

Een eenvoudige methode voor de biologische beoordeling van de kwaliteit van oppervlaktewater

1. Inleiding

Vooraf in de laatste tien jaar treft men begrippen als waterkwaliteit, waterverontreiniging en biologische waterbeoordeling veelvuldig aan in tijdschriftartikelen.

Wat de auteurs van deze artikelen onder waterkwaliteit en waterverontreiniging verstaan, wordt doorgaans in het midden gelaten. Toch is een omschrijving van deze begrippen, hoe moeilijk ook, eigenlijk onontbeerlijk, zeker wanneer het artikel over waterbeoordeling gaat.

In het hier volgende artikel wordt een



TH. G. N. DRESSCHER



DRS. H. VAN DER MARK
Microbiologisch Laboratorium
Rijksinstituut voor Zuivering
van Afvalwater

eenvoudige methode voor de biologische beoordeling van de kwaliteit van oppervlaktewater nader toegelicht. Wanneer gesproken wordt van waterverontreiniging, bedoelen wij hiermee een directe of indirecte beïnvloeding van het oppervlaktewater door organisch materiaal, afkomstig van menselijke activiteiten. De beoordeling van de waterkwaliteit wordt vanuit dit oogpunt gezien.

Er zijn ook andere uitgangspunten voor de beoordeling, die met het gebruik dat men van het oppervlaktewater wenst te maken, samengaan. Zo zal bijv. voor de drinkwaterbereiding de anorganische voedselrijkdom (eutrofie) van het oppervlaktewater van betekenis zijn. Een recreatief gebruik vraagt om een hygiënische beoordeling en voor het natuurbeheer tracht men het oppervlaktewater een biologische waarde te geven aan de hand van het type water en de structuur der in het water voorkomende levensgemeenschappen.

Het zal duidelijk zijn, dat de genoemde waterbeoordeling een beperkt aspect omvat en slechts een vereenvoudiging betekent ten opzichte van andere op de saprobie gerichte beoordelingssystemen. Degenen, die zich in ruimere zin op het terrein van de waterbeoordeling wensen te oriënteren, moet worden verwezen naar de bij dit artikel vermelde literatuur (zie bijv. De Lange, De Ruyter e.a., 1977).

2. De ontwikkeling van de diverse saprobie-systemen

Reeds in het begin van deze eeuw werd een biologische methode ontwikkeld voor het bepalen van de verontreinigingsgraad van oppervlaktewater. Dit door Kolkwitz & Marsson (1902, 1908, 1909) opgestelde saprobiesysteem berust op de correlatie, die ten aanzien van het voorkomen van bepaalde organismen bij een bepaalde verontreinigingstoestand bestaat. Het saprobie-systeem is nadien en vooral in de laatste decennia herzien en uitgebreid, doch heeft zijn empirische karakter behouden. Veel bekendheid verwierf het werk van Liebmann (1960, 1962), voorafgegaan door dat van Pantle & Buck (1955) en gevolgd door de systemen van Zelinka & Marvan (1961), Sládeček (1963, 1977, 1979) en anderen. Al deze systemen vereisen een zo nauwkeurig mogelijke determinatie van de als indicator-organismen aangewezen soorten. Hierdoor is het alleen voor specialisten mogelijk de voorgeschreven werkwijzen toe te passen. De gecompliceerdheid voor het gebruik van deze systemen is soms nog verhoogd door het invoeren van uitvoerige berekeningen, zodat om praktische redenen naar het opstellen van een eenvoudiger werkwijze is gezocht. Hoewel Sládeček met zijn genuanceerde en sterk gespecialiseerde systeem heeft gemeend de grootte en soort van de verontreiniging zo nauwkeurig mogelijk te kunnen aangeven, pleit hij voor een vereenvoudigde werkwijze blijkens de volgende opmerking: "The primary goal of the saprobiological analysis is the quick classification of the community under examination . . . Main disadvantage is that the biologist must know many species of aquatic organisms and be able to get a determination from specialists for the unknown ones".

Enige jaren geleden is een beschrijving gepubliceerd voor de uitvoering van een eenvoudige saprobiebepaling (Dresscher & Van der Mark, 1974; 1976). Deze biedt het voordeel, dat geen vergaande determinaties van organismen noodzakelijk zijn, het aantal groepen van organismen beperkt is en de saprobie op een eenvoudige wijze in een getal (saprobiequotiënt) kan worden uitgedrukt.

Nadien is deze methode in ons land door verschillende instellingen, die zich met de beoordeling van de kwaliteit van het oppervlaktewater bezighouden, gebruikt; zie bijv. Hallegraef, 1976; Van der Schoot, 1978. Bij de eenvoudige methode is uitgegaan van de fysiologische eigenschappen van enkele groepen van micro-organismen. Het aantal vormen van elk der afzonderlijke groepen geeft een reeks getallen, die voor de berekening van het saprobiequotiënt in een formule worden samengevoegd.

3. Opbouw van het eenvoudige beoordelingssysteem

Onder saprobie verstaan wij uitsluitend de aanwezigheid van dood organisch materiaal in het oppervlaktewater als gevolg van een belasting van afvalstoffen. Het dode materiaal wordt onder invloed van allerlei organismen omgevormd. Belangrijk in dit proces zijn de bacteriën, die dit materiaal in fracties afbreken. De bacteriën zijn echter niet of slechts ten dele door microscopische analyse als een aanwijzing voor de aanwezigheid van dood organisch materiaal te gebruiken.

In de plaats daarvan werd voor het beoordelingssysteem de groep van de bacteriënetende Ciliaten (trilhaardiertjes, zoals het pantoffeldiertje) gekozen. Hoewel niet alle Ciliaten uitsluitend bacteriën als voedsel gebruiken, is de groep toch voldoende representatief voor de aanwezigheid van bacteriën. Het aantal soorten Ciliaten, dat bij de analyse wordt waargenomen, is in het eenvoudige systeem als een negatieve factor bij de kwaliteitsbeoordeling ingevoegd.

De Cyanophyceën (blauwwieren) zijn niet in het systeem opgenomen, omdat de vormen (soorten) als zodanig binnen de groep van de blauwwieren moeilijk zijn te differentiëren.

Het aantreffen van vertegenwoordigers van de Euglenophyceën duidt op een mixotrofe toestand in het oppervlaktewater, dat wil zeggen dat er naast veel dood organisch materiaal ook anorganisch materiaal aanwezig is. De Euglenophyceën vinden bij deze situatie hun gunstigste levensvoorwaarden.

Naar gelang de mineralisatie-processen vorderen, zullen voor de Diatomeeën (kiezelwieren) en Chlorococcales (groenwieren) betere omstandigheden voor hun ontwikkeling ontstaan. In dit stadium is tevens een verbetering in de toestand van het oppervlaktewater ingetreden. Beide groepen werden gekozen, omdat soms het aantal soorten van de ene groep dat van de andere overstemt.

Bij een geringe belasting met afvalstoffen kunnen meerdere soorten van de Conjugales (sialgen), Chrysophyceën (eencellige, geel-bruin gekleurde algen) en Peridineeën (eencellige algen, veelal voorzien van een pantser en twee lange zweepdraden) worden aangetroffen, hetgeen als een gunstige fase in de kwaliteitsverbetering moet worden aangemerkt.

Voor het verkrijgen van de gegevens voor de vaststelling van de saprobie is het nodig, dat het aantal vormen van de Ciliaten, dat in een monster oppervlaktewater voorkomt, geteld wordt, waarna dit zelfde voor de andere binnen het systeem gebrachte

TABEL I.

belasting organische stof	verontreiniging	saprobiefase	saprobie-quotiënt x
veel	zwaar	polysaprobie	-3 / -2
		poly/ α -mesosaprobie	-2 / -1½
	sterk	α -meso/polysaprobie	-1½ / -1
middelmatig	matig	α -mesosaprobie	-1 / -½
		α - β -mesosaprobie	-½ / 0
	licht	β - α -mesosaprobie	0 / +½
		β -mesosaprobie	+½ / +1
weinig	gering	β -meso/oligosaprobie	+1 / +1½
		oligo/ β -mesosaprobie	+1½ / +2
		oligosaprobie	+2 / +3

groepen wordt gedaan. Hierbij duidt de term vormen op zich gelijkvormig voor-doende organismen, die binnen de in het systeem gebruikte groepen veelal tot één soort zullen behoren.

De Ciliaten indiceren de poly-saprobe fase groep A
 De Euglenophyceen indiceren de α -mesosaprobe fase groep B
 De Diatomeeën + Chlorococcales indiceren de β -mesosaprobe fase groep C
 De Conjugales + Chrysophyceen + Peridineeën indiceren de oligosaprobe fase groep D

Nadat de getallen voor de groepen A t/m D bepaald zijn, worden deze in de volgende formule geplaatst, waarna X het saprobie-quotiënt aangeeft.

$$X = \frac{C + 3D - B - 3A}{A + B + C + D}$$

De gevonden X-waarden kunnen worden vergeleken met die, vermeld in tabel I, waarin de arbitraire verontreinigingsstoestan-den en de saprobiefasen zijn af te lezen. Ten gevolge van allerlei praktische en theo-retische vragen vanuit de kring van diegenen, die deze werkwijze hebben toegepast (zie bijv.: Meis & Van Nuland, 1977), werd de wenselijkheid geboren om aan een nadere bespreking van de eenvoudige methode vorm te geven. In het hiernavolgende zal een en ander puntsgewijze worden behandeld.

4. Monsterneming

Uit het open water (dat wil zeggen niet in het oevergebied) wordt door onderdompelen van een fles van 1 liter inhoud op een diepte van circa 50 cm onder het wateroppervlak een monster verkregen.

Voor de bepaling van het Ciliaten-bestand worden de daarin aanwezige organismen door afzeven over fijn planktongaas of door centrifugeren zoveel mogelijk gecon-centreerd, waarna het aantal vormen microscopisch wordt gedifferentieerd. Wegens de beweeglijkheid van de Ciliaten kan het vaststellen van het aantal vormen het beste bij een geringe vergroting (onge-

veer 100 maal) gebeuren.

Wanneer het verkregen materiaal niet op dezelfde dag van de bemonstering kan worden onderzocht, is het bewaren in een koelruimte (ongeveer + 5 °C) noodzakelijk. Het fixeren van de Ciliaten door toevoeging van bijv. formaline kan niet worden toege-past, omdat de Ciliaten door deze bewer-king worden gedeformeerd en daardoor onherkenbaar worden.

Direct na het vullen van de eerste fles wordt een tweede op gelijke wijze gevuld en daarna 5 ml formaline 40 % toegevoegd. Het met formaline gefixeerde materiaal laat men volledig tot bezinking komen. Dan wordt de bovenstaande vloeistof afge-heveld en het sediment opnieuw in het restant gesuspendeerd. Na overgieten in een hoog cilinderglas laat men alles bezinken, waarna door afhevelen en eventuele her-haling van deze bewerkingen het volume tot 2 ml of minder kan worden terugge-bracht. Daarna kan microscopisch onder-zoek volgen.

Ten einde voldoende gegevens omtrent de voorkomende vormen die zich in het microscopische preparaat bevinden, te ver-krijgen, is het gewenst minstens 25 gezichts-velden, verdeeld over een dekglas-oppervlak van 18 x 18 mm, bij een vergroting van ca. 400 x te bekijken.

Wat de vaststelling van de vormen binnen de in het eenvoudige systeem gebrachte groepen van organismen betreft, kan gebruik worden gemaakt bijv. van de duidelijke afbeeldingen en de verklarende tekst in het artikel van Schroevers (1975). Voor een minder ervaren analist zal het nodig zijn zich vooraf vertrouwd te maken met de kenmerken van de genoemde groepen.

5. Beperkingen in de toepasbaarheid van de eenvoudige methode

Zoals reeds in de eerste publicatie (Dresscher & Van der Mark, 1976) over deze methode werd gezegd, kan de eenvoudige methode niet gebruikt worden, wanneer er in het oppervlaktewater een bloei van een of ander organisme plaatsvindt. De vaststelling van het verschijnsel 'bloei' kan bij het microscopisch onderzoek blijken. Er is

sprake van bloei, wanneer bij een vergroting van 400 tot 600 maal één soort op vijf of meer willekeurige plaatsen onder het dek-glas van het preparaat uitsluitend of in bijna 100 % van de individuen wordt waar-genomen.

Verder is het aan te bevelen in de gevallen, dat de beoordeling op een incidentele monsterneming moet berusten, deze niet in het koude jaargetijde uit te voeren. Bij een bepaalde turbulentie van het opper-vlaktewater kan de abundantie (relatieve hoeveelheid exemplaren van een soort binnen de waargenomen soortencombinatie) van de soorten zeer gering zijn en is de uitvoering van de methode niet mogelijk. Wanneer echter blijkt, dat bij een sterke concentratie van het verkregen materiaal een genuanceerde vormenrijkdom aanwezig is, kan toch een beoordeling volgen.

6. Betekenis van de Conjugales bij de saprobiebepaling

Uit in Nederland verricht onderzoek ont-stond de indruk (Dresscher, 1965), dat sommige soorten van de Desmidiaceeën (behorend tot de Conjugales), die in de gecompliceerde systemen als indicatoren voor de α - β -mesosaprobie worden aange-uid, weinig met een belasting aan dood organisch materiaal te maken hebben. Het voorkomen van deze soorten moet waar-schijnlijk meer als gevolg van een bepaalde saliniteit worden gezien. De gehele groep werd in het eenvoudige systeem als een aanwijzing voor oligosaprobie opgenomen.

7. Het niet hanteren van de faktor abundantie der organismen in het eenvoudige systeem

Het door middel van tellen of schatten van het aantal waargenomen individuen van de in het monster voorkomende soorten heeft naar onze mening alleen zin, wanneer men zeker zou zijn van de betekenis van een bepaalde soort als echte indicator voor een bepaalde fase in het omzettingsproces (saprobiefase). Daar fundamentele gegevens aangaande de betekenis van een organisme in genoemd verband misschien alleen zijn te benaderen of zeer moeilijk zijn te verkrijgen, is de abundantie van de waargenomen vormen niet in deze eenvoudige bepaling van de saprobie opgenomen.

8. 'Verslepte' (allochtone) soorten

Het is niet te vermijden dat allochtone of 'verslepte' organismen tijdens de monster-neming in de soortencombinatie zullen geraken. Men moet echter wel bedenken, dat het vrijwel niet mogelijk is om uit te maken of deze soorten als 'verslept' kunnen

worden aangemerkt. De zekerheid hieromtrent kan alleen worden verkregen, als men weet, dat zij zich ter plaatse niet kunnen vermeerderen.

Verder zal het voorkomen van litorale, epifytische en bentische soorten slechts een zeer geringe invloed op de uitkomsten van de eenvoudige saprobie bepaling hebben, wanneer de monsterneming op de voorgeschreven wijze wordt uitgevoerd (zie punt 4).

9. De berekening van het saprobiequotiënt

De mogelijkheid zou bestaan, dat bij de berekening van het saprobiequotiënt één vorm uit de groep van de Ciliaten, die in vele exemplaren voorkomt, evenveel gewicht in de schaal legt als één exemplaar van de groep, die de oligosaprobie indiceert. Dit achter wijf alleen van belang, wanneer het aantal andere vormen zo gering is, dat van massagroei van één bepaalde vorm kan worden gesproken. Uit hoofde daarvan moet het saprobiequotiënt volgens de eenvoudige methode niet worden berekend (zie punt 5).

Aan de in de formule geplaatste waarden A en D is uit praktische overwegingen het cijfer 3 toegevoegd om aan beide groepen een belangrijker invloed op de uitkomsten te geven. Hierdoor wordt het contrast tussen de uitersten in de afvalbelasting zoveel mogelijk geaccentueerd.

10. Desiderata

Na deze toelichting zullen wij gaarne op de hoogte worden gehouden van resultaten, die door middel van bovengenoemd beoordelingssysteem zijn bereikt, en van opmerkingen, die leiden tot optimalisering van het systeem.

Correspondentie en aanvragen voor overdrukken dient men te richten tot: Rijksinstituut voor Zuivering van Afvalwater, Microbiologisch Laboratorium, t.a.v. drs. H. van der Mark; Postbus 17; 8200 AA Lelystad.

Literatuur

- Dresscher, Th. G. N., 1965. *The biological and chemical effect of a central discharge of sewage into the 'Buiten IJ' near Amsterdam*. Hydrobiologia 25: 389-403.
- Dresscher, Th. G. N. & Mark, H. van der, 1974. *A biological water analysis*. Hydrobiol. Bull. 8: 289.
- Dresscher, Th. G. N. & Mark, H. van der, 1976. *A simplified method for the biological assessment of the quality of fresh and slightly brackish water*. Hydrobiologia 48: 199-201.
- Hallegraef, G. M., 1976. *Pigment diversity, biomass and species diversity of phytoplankton of three Dutch lakes*. Ph. D. thesis, University of Amsterdam.
- Kolkwitz, R. & Marsson, M., 1902. *Grundsätze für die biologische Beurteilung des Wassers nach*

- seiner Flora und Fauna*. Mit. Kgl. Prüfungsanstalt Wasserversorg. Abwässerreinigung. 1: 33-72.
- Kolkwitz, R. & Marsson, M., 1908. *Oekologie der pflanzlichen Saprobien*. Ber. Deutsch. Bot. Ges. 26a: 505-519.
- Kolkwitz, R. & Marsson, M., 1909. *Oekologie der tierischen Saprobien*. Int. Rev. ges. Hydrobiol. Hydrogr. 2: 126-152.
- Lange, L. de, Ruiters, M. A. de & Werkgroep Biologische Waterbeoordeling, 1977. *Biologische waterbeoordeling; methoden voor het beoordelen van Nederlands oppervlaktewater op biologische grondslag*. Instituut voor Milieuhygiëne en Gezondheidstechniek TNO, Delft: 1-251.
- Liebmann, H., 1960. *Handbuch der Frischwasser- und Abwasser-Biologie*. Band II. R. Oldenbourg, München: 1-1149.
- Liebmann, H., 1962. *Handbuch der Frischwasser- und Abwasser-Biologie*. Band I (2. Aufl.). R. Oldenbourg, München: 1-588.
- Meis, S. & Nuland, G. J. van, 1977. *Kwantitatief en kwalitatief planktononderzoek van het Haarsteegse Wiel in 1977*. Laboratorium voor Aquatische Oecologie, Katholieke Universiteit van Nijmegen, rapport no. 59.
- Pantle, R. & Buck, H., 1955. *Die biologische Ueberwachung der Gewässer und die Darstellung der Ergebnisse*. Gas- und Wasserfach, Wasser-Abwasser 96: 604.
- Schoot, E. J. G. M., 1978. *Eutrofiëringsonderzoek van het boezemgebied Waterland, deel II*. Gemeentelijk Milieulaboratorium, Amsterdam.
- Schroevers, P. J., 1975. *Synopsis van levende objecten, waargenomen, beschreven en getekend tijdens het typologische onderzoek van het Haarsteegse Wiel in 1977*. Rijksinstituut voor Natuurbeheer, Leersum.
- Sládeček, V., 1963. *A guide to limnosaprobial organisms*. Sci. Papers Inst. Chem. Technol. Prague, Technol. Water 7: 543-612.
- Sládeček, V., 1977. *Einführung in die quantitative Saprobologie*. Arch. Hydrobiol., Ergebn. Limnol. 9: 65-78.
- Sládeček, V., 1979. *Trophic-saprobic status*. In: V. Sládeček, H. A. Hawkes & D. Uhlmann. *Manual on analysis for water pollution control*. World Health Organization; in press.
- Zelinka, M. & Marvan, P., 1961. *Zur Präzisierung der biologische Klassifikation der Reinheit fließender Gewässer*. Arch. Hydrobiol. 57: 389-407.



len van waterhoudende lagen en van de zich daarboven bevindende grondlagen voor de lezer begrijpelijker te maken, behandelt het rapport in het kort de belangrijkste eigenschappen van olie, de voornaamste hydro-geologische parameters en de stroming van grondwater. Ook wordt aandacht besteed aan het verwijderen van kleinere en grotere hoeveelheden verontreinigende olie die zich als zodanig vrij boven het watergrensvlak bevinden. Het rapport gaat eveneens in op de behandeling van verontreinigd grondwater aangezien verontreinigende olie ook aanwezig kan zijn in opgeloste vorm, al dan niet of ten dele afgebroken.

Het rapport wijdt eveneens een hoofdstuk aan maatregelen om achteraf de schade te herstellen. Methoden om de omvang van de verontreiniging vast te stellen worden besproken, evenals methoden om observatieputten te slaan. Kennis omtrent de richting en het stroomtempo van het grondwater is van groot belang en al deze gegevens moeten worden vastgesteld tijdens de voorbereiding van schoonmaakwerkzaamheden op grote schaal. In het vroegste stadium, direct na een lekkage, is het noodzakelijk de verspreiding van de olie te beperken, vooral als de uitgestroomde hoeveelheid de oppervlakte van het grondwater bereikt. Wijziging van het stromingspatroon van het grondwater is in dit stadium erg belangrijk, evenals bij eventuele latere opruimingswerkzaamheden.

Verder bespreekt het rapport in hoeverre het water op bepaalde plaatsen kan worden weggetrokken, doch de vereiste pompsnelheid om daarmee de gewenste resultaten in de waterhoudende laag te bereiken kan slechts worden vastgesteld aan de hand van de nodige pompproeven. Het tempo van verpompen van het water kan niet van tevoren worden vastgelegd, aangezien dit afhankelijk is van het terrein. Door toepassing van wiskundige modellen wordt een beter inzicht verkregen in het gedrag van de waterhoudende laag en wordt het tevens mogelijk te bepalen wat de beste behandelingsmethodes zijn.

Het rapport doet suggesties aan de hand omtrent het verwerken van opgeruimde olie en oliehoudend water. De behandeling van bodemverontreinigingen is in een in 1974 uitgegeven handboek van CONCAWE besproken. Het huidige rapport beperkt zich in dit opzicht tot een aantal aanvullende opmerkingen.

Het geïllustreerde handboek heeft drie bijlagen over mathematische modellen, monsters en analyses van water en bodem alsmede boortechnieken plus een literatuurlijst. De publikatie is verkrijgbaar bij CONCAWE, Van Hogenhoucklaan 60, Den Haag.

Bescherming van grondwater tegen vervuiling door olie

Verschenen is het CONCAWE-rapport 3/79 'Bescherming van grondwater tegen vervuiling door olie'. Het rapport behandelt de problemen die zich voordoen bij het verwijderen van uitgestroomde olie uit de grond en uit grondwater. Het is bedoeld als een praktische handleiding voor diegenen die met dit probleem worden geconfronteerd.

Teneinde de technische en praktische consequenties van het beschermen en behande-