) Cladocera: family Ilyocryptidae (Branchiopoda: Cladocera: Anomopoda). In: Dumont HJF (red) *Guides to the identification of the microinvertebrates of the continental waters of the world* 22. Backhuys Publishers, Leiden. 172 pp.

Notenboom-Ram E (1981) *Verspreiding en ecologie van de Brachipoda in Nederland*. RIN-rapport 81/14. Rijksinstituut voor Natuurbeheer, Leersum.

Orlova-Bienkowskaja MY (2001) Cladocera: Anomopoda Daphniidae; genus *Simocephalus*. In: Dumont HJF (red) *Guides to the identification of the microinvertebrates of the continental waters of the world* 17. Backhuys Publishers, Leiden. 130 pp.

Rivier IK (1998) The predatory Cladocera (Onychopoda: Podonidae, Polyphemidae, Cercopagidae) and the Leptodorida of the world. In: Dumont HJF (red) *Guides to the identification of the microinvertebrates of the continental waters of the world* 13. SPB Academic Publishing, Amsterdam. 213 pp.

Smirnov NN (1992) The Macrothricidae of the World. In: Dumont HJF (red) *Guides to the identification of the microinvertebrates of the continental waters of the world* 1. SPB Academic Publishing, Den Haag. 143 pp.

Smirnov NN (1996) Cladocera: the Chydorinae and Sayciinae (Chydoridae) of the World. In: Dumont HJF (red) *Guides to the identification of the microinvertebrates of the world* 11. SPB Academic Publishing, Amsterdam. 197 pp.

3 Roeipootkreeften (Copepoda)

Met de determinatiewerken voor copepoden kunnen volwassen vrouwelijke en mannelijke dieren op naam worden gebracht.

- Bayly IAE (1992) The non-marine Centropagidae (Copepoda: Calanoida) of the world. *Guides to the identification of the microinvertebrates of the continental waters of the world* 2. SPB Academic Publishing bv, Den Haag. 30 pp.
- Dekker PI & Zwerver S (1997) *Copepoden van het open water. Handleiding bij de cursusdag*. Rapport 97-33, Koeman en Bijkerk bv, Haren. 53 pp.
- Dussart BH & Defaye D (2001) Introduction to the Copepoda. In: Dumont HJF (red) *Guides to the identification of the microinvertebrates of the continental waters of the world* 16. Backhuys Publishers, Leiden. 344 pp.
- Einsle U (1993) Crustacea: Copepoda: Calanoida und Cyclopoida. *Süßwasserfauna von Mitteleuropa* 8/4-1. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart. 208 pp.
- Einsle U (1996) Copepoda: Cyclopoida: Genera Cyclops, Megacyclops, Acanthocyclops. In: Dumont HJF (red) *Guides to the identification of the microinvertebrates of the continental waters of the world* 10. SPB Academic Publishing bv, Amsterdam. 82 pp.
- Karayutug S (1999) Copepoda: Cyclopoida. Genera Paracyclops, Ochridacyclops and key to the Eucyclopinae. In: Dumont HJF (red) *Guides to the identification of the microinvertebrates of the continental waters of the world* 14. Backhuys Publishers, Leiden. 224 pp.
- Rayner NA (1999) Copepoda: Calanoida: Diaptomidae: Paradiaptominae. In: Dumont HJF (red) *Guides to the identification of the microinvertebrates of the continental waters of the world* 15. Backhuys Publishers, Leiden. 122 pp.
- Reddy YR (1994) Copepoda: Calanoida: Diaptomidae: Key to the genera Heliodiaptomus, Allodiaptomus, Neodiaptomus, Phyllodiaptomus, Eodiaptomus, Arctodiaptomus and Sinodiaptomus. In: Dumont HJF (red) *Guides to the identification of the microinvertebrates of the continental waters of the world* 5. SPB Academic Publishing bv, Den Haag. 221 pp.
- Ueda H & Reid JW (red) (2003) Copepoda: Cyclopoida. Genera Mesocyclops and Thermocyclops. In: Dumont HJF (red) *Guides to the identification of the microinvertebrates of the continental waters of the world* 20. Backhuys Publishers, Leiden. 318 pp.

Aanvullend

- Dussart B (1967) Calanoïdes et Harpacticoides. *Les Copépodes des eaux continentales d'Europe occidentale. Tome I* : Editions N. Boubée & Cie, Paris.
- Dussart B (1969) Cyclopoïdes et Biologie. *Les Copépodes des eaux continentales d'Europe occidentale. Tome II* : Editions N. Boubée & Cie, Paris.
- Harding JP & Smith WA (1974) *A key to the freshwater Cyclopoid and Calanoid Copepods*. 2nd edition. Scientific Publication 2 18, Freshwater Biological Association, Ambleside. 56 pp.
- Janetzky W, Enderle R & Noodt W (1996) Crustacea: Copepoda: Gelyelloida und Harpacticoida. *Süßwasserfauna von Mitteleuropa* 8/4-2. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart. 227 pp.
- Kiefer F & Fryer G (1978) Freilebende Copepoda. *Das Zooplankton der Binnengewässer Teil 2. Die Binnengewässer Band XXVI*. E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart.

4 Aasgarnalen (Mysidae)

Voor de momenteel in Nederland voorkomende aasgarnalen zijn de artikelen van Eggers *et al.* (1999) en Kelleher *et al.* (1999) geschikt. Beschrijvingen van potentiële nieuwkomers uit Oost-Europa kan men vinden in het werk van Komarova (1991).

Eggers TO, Martens A & Grabow K (1999) *Hemimysis anomala* Sars im Stichkanal Salzgitter (Crustacea: Mysidacea). *Lauterbornia* 35: 43-47.

Kelleher B, Van der Velde G, Wittmann, KJ, Faase MA & Bij de Vaate A (1999) Current status of freshwater mysidae in the Netherlands, with record of *Limnomysis benedeni* Czerniavsky, 1882, a Pontocaspian species in Dutch Rhine branches. *Bulletin Zoologisch museum* 16(13): 89-93.

Aanvullend

Eggers TO, Grabow K & Martens A (2005) *Reader Malacostraca voor de determinatiecursus voor Amphipoda, Mysidacea, Decapoda en Isopoda*. Alterra, Wageningen.

Faase MA (1998) The Pontocaspian mysid *Hemimysis anomala* Sars, 1907, new to the fauna of the Netherlands. *Bulletin Zoologisch museum* 16(10): 73-76.

Komarova TI (1991) Mysidacea. *Fauna Ukrainy* 26(7). Akademia Nauk Ukrainy, Kiev. 104 pp (in het Russisch).

5 Ciliaten en overige protozoa

Foissner W (1993) Colpodea (Ciliophora). *Protozoënfaua* Band 4/1. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart. 808 pp.

Foissner W, Berger H & Schaumburg J (1999) *Identification and ecology of limnetic plankton ciliates*. Informationsberichte Heft 3/99, Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft, München. 793 pp.

Krause-Dellin D (1997) Die Bestimmung des Zooplanktons in Flüssen und Seen. *Lauterbornia* 30: 1-60.

Page FC & Siemensma FJ (1991) Nackte Rhizopoda und Heliozoa. *Protozoënfaua* Band 2. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart. 297 pp.

Aanvullend

Bick H (1972) Ciliata. In: Elster HJ & W Ohle (red) *Das Zooplankton der Binnengewässer* 1.Teil. Die Binnengewässer Band XXVI. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart.

Curds CR (1982) British and other freshwater ciliated Protozoa. Part I. Ciliophora: Kinetofragminophora. Keys and notes for the identification of the free-living genera. Cambridge University Press. 395 pp.

Patterson DJ (1996) Free-living freshwater Protozoa. 2nd ed. Manson Publ. Ltd., London. 223 pp.

6 Algemeen

Aanvullend

Krause-Dellin D (1997) Die Bestimmung des Zooplanktons in Flüssen und Seen. *Lauterbornia* 30: 1-60.

Streble H & Krauter (1988) *Das leben im Wassertropfen. Mikroflora und Mikrofauna des Süßwassers* (8. Auflage). Franckh'sche Verlagshandlung, Keller & Co, Stuttgart. 399 pp.

BIJLAGE 32

DETERMINATIELITERATUUR VEGETATIE

Toelichting

Deze bijlage geeft de aanbevolen determinatieliteratuur voor vegetatie. Er is alleen literatuur opgenomen voor planten die een rol spelen in de gangbare hydrobiologische monitoring in Nederland.

De genoemde literatuur is noodzakelijk voor een goede determinatie, tenzij ze is opgenomen onder het kopje *Aanvullend*. Aanvullende literatuur kan een grote waarde hebben bij het determineren. Bijvoorbeeld omdat er mooie afbeeldingen in staan, of omdat er meer ecologische informatie in gegeven wordt.

Er verschijnt voortdurend nieuwe determinatieliteratuur. Dit is het gevolg van taxonomische ontwikkelingen, nieuwe kennis en waarnemingstechnieken en de vestiging van nieuwe soorten. Ook deze bijlage wordt daarom van tijd tot tijd aangepast. De meest recente versie is altijd beschikbaar op de STOWA-site. In de STOWA Diginieuwsbrief houdt men u van deze aanpassingen op de hoogte.

1 Macro-algen

Simons J, Lokhorst GM & van Beem AP (1999) *Benthische zoetwateralgen in Nederland*. Natuurhistorische Bibliotheek 69. Stichting KNNV Uitgeverij, Utrecht.

Stegenga H & Mol I (1983) *Flora van de Nederlandse zeewieren*. Natuurhistorische Bibliotheek 33. Koninklijke Nederlandse Natuurhistorische Vereniging, Hoogwoud.

2 Kranswieren

Bruinsma J, Krause W, Nat E & van Raam J (1998). *Determinatietabel voor kranswieren in de Benelux*. Stichting Jeugdbondsuitgeverij, Utrecht.

van Raam JC (1998) *Handboek kranswieren*. Chara Boek, Hilversum.

Aanvullend

Maier EX (1972) *De kranswieren (Charophyta) van Nederland*. Wetenschappelijke Mededelingen KNNV 93. Koninklijke Nederlandse Natuurhistorische Vereniging, Hoogwoud.

3 Mossen

Bouwman AC (2002) *De Nederlandse veenmossen*. Natuurhistorische Bibliotheek 70. Stichting KNNV Uitgeverij, Utrecht.

Siebel H & During H (2006) *Beknopte mosflora van Nederland en België*. Stichting KNNV Uitgeverij, Utrecht.

Aanvullend

Gradstein SR & van Melick HMH (1996) *De Nederlandse levermossen en hauwmossen*. Natuurhistorische Bibliotheek 64. Stichting KNNV Uitgeverij, Utrecht.

van Dort K, Buter C, van Wielink P (2002) *Veldgids mossen*. 2e druk. Stichting KNNV Uitgeverij, Utrecht.

Landwehr J (mmv JJ Barkman) (1966) *Atlas van de Nederlandse bladmos*. Bibliotheek KNNV, Amsterdam.

Touw A & Rubers WV (1989) *De Nederlandse bladmos*. Natuurhistorische Bibliotheek 50. Stichting KNNV Uitgeverij, Utrecht.

van Melick H (1991) *De Nederlandse riccia's (land- en watervorkjes)*. Wetenschappelijke Mededelingen KNNV 203. Stichting KNNV Uitgeverij, Utrecht.

4 Hogere planten

van der Meijden R (2005) *Heukels' Flora van Nederland*. 23e druk. Wolters-Noordhoff, Groningen.

Aanvullend

Cope T & Gray A (2009) *Grasses of the British Isles*. BSBI Handbook 13. Botanical Society of the British Isles, London.

Eggelte H (2007) *Veldgids Nederlandse flora*. 5e druk. Stichting KNNV Uitgeverij, Utrecht.

Jermy AC, Simpson DA, Foley MJY & Porter MS (2007) *Sedges of the British Isles*. Ed. 3. BSBI Handbook 1. Botanical Society of the British Isles, London.

Kruijne AA & de Vries DM (1976) *Vegetatieve herkenning van onze graslandplanten*. Zesde verbeterde druk. Veenman & Zonen, Wageningen.

Pot R (2007) *Veldgids water- en oeverplanten*. 2e druk. Stichting KNNV Uitgeverij, Utrecht.

van der Ploeg DTE (1990) *De Nederlandse breedbladige fonteinkruiden*. Wetenschappelijke Mededelingen KNNV 195. Stichting KNNV Uitgeverij, Utrecht.

van Wijk RJ & Verbeek PJM (1986) *De smalbladige fonteinkruidsoorten in Nederland, herkenning en oecologie*. Wetenschappelijke Mededelingen KNNV 177. Stichting KNNV Uitgeverij, Utrecht.

Weeda EJ, Westra R, Westra Ch & Westra T (1985-1994) *Nederlandse ecologische flora, wilde planten en hun relaties*. Deel 1-5. IVN/VARA/VEWIN, Amsterdam

BIJLAGE 33

DETERMINATIELITERATUUR MACROFAUNA

Toelichting

Deze bijlage geeft de aanbevolen determinatieliteratuur voor macrofauna. Er is alleen literatuur opgenomen voor diergroepen die een rol spelen in de gangbare hydrobiologische monitoring in Nederland. De genoemde literatuur is beslist nodig voor een goede determinatie van alle vertegenwoordigers van deze groepen.

Deze bijlage is gebaseerd op de primaire literatuur in de geannoteerde standaardlijst van determinatieliteratuur voor Nederlandse aquatische macro-invertebraten (van Maanen & van Haaren 2010). Het WEW themanummer 21 waarin deze lijst staat, zal in de loop van 2010 verschijnen, in ieder geval als download op de site van de WEW (<http://www.wew.nu/publicaties.php>).

Dit themanummer geeft ook een uitgebreid overzicht van aanvullende literatuur. Onmisbaar is echter de gedetailleerde bespreking hoe men de literatuur op de juiste wijze moet gebruiken. Sommige determinatiewerken zijn namelijk niet geschikt voor alle vertegenwoordigers van de groep die behandeld wordt. Dit themanummer is dan ook noodzakelijk voor de kwaliteitsborging van het determineren van macrofauna in Nederland.

Er verschijnt voortdurend nieuwe determinatieliteratuur. Dit is het gevolg van taxonomische ontwikkelingen, nieuwe kennis en waarnemingstechnieken en de vestiging van nieuwe soorten. Ook deze bijlage wordt daarom van tijd tot tijd aangepast. De meest recente versie is altijd beschikbaar op de STOWA-site. In de STOWA Diginieuwsbrief houdt men u van deze aanpassingen op de hoogte.

Voor de onderbouwing van de TWN-naamgeving is er ook een literatuurlijst, samengesteld door de RWS Waterdienst. Deze lijst kan men krijgen via de site van IdSW:

http://www.idsw.nl/aquo-standaard/aquo-domeintabellen/taxa-waterbeheer/twn_lijst/

Literatuurverwijzing

van Maanen B & van Haaren T (2010) *Geannoteerde standaardlijst voor determinatieliteratuur voor Nederlandse aquatische macroinvertebraten*. WEW Themanummer nr. 21, Werkgroep Standaardisatie Macro-invertebraten Methoden en Analyse, Werkgroep Ecologisch Waterbeheer.

1 Algemene literatuur

Barnes RSK (1994) *The Brackish-water fauna of northwestern Europe. An identification guide to brackish-water habitats, ecology and macrofauna for field workers, naturalists and students*. Cambridge University press, Cambridge. 287 pp. ISBN 0-521-45556-1 (paperback), 0521455294 (hardback).

de Pauw N & Vannevel R (red) (1991) *Macro-invertebraten en waterkwaliteit. Determineersleutels voor zoetwatermacro-invertebraten en methoden ter bepaling van de waterkwaliteit*. Stichting Leefmilieu, Antwerpen. 316 pp.

Mol AWM (1984) *Limnofauna Neerlandica. Een lijst van meercellige ongewervelde dieren aangetroffen in binnenwateren van Nederland*. *Nieuwsbrief European Invertebrate Survey Nederland* 15: 1-124.

Nilsson A (red) (1996) *Aquatic Insects of North Europe. A Taxonomic Handbook*. Vol. 1: Ephemeroptera, Plecoptera, Heteroptera, Neuroptera, Megaloptera, Coleoptera, Trichoptera, Lepidoptera. Apollo Books, Stenstrup. 274 pp. ISBN 87-88757-09-9.

Nilsson A (red) (1997) *Aquatic Insects of North Europe. A Taxonomic Handbook*. Vol. 2: Odonata, Diptera. Apollo Books, Stenstrup. 440 pp. ISBN 87-88757-15-3 (deel 1 en 2 samen: 87-88757-07-2).

van Maanen B & van Haaren T (2010) *Geannoteerde standaardlijst voor determinatieliteratuur voor Nederlandse aquatische macroinvertebraten*. WEW Themanummer nr. 21, Werkgroep Standaardisatie Macro-invertebraten Methoden en Analyse, Werkgroep Ecologisch Waterbeheer.

2 Porifera en Coelenterata (sponzen, poliepen en kwallen)

- Eggers TO & Eiseler B (2007) Bestimmungsschlüssel der Süsswasser-Spongillidae (Porifera) Mittel- und Nordeuropas. *Lauterbornia* 60:1-53.
- de Pauw N & Vannevel R (red) (1991) *Macro-invertebraten en waterkwaliteit. Determineersleutels voor zoetwatermacro-invertebraten en methoden ter bepaling van de waterkwaliteit*. Stichting Leefmilieu, Antwerpen. 316 pp.
- van Soest RWM (1976) *De Nederlandse mariene en zoetwatersponzen - Porifera*. Wetenschappelijke Mededelingen van de KNNV 115, Koninklijke Nederlandse Natuurhistorische Vereniging, Hoogwoud. 36 pp.
- Vervoort W & Faasse M (2009) Overzicht van de Nederlandse Leptolida (= Hydroida) (Cnidaria: Hydrozoa). *Nederlandse Faunistische Mededelingen* 32: 1-207.

3 Turbellaria (platwormen)

- Bij de Vaate A & Swarte MBA (2001) *Dendrocoelum romanodanubiale* in the Rhine delta: first records from the Netherlands. *Lauterbornia* 40: 53-56.
- den Hartog C (1962) *De Nederlandse platwormen (Tricladida)*. Wetenschappelijke Mededelingen van de KNNVereniging 42, Koninklijke Nederlandse Natuurhistorische Vereniging, Hoogwoud. 40 pp.
- Reynoldson TB & Young JO (2000) *A key to the freshwater triclads of Britain and Ireland with notes on their ecology*. Scientific Publications 58, Freshwater Biological Association, Ambleside. 72 pp. ISBN 0-900386-63-X.

4 Polychaeta en Oligochaeta (borstelwormen en wormen)

- Hartmann-Schröder G (1996) Annelida, Borstenwürmer, Polychaeta. 2. neubearbeitete Auflage. In: Dahl F (red) *Die Tierwelt Deutschlands und der angrenzenden Meeresteile nach ihren Merkmalen und nach ihrer Lebensweise* Teil 58. Gustav Fischer Verlag, Jena. 648 pp. ISBN 3-437-35038-2.
- Schmelz RM & Collado R (2010) A guide to European terrestrial and freshwater species of Enchytraeidae. *Soil Organisms* 82(1): 1-176. ISSN 1864-6417.
- Sims RW & Gerard BM (1985) Earthworms, keys and notes for the identification and study of the species. *Synopses of the British Fauna (new series)* 31: 1-171. ISBN 90-04-07582-8.
- Timm T (2009) A guide to the freshwater Oligochaeta and Polychaeta of Northern and Central Europe. *Lauterbornia* 66: 1-235.
- Timm T & Veldhuijzen van Zanten HH (2002) *Freshwater Oligochaeta of North-West Europe*. World Biodiversity Database CD-ROM Series. Expert Center for Taxonomic Identification (ETI), Amsterdam. ISBN 90-75000-44-8.
- van Rhee JA (1970) *De regenwormen (Lumbricidae) van Nederland*. Wetenschappelijke Mededelingen van de KNNV 84, Koninklijke Nederlandse Natuurhistorische Vereniging, Hoogwoud. 24 pp.

5 Hirudinea (bloedzuigers)

- Bielecki A (1997) Fish leeches of Poland in relation to the Palaearctic piscicolines (Hirudinea: Piscicolidae: Piscicolinae). *Genus, Wrocław* 8(2): 223-375.
- Bielecki A (2001) *Piscicola brylinskiae*, a new leech species from the Netherlands (Hirudinea: Piscicolidae). *Wiadomosci Parazytologiczne* 47(1): 119-126.

- Nesemann H & Neubert E (1999) Annelida, Clitellata: Branchiobdellida, Acanthobdellea, Hirudinea. *Süßwasserfauna von Mitteleuropa* 6(2). Gustav Fischer Verlag, Stuttgart. 178 pp. ISBN 3-8274-0927-6.
- van Haaren T, Hop H, Soes M & Tempelman D (2004) The freshwater leeches (Hirudinea) of The Netherlands. *Lauterbornia* 52: 113-131.

6 Mollusca (schelpdieren)

- Gittenberger E, Jansen AW, Kuijper WJ, Kuiper JGJ, Meijer T, van der Velde G & de Vries JN (1998) De Nederlandse zoetwatermollusken. Recente en fossiele weekdieren uit zoet en brak water. *Nederlandse Fauna* 2, Nationaal Natuurhistorisch Museum Naturalis, Leiden. 288 pp. ISBN 90-5011-118-1.
- Glöer P & Meier-Brook C (2003) *Süßwassermollusken. Ein Bestimmungsschlüssel für die Bundesrepublik Deutschland*. 13e herziene druk. Deutscher Jugendbund für Naturbeobachtung, Hamburg. 134 pp. ISBN 3-923376-02-2.
- Killeen I, Aldridge D & Oliver G (2004) *Freshwater bivalves of Britain and Ireland*. Aidgap Occasional Publication 82, Field Studies Council, Shrewsbury, UK. 114 pp. ISBN 1-85153-892-5.
- Piechocki A (1989) The Sphaeriidae of Poland (Bivalvia, Eulamellibranchia). *Annales Zoologici*, Warszawa 42(12): 249-320.
- Zettler ML & Glöer P (2006) Zur Ökologie und Morphologie der Sphaeriidae der Norddeutschen Tiefebene. *Heldia, Münchner Malakologische Mitteilungen* 6(8): 1-61 + 18 platen.

7 Acari en Araneida (watermijten en waterspinnen)

- Bader C (1974) Zur Revision holländischer Hydrachnellae (Acari). I. Feltriidae. *Entomologische Berichten*, Amsterdam 34: 149-152.
- Besseling AJ (1964) De Nederlandse watermijten (Hydrachnellae Latreille 1802). *Monographiën van de Nederlandse Entomologische Vereniging* 1: 1-199.
- Besseling AJ (1968) Over enkele *Arrenurus* soorten (Ned. Hydrachnellae XLVI). *Entomologische Berichten*, Amsterdam 28: 15-18.
- Biesiadka E & Kowalik W (1979) A new species of *Mideopsis* Neuman (Hydrachnellae, Acari) from Poland. *Bulletin de l'Académie Polonaise des Sciences, Série des sciences biologiques, Cl. II* 26(10): 695-702.
- Davids C & Kouwets FAC (1987) The characteristics of some watermite species of the genus *Piona* (Acari; Hydrachnellae) with three new larval descriptions. *Archiv für Hydrobiologie* 110: 1-18.
- Davids C (1979) *De watermijten (Hydrachnellae) van Nederland. Levenswijze en voorkomen*. Wetenschappelijke Mededelingen van de KNNV 132, Koninklijke Nederlandse Natuurhistorische Vereniging, Hoogwoud. 78 pp.
- de Pauw N & Vannevel R (red) (1991) *Macro-invertebraten en waterkwaliteit. Determïneersleutels voor zoetwatermacro-invertebraten en methoden ter bepaling van de waterkwaliteit*. Stichting Leefmilieu, Antwerpen. 316 pp.
- Gerecke R (1994) Süßwassermilben (Hydrachnellae). Ein Bestimmungsschlüssel für die aus der Westpaläarktischen bekannten Gattungen der Hydrachnellae mit einer einführenden Übersicht über die im Wasser vorkommenden Milben. *Lauterbornia* 18: 1-84.
- Gerecke R (2003) Water mites of the genus *Atractides* Koch, 1837 (Acari: Parasitengona: Hygrobatidae) in the western Palaearctic region: a revision. *Zoological Journal of the Linnean Society* 138: 141-378.
- Gerecke R (red) (2007) Chelicerata: Araneae, Acari I. *Süßwasserfauna von Mitteleuropa* 7/2(1), Gustav Fischer Verlag, Stuttgart. 388 pp. ISBN 3-8274-1693-0.
- Gerecke R (red) (2010) Chelicerata: Acari II. *Süßwasserfauna von Mitteleuropa* 7/2(2), Gustav Fischer Verlag, Stuttgart. 234 pp. ISBN 978-3-8274-1894-4.
- Hevers J (1978) Morphologie und Systematik der in Deutschland aufgetretene Schwamm- und Muschel-Milben-Arten der Gattung *Unionicola* (Acarina: Hydrachnellae: Unionicola). *Entomologia Generalis* 5(1): 57-84.

- Martin P, Dabert M & Dabert J (2010) Molecular evidence for species separation in the water mite *Hygrobatas nigromaculatus* Lebert, 1879 (Acari, Hydrachnidia): evolutionary consequences of the loss of larval parasitism. *Aquatic Sciences* 72(3): 347-360.
- Smit H (1996a) Two new and rare *Arrenurus*-species from The Netherlands (Acari: Hydrachnellae). *Entomologische Berichten*, Amsterdam 56: 56-59.
- Smit H (1996b) A revision of enigmatic species within European members of the genus *Arrenurus* Dugès (Acari, Hydrachnellae). *Annales de Limnologie* 32(3): 137-146.
- Smit H (1999) *Arrenurus boruzkii*, a water mite new to the Dutch fauna, with some notes on its morphology (Acari : Hydrachnidia). *Nederlandse Faunistische Mededelingen* 9: 11-14.
- Smit H, Didderen K & Wiggers R (2007) The first record of the watermite *Arrenurus berlinensis* from the Netherlands, with the first description of the female (Acari: Hydrachnidia). *Nederlandse Faunistische Mededelingen* 26: 39-42.
- Smit H & Duursema G (1993) On the identity of *Arrenurus affinis* and *Arrenurus compactus* (Acari, Hydrachnellae). *Entomologische Berichten*, Amsterdam 53: 71-74.
- Smit H & van der Hammen H (1990) Taxonomic notes on some *Arrenurus* species (Acari: Hydrachnellae). *Entomologische Berichten*, Amsterdam 50: 52-55.
- Smit H & van der Hammen H (1992a) A new species of *Albia* (*Albiella*) from the Netherlands (Acari: Hydrachnellae). *Entomologische Berichten*, Amsterdam 52: 114-116.
- Smit H & van der Hammen H (1992b) New and rare water mites from the Netherlands (Acari: Hydrachnellae). *Entomologische Berichten*, Amsterdam 52:144-146.
- Smit H & van der Hammen H (2000) Atlas van de Nederlandse watermijten (Acari: Hydrachnidia). *Nederlandse Faunistische Mededelingen* 13: 1-273.
- Smit H, van der Hammen H & Duursema G (1993) New species of water mites for the Dutch fauna, with some taxonomic notes on the genus *Nautarachna* (Acari: Hydrachnellae). *Entomologische Berichten*, Amsterdam 53(12): 180-182.
- Smit H, van den Hoek TjH & Wiggers R (2006) Nieuwe vondsten van watermijten in Nederland (Acari: Hydrachnidia). *Nederlandse Faunistische Mededelingen* 25: 33-38.
- Smit H, van Maanen B, van den Hoek TjH, Wiggers R & Knol BW (2003) New records of rare water mites from The Netherlands (Acari: Hydrachnidia). *Nederlandse Faunistische Mededelingen* 18: 123-136.
- van der Eyk R (1977) *Proefuitgave van een watermijtentabel voor Nederland*. Biologisch Station Wijster 190. 136 pp.
- van Haaren T (1995) *Enige verschillenmerken tussen Piona paucipora, P. variabilis en P. neumani*. Intern rapport Zuiveringschap Hollandse Eilanden en Waarden, Rotterdam. 1 p.
- van Haaren T & Tempelman D (2009) The Dutch species of *Limnesia*, with ecological and biological notes (Hydrachnellae: Limnesiidae). *Nederlandse Faunistische Mededelingen* 30: 53-74.
- Viets K (1936). Spinnentiere oder Arachnoidea. VII: Wassermilben oder Hydracarina (Hydrachnellae und Halaridae). In: Dahl F (red) *Die Tierwelt Deutschlands und der angrenzenden Meeressteile nach ihren Merkmalen und nach ihrer Lebensweise* Teil 31/32. Gustav Fischer Verlag, Jena. 574 pp.

8 Crustacea (kreeftachtigen)

- Borghouts-Biersteker CH (1969) *Aasgarnalen - (Mysidacea)*. SWG-tabel 23, Strandwerkgemeenschap. 8 pp.
- Bousfield EL & Hoover PM (1997) The amphipod superfamily Corophioidea on the Pacific coast of North America. Part V. Family Corophiidae. Corophiinae, new subfamily. Systematics and distributional ecology. *Amphipacifica* 2: 67-139.
- de Pauw N & Vannevel R (red) (1991) *Macro-invertebraten en waterkwaliteit. Determïneersleutels voor zoetwatermacro-invertebraten en methoden ter bepaling van de waterkwaliteit*. Stichting Leefmilieu, Antwerpen. 316 pp.
- Eggers ThO & Martens A (2001) Bestimmungsschlüssel der Süßwasser-Amphipoda (Crustacea) Deutschlands. *Lauterbornia* 42: 1-68.

- Eggers TO, Martens A & Grabow K (1999) *Hemimysis anomala* Sars im Stichkanal Salzgitter (Crustacea: Mysidacea). *Lauterbornia* 35: 43-47.
- Flößner D (1972) Kiemen- und Blattfüßer, Branchiopoda. Fischläuse, Branchiura. In: Dahl F (red) *Die Tierwelt Deutschlands und der angrenzenden Meeressteile nach ihren Merkmalen und nach ihrer Lebensweise* Teil 60. Gustav Fischer Verlag, Jena. 501 pp.
- Fryer G (1982) *The parasitic Copepoda and Branchiura of British freshwater fishes. A handbook and key*. Scientific Publications 46, Freshwater Biological Association, Ambleside. 87 pp. ISBN 0-900386-44-4.
- Holthuis LB, Heerebout GR & Adema JPHM (1986). *De Nederlandse Decapoda (garnalen, kreeften en krabben)*. Wetenschappelijke Mededelingen van de KNNV 179, Koninklijke Nederlandse Natuurhistorische Vereniging, Utrecht. 66 pp.
- Huwae P & Rappé G (2003) *Waterpissebedden. Een determineertabel voor de zoet-, brak- en zoutwaterpissebedden van Nederland en België*. Wetenschappelijke Mededelingen van de KNNV 226, Koninklijke Nederlandse Natuurhistorische Vereniging, Utrecht. 55 pp. ISBN 90-5011-171-8.
- Notenboom J (1980) Tabel voor het determineren van grondwater Amphipoda in de Benelux. Bijlage. In: Notenboom J. *Grondwaterfauna in Zuid-Limburg, typologie van grondwatermilieu's, kennismaking met de levensgemeenschappen in waterputten*. Doctoraalverslag Vakgroep Natuurbeheer 561, Landbouwhogeschool Wageningen.
- Pinkster S & Platvoet D (1986) *De vlokreeften van het Nederlandse oppervlaktewater*. Wetenschappelijke Mededelingen van de KNNV 172, Koninklijke Nederlandse Natuurhistorische Vereniging, Utrecht. 44 pp.
- Schellenberg A (1942) Krebstiere oder Crustacea IV: Flohkrebse oder Amphipoda. In: Dahl F (red) *Die Tierwelt Deutschlands und der angrenzenden Meeressteile nach ihren Merkmalen und nach ihrer Lebensweise* Teil 40. Gustav Fischer Verlag, Jena. 252 pp.
- Stichting EIS-Nederland & Bureau Waardenburg (2008) *Rivierkreeften, proeftabel*. Versie 20 juni 2008. Leiden, 17 pp.
- d'Udekem d'Acoz C, Faasse M, Dumoulin E & de Blauwe H (2005) Occurrence of the Asian shrimp *Palaemon macrrodactylus* in the Southern Bight of the North Sea, with a key to the Palaemonidae of north-western Europe (Crustacea: Decapoda: Caridea). *Nederlandse Faunistische Mededelingen* 22: 95-111.
- van Haaren T & Soors J (2009) *Sinelobus stanfordi* (Richardson, 1901): A new crustacean invader in Europe. *Aquatic Invasions* 4(4):703-711.

9 Ephemeroptera (haften)

- Bauernfeind E & Humpesch UH (2001) *Die Eintagsfliegen Zentraleuropas (Insecta: Ephemeroptera): Bestimmung und Ökologie*. Verlag des Naturhistorischen Museums Wien, Wien. 239 pp. ISBN 3-900-275-86-6.
- Eiseler B (2005) Bildbestimmungsschlüssel für die Eintagsfliegenlarven der deutschen Mittelgebirge und des Tieflandes. *Lauterbornia* 53: 1-112.
- Elliott JM & Humpesch UH (2010) *Mayfly larvae (Ephemeroptera) of Britain and Ireland: keys and a review of their ecology*. Scientific Publications 66, Freshwater Biological Association, Ambleside. 152 pp. ISBN 978-0900386-78-7. (met enkele wijzigingen t.o.v. de editie van 1988).
- Engblom E (1996) Ephemeroptera, Mayflies. In: Nilsson A (red) *Aquatic Insects of North Europe. A Taxonomic Handbook*. Vol. 1. Apollo Books, Stenstrup. pp 13-53. ISBN 87-88757-09-9.
- Malzacher P (1984) Die europäischen Arten der Gattung *Caenis* Stephens (Insecta: Ephemeroptera). *Stuttgarter Beiträge zur Naturkunde Serie A (Biologie)* 373: 1-48.
- Mol AWM (1985a) Een overzicht van de Nederlandse haften (Ephemeroptera). 1. Siphonuridae, Baetidae en Heptageniidae. *Entomologische Berichten*, Amsterdam 45(8): 105-111.
- Mol AWM (1985b) Een overzicht van de Nederlandse haften (Ephemeroptera). 2. Overige families. *Entomologische Berichten*, Amsterdam 45(9): 128-135.
- Müller-Liebenau I (1969) Revision der europäischen Arten der Gattung *Baetis* Leach, 1815 (Insecta, Ephemeroptera). *Gewässer und Abwässer* 48,49: 1-214.

10 Odonata (libellen en waterjuffers)

- Heidemann H & Seidenbusch R (2002) Die Libellenlarven Deutschlands. Handbuch für Exuviensammler. *Die Tierwelt Deutschlands* Teil 72 (2e gewijzigde druk). Goecke & Evers, Kelttern. 328 pp. ISBN 3-931374-07-6.
- Nederlandse Vereniging voor Libellenstudie (2002) De Nederlandse Libellen (Odonata). *Nederlandse Fauna* 4. Nationaal Natuurhistorisch Museum Naturalis, Leiden. 440 pp. ISBN 90-5011-154-8.
- Norling U & Sahlén G (1997) Odonata, dragonflies and damselflies. In: Nilsson A (red) *Aquatic Insects of North Europe. A Taxonomic Handbook*. Vol. 2. Apollo Books, Stenstrup. pp 13-65. ISBN 87-88757-15-3.

11 Plecoptera (steenvliegen)

- Koese B (2008) De Nederlandse steenvliegen (Plecoptera). *Entomologische Tabellen* 1. Nederlandse Entomologische Vereniging/Museum Naturalis/EIS-Nederland, Leiden. 158 pp.

12 Heteroptera (waterwantsen)

- Tempelman D & van Haaren T (2009) *Water- en oppervlaktewantsen van Nederland*. Jeugdbondsuitgeverij, Utrecht. 116 pp. (met errata in de Macrofauna nieuwsbrief 88, 2009).

13 Coleoptera (waterkevers)

- Barendregt H & van Nieuwenhuijzen A (1995) *Waterkevertabel voor Nederland*. Jeugdbondsuitgeverij, Utrecht. 124 pp. ISBN 90-5107-026-8.
- Cuppen JGM & van Maanen B (1998) Distribution and habitats of *Berosus* in The Netherlands (Coleoptera: Hydrophilidae). *Entomologische Berichten*, Amsterdam 58(11): 213-223.
- Drost MBP, Cuppen HPJJ, van Nieuwerkerken EJ & Schreijer M (1992) *De waterkevers van Nederland*. Uitgeverij Koninklijke Nederlandse Natuurhistorische Vereniging, Utrecht. 280 pp. ISBN 90-5011-053-3.
- Hansen M (1987) The Hydrophiloidea (Coleoptera) of Fennoscandia and Denmark. *Fauna Entomologica Scandinavica* 18: 1-254. ISBN 90-04-08183-6.
- Holmen M (1987) The aquatic Adephaga (Coleoptera) of Fennoscandia and Denmark. I. Gyrinidae, Haliplidae, Hygrobiidae and Noteridae. *Fauna Entomologica Scandinavica* 20: 1-168. ISBN 90-04-08185-2.
- Huijbregts J (1982) De Nederlandse soorten van het genus *Cercyon* Leach (Coleoptera: Hydrophilidae). *Zoologische bijdragen* 28: 127-173.
- Klausnitzer B (1991) *Die Larven der Käfer Mitteleuropas*. 1. Band. Adephaga. Goecke & Evers, Krefeld. 273 pp. ISBN 3-87263-041-5.
- Klausnitzer B (1994) *Die Larven der Käfer Mitteleuropas*. 2. Band. Myxophaga Polyphaga Teil 1. Goecke & Evers, Krefeld. 325 pp. ISBN 3-87263-046-6.
- Klausnitzer B (1996) *Die Larven der Käfer Mitteleuropas*. 3. Band. Polyphaga Teil 2. Gustav Fischer Verlag, Jena. 335 pp. ISBN 3-334-61102-7.
- Klausnitzer B (1997) *Die Larven der Käfer Mitteleuropas*. 4. Band. Polyphaga Teil 3, sowie Ergänzungen zum 1. bis 3. Band. Gustav Fischer Verlag, Jena. 370 pp. ISBN 3-437-35310-1.
- Nilsson AN (1987) The larva of *Rhantus fennicus* (Coleoptera, Dytiscidae), with a key to the Fennoscandian species of *Rhantus*. *Notulae Entomologicae* 67: 33-41.
- Nilsson A (red) (1996) *Aquatic insects of North Europe. A taxonomic handbook*. Volume 1. Ephemeroptera - Plecoptera - Heteroptera - Neuroptera - Megaloptera - Coleoptera - Trichoptera - Lepidoptera. Apollo Books, Stenstrup. 274 pp. ISBN 87-88757-09-9.
- Nilsson AN & Holmen M (1995) The aquatic Adephaga (Coleoptera) of Fennoscandia and Denmark. II. Dytiscidae. *Fauna Entomologica Scandinavica* 32: 1-192. ISBN 90-04-10456-9.

- van Vondel BJ & Dettner K (1997) Insecta: Coleoptera: Haliplidae, Noteridae, Hygrobiidae. *Süßwasserfauna von Mitteleuropa* 20/2-4. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart. 168 pp. ISBN 3-437-25238-0.
- Vorst O & Cuppen JGM (2003a) Entomofauna van Meinweg en Roerdal - verslag van de 157e zomerbijeenkomst te Herkenbosch. *Entomologische Berichten*, Amsterdam 63(3): 59-74.
- Vorst O & Cuppen JGM (2003b) A third palearctic species of *Chaetarthria* Stephens (Coleoptera: Hydrophilidae). *Koleopterologische Rundschau* 73: 161-167.

14 Megaloptera en Neuroptera (slijkvliegen en netvleugeligen)

- Hölzel H, Weißmair W & Speidel W (2002) Insecta: Megaloptera, Neuroptera, Lepidoptera. *Süßwasserfauna von Mitteleuropa* 15-17, Gustav Fischer Verlag, Stuttgart. 158 pp. ISBN 3-8274-1061-4.

15 Diptera (vliegen en muggen)

15.1 Algemeen

- Beuk PLTh (red) (2002) *Checklist of the Diptera of the Netherlands*. KNNV Uitgeverij, Utrecht. 448 pp. ISBN 90-5011-163-7.
- de Pauw N & Vannevel R (red) (1991) *Macro-invertebraten en waterkwaliteit. Determïneersleutels voor zoetwatermacro-invertebraten en methoden ter bepaling van de waterkwaliteit*. Stichting Leefmilieu, Antwerpen. 316 pp.
- Nilsson A (red) (1997) *Aquatic Insects of North Europe. A Taxonomic Handbook*. Vol. 2: Odonata, Diptera. Apollo Books, Stenstrup. 440 pp. ISBN 87-88757-15-3.
- Smith KGV (1989) An introduction to the immature stages of British flies. Diptera larvae, with notes on eggs, puparia and pupae. *Handbooks for the Identification of British Insects* 10(14). Royal Entomological Society, London. 280 pp. ISBN 0-901546-75-5.

15.2 Tipuloidea (Cylindrotomidae, Limoniidae & Tipulidae)

- Brindle A (1960) The larvae and pupae of the British Tipulinae (Diptera: Tipulidae). *Transactions of the Society for British Entomology* 14(3): 63-97.
- Brindle A (1967) The larvae and pupae of the British Cylindrotominae and Limoniinae (Diptera, Tipulidae). *Transactions of the Society for British Entomology* 17(7): 151-216.
- Brindle A & Bryce D (1960) The larvae of British Hexatomini (Dipt., Tipulidae). *Entomologist's Gazette* 11: 207-224.
- Reusch H & Oosterbroek P (1997) Diptera Limoniidae and Pediciidae, short-palped crane flies. In: Nilsson A (red) *Aquatic Insects of North Europe. A Taxonomic Handbook*. Vol. 2. Apollo Books, Stenstrup. pp 105-132. ISBN 87-88757-15-3.
- Theowald Br (1967) Familie Tipulidae (Diptera, Nematocera). Larven und Puppen. *Bestimmungsbücher zur Bodenfauna Europas* 7: 1-100.

15.3 Psychodidae

- Vaillant F (1971-1983) 9d, Psychodidae-Psychodinae. *Die Fliegen der paläarktischen Region* Lieferungen 287, 291, 292, 305, 310, 313, 320, 326, 328: 1-358. E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart
- Wagner, R. (1997) Diptera, Psychodidae, Moth flies. In: Nilsson A (red) *Aquatic Insects of North Europe. A Taxonomic Handbook*. Vol. 2. Apollo Books, Stenstrup. pp 133-144. ISBN 87-88757-15-3.

15.4 Ptychopteridae

- Andersson H (1997) Diptera Ptychopteridae, phantom crane flies. In: Nilsson A (red) *Aquatic Insects of North Europe. A Taxonomic Handbook*. Vol. 2. Apollo Books, Stenstrup. pp 193-207. ISBN 87-88757-15-3.

15.5 Dixidae

Disney RHL (1999) *British Dixidae (meniscus midges) and Thaumaleidae (trickle midges): keys with ecological notes*. Scientific Publications 56, Freshwater Biological Association, Ambleside. 129 pp. ISBN 0-900386-60-6.

15.6 Chaoboridae

Klink A (1982) Description of *Mochlonyx triangularis* n. sp. and a key to larvae, pupae and imagines of the palaearctic species of *Mochlonyx* Loew (Diptera: Chaoboridae). *Entomologische Berichten*, Amsterdam 42: 150-155.

Sæther OA & Wagner R (2002) Insecta: Diptera: Chaoboridae, Thaumaleidae. *Süßwasserfauna von Mitteleuropa* 21(10+11). Gustav Fischer Verlag, Stuttgart: 125 pp. ISBN 3-8274-1075-4.

15.7 Culicidae

Schaffner E, Angel G, Geoffroy B, Hervy J-P, Rhaïem A & Brunhes J (2001) *Les moustiques d'Europe. The Mosquitoes of Europe*. IRD-Taxonomie des vecteurs et EID-Laboratoire cellule Entomologie, Montpellier, France. CD-ROM. ISBN 2-7099-1485-9.

15.8 Thaumaleidae

Disney RHL (1999) *British Dixidae (meniscus midges) and Thaumaleidae (trickle midges): keys with ecological notes*. Scientific Publications 56, Freshwater Biological Association, Ambleside. 129 pp. ISBN 0-900386-60-6.

15.9 Chironomidae

Contreras-Lichtenberg R (1986) Revision der in der Westpaläarktis verbreiteten Arten des Genus *Dicrotendipes* Kieffer, 1913 (Diptera, Nematocera, Chironomidae). *Annalen des Naturhistorischen Museums Wien* 88/89B: 663-726.

Cuppen HPJJ (2007) *Concept identificatiesleutel voor 4e stadiumlarven van Tanytarsus voor Nederland en België*. Adviesbureau Cuppen, Eerbeek. 8 pp.

Cuppen H, Klink A & Moller Pillot H (2009) The larvae of *Graceus ambiguus* and *Sergentia near prima* and their identification. *Lauterbornia* 67: 29-37.

Klink A (1982a) Het genus *Micropsectra* Kieffer (Diptera, Chironomidae). Een taxonomische- en oekologische studie. *Medeklinker* 2: 1-58.

Klink A (1983a) Key to the Dutch larvae of *Paratanytarsus* Thienemann & Bause with a note on the ecology and the phylogenetic relations. *Medeklinker* 3: 1-36.

Klink A (1983b) Description of the larva of *Parapsectra styriaca* (Reiss) (Diptera:Chironomidae). *Entomologische Berichten*, Amsterdam 43:177-180.

Klink AG & Moller Pillot HKM (2003) *Chironomidae larvae. Key to the higher taxa and species of the lowlands of Northwestern Europe*. World Biodiversity Database CD-ROM Series. Expert Center for Taxonomic Identification (ETI), Amsterdam. ISBN 90-75000-58-8.

Langton PH (1991) *A key to pupal exuviae of West Palaearctic Chironomidae*. PH Langton, Huntingdon. 386 pp.

Langton PH (1992a) *Update on a key to pupal exuviae of West palaearctic Chironomidae*. PH Langton, Huntingdon.

Langton PH (1992b) *A consideration of the Rhine Nanocladius near bicolor*. Rijksinstituut voor Integraal Zoetwaterbeheer en Afvalwaterbehandeling (RIZA), Lelystad.

Langton PH (1995) *A key tot pupal exuviae of West Palaearctic Chironomidae. Update on the genus Chironomus*. Cambridgehire.

Langton PH & Cranston PS (1991) Pupae in nomenclature and identification: West Palaearctic *Orthocladius* s.str. (Diptera: Chironomidae) revised. *Systematic Entomology* 16: 239-252.

Langton PH & Visser H (2003) *Chironomidae exuviae. A key to pupal exuviae of the West Palaearctic Region*. World Biodiversity Database CD-ROM Series. Expert Center for Taxonomic Identification (ETI), Amsterdam. ISBN 90-75000-50-2.

Moller Pillot HKM (1984a) De larven der Nederlandse Chironomidae (Diptera). (Inleiding, Tanypodinae & Chi-

- ronomini). *Nederlandse Faunistische Mededelingen* 1A: 1-277.
- Moller Pillot HKM (1984b) De larven der Nederlandse Chironomidae (Diptera). (Orthoclaadiinae sensu lato). *Nederlandse Faunistische Mededelingen* 1B: 1-175.
- Moller Pillot HKM (2009a) *A key to the larvae of the aquatic Chironomidae of the North-West European lowland. Provisional translation of De larven der Nederlandse Chironomidae (Moller Pillot HKM 1984) (With many additions).* 78 pp. (Second edition). Concept, niet gepubliceerd. Verkrijgbaar bij de auteur.
- Moller Pillot HKM (2009b) *Chironomidae larvae of the Netherlands and adjacent lowlands. Biology and ecology of the Chironomini.* KNNV Publishing. Zeist, 270 pp. ISBN 978-90-5011-3038.
- Moller Pillot HKM & Buskens RFM (1990) De larven der Nederlandse Chironomidae (Diptera). Autecologie en verspreiding. *Nederlandse Faunistische Mededelingen* 1C: 1-87.
- Moller Pillot HKM, Vallenduuk HJ & bij de Vaate A (2000) *Bijdrage tot de kennis der Nederlandse Chironomidae (vedermuggen): de larven van het genus Glyptotendipes in West-Europa.* RIZA rapport nr 97.052, Rijksinstituut voor Integraal Zoetwaterbeheer en Afvalwaterbehandeling, Lelystad. 58 pp. ISBN 90-369-5099-6.
- Pankratova VYa (1983) Larvae and pupae of mosquitos of the subfamily Chironominae of the fauna of the USSR (Diptera, Chironomidae = Tendipedidae). *Keys to the Fauna of the USSR* 134: 1-296. (in het Russisch).
- Tempelman D (in prep) *Key to identification of 4th instar larvae of Polypedilum species of The Netherlands.* Concept 22 maart 2010. Amsterdam, 24 pp.
- Tempelman D & van Haaren T (2010) Onderscheid van de larven van het genus Paracladopelma (Diptera Chironomidae: Chironomini). *Macrofaunanieuws* 90.
- Vallenduuk HJ & Moller Pillot HKM (2007) *Chironomidae larvae of the Netherlands and adjacent lowlands. General ecology and Tanypodinae.* KNNV Publishing. Zeist, 144 pp. ISBN 978-90-5011-259-8.
- Vallenduuk HJ, Moller Pillot HKM, van der Velde JA, Wiersma SM & bij de Vaate A (1999) *Bijdrage tot de kennis der Nederlandse Chironomidae (vedermuggen): de larven van het genus Chironomus.* RIZA rapport nr 97.053, Rijksinstituut voor Integraal Zoetwaterbeheer en Afvalwaterbehandeling, Lelystad. 38 pp. ISBN 90-369-5100-3.
- Vallenduuk HJ & Morozova E (2005) *Cryptochironomus.* An identification key to the larvae and pupal exuviae in Europe. *Lauterbornia* 55: 1-22.
- Wiederholm T (red) (1983) Chironomidae of the Holarctic region. Keys and diagnoses. Part 1 - Larvae. *Entomologica Scandinavica Supplement* 19: 1-457. ISSN 0105-3574.
- Wiederholm T (red) (1986) Chironomidae of the Holarctic region. Keys and diagnoses. Part 2 - Pupae. *Entomologica Scandinavica Supplement* 28: 1-482. ISSN 0105-3574.

15.10 Simuliidae

- Bass J (1998) *Last-instar larvae and pupae of the Simuliidae of Britain and Ireland: a key with brief ecological notes.* Scientific Publications 55, Freshwater Biological Association, Ambleside 102 pp. ISBN 0-900386-58-4.
- Davies L (1968) *A Key to the British species of Simuliidae (Diptera) in the larval, pupal and adult stages.* Scientific Publications 24, Freshwater Biological Association, Ambleside. 126 pp.
- Jensen F (1997) Diptera Simuliidae, Black Flies. In: Nilsson A (red) *Aquatic Insects of North Europe. A Taxonomic Handbook.* Vol. 2. Apollo Books, Stenstrup. pp 209-242. ISBN 87-88757-15-3.

15.11 Rhagionidae en Athericidae

- Thomas AGB (1997) Rhagionidae and Athericidae, Snipe-flies. In: Nilsson A (red) *Aquatic Insects of North Europe. A Taxonomic Handbook.* Vol. 2. Apollo Books, Stenstrup. pp 311-320. ISBN 87-88757-15-3.

15.12 Tabanidae

- Zeegers T & van Haaren T (2000) *Dazen en dazenlarven. Inleiding tot en tabellen voor de Tabanidae (Diptera) van Nederland en België.* Wetenschappelijke Mededelingen van de KNNV 225. Uitgeverij Koninklijke Nederlandse Natuurhistorische Vereniging, Utrecht. 114 pp. ISBN 90-5011-131-9.

15.13 Syrphidae

- Dixon TJ (1960) Keys to and descriptions of the third instar larvae of some species of Syrphidae (Diptera) occurring in Britain. *Transactions of the Royal Entomological Society of London* 112(13): 345-379.
- Doležil Z (1972) Development stages of the tribe Eristalini (Diptera, Syrphidae). *Acta Entomologica Bohemoslovaca* 69: 339-350.
- Hartley JC (1961) A taxonomic account of the larvae of some British Syrphidae. *Proceedings of the Zoological Society of London* 136: 505-573.
- Rotheray GE (1993) Colour guide to hoverfly larvae (Diptera, Syrphidae) in Britain and Europe. *Dipterists Digest* 9: 1-156.

15.14 Stratiomyioidea

- Brugge B (1993) *Stratiomyiidae. Larventabel*. Typescript, Amsterdam. 31 pp.
- Rozkošný R & Kniepert FW (2000) Insecta: Diptera: Stratiomyidae, Tabanidae. *Süßwasserfauna von Mitteleuropa* 21/18,19: Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg/Berlin. 214 pp. ISBN 3-8274-0986-1.

15.15 Sciomyzidae

- Rozkošný R (1997) Diptera Sciomyzidae, Snail killing flies. In: Nilsson A (red) *Aquatic Insects of North Europe. A Taxonomic Handbook*. Vol. 2. Apollo Books, Stenstrup. ISBN 87-88757-15-3.
- Vaillant F & Rozkošný R (2002) Insecta: Diptera: Lonchopteridae, Sciomyzidae. *Süßwasserfauna von Mitteleuropa* 21/22,23. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg/Berlin: 136 pp. ISBN 3-8274-1076-2.
- Vala JC (1989) Dipteres Sciomyzidae Euro-mediterraneens. *Faune de France* 72: Federation Française des Sociétés de Sciences Naturelles, Paris. 300 pp. ISBN 2-903052-06-9.

15.16 Ephydriidae

- Zatwarnicki T (1997) Diptera Ephydriidae, Shore Flies. In: Nilsson A (red) *Aquatic Insects of North Europe. A Taxonomic Handbook*. Vol. 2. Apollo Books, Stenstrup. pp 383-400. ISBN 87-88757-15-3.

16 Trichoptera (kokerjuffers)

- Décamps H (1970) Les larves de Brachycentridae (Trichoptera) de la faune de France. *Taxonomie et écologie. Annales de Limnologie* 6(1): 51-73.
- de Pauw N & Vannevel R (red) (1991) *Macro-invertebraten en waterkwaliteit. Determineersleutels voor zoetwatermacro-invertebraten en methoden ter bepaling van de waterkwaliteit*. Stichting Leefmilieu, Antwerpen. 316 pp.
- Edington JM & Hildrew AG (1995) *A revised key to the caseless caddis larvae of the British Isles with notes on their ecology*. Scientific Publications 53, Freshwater Biological Association, Ambleside. 134 pp. ISBN 0-900386-55-X.
- Grenier S, Décamps H & Guidicelli J (1969) Les larves de Goeridae (Trichoptera) de la faune de France. *Taxonomie et écologie. Annales de Limnologie* 5(2): 129-161.
- Higler B (2005) *De Nederlandse kokerjufferlarven. Determinatie en ecologie*. KNNV Uitgeverij, Utrecht. 159 pp. ISBN 90-5011-212-9.
- Pitsch Th (1993) *Zur Larvaltaxonomie, Faunistik und Ökologie mitteleuropäischer Fließwasser-Köcherfliegen (Insecta: Trichoptera)*. Schriftenreihe des Fachbereichs Landschaftsentwicklung S8, Technische Universität, Berlin. 316 pp.
- Ulmer G (1909) Trichoptera. In: Brauer F (red) *Die Süßwasserfauna Deutschlands* Heft 5 und 6. Gustav Fischer Verlag, Jena. 326 pp.
- Wallace ID, Wallace B & Philipson GN (2003) *Keys to the case-bearing caddis larvae of Britain and Ireland*. Scientific Publications 61, Freshwater Biological Association, Ambleside. 259 pp. ISBN 0-900386-70-3. (herzien en verbeterd t.o.v. editie van 1990)

Waringer J & Graf W (1997) *Atlas der Österreichischen Köcherfliegenlarven, unter Einschluß der angrenzenden Gebiete*. Facultas Universitätsverlag, Wien. 286 pp. (Aan de tweede ongewijzigde herdruk is een uitgebreid erratum toegevoegd). ISBN 3-85076-411-7.

17 Lepidoptera (vlinders)

Vallenduuk HJ, Cuppen HPJJ & van der Velde G (1997) *De aquatisch levende rupsen van Nederland; proeftabel en autecologie*. WEW Themanummer 10, Werkgroep Ecologisch Waterbeheer. 21 pp.

18 Bryozoa (Ectoprocta) (mosdiertjes)

de Blauwe H (2009) *Mosdiertjes van de Zuidelijke Bocht van de Noordzee. Determinatiewerk voor België en Nederland*. Vlaams Instituut voor de Zee, Oostende, 434 pp. ISBN 978-90-812-9003-6.

Lacourt AW (1982) *Handleiding voor het projekt Bryozoa van binnenwateren*. Instructies voor medewerkers EIS-Nederland 7, European Invertebrate Survey Nederland, Leiden. 11 pp.

Wood TS & Okamura B (2005) *A new key to the freshwater Bryozoans of Britain, Ireland and continental Europe with notes on their ecology*. Scientific Publications 63, Freshwater Biological Association, Ambleside. 113 pp. ISBN 0-900386-72-X.



BIJLAGE 34

DETERMINATIELITERATUUR VIS

Toelichting

Deze bijlage geeft de aanbevolen determinatieliteratuur voor vis. De genoemde literatuur is noodzakelijk voor een goede determinatie, tenzij ze is opgenomen onder het kopje *Aanvullend*. Voor de determinatie van vis zijn meerdere goede werken beschikbaar. Het is dus niet noodzakelijk ze allemaal te hebben. Aanvullende literatuur kan een grote waarde hebben bij het determineren. Bijvoorbeeld omdat er mooie afbeeldingen in staan, of omdat er meer ecologische informatie in gegeven wordt.

Er verschijnt voortdurend nieuwe determinatieliteratuur. Dit is het gevolg van taxonomische ontwikkelingen, nieuwe kennis en waarnemingstechnieken en de vestiging van nieuwe soorten. Ook deze bijlage wordt daarom van tijd tot tijd aangepast. De meest recente versie is altijd beschikbaar op de STOWA-site. In de STOWA Diginieuwsbrief houdt men u van deze aanpassingen op de hoogte.

1 Zoete wateren

Gerstmeier R & Romig T (1998) *Zoetwatervissen van Europa*. Tirion Uitgevers BV, Baarn.

Spikmans F & Kranenbarg J (2006) *Herkenning zoetwatervissen. Veldgids*. RAVON, Nijmegen.

Met aanvulling: *Determinatiesleutel voor enkele nieuwe vissoorten in Nederland*, zie: <http://www.ravon.nl/LinkClick.aspx?fileticket=zORGkEMZBm4%3D&tabid=686&language=nl-NL>

Zoetemeyer B & van Emmerik W (2007) *De Nederlandse zoetwatervissen. Veldgids*. Twaalfde herziene druk. Sportvisserij Nederland, Bilthoven.

Aanvullend

Nijssen H & de Groot SJ (1987) *De vissen van Nederland*. Natuurhistorische Bibliotheek 43. Stichting KNNV Uitgeverij, Utrecht.

2 Brakke en zoute wateren

Muus BJ, Nielsen JG, Dahlstrøm P & Nyström BO (1999) *Zeevissen van Noord- en West-Europa*. Schuyt & Co, Haarlem.

Nijssen H (2001) *Veldgids zeevissen*. Stichting KNNV Uitgeverij, Utrecht.

3 Larven en jonge levensstadia uit zoete wateren

Pinder AC (2001) *Keys to larval and juvenile stages of coarse fishes from fresh waters in the British Isles*. Scientific Publication No. 60, Freshwater Biological Association, Ambleside.

4 Larven uit zoute wateren

Munk P & Nielsen JG (2005) (eds) *Eggs and larvae of North Sea fishes*. Biofolia, Frederiksberg, Denmark.



