



VLAAMSE MILIEUMAATSCHAPPIJ



Milieurapport Vlaanderen MIRA

Themabeschrijving
Kwaliteit oppervlaktewater

Milieurapport Vlaanderen

MIRA **Themabeschrijving** ***Kwaliteit oppervlaktewater***



Coördinerend auteur

Bob Peeters, MIRA, VMM

Laatst bijgewerkt: *juli 2013*

Woord vooraf

De doelstellingen van MIRA (Milieurapport Vlaanderen) zijn drieledig: (1) de wetenschappelijke basis verschaffen voor het Vlaamse milieubeleid, (2) het maatschappelijk draagvlak versterken door het verhogen van het milieu-inzicht en (3) de Vlaamse kennisbasis afstemmen op internationale standaarden. Het document Themabeschrijving wil bijdragen aan deze doelstellingen door het ter beschikking stellen van een kernachtige en toegankelijke beschrijving van de milieuthema's die door MIRA behandeld worden. Deze informatie moet de gebruiker de nodige achtergrondinformatie verschaffen bij de raadpleging van de milieu-indicatoren.

De beschrijving is gestructureerd volgens de zogenaamde milieuverstoringsketen of DPSI-R keten die de oorzaak en de gevolgen van de milieuverstoringen in beeld brengt. DPSI-R staat voor Driving Forces (maatschappelijke activiteiten), Pressure (druk), State (toestand), Impact (gevolgen) en Response (beleidsrespons). Het document bevat zoveel mogelijk de laatste stand van zaken van de wetenschappelijke kennis.

Bronvermelding bij overname informatie

Overname van informatie uit dit document wordt aangemoedigd mits bronvermelding.

Hoe citeren?

Kort: MIRA Themabeschrijving Kwaliteit oppervlaktewater (www.milieurapport.be)

Volledig: MIRA (2013) Milieurapport Vlaanderen, Themabeschrijving Kwaliteit oppervlaktewater. Peeters B., Vlaamse Milieumaatschappij, www.milieurapport.be

Inhoudsopgave

Definitie van het thema	5
Beschrijving van het thema.....	6
Het rivier ecosysteem	6
Abiotische factoren	6
Biota en hun interacties	7
Ecosysteemdiensten van rivieren en meren	8
Bronnen van verontreiniging.....	9
Huishoudens	10
Bedrijven	11
Landbouw.....	11
Andere bronnen	12
Verontreinigingsfactoren en hun effecten	12
Zuurstofbindende stoffen	12
Nutriënten.....	13
Toxische stoffen	15
Hormoonverstorende stoffen	16
Koelwater	17
Zuurtegraad.....	18
Zouten	18
Zwevende stoffen.....	18
Ziekteverwekkers	18
Hydromorfologische veranderingen	18
Klimaatverandering en waterkwaliteit	19
Referenties	21
Begrippen	22
Afkortingen.....	26

Definitie van het thema

Onder oppervlaktewater worden open water, meren, rivieren, sloten, kanalen, e.d. verstaan. De term 'waterkwaliteit' slaat zowel op een reeks van concentraties, speciaties en fysische verdelingen van anorganische en organische stoffen, als op de samenstelling en de staat van aquatische biota aanwezig in een water. Verontreiniging van oppervlaktewater betekent de inbreng, direct of indirect, van stoffen of energie door de mens. Het watersysteem is het samenhangend en functioneel geheel van oppervlaktewater, grondwater, waterbodems en oevers, met inbegrip van de daarin voorkomende levensgemeenschappen en alle bijbehorende fysische, chemische en biologische processen en de daarbij horende fysische structuur. Bij de bespreking van de oppervlaktewaterkwaliteit moet ook de waterbodempkwaliteit in beschouwing worden genomen. Het aquatisch ecosysteem is immers het geheel van water, waterbodem, oevers, gesuspendeerd materiaal en aanwezige organismen. Tussen deze componenten bestaat een voortdurende wisselwerking. Fosfaten, zware metalen en een aantal organische microverontreinigingen hebben de neiging te adsorberen aan het zwevend materiaal. Daar waar sedimentatie optreedt, wordt op die manier de waterbodem verontreinigd. Omgekeerd kan ook de verontreinigde waterbodem de kwaliteit van het oppervlaktewater negatief beïnvloeden via desorptieprocessen en door het terug in suspensie komen en transport van verontreinigd waterbodemmateriaal.

De waterketen is het geheel van activiteiten die samenhangen met het water bestemd voor menselijke aanwending of met de collectering en de zuivering van het afvalwater. In feite is de waterketen dus het geheel van ingrepen van de mens op het watersysteem: het oppompen van grond- en oppervlaktewater om er bv. drinkwater van te maken; dat wordt na gebruik afvalwater, dat bij voorkeur behandeld wordt in een rioolwaterzuiveringsinstallatie. In de kaderrichtlijn Water wordt een nieuwe term ingevoerd, namelijk de oppervlaktewaterlichamen. Dit zijn de individuele, onderscheiden oppervlaktewateren met een aanzienlijke omvang, zoals een meer, een waterbekken, een stroom, een rivier, een kanaal, een deel van een stroom, een rivier, een kanaal, een overgangswater, een strook kustwater.

De lozing van afvalwater van huishoudens en bedrijven, evenals verliezen van nutriënten en bestrijdingsmiddelen uit de landbouw en andere bronnen, tasten de kwaliteit van het oppervlaktewater aan. Die aantasting uit zich o.a. in ongunstige zuurstofhuishouding, te hoge nutriëntenconcentraties en de aanwezigheid van allerlei gevaarlijke stoffen in het aquatisch milieu, met een algemene daling van de ecologische kwaliteit tot gevolg. Fysische verstoringen, zoals het ondoordringbaar maken van infiltratiegebieden, rechttrekkingen van waterlopen, sluizen en stuwen, natuuronvriendelijke oeververstevigingen en demping of inbuizing van grachtenstelsels, tasten niet alleen de leefomgeving en migratiemogelijkheden van aquatische organismen aan, ze leiden ook tot een vermindering van zelfzuiverende processen, die een oppervlaktewater toelaten een deel van de verontreiniging zelf te verwerken.

Beschrijving van het thema

Het rivier ecosysteem

Naar Wikipedia (2013)

Een waterloop of een rivier kan bekeken worden als een systeem dat binnen zijn natuurlijke omgeving werkt en dat biotische en abiotische interacties omvat. Onder biotische interacties vallen interacties tussen planten, dieren en micro-organismen. Onder abiotische interacties vallen fysische en chemische interacties.

De belangrijkste abiotische factoren die het rivier ecosysteem bepalen zijn stroming, licht, temperatuur, chemie en substraat.

Abiotische factoren

Stroming

De stroming is een sleutelfactor die een grote invloed heeft op de rivierecologie. De stroming bepaalt de vorm van het stroombed door erosie en depositie waarbij verschillende habitats ontstaan. De kenmerken van de stroming die bepalend zijn voor de aanwezige organismen, zijn de hoeveelheid en de aard van de stroming en de manier waarop het water structuren creëert in de bedding die de basishabitats vormen voor de organismen. Ook de stroming doorheen de waterbodem speelt een belangrijke rol (Moss, 2012). Daarnaast zorgt de stroming ook voor verdunning (cf. debiet) en transport van verontreinigende stoffen. Een hogere stroomsnelheid zal ook meer turbulentie veroorzaken waardoor het water beter gemengd wordt en de natuurlijke reaeratie (zuurstofaanvulling vanuit de atmosfeer) toeneemt.

De hoeveelheid water die in een rivier terecht komt, hangt niet enkel af van de lokale neerslag maar ook van de evapotranspiratie, waarbij temperatuur en vegetatie dan weer een belangrijke rol spelen. Ook bodemkenmerken en geologie spelen een belangrijke rol (Moss, 2012). Ook lozingen kunnen een rol spelen in de hoeveelheid afgevoerd water. De gemiddelde stroomsnelheid is afhankelijk van de hellingsgraad, de wrijving met de waterbodem en de oevers, de sinuositeit en de aanwezigheid van obstructies.

Licht

Licht heeft een dubbele rol. Enerzijds voorziet het in de energie die nodig is voor de primaire productie, via fotosynthese. Anderzijds creëert het spel van licht en schaduw schuilplaatsen voor prooidieren.

De hoeveelheid licht die in het riviersysteem doordringt, hangt af van omgevingsfactoren (beschaduwning, bewolking, invalshoek van het licht ...) maar ook van kenmerken van het riviersysteem zelf (aard en hoeveelheid opgeloste deeltjes, turbulentie, plantengroei, breedte/diepte verhouding van de waterloop).

Temperatuur

De meeste organismen in rivieren zijn koudbloedig, wat impliceert dat hun interne temperatuur varieert met hun omgeving. Daarom is temperatuur een belangrijke factor voor hen.

De watertemperatuur wordt bepaald door de zonnestraling en door geleiding naar of van de lucht en het omgevende substraat, maar ook door beschaduwning, het klimaat en de hoogte. Ondiepe rivieren zijn meestal goed gemengd en hebben een vrij uniforme temperatuur. Bij diepere, traag stromende systemen kan er een groot temperatuurverschil ontstaan tussen de bodem en het wateroppervlak.

Lozingen kunnen in sommige gevallen (bv. koelwaterlozing) een belangrijke impact hebben op de watertemperatuur stroomafwaarts het lozingspunt.

Chemie

De chemie van een oppervlaktewater wordt vooral bepaald door de geologie van het bekken of het afstroomgebied, maar kan ook beïnvloed worden door de neerslag en de antropogene toevoeging van pollutanten. In kleinere rivieren zijn er in Vlaanderen meestal grote verschillen, maar bij grotere riviersystemen nemen de nutriëntenconcentraties en de pH vaak af naarmate de afstand tot de bron toeneemt.

Zuurstof is wellicht de belangrijkste factor omdat alle aerobe organismen het nodig hebben om te overleven. Zuurstof komt in het water door diffusie aan het water-luchtoppervlak en als bijproduct bij de fotosynthese. Waar algen en/of waterplanten in grote hoeveelheden voorkomen, zorgen zij overdag voor hoge zuurstofconcentraties maar 's nachts kunnen die concentraties sterk dalen als de primaire producenten overgaan tot respiratie. Zuurstof kan onder meer limiterend worden als grote hoeveelheden organisch materiaal afgebroken worden (zie verder onder 'Zuurstofbindende stoffen').

Substraat

Het anorganisch substraat (op de bodem) is samengesteld uit het geologisch materiaal van het afstroomgebied dat geërodeerd, gesorteerd en afgezet wordt door de stroming. Het substraat kan variëren van heel grof (rotsen, stenen) tot heel fijn materiaal (zand, slib). De partikelgrootte van het substraat neemt stroomafwaarts af omdat door de hogere stroomsnelheden in de bovenlopen fijne deeltjes geërodeerd en stroomafwaarts getransporteerd en afgezet worden. Het substraat kan ook organisch materiaal bevatten, afkomstig van bv. bladval, afgestorven aquatische organismen en lozingen.

Biota en hun interacties

Bacteriën

Bacteriën komen in grote aantallen voor in oppervlaktewater. Vrij levende vormen zijn geassocieerd met afbrekend organisch materiaal, biofilm op oppervlaktes zoals stenen, oeverversteviging en vegetatie, tussen partikels van het substraat en zwevend in de waterkolom. Andere vormen kunnen teruggevonden worden in de ingewanden van organismen, als parasiet of in een commensale relatie (interactie tussen twee organismen waarbij de ene voordeel heeft en de andere niet benadeeld wordt).

Bacteriën spelen een belangrijke rol in de energierecyclage van het ecosysteem. Ze breken immers organisch materiaal af tot anorganische componenten die nodig zijn voor de fotosynthese. Het organisch materiaal kan afkomstig zijn van afvalwaterlozingen, dode organismen, uitwerpselen, bladeren, takken, fruit ...

Primaire producenten

In de meeste rivieren zijn algen de belangrijkste primaire producenten. Het fytoplankton drijft vrij in de waterkolom en is dus niet in staat om populaties te handhaven in snel stromende systemen. Ze kunnen wel aanzienlijke populaties ontwikkelen in traag stromende en stilstaande wateren. Het perifyton is gehecht aan objecten om te vermijden dat het weggespoeld wordt. Perifyton is vaak draadvormig of groeit in bosjes. Waar de stroming heel klein of afwezig is, kan perifyton een drijvende mat vormen.

Er zijn planten die vrij op het wateroppervlak drijven en er zijn er die met wortels in de bodem vastzitten. Wortelende planten kunnen volledig onder water zitten of er gedeeltelijk uitsteken. Wortelende planten komen vooral voor waar de stroming traag is en het bodemmateriaal fijn is.

De groei van algen en planten wordt beperkt door de stroming, het licht, de bodemdiepte, de chemie van het water, voedselcompetitie, het substraat en de begrazingsdruk. Ze spelen een belangrijke rol als energiebron, als micro-habitat dat schuilplaats biedt aan prooien voor predatoren en als voedselbron.

Invertebraten

Invertebraten, zoals insecten (larven), weekdieren, wormen, kreeftachtigen e.d., komen vrijwel overal in oppervlaktewater voor: op stenig materiaal, in het substraat, drijvend in de stroming en op het wateroppervlak. De stroming voorziet hen van voedsel en zuurstof. Ze spelen een belangrijke rol in het voedselweb, als consument en als prooi. Er zijn invertebraten die grof organisch materiaal in kleinere stukken kunnen scheuren en er zijn er die hun voedsel uit het water filteren. Er zijn er die actief fijn materiaal verzamelen en er zijn er die op het perifyton en het afval grazen. Verschillende families consumeren andere invertebraten of zelfs kleine visjes.

Vissen

Welke vissen voorkomen hangt in de eerste plaats af van de stroming. Het vraagt immers veel energie om tegen de stroming in te zwemmen. Sommige soorten zijn specifiek aangepast om vlak bij de bodem te leven. Heel wat vissoorten hebben verschillende delen van een rivier en soms zelfs de oceaan nodig om hun levenscyclus te kunnen volbrengen. Ook de zuurstofhuishouding is cruciaal.

Vissen nemen verschillende plaatsen in het voedselweb in. Ze kunnen planktivoor, herbivoor, detritivoor of carnivoor zijn en dus respectievelijk plankton, planten, dood organisch materiaal en dierlijke organismen eten. Omnivoren eten een brede waaier aan prooien. Het dieet van vissen kan variëren in de loop van het jaar en van het levensstadium.

Ecosysteemdiensten van rivieren en meren

Ecosysteemdiensten (ESD) zijn de voordelen die de maatschappij van ecosystemen ontvangt onder de vorm van goederen en diensten. Ze kunnen onderverdeeld worden in 4 categorieën: voorzienende diensten, regulerende, culturele en ondersteunende diensten (Millenium Ecosystem Assessment, 2005a).

Op wereldschaal zijn de belangrijkste ecosysteemdiensten van rivieren en meren (Millenium Ecosystem Assessment, 2005b):

- voorzienende diensten:
 - voedsel
 - zoet water
- regulerende diensten:
 - klimaatregulatie
 - hydrologische regimes (bv. opslag water)
 - controle vervuiling (bv. nutriëntenverwijdering) en detoxificatie
 - natuurlijke bedreigingen (bv. controle overstromingen)
- culturele diensten:
 - spiritualiteit en inspiratie
 - recreatie
 - educatie
- ondersteunende diensten:
 - biodiversiteit
 - bodemvorming

- nutriëntencyclus

Binnen België werd een gemeenschappelijke referentiebasis voor ecosysteemdiensten geïntroduceerd, de CICES-Be (CICES = Common International Classification for Ecosystem Services). Hierin worden drie secties met verschillende onderdelen onderscheiden:

- voorzienende diensten:
 - voedsel
 - materialen
 - energie
- regulerende en onderhoudende diensten:
 - aanpak afval, toxische stoffen en andere hinder (bv. waterzuivering)
 - regulatie stromen (bv. bescherming tegen overstroming)
 - onderhouden fysische, chemische en biologische condities (bv. verspreiden zaden)
- culturele diensten:
 - fysische en intellectuele interacties met biota, ecosystemen en landschappen
 - spirituele, symbolische en andere interacties met biota, ecosystemen en landschappen

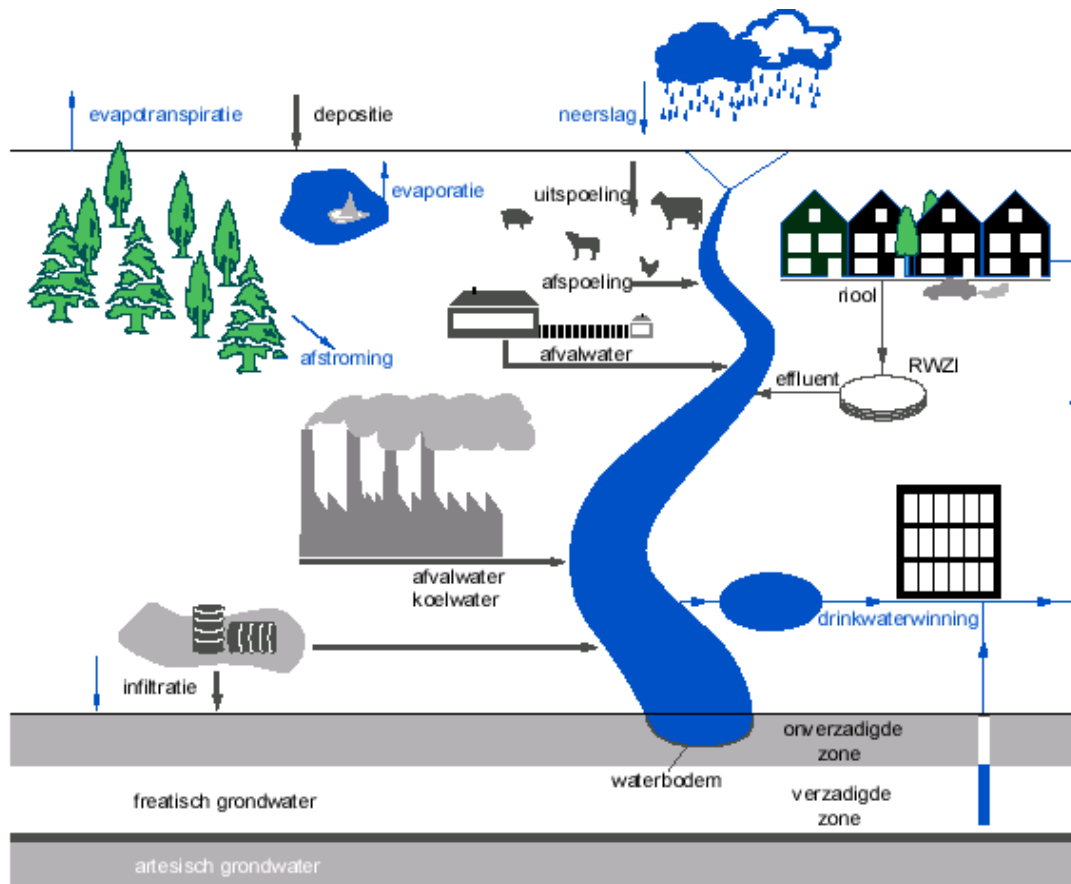
De ondersteunende diensten worden hier niet apart onderscheiden, zij worden beschouwd als een deel van de onderliggende structuren, processen en functies die de ecosystemen karakteriseren.

Een Vlaamse studie schat het belang van de ecosysteemdiensten van verschillende ecosystemen en habitats in. Voor beken en meren zijn regulatie van hydrologische processen (bescherming tegen overstroming en verdroging, waterzuivering en watervoorziening), aantrekkelijke natuurrijke landschappen en veerkrachtige ecosystemen (die wijzigende omstandigheden beter kunnen weerstaan en de beste garantie bieden voor de levering van allerlei ecosysteemdiensten) de zeer belangrijke ecosysteemdiensten. Belangrijke ecosysteemdiensten zijn beschikbaarheid wildsoorten en zoetwatervisserij. Beperkt belangrijke ecosysteemdiensten zijn aantrekkelijke soorten voor natuurbeleving, nutriëntencyclus en klimaatregulatie (Meiresonne & Turkelboom, 2012).

Bronnen van verontreiniging

Puntbronnen, disperse bronnen en diffuse bronnen vormen een constante bedreiging voor zowel het oppervlaktewater als het grondwater. De belangrijkste veroorzakers van verontreiniging van oppervlaktewater zijn huishoudens, bedrijven en landbouw. De watercyclus, weergegeven in figuur 1 geeft een beeld van de wegen die het water kan volgen en illustreert de belangrijkste oorzaken van verontreiniging.

Figuur 1: Watercyclus (blauw) en oorzaken van waterverontreiniging (grijs)

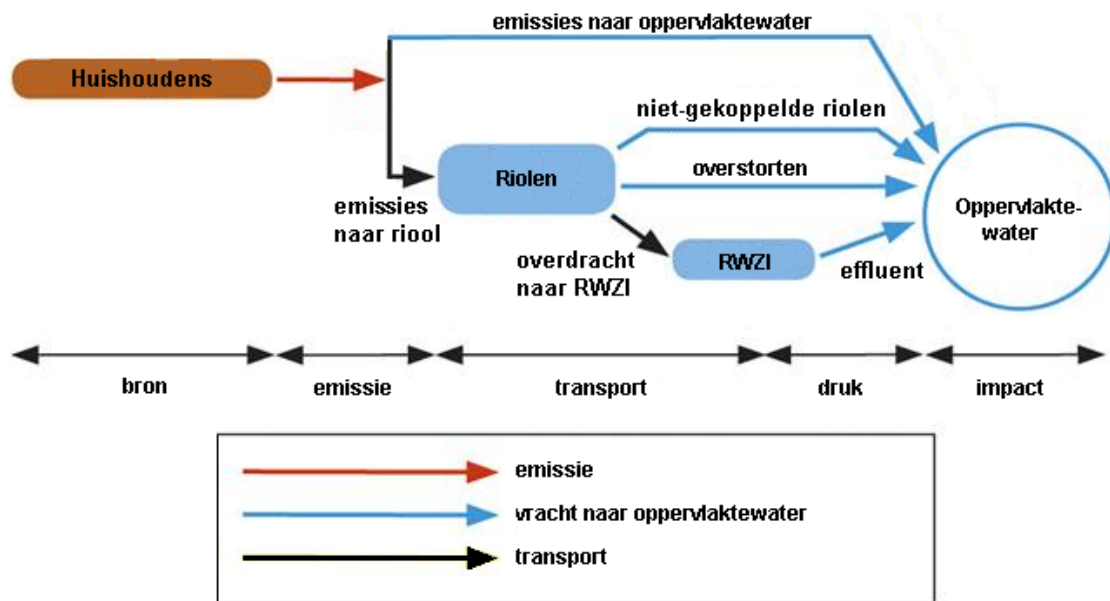


Huishoudens

Huishoudelijk afvalwater is rijk aan zuurstofbindende stoffen en nutriënten. Daarnaast kan het ook verzorgingsproducten, huishoudelijke chemicaliën en medicijnen bevatten (EEA, 2010).

De lozings situatie van huishoudens verschilt naargelang de aan- of afwezigheid van riolering en het feit of die riolering al dan niet aangesloten is op een RWZI. Het afvalwater van huishoudens gelegen in gerioleerd gebied komt terecht in riolen, waar het afvalwater van verschillende huishoudens samenkomt met afvalwater van andere bronnen. Via de gekoppelde riolen stroomt het huishoudelijke afvalwater naar een rioolwaterzuiveringsinstallatie (RWZI) waar het een zuivering ondergaat (figuur 2). Het gezuiverde afvalwater (effluent) bevat nog een zekere restvervuiling die in het oppervlaktewater terechtkomt. Bij sterke regenval treden soms overstorten in het riolsysteem in werking waardoor tijdelijk een deel van het afvalwater verdund, maar ongezuiverd in het oppervlaktewater terechtkomt. Huishoudelijk afvalwater dat geloosd wordt in niet-gekoppelde riolen, wordt niet gezuiverd in een RWZI maar die huishoudens moeten over een septische put beschikken waar een gedeeltelijke zuivering gebeurt. De huishoudens gelegen in niet-gerioleerd gebied hebben rechtstreekse emissies naar oppervlaktewater. Die huishoudens moeten hun afvalwater zelf zuiveren, hetzij in een septische put, hetzij in een individuele behandelingsinstallatie voor afvalwater (IBA). De totale belasting van het oppervlaktewater door de huishoudens wordt berekend als de som van alle deelstromen die effectief in het oppervlaktewater terechtkomen (effluent RWZI, overstorten, niet-gekoppelde riolen en rechtstreekse emissies naar oppervlaktewater) (VMM, 2013).

Figuur 2: Transportroutes van huishoudelijk afvalwater



Bron: VMM (2013)

Bedrijven

Bedrijfsafvalwater kan een brede waaier van stoffen bevatten die de waterkwaliteit negatief kunnen beïnvloeden. Daarbij horen de zuurstofbindende stoffen, de nutriënten stikstof en fosfor en allerlei toxische stoffen (bv. zware metalen, PAK's). De transportroutes die het bedrijfsafvalwater kan volgen zijn gelijkaardig aan die van het huishoudelijk afvalwater (figuur 2).

Bedrijven die belangrijke vuilvrachten genereren zijn meestal verplicht zelf in te staan voor de zuivering van hun afvalwater en het bekomen effluent conform de vergunningseisen te lozen in een geschikt oppervlaktewater.

Landbouw

Nutriënten en pesticiden zijn de belangrijkste verontreinigingsfactoren vanwege de landbouw. Verstoring door de sector kan ook optreden door (overmatig) oppompen van water voor irrigatie, vertrapping van oevers door vee, verwijderen van oeverbomen ...

In Europa worden vaak meer nutriënten aan de landbouwbodem toegevoegd dan noodzakelijk voor opname door de gewassen. Hierdoor ontstaan overschotten van nutriënten in de bodem. De grootte van die overschotten geeft de mogelijk negatieve impact op het milieu weer, waaronder verontreiniging van het oppervlaktewater (EEA, 2010).

Nitraat lost goed op in water waardoor het gemakkelijk opgenomen kan worden door de gewassen als noodzakelijk bestanddeel voor de groei. In perioden met neerslagoverschot spoelt nitraat echter uit naar diepere bodemlagen en komt zo in het grondwater terecht of draineert naar het oppervlaktewater. Tijdens dit transport kan het aanwezige nitraat gereduceerd worden in de bodem tot stikstofgas, afhankelijk van de diepte van de grondwaterstroming. Parallel wordt door oppervlakkige waterafvoer (run-off of afvloeiing) en erosie van stikstofhoudende bodemlagen nutriënten aangevoerd naar het oppervlaktewater. In tegenstelling tot stikstof bindt fosfaat (PO_4^{3-}) zich sterk aan bodemdeeltjes. Bij overmatige aanvoer zal fosfaat zich daarom veeleer ophopen in de bovenste lagen van de bodem dan uitspoelen naar het grondwater. De bodem heeft een welbepaalde vastleggingscapaciteit voor fosfaat. Wanneer deze vastleggingscapaciteit benaderd, laat staan overschreden, wordt, treedt fosfaatdoorslag naar de diepere bodemlagen op. Hierdoor kan bij een hoge grondwaterstand de fosfaatconcentratie in het bodemwater verhogen. Fosfaat kan dan uitspoelen naar het oppervlaktewater. Daarnaast kan het fosfaat dat in de bodem gebonden

is aan kleine bodemdeeltjes, samen met deze bodemdeeltjes uitspoelen naar grond- en oppervlaktewater. De MIRA-themabeschrijving 'Vermesting' gaat hier verder op in (MIRA, 2013a).

Voor de emissie naar het oppervlaktewater van pesticiden vanuit de landbouw zijn vijf belangrijke routes gekend: druppeldrift, spoelen van sproeitanks, afspoeling na overbehandeling, uitspoeling uit behandelde velden en droge of natte depositie over lange afstand. De MIRA-themabeschrijving 'Verspreiding van pesticiden' gaat hier verder op in (MIRA, 2013b).

Andere verontreinigingsfactoren die afkomstig kunnen zijn van de landbouw zijn organisch materiaal (zuurstofbindende stoffen), ziekteverwekkende micro-organismen en enkele metalen. Zink en koper bv. kunnen aanwezig zijn in veevoeder en dus ook in dierlijke mest (EEA, 2010). Cadmium en ook uranium zijn aanwezig in fosfaatkunstmest. Veevoerders kunnen aangerijkt worden met kobalt, een sporenelement noodzakelijk voor de vorming van vitamine B-complex.

Andere bronnen

Ook overheden kunnen een bron van verontreiniging zijn. Andere bronnen van verontreiniging van oppervlaktewater hebben vaak een diffuus karakter. In de belasting van het oppervlaktewater met polycyclische aromatische koolwaterstoffen (PAK) is atmosferische depositie een belangrijke bron (van den Roovaart et al., 2009). Bodemerosie, corrosie van bouwmaterialen, antifouling, slijtage banden ... zijn dan weer belangrijke bronnen van zware metalen (MIRA, 2010).

Verontreinigingsfactoren en hun effecten

Zuurstofbindende stoffen

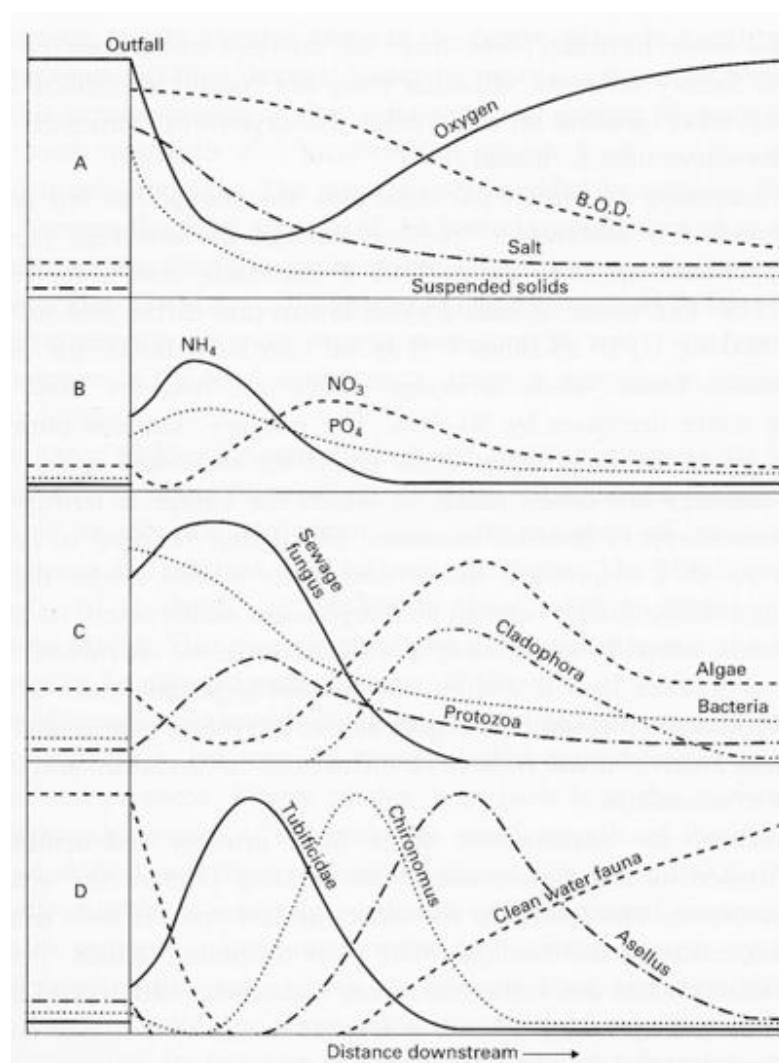
De belangrijkste oorzaak van oppervlaktewaterverontreiniging ligt bij de zuurstofbindende stoffen zoals eiwitten, koolhydraten en vetten, maar ook afbraakproducten van microbiële activiteit, humuszuren en fulvinezuren. Voor de biologische afbraak van deze organische stoffen wordt zuurstof aan het water onttrokken zodat het zuurstofgehalte van het water daalt. Bij een daling van het zuurstofgehalte door lozing van zuurstofbindende stoffen, zullen de meest gevoelige organismen verdwijnen en plaats maken voor tolerantere soorten. Pieklozingen van afvalwater met een hoog biochemisch zuurstofverbruik (BZV) kunnen in relatief gezonde waterlopen leiden tot plotselinge vissterfte. Bij zeer ernstige vervuiling met zuurstofbindende stoffen kan de concentratie opgeloste zuurstof tot nul dalen waardoor een 'dode' waterloop ontstaat zonder hogere organismen. In dergelijke gevallen treedt een anaerobe afbraak (gisting) van het organisch materiaal op waarbij methaan en waterstofsulfide vrijkomen. Dit gaat gepaard met geurhinder.

Wat gebeurt er nu meer specifiek als een grote hoeveelheid organisch materiaal in een waterloop terecht komt?

Als de vracht aan organisch materiaal te groot is voor de zuurstofvoorziening van de afbraakbacteriën daalt de zuurstofconcentratie, vaak tot nul. Anaerobe bacteriën gaan zich ontwikkelen, bv. *Sphaerotilus natans* die als een vlokkig deken op de waterbodem verschijnt. Als de zuurstofconcentratie zich een beetje begint te herstellen gaan protozoa en bacteriën in grote hoeveelheden voorkomen en wordt de afbraak vervolledigd. In die toestand zijn de meeste macro-invertebraten en vissen al geëlimineerd, maar tolerante groepen zoals oligochaeten en chironomiden beginnen te herkoloniseren. Daarna volgen matig tolerante crustaceeën (*Asellus* bv.) en bloedzuigers. De nutriënten die bij de afbraak vrijkomen stimuleren de groei van bepaalde planten en algen. Uiteindelijk, vaak kilometers verder, worden de nutriënten dermate verdund dat de algengroei afgeremd wordt en de oorspronkelijke en diverse invertebraten- en visfauna keert terug, als er geen nieuwe vervuilingbron is geweest (Moss, 2012).

Figuur 3 illustreert deze effecten. Deel A geeft aan hoe de grote hoeveelheid opgelost materiaal langzaam deelt doordat het afgebroken wordt. Daarbij wordt zuurstof verbruikt zodat de zuurstofconcentratie sterk daalt, waardoor organismen zoals vissen en steenvlieglarven afsterven. Deel B geeft aan waartoe de afbraak van het organisch materiaal leidt. In eerste instantie is dat een stijging van de ammoniumconcentratie en vervolgens van de nitraat- en fosfaatconcentraties. Daardoor kan eutrofiëring optreden, wat gepaard gaat met de plotse ontwikkeling van algen (algenbloei). Deel C illustreert verder wat de daling van de zuurstofconcentratie veroorzaakt: een enorme ontwikkeling van afvalwaterschimmels en bacteriën. Deel D toont de evolutie van andere waterbewoners. De gevoelige soorten verdwijnen snel als de zuurstofconcentratie daalt. Soorten die hiervan profiteren zijn *Tubifex*-wormen en Chironomidae (muggenlarven). *Asellus* (waterpissebed of -luis) leeft ook tussen het organisch materiaal maar kan geen lage zuurstofconcentraties overleven en wordt dus pas teruggevonden waar de zuurstofconcentratie herstellende is. Verderop komen ook steeds meer soorten van zuiver water voor (FSC, 2013).

Figuur 3: Effecten van een grote vervuiling met organisch materiaal in een rivier



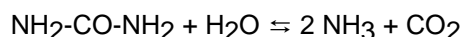
Bron: Moss (2012), naar Hynes 1966.

Nutriënten

Stikstof (N) en fosfor (P) zijn nutriënten of planten voedende elementen, en dus onmisbaar voor de groei van (water)planten. Stikstof is opneembaar door planten in de vorm van ammonium of nitraat. Fosfor wordt als opgelost (ortho)fosfaat opgenomen. Microscopische algen stapelen het teveel aan opgenomen fosfaat op onder de vorm van polyfosfaten.

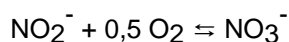
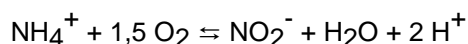
Organische N- en P-verbindingen zijn meestal onderhevig aan biodegradatie. De eindproducten van deze microbiële afbraak zijn eenvoudige, anorganische moleculen of ionen (vandaar dat deze biodegradatie ook mineralisatie genoemd wordt): ammonium en orthofosfaat. De mineralisatie van stikstofhoudende verbindingen gaat sneller onder aerobe omstandigheden, maar ammonium kan ook ontstaan na (anaerobe) vergisting.

De processen die stikstofverbindingen in de waterkolom ondergaan, gebeuren stapsgewijs. Een eerste stap is de afbraak van organische stikstof naar ammoniumstikstof (ammonificatie). Stikstof is dikwijls aanwezig in de vorm van gereduceerde aminogroepen in levend en dood organisch materiaal. Het ammonificatieproces kan als volgt worden beschreven:

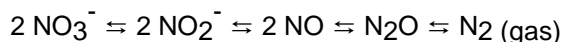


De zuurtegraad (pH) en de temperatuur spelen een belangrijke rol in de omzetting van NH_4^+ naar NH_3 en omgekeerd. Een hoge pH kan resulteren in een ammoniakale toxiciteit.

De tweede stap is de nitrificatie. Sensu stricto wordt hiermee de autotrofe nitrificatie bedoeld, de biologische oxidatie van ammonium naar nitraat met nitriet als intermediair. Beide stappen vinden plaats onder invloed van bacteriën, respectievelijk *Nitrosomonas* en *Nitrobacter*.



Vervolgens kan biologische denitrificatie plaatsvinden, waarbij nitraat en nitriet tot gasvormige stikstofverbindingen (N_2 , N_2O of lachgas (een broeikasgas) en NO) door bacteriën gereduceerd worden. Dit proces vindt plaats onder zuurstofarme condities in de (water)bodem en in verontreinigd oppervlaktewater, omdat de denitrificerende micro-organismen over het algemeen facultatief anaeroob zijn. De reductieweg wordt algemeen uitgedrukt als:



Via denitrificatie kan stikstof verwijderd worden uit het systeem.

Atmosferisch N_2 kan dan weer door bepaalde micro-organismen worden gefixeerd. De fixatie kan plaatsvinden door autotrofe en heterotrofe bacteriën en door blauwgroene algen (cyanobacteriën).

Eutrofiëring betekent het overmatig aanwezig zijn van nutriënten zodat het plantaardig leven in een waterloop (bv. waterplanten en voornamelijk microscopische wieren) zich explosief kan ontwikkelen. De oorzaken en effecten van eutrofiëring zijn vooral bij meren goed gekend. Vooral stikstof- en fosforverbindingen spelen een belangrijke rol in dit proces. Een massale 'wierbloei' of ontwikkeling van eendenkroos heeft een negatief effect op de waterkwaliteit: het doorzicht vermindert (jagende vissen zien hun prooi niet meer, ondergedoken waterplanten krijgen onvoldoende licht) en 's nachts kunnen zuurstoftekorten optreden (terwijl er zich overdag oververzadiging kan optreden). Bij het afsterven van de wierbiomassa zal de (bio)chemische zuurstofvraag van het water sterk stijgen, wat eveneens zuurstofloosheid kan veroorzaken. Door de intense opname van koolzuurgas als gevolg van het fotosynthesep proces kan het bicarbonaatbuffersysteem in het water uit balans raken waardoor een gevoelige stijging van de zuurtegraad kan optreden (tot $\text{pH} > 9$). Bij dergelijke hoge pH wordt een belangrijk deel van het vrij onschadelijke ammonium omgezet in het zeer toxische ammoniak (zie hoger). Eutrofiëring leidt er uiteindelijk toe dat heldere, door waterplanten gedomineerde meren veranderen in troebele meren die vaak groen of bruin gekleurd zijn.

Het eutrofiëringsproces in rivieren is veel minder goed gekend. Een cruciale factor in dit proces is de reistijd van het water. Opgestuwde rivieren met een lange reistijd kennen waarschijnlijk een gelijkaardig eutrofiëringsproces als meren, waarbij er dus een overgang optreedt van een systeem gedomineerd door waterplanten naar een systeem gedomineerd door fytoplankton. Rivieren met een kleine reistijd (en dus hogere stroomsnelheid) evolueren onder invloed van overmatige nutriëntenconcentraties naar een systeem gedomineerd door benthische en perifytische algen, die respectievelijk op de waterbodem en op structuren onder water leven. In dergelijke systemen wordt de groei van waterplanten waarschijnlijk vooral geremd door de aanwezigheid van epifytische algen (algen die zich op de bladeren van waterplanten hechten). Als de waterplanten afsterven worden ze vervangen door filamenteuze algen die uiteindelijk vervangen worden door benthische algen (Hilton et al., 2006).

Eutrofiëring heeft ook belangrijke economische gevolgen. Toenemende algenbloei wordt beschouwd als esthetisch onaantrekkelijk en kan een negatieve invloed hebben op het toerisme en op de prijzen van eigendommen aan de waterlijn. Overmatige algengroei in reservoirs voor watervoorziening kan de kosten voor waterzuivering aanzienlijk doen stijgen. Excessieve plantengroei kan leiden tot overstroming door stremming van de waterafvoer. (Hilton et al., 2006).

Toxische stoffen

(naar Rand, 1995)

Een toxische stof of toxicant is een stof die een nadelig effect kan veroorzaken in een biologisch systeem en daarbij haar structuur of functie aantast of de dood veroorzaakt. Toxiciteit is een relatieve eigenschap die weergeeft dat een chemische stof de mogelijkheid heeft om een schadelijk effect bij een levend organisme te veroorzaken. De toxiciteit is functie van de concentratie en de samenstelling/eigenschappen van de stof en de duur van de blootstelling. Toxische stoffen kunnen bv. onderverdeeld worden in:

- zware metalen (bv. lood, cadmium) en metalloïden (bv. arseen);
- anorganische stoffen (bv. ammonium, nitriet);
- persistente en/of bioaccumuleerbare organische stoffen (bv. PCB, dioxines, PAK);
- pesticiden (bv. insecticiden, herbiciden);
- radionucliden (bv. radon, uranium).

Er kan een onderscheid gemaakt worden tussen directe en indirecte toxiciteit. De directe toxiciteit is het resultaat van de toxische stof die min of meer direct werkt op de plaats van actie in of op organismen, meestal is directe toxiciteit het resultaat van interne biochemische veranderingen. Indirecte toxiciteit daarentegen treedt op als het resultaat van veranderingen in de chemische, fysische of biologische omgeving, bv. veranderingen in het voedselaanbod. Indirecte toxiciteit is dus meer gerelateerd aan veranderingen die de leefbaarheid van een organisme aantasten door factoren die extern zijn aan het organisme.

Toxische effecten kunnen onmiddellijk na de blootstelling optreden (acute effecten) of pas een zekere tijd erna (chronische effecten). Sommige toxische effecten zijn omkeerbaar, bv. door herstel van beschadigde weefsels of van verdooving, andere zijn dat niet. Lokale effecten doen zich voor op de plaats van het eerste contact, bv. als een effect op de huid of de kieuwen van een vis. Systemische effecten daarentegen vereisen eerst absorptie en distributie van de stof naar een plaats, bv. het zenuwstelsel. Er kan een onderscheid gemaakt worden tussen lethale en sublethale effecten. Die laatste spelen zich af op het vlak van het gedrag (bv. prooi-predator interactie), fysiologie (bv. groei), biochemie (bv. bloedenzymen) en van veranderingen aan weefsels. Toxische effecten hoeven niet beperkt te blijven tot individuele organismen, soms wordt het functioneren van een heel ecosysteem aangetast.

Factoren die de toxiciteit beïnvloeden zijn in te delen in drie groepen: factoren gelinkt aan de blootstelling, aan het organisme en aan de chemische stof zelf. De belangrijkste factoren die de blootstelling beïnvloeden zijn de aard, de duur en de frequentie van de blootstelling en de

concentratie van de stof. De blootstelling kan gebeuren via het water, het sediment, het voedsel of de lucht. Acute blootstelling impliceert dat de blootstellingsduur kort is in vergelijking met de levenscyclus van een organisme, terwijl chronische blootstelling een hele generatietijd of voortplantingscyclus kan betreffen. Ook de frequentie van blootstelling kan een rol spelen, zo kan een eenmalige, acute blootstelling aan een bepaalde concentratie van een stof wel een effect hebben terwijl twee opeenvolgende blootstellingen aan de helft van de concentratie geen effect hebben. Ook externe omgevingsfactoren kunnen de toxiciteit beïnvloeden. Voorbeelden van dergelijke omgevingsfactoren zijn opgeloste zuurstof, zuurtegraad en temperatuur. Factoren gelinkt aan het organisme zelf zijn o.a. de aard en de snelheid van het metabolisme, de excretie en het dieet. Ook het levensstadium van het organisme kan belangrijk zijn, meestal zijn onvolwassenen en pas geboren gevoeliger. Tot slot kan de toxiciteit ook beïnvloed worden door factoren gerelateerd aan de stof zelf, bv. door onzuiverheden, maar ook door de chemische eigenschappen van de stof, bv. oplosbaarheid, dampdruk, pH en vetoplosbaarheid. Deze factoren beïnvloeden de persistentie, de transformatie, de biobeschikbaarheid en uiteindelijk het gedrag van de stof in water.

Organismen worden in hun natuurlijke omgeving meestal blootgesteld aan een mengsel van verschillende stoffen. Die stoffen kunnen op verschillende manieren met elkaar interageren. Er is sprake van additieve, synergetische en antagonistische effecten als de toxiciteit van het mengsel respectievelijk gelijk, groter of kleiner is dan de som van de toxiciteit van de individuele stoffen. Potentiatie houdt in dat een stof pas een toxisch effect heeft als ze samen voorkomt met een andere.

De MIRA-themabeschrijvingen Verspreiding van zware metalen, Verspreiding van pesticiden en Verspreiding van Persistente Organische Polluenten gaan verder in op de werking van deze toxicologische stoffen.

Hormoonverstorende stoffen

De laatste jaren is er een toenemende maatschappelijke bezorgdheid en wetenschappelijke discussie ontstaan rond de verspreiding en de effecten van stoffen die mogelijk een hormoonverstorende werking hebben. Aanleiding voor deze bezorgdheid en discussie zijn wetenschappelijke studies op wildpopulaties van onder meer vissen, zeehonden en alligators die diverse reproductiestoornissen (bv. onvruchtbaarheid, geslachtsomkering) aantoonde. De verspreiding en verhoogde blootstelling aan hormoonverstorende stoffen wordt ook als oorzaak gesuggereerd voor waargenomen nadelige effecten op het humane voortplantingssysteem.

De stoffen waarvoor duidelijke aanwijzingen bestaan dat ze een hormoonverstorende werking kunnen hebben, behoren tot een breed gamma van structureel verschillende stofgroepen. Het gaat om een aantal stoffen die behoren tot de bestrijdingsmiddelen (atrazine, endosulfan ...), gehalogeneerde koolwaterstoffen (PCB en dioxines), weekmakers van kunststoffen (ftalaten, bisfenol A), detergenten en hun afbraakproducten (alkylfenolen en hun ethoxylaten) of de tributylverbindingen. Daarnaast zijn er nog de lichaamseigen hormonen zelf (17 β -oestradiol, oestron en oestriol), de synthetische hormonen (bv. ethinyloestradiol, de actieve stof in de anticonceptiepil) en de plantenhormonen. Onder de hormoonverstorende stoffen is de aandacht momenteel vooral gericht op de meest bestudeerde groep, de 'xeno-oestrogenen'. Het zijn stoffen die de werking van het vrouwelijk geslachtshormoon 17 β -oestradiol kunnen nabootsen of de werking ervan blokkeren.

Natuurlijke of synthetische bereidingen van hormonen en xeno-oestrogenen kunnen zich door agrarische activiteiten, via afvalstromen van diverse industriële sectoren en rioolwaterzuiveringsinstallaties verspreiden in het milieu.

In een rapport van het Europees Milieuagentschap (EEA, 2012) wordt gesteld dat een groot aantal studies aantonen dat hormoonverstoring wijd verspreid is bij zoetwater en mariene vissen. In de meeste gevallen werden deze waarnemingen gekoppeld met blootstelling aan RWZI-effluent, waar steroïdale oestrogenen (natuurlijke oestrogenen met steroïdstructuur) een belangrijke rol spelen in de hormoonverstoring. Op specifieke plaatsen kunnen xeno-oestrogenen (synthetische stoffen) een significante bijdrage leveren aan de waargenomen

effecten. Hormoonverstorende stoffen kunnen op sommige plaatsen effecten op populatieniveau veroorzaken door het voortplantingssucces van deze vispopulaties aan te tasten. De meeste studies hebben gefocust op oestrogene effecten, maar vermannelijking van vrouwtjes werd ook waargenomen in vispopulaties blootgesteld aan het effluent van pulp-fabrieken of aan anabole steroïden in het effluent van intensieve veehouderijen. Recent gepubliceerde data geven aan dat de in de natuur waargenomen effecten op populatieniveau niet catastrofisch zijn en dat de populaties dus stabiel lijken.

Omdat de beschikbare informatie in verband met de verspreiding en effecten van hormoonverstorende stoffen in Vlaanderen zeer fragmentair was en tekort schoot om een gericht beleid te voeren, werden enkele studies opgestart.

Uit het inventarisatieluik van de studie van Witters et al. (2003) bleek dat vooral de stoffen atrazine, lindaan, diuron, dimethoaat, endosulfan, simazine en diazinon het meest frequent voorkomen en andere pollutanten zoals PCB's, dioxines en ftalaten ook in ruime mate aanwezig zijn. In de bemonsterde rivieren werd een matige tot hoge oestrogene activiteit gemeten. De RWZI-effluënten toonden echter allemaal een laag tot matig signaal voor oestrogene activiteit. De gemeten oestrogene activiteit in de effluënten van voornamelijk textielbedrijven en enkele bedrijven uit de organische chemiesector bleken laag, maar de hoge toxiciteit van deze stalen interfereerde met de testen. De resultaten van de industriële en RWZI-effluënten konden de waargenomen hoge activiteit in de rivieren dus niet verklaren. Mogelijk levert ook lokale diffuse verontreiniging een bijdrage (bv. van de landbouw of van niet aangesloten huishoudelijk afvalwater). Experimenten om oestrogene activiteit op vissen te meten, bleken moeilijk maar de auteurs concludeerden toch dat de in vitro oestrogene activiteit in Vlaamse oppervlaktewaters op sommige plaatsen dermate hoog is dat schadelijke effecten voor reproductiegerelateerde parameters van natuurlijke vispopulaties niet uitgesloten kan worden.

Berckmans et al. (2007) voerden een veldonderzoek naar hormoonverstorende effecten in de Vlaamse oppervlaktewaters. In een eerste luik werd de oestrogene activiteit in water gemeten met een biotest. Een gisttest, gebaseerd op het sleutel-slot principe van oestrogeen en de oestrogeenreceptor, werd toegepast op extracten van waterstalen. In een tweede luik werden op dezelfde plaatsen gevangen blankvoorns onderzocht op biomerkers (tekenen) van hormoonverstoring. Daartoe werd bij mannelijke vissen de aanwezigheid van dooierewit (vitellogenine) bepaald en werd het weefsel van hun geslachtsorganen onderzocht.

De oestrogene activiteit, bepaald met de gisttest, bleek op elk van de 36 meetplaatsen meetbaar. Zowel op plaatsen met een goede, matige als slechte waterkwaliteit was de oestrogene activiteit verhoogd. Hormoonverstoring blijkt dus ruim verspreid in de Vlaamse oppervlaktewaters. In vergelijking met Nederlandse meetresultaten lagen de Vlaamse meetresultaten relatief hoog.

Op 11 van de 18 locaties werd bij de meerderheid van de mannelijke blankvoorns een verhoogd vitellogeninegehalte gemeten. In hun geslachtsorganen werd de aanwezigheid van diverse rijpingsstadia van eicellen opgemerkt: in de helft van de bemonsterde mannelijke vissen waren er dergelijke tekenen van vervrouwelijking. Ook deze verstoring bleek algemeen verspreid over de bemonsterde plaatsen.

Het onderzoek toonde een statistisch verband tussen de gemeten parameters voor oestrogene verstoring en de kwaliteit van de levensgemeenschap op basis van de visindex en de Belgische Biotische Index (macro-invertebraten). Deze verbanden geven geenszins causaliteit weer, m.a.w. uit de studie kan niet geconcludeerd worden dat hormoonverstoring leidt tot een lagere kwaliteit van de levensgemeenschap.

Koelwater

Koelwater kan in vele opzichten schade berokkenen aan het aquatisch ecosysteem. Zo kan de onttrekking van water op zich al negatieve gevolgen hebben doordat bepaalde organismen worden meegezogen of gekwetst aan roosters. Het lozen van het opgewarmde water leidt tot een hittestress en het afsterven van hittegevoelige organismen, door o.a. een lagere

opgeloste zuurstofconcentratie. Thermofiele organismen (met inbegrip van exotische soorten), en pathogenen gaan daarentegen sneller ontwikkelen. Ook de microbiële groei wordt gestimuleerd, wat leidt tot een vluigere afbraak van organisch materiaal en een daling van het zuurstofgehalte. Bovendien resulteert een stijging van de temperatuur in een verhoogde toxiciteit van vele verbindingen. Bestrijding van corrosie (door complexvormers) en biologische aangroei (door chloreren, gebruik van antifoulingverven, toevoegen van allerlei andere biociden) is in koelcircuits dikwijls noodzakelijk. Ook bij de lozing van deze stoffen kunnen toxische effecten optreden.

Zuurtegraad

Een parameter die meestal wel aan de basiskwaliteitsnorm voldoet is de zuurtegraad (basiskwaliteit: pH tussen 6,5 en 8,5, VMM Jaarrapporten Water). Extreme waarden kunnen evenwel worden vastgesteld tijdens algenbloeien in stilstaande of traagstromende wateren (hoge pH) of bij van nature zure waterlopen in de Kempen (lage pH). Bij extreem lage pH-waarden kunnen slechts een beperkt aantal organismen overleven (acidofielen). Kempische vennen, gelegen in base-deficiënte zandgronden, hebben een lage bufferende capaciteit.

Zouten

Ook verzilting kan een sterke verarming van de zoetwatergemeenschappen veroorzaken. Dit is bv. het geval in waterlopen waar afvalwater wordt geloosd met een zeer hoog chloridegehalte. Ook in de poldergebieden en langs de belangrijkste zeekanalen treedt plaatselijk verzilting op. De zoutconcentratie en de hardheid (concentratie aan calcium en magnesium) van het water zijn medebepalend voor welk type van organismen in een waterloop kan voorkomen.

Zwevende stoffen

Lozing van zwevende stoffen verhoogt de turbiditeit. Turbiditeit vermindert de fotosynthese van algen en waterplanten, interfereert met de mogelijkheden tot voedselopname van predatoren en filtreerders, en berokkent schade aan de afgelegde eieren van amfibieën en vissen. Zwevende stoffen kunnen na sedimentatie ook het substraat en de bodemfauna en -flora bedekken.

Ziekteverwekkers

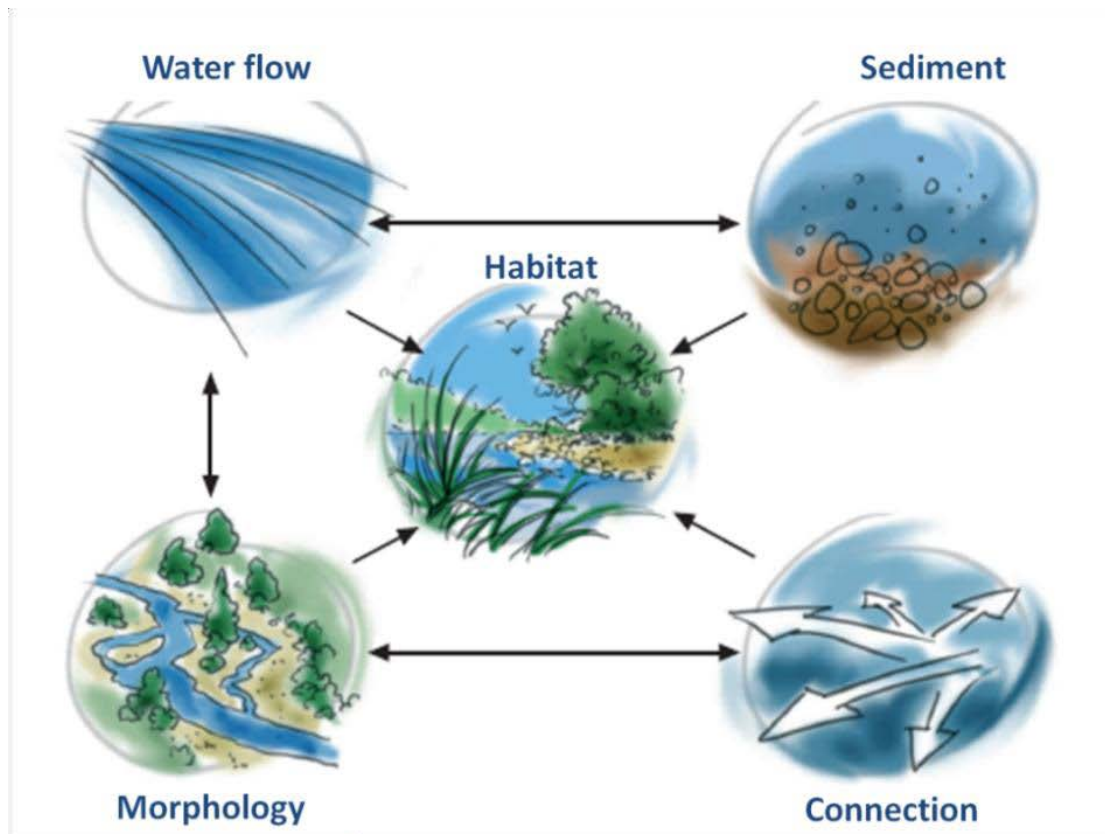
Lozing van rioolwater en afvalwater van bv. slachthuizen kan een ernstige microbiële contaminatie van het oppervlaktewater veroorzaken. Dit houdt gevaren in voor de aanwezige fauna of voor dieren die van dit water drinken.

Ook voor de menselijke gezondheid kunnen problemen ontstaan. Wanneer de microbiologische kwaliteit van een zwemwater slecht is - wanneer er met andere woorden te veel pathogene virussen, bacteriën of andere ziekteverwekkers aanwezig zijn - kunnen baders immers bepaalde ziekten oplopen zoals zwemmersjeuk, maag-darmsymptomen of luchtweginfecties.

Hydromorfologische veranderingen

Hydromorfologische veranderingen zijn wijzigingen aan het natuurlijke stromingsregime en de structuur van oppervlaktewater zoals wijzigingen van de oeverstructuur, sediment/habitat samenstelling, afvoerregime, waterpeil en de hellingsgraad. Ook de rivier- en habitatconnectiviteit kan aangetast worden en verbindingen met aangrenzende natte gebieden en overstromingsgebieden kunnen verloren gaan. Dergelijke veranderingen kunnen gevolgen hebben voor de aquatische fauna en flora (ETC, 2012). Figuur 4 geeft een overzicht van de verschillende hydromorfologische elementen en hun onderlinge verbanden.

Figuur 4: Hydromorfologische elementen



Bron: ETC (2012)

De meeste Vlaamse waterlopen werden gekanaliseerd en voorzien van stuwen en kunstmatige oeververstevingen; sommige zijn zelfs volledig ingebuisd. Waardevolle structuurkenmerken zoals holle oevers, meandering en de aanwezigheid van traag- en snelstromende gedeelten in een rivier zijn bijna overal geheel of gedeeltelijk verdwenen. Op vele plaatsen verhinderen kunstwerken zoals stuwen en sluizen ook de natuurlijke migratie van bepaalde vissoorten (Bruylants *et al.*, 1989, WEL, 1990, NARA, 2003). Deze wijziging van habitats in de waterlopen heeft een verschuiving van het soortenspectrum van stroominnende soorten naar soorten die een stilstaand, traag stromend water verkiezen tot gevolg. Verschillende vissoorten vallen volgens de Rode Lijst onder de categorie 'zeldzaam', 'kwetsbaar' en 'met uitsterven bedreigd'. Soorten die typisch zijn voor traag stromende wateren zoals baars, brasem en blankvoorn komen nu algemeen voor. Voor Vlaanderen wordt, in een vergelijkende studie van de historische met de actuele visstand, een zeer sterke achteruitgang van de grote migratoren en van de stroominnende soorten vastgesteld (Vrielynck *et al.*, 2002).

Klimaatverandering en waterkwaliteit

Een Nederlandse studie vat de beschikbare kennis over de effecten van klimaatverandering op de waterkwaliteit in Nederland samen (Verweij *et al.*, 2010).

De klimaatverandering heeft een rechtstreeks effect op de watertemperatuur. Indirect zullen fysische en chemische processen gerelateerd aan de temperatuur wijzigingen. Bij de verwachte veranderingen zijn een toename van de snelheid waar mee (bio-)chemische processen plaatsvinden, een daling van de zuurstofconcentratie en wijzigingen in stratificatiepatronen. Ook de wijzigende hydrologie kan indirect de fysisch-chemische waterkwaliteit beïnvloeden. Hevige neerslag zal de bodemerosie doen toenemen zodat er meer nutriënten en pollutanten via afspoeling het oppervlaktewater bereiken. Watersystemen zullen voedselrijker worden en daardoor zal de doorzichtigheid van het water afnemen. Droogte en een stijgend zeeniveau kan het zoutgehalte van oppervlaktewater doen stijgen.

Algemeen genomen is het de verwachting dat klimaatverandering de fysisch-chemische waterkwaliteit zal doen afnemen.

Naar verwachting zullen klimaatverandering en vermesting leiden tot meer algenbloeien. Schadelijke cyanobacteriën en andere zullen profiteren van de klimaatverandering. In de voedselketen kunnen 'mismatches' ontstaan, waarmee bedoeld wordt dat de dynamiek en samenstelling van verschillende trofische niveaus niet meer op elkaar aansluiten. Invasieve soorten kunnen een grote impact hebben op ecosystemen en een aantal van die invasieve soorten zal toenemen door de klimaatverandering.

Referenties

- Berckmans P., Witters H., Goemans G., Maes J. & Belpaire C. (2007) Ondersteunend studiewerk en verdere karakterisatie van de Vlaamse toestand inzake hormoonverstoring: vraagstelling inzake ecologische relevantie, studie uitgevoerd in opdracht van de Vlaamse Milieumaatschappij, VITO & INBO.
- Bruylants B., Vandelanoot A., Verheyen R. (1989) De vissen van onze Vlaamse beken en rivieren. Hun ecologie, verspreiding en bescherming. WEL vzw, Antwerpen. 254 p.
- EEA (2010) The European Environment, State and Outlook 2010, Freshwater Quality. European Environment Agency. 34 p.
- EEA (2012) The impacts of endocrine disruptors on wildlife, people and their environments. The Weybridge+15 (1996–2011) report . EEA Technical report No 2/2012. 113 p.
- ETC (2012) Hyrdromorphological alterations and pressures in European rivers, lakes, transitional and coastal waters. European Topic Centre Inland, Coastal and Marine Waters. ETC/ICM Technical Report 2/2012. 75 p.
- FSC, 2013. <http://www.lifeinfreshwater.org.uk/Web%20pages/Rivers/Polluted.htm>.
- Hilton J., O'Hare M., Bowes M.J. & Jones I. (2006) How green is my river? A new paradigm of eutrophication in rivers. *Science of the Total Environment* 365 (2006) 66-83.
- Meiresonne L. & Turkelboom F. (2012) Biodiversiteit als basis voor ecosysteemdiensten in regio Vlaanderen. Mededelingen van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek 2012. Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel.
- Millennium Ecosystem Assessment (2005a) Ecosystems and Human Well-being Synthesis. World Resources Institute, Washington, DC.
- Millennium Ecosystem Assessment (2005b) Ecosystems and Human Well-being: Wetlands and Water Synthesis. World Resources Institute, Washington, DC.
- MIRA (2010) Milieurapport Vlaanderen, Achtergronddocument 2010, Verspreiding van zware metalen. Peeters B., Bierkens J., Provoost J., Den Hond E., Van Volsem S., Adriaenssens E., Roekens E., Bossuyt M., Theuns I., De Cooman W., Eppinger R., Frohnhoffs A., D'hont D., Geeraerts C., Belpaire C., Cardon M., Ceenaeme J., De Naeyer F., Gommeren E., Van Dyck E. , Vlaamse Milieumaatschappij, www.milieुरapport.be.
- MIRA (2013a) Milieurapport Vlaanderen, Themabeschrijving Vermesting. Overloop S., Vlaamse Milieumaatschappij, www.milieुरapport.be.
- MIRA (2013b) Milieurapport Vlaanderen, Themabeschrijving Verspreiding van pesticiden. Peeters B., Vlaamse Milieumaatschappij, www.milieुरapport.be.
- Moss B. (2012) Ecology of freshwaters. A view for the twenty-first century. Fourth Edition. Wiley-Blackwell. 470 p.
- NARA (2003) Dumortier M., De Bruyn L., Peymen J., Schneiders A., Van Daele T., Weyemberg G., van Straaten D., Kuijken E. (Red.) Natuurrapport 2003. Toestand van de Natuur in Vlaanderen: cijfers voor het beleid. Mededeling van het Instituut voor Natuurbehoud, Brussel, nr. 21, 352 p.
- Rand G.M. (1995) Fundamentals of Aquatic toxicology. Effects, Environmental fate, and Risk Assessment. Taylor & Francis, 1125 p.
- van den Roovaart J.C., van den Boomen R.M., Driesprong A. & van Duijnhoven N. (2009) Kwantificering van de wateremissies van PAK in Vlaanderen. Eindrapport. Deltares/Witteveen + Bos, i.o.v. VMM. 31 p.
- Verweij W., van der Wiele J., van Moorselaar I. & van der Grinten E. (2010) Impact of climate change on water quality in the Netherlands. RIVM Report 607800007/2010. 61 p.
- Vrielynck S., Belpaire C., Stabel A., Breine J., Quataert P. (2002) De visbestanden in Vlaanderen anno 1840-1950. Een historische schets van de referentietoestand van onze waterlopen aan de hand van de visstand, ingevoerd in een databank en vergeleken met de actuele toestand. Instituut voor Bosbouw en Wildbeheer en Afdeling Water (AMINAL), Groenendaal, 300 p.
- VMM (2013) <http://www.vmm.be/water/kwaliteit-oppervlaktewater/bronnen-van-verontreiniging-oppervlaktewater/huishoudens/transportroutes>.
- WEL v.z.w. (1990) Water, 50 (jubileumnummer), 1-96.
- Wikipedia (2013) River Ecosystem. http://en.wikipedia.org/wiki/River_ecosystem_geraadpleegd_op_12/04/2013.

Witters H., Berckmans P., Vangenechten C., Comheire F., Dhooghe W., Hens L., Verspecht A., De Wit J., Hoebeek A. & Lafère J. (2003) Opsporen van de verspreiding en effecten van stoffen met hormoonverstorende werking in Vlaamse waters. Studie uitgevoerd door Vito, UG en VUB. In opdracht van de Vlaamse Gemeenschap, projectleiding VMM.

Begrippen

Aerob: in aanwezigheid van zuurstof, zuurstof verbruikend.

Ammoniak: NH_3 , bij kamertemperatuur een kleurloos en scherpriekend gas.

Ammonium: het ion NH_4^+ , waarvan ammoniumbasen en zouten worden afgeleid.

Anaerob: zonder zuurstof, niet-zuurstof verbruikend.

Antifouling: bestrijding van ongewenste aangroei van microscopisch kleine organismen, mosselen en algen.

Basiskwaliteit: na te streven of nagestreefde toestand van het milieu of van een deel ervan opdat het milieu bepaalde functies zou kunnen uitoefenen of ondersteunen. Als de kwaliteit betrekking heeft op het gehele milieu onder studie en met betrekking tot alle functies spreekt men ook van basis- of algemene milieukwaliteit.

Basiskwaliteitsnorm oppervlaktewater: grenswaarde voor de concentratie van een stof in oppervlaktewater waar alle oppervlaktewater aan zou moeten voldoen, zoals vastgelegd in VLAREM.

Belasting van het oppervlaktewater: vuilvracht die uiteindelijk in het oppervlaktewater terecht komt, direct of indirect via niet op een RWZI aangesloten riolering, na (gedeeltelijke) zuivering. Dit wordt gespecificeerd naar parameter en/of naar doelgroep.

Benthisch: bodem gebonden.

Benthos: groep van organismen die in of op de bodem van zoete of zoute wateren leeft.

Bio-accumulatie: opstapeling van lichaamsvreemde stoffen in plantaardige en dierlijke weefsels.

Biochemisch zuurstofverbruik: de hoeveelheid zuurstof per liter verontreinigd water die micro-organismen nodig hebben om de afbreekbare organische stoffen af te breken (biochemische reactie). Standaard wordt de bepaling uitgevoerd bij 20 °C gedurende 5 dagen.

Biocide: pesticide (bestrijdingsmiddel) voor gebruik buiten de landbouw anders dan gewasbeschermingsmiddelen (bv. houtbeschermingsmiddelen, ontsmettingsmiddelen).

Biodegradatie: biologische afbraak.

Biodiversiteit: variabiliteit onder levende organismen van allerlei herkomst, met inbegrip van, o.a. terrestrische, mariene en andere aquatische ecosystemen en de ecologische complexen waarvan zij deel uitmaken; dit omvat de diversiteit binnen soorten, tussen soorten en van ecosystemen.

Biomagnificatie: fenomeen waarbij de concentratie van bio-accumulerende stoffen stijgt met het trofisch niveau.

Biota: levende organismen.

Biotisch: uit levende organismen bestaand.

Biotische integriteit: mate waarin een levensgemeenschap overeenkomt met de natuurlijke levensgemeenschap.

Biotoop: het concrete landschapselement ingenomen door een levensgemeenschap.

Blootstelling: de mate waarin de mens of het ecosysteem in contact komt met verontreiniging of verontreinigende stoffen opneemt.

Bodemosie door water: totale hoeveelheid bodemmateriaal die onder de invloed van regen en afstromend water wordt losgemaakt en over een bepaalde afstand wordt getransporteerd.

Bron: gelokaliseerde activiteit die een emissie (stoffen, golven of andere verschijnselen) in het milieu brengt en die een (potentieel) verstorend effect heeft. Men onderscheidt o.a. puntbron, lijnbron, oppervlaktebron en diffuse bron.

Carcinogeen: kankerverwekkend.

Carnivoor: vlees etend.

Chemisch zuurstofverbruik: hoeveelheid zuurstof die per liter verontreinigd water nodig is om de organische stoffen volledig af te breken (via oxidatie, een chemische reactie).

Chlorofyl: complexe chemische verbinding met een groene kleur (bladgroen) die een centrale rol speelt in de omzetting van lichtenergie in chemische energie in planten.

Collector: afvalwaterleiding die de gemeentelijke riolering verbindt met een rioolwaterzuiveringsinstallatie.

Debiet: volume van een vloeistof of gas dat per tijdseenheid een bepaald punt passeert.

Denitrificatie: de omzetting door micro-organismen van nitraatstikstof naar stikstofgas (N₂) waarbij in sommige gevallen ook lachgas (N₂O) kan gevormd worden.

Depositie: hoeveelheid van een stof of een groep van stoffen die uit de atmosfeer neerkomen in een gebied, uitgedrukt als een hoeveelheid per oppervlakte-eenheid en per tijdseenheid (bv. 10 kg SO₂/ha.j).

Detritivoor: dood organisch materiaal etend.

Diffuse verontreiniging: verontreiniging afkomstig uit niet-gelocaliseerde bronnen, meestal sterk, homogeen ruimtelijk verspreid door transport via lucht en water.

Disperse bronnen: niet lokaliseerbare verontreinigingsbronnen, meestal sterk, homogeen ruimtelijk verspreid door transport via lucht en water.

Doelgroep: marktactor en -activiteit met een belangrijk aandeel in de milieuproblemen en ook in het oplossen daarvan; de overheid kan de doelgroep sturen via instrumenten.

Doelstelling: expliciete formulering van wat moet worden gerealiseerd binnen zekere termijnen.

Ecosysteem: dynamisch (veranderend) complex van levensgemeenschappen van planten, dieren en micro-organismen en hun niet-levende omgeving, die in een onderlinge wisselwerking een functionele eenheid vormen, bv. bossen, heiden en soortenrijke graslanden.

Effluent: geloosd afvalwater, al dan niet gezuiverd.

Emissie: vuilvrucht, uitstoot of lozing van stoffen, golven of andere verschijnselen door bronnen, meestal uitgedrukt als een hoeveelheid per tijdseenheid.

End-of-pipe techniek: zuiveringstechniek die wordt toegepast aan het einde van de productieketen.

Epifytisch: op planten groeiend.

Erosie: zie bodemerrosie.

Eutrofiëring: overmatige aanwezigheid van plantenvoedende stoffen in het water, voornamelijk stikstof en fosfor. In aquatische ecosystemen kan eutrofiëring leiden tot een overdadige groei van waterplanten en/of algen en een achteruitgang van de kwaliteit van het water (fysico-chemisch en biologisch).

Eutroof: rijk aan nutriënten (plantenvoedingsstoffen).

Evapotranspiratie: de gezamenlijke waterafgifte door bodem, vegetatie en hun samenstellende delen aan de atmosfeer.

Exoot: soort die buiten haar normale verspreidingsgebied voorkomt. Een exoot kan/kon de nieuwe locatie alleen bereiken omdat de mens hem al dan niet doelbewust (heeft) verplaatst over een anders onoverkomelijke biogeografische/ecologische barrière.

Fotosynthese is een proces waarin lichtenergie wordt gebruikt om koolstofdioxide om te zetten in koolhydraten.

Fulvinezuur: humussubstantie met een lager molecuulgewicht en hoger zuurstofgehalte dan andere humussubstanties.

Fytobenthos: plantaardige organismen, gehecht op een vast substraat (bodem, planten).

Fytoplankton: microscopisch kleine plantaardige organismen die in het water zweven.

Grondwater: water beneden het grondoppervlak, meestal beperkt tot water onder de grondwaterspiegel.

Hemelwater: water van de neerslag (regen, sneeuw en hagel).

Herbepoting: uitzetten van vis.

Herbicide: pesticide tegen onkruiden.

Herbivoor: planten etend.

Humuszuur: zuur dat zich in humus ontwikkelt doordat er daar onvoldoende luchttoevoer is voor het volledig afbreken van organische moleculen. Strikt genomen gaat het daarbij niet om een enkel zuur, maar om een klasse van kleine organische zuurmoleculen, die via zwakke bindingen samenhangen in grotere structuren.

Influent: ongezuiverd afvalwater dat op een afvalwaterzuiveringsinstallatie binnenkomt.

Integraal waterbeheer: methodiek om het watersysteem zodanig te beheren en te ontwikkelen tot het voldoet aan de doelstellingen van de ecologische functies en van de gebruiksfuncties of een optimalisatie van functies.

Integraal waterbeleid: het beleid gericht op het gecoördineerd en geïntegreerd ontwikkelen, beheren en herstellen van watersystemen met het oog op het bereiken van de randvoorwaarden die nodig zijn voor het behoud van dit watersysteem als zodanig, en met het oog op het multifunctionele gebruik, waarbij de behoeften van de huidige en komende generaties in rekening wordt gebracht.

Insecticide: pesticide tegen insecten.

Kaderrichtlijn Water: Europese Richtlijn 2000/60/EG tot vaststelling van een kader voor communautaire maatregelen betreffende het waterbeleid.

Koelwater: water dat in de industrie als afkoelingsmedium gebruikt wordt en al dan niet in aanraking gekomen is met af te koelen of andere verontreinigende stoffen.

Macrofyten: hogere planten.

Macro-invertebraten: met het blote oog waarneembare ongewervelde organismen. (Voorbeelden van aquatische macro-invertebraten. Insecten (waterkevers, wantsen,...), larven van kevers, vliegen, muggen en, libellen, bloedzuigers.

Metabolisme of stofwisseling: het geheel van biochemische processen die plaatsvinden in cellen en organismen.

Milieukwaliteitsnorm: na te streven of nagestreefde toestand van het milieu of van een deel ervan opdat dit milieu bepaalde functies zou kunnen uitoefenen of ondersteunen.

Monitoring: van nabij volgen van een ontwikkeling of systeem om op het gepaste ogenblik te kunnen ingrijpen.

Mutageen: mutaties (fouten in het genetisch materiaal) veroorzakend.

Nitrificatie: proces waarbij ammonium door micro-organismen tot nitraat geoxideerd wordt. In een eerste stap zet Nitrosomas ammonium om tot nitriet, daarna zet Nitrobacter deze stof weer om in nitraat. Dit aerobe proces kan zowel plaatsvinden in de bodem als in het oppervlaktewater.

Nutriënt: (planten)voedingsstof waaronder stikstof, fosfor en kalium. (silicium enkel voor diatomeeën of kiezelwieren).

Oligotroof: arm aan nutriënten of plantenvoedingsstoffen.

Omnivoor: alleseter (zowel dierlijk als plantaardig materiaal).

Oppervlaktewater: aquatische ecosystemen: open water, meren, rivieren, sloten, kanalen ...

Organische stof: al het materiaal dat door organismen geproduceerd wordt.

Orthofosfaat: ontstaat door mineralisatie van organisch materiaal dat fosforverbindingen bevat en is een voedingsstof voor planten.

Overstort: constructie op een riool of afvalwatercollector waardoor een deel van het debiet geëvacueerd kan worden naar het oppervlaktewater wanneer de riool, resp. collector dreigt onder druk te komen staan (volledige vulling).

Perifyton: algen gehecht aan objecten.

Persistent: niet of zeer moeilijk afbreekbaar onder natuurlijke omstandigheden.

Pesticide: synthetische of uit levende organismen gewonnen stof aangewend tegen onkruid (herbiciden), insecten (insecticiden), schimmels (fungiciden) of andere ongewenste organismen of hulpstoffen om deze stoffen te versterken.

pH: zuurtegraad, gemeten aan de hoeveelheid waterstofionen. De negatieve logaritme van de hoeveelheid waterstofionen varieert tussen 0 en 14. Tussen elke eenheid ligt een 10-voudig verschil, hoe hoger de pH, hoe groter het aantal waterstofionen. pH 7 is neutraal, pH < 7 is zuur en pH > 7 is basisch.

Planktivoor: plankton etend.

Plankton: microscopisch kleine plantaardige en dierlijke organismen die in het water zweven.

Populatie: groep van organismen van dezelfde soort die samen voorkomen in een bepaald gebied.

Predator: dier dat in zijn voedsel voorziet door andere dieren (prooien) te doden.

Protozoa: eencellige, eukaryotische (= met celkern) micro-organismen, die niet behoren tot de planten, schimmels, dieren en Chromista (met onder andere de bruinwieren en diatomeeën).

Puntbron: emissiebron die duidelijk aanwijsbaar is en beheersbaar is, bij modellering voorgesteld als punt (in tegenstelling tot lijn- en oppervlaktebronnen).

Radioactiviteit: fysisch verschijnsel, waarbij onstabiele atoomkernen vervallen. Deze desintegraties gaan gepaard met het uitzenden van ioniserende stralingen. De eenheid van activiteit is de becquerel (Bq).

Recreatie: geheel van gedragingen die men in de vrije tijd vrijwillig onderneemt of ondergaat, waarvan verondersteld wordt dat ze primair gericht zijn op het bevredigen van de eigen verlangens naar ontspanning als levensactiviteit.

Richtlijn (Europese): besluit dat bindend is voor de lidstaten wat betreft een in de richtlijn uitgedrukt te bereiken resultaat. De lidstaten zijn vrij de vorm en middelen te bepalen nodig om aan de richtlijn te voldoen. Bij niet naleving kan de Commissie een procedure inzetten krachtens art. 226 (ex. art. 169).

Risico: de gelijktijdige aanwezigheid van verschillende factoren die met een bepaalde waarschijnlijkheid aanleiding kunnen geven tot een plotselinge en ongewenste gebeurtenis waarbij er ernstige schade optreedt voor levende wezens of hun leefmilieu waardoor de goede werking van hun samenleving in het gedrang komt.

Rode Lijst: overzicht voor een bepaald gebied van bedreigde soorten, opgesteld volgens specifieke criteria en ingedeeld in meerdere categorieën (bv. 'uitgestorven in Vlaanderen', 'zeldzaam', 'bedreigd').

Sedimentatie: afzetten/bezinken van deeltjes.

Streefwaarde: milieukwaliteitsdoelstelling waarbij geen nadelige effecten te verwachten zijn.

Structuurkenmerk: omvat allerlei fysische eigenschappen van de oppervlaktewateren: meandering, verval, aard van het sediment, afwisseling van diepten en ondiepten (pool-riffle patroon), aard van de oeverzones, oeverstructuur ...

Turbiditeit: troebelheid.

Uitspoeling: verdwijning van stoffen uit de bodem doordat ze met het doorsijpelend water worden meegevoerd.

Verdroging: vermindering van de specifieke waterinhoud van een watervoerende laag en van de bodem door antropogene beïnvloeding.

Vermesting: het aanrijken van bodem, water (oppervlakte- en grondwater) met nutriënten (stikstof, fosfor en kalium) waardoor de ecologische processen en de natuurlijke kringlopen verstoord kunnen worden. Deze verstoringen kunnen aanleiding geven tot eutrofiëring van zoet en zout oppervlaktewater, verhoogde nitraatconcentraties in oppervlakte- en grondwater, achteruitgang van de biodiversiteit en kwalitatieve achteruitgang van voedingsgewassen, vervuiling drinkwatervoorraden.

Versnippering: de verdeling van ruimtelijke gehelen in kleinere of minder samenhangende stukken.

Verziltting: indringen van brak of zilt grondwater tot in de wortellaag van de bodem. Hierdoor stapelen zouten zich op in de bodem.

Verzuring: gezamenlijke effecten en gevolgen van vooral zwavel- en stikstofverbindingen (zwaveldioxide, stikstofoxiden en ammoniak) die via de atmosfeer in het milieu worden gebracht.

Vuilvracht: a) hoeveelheid verontreinigende stof of zuurstofbindende stoffen welke per tijdseenheid geloosd wordt/worden; b) hoeveelheid verontreinigende stof of zuurstofbindende stoffen welke per tijdseenheid getransporteerd wordt/worden in een open of gesloten leiding (bv. riool) of een waterloop.

Waterbalans: nettoresultaat van aan- en afvoer van water (bv. in stroomgebied) waarbij alle waterbronnen en -verliezen beschouwd worden.

Waterbodem: bodem van een oppervlaktewaterlichaam die altijd of een groot deel van het jaar onder water staat.

Waterketen: geheel van activiteiten die samenhangen met het water bestemd voor menselijke aanwending of met de collectering en de zuivering van het afvalwater.

Waterlichaam: onderscheiden oppervlaktewater, zoals een meer, een wachtbekken, een spaarbekken, een stroom, een rivier, een kanaal, een overgangswater of een deel van een stroom, rivier, kanaal of overgangswater (kan ook voor grondwater gebruikt worden). Term gebruikt in de Europese Kaderrichtlijn Water en aanverwante wet- en regelgeving en plannen.

Watersysteem: samenhangend en functioneel geheel van oppervlaktewater, grondwater, waterbodems en oevers, met inbegrip van de daarin voorkomende levensgemeenschappen en alle bijbehorende fysische, chemische en biologische processen en de daarbij horende fysische structuur.

Zuiveringsgraad: percentage van de bevolking waarvan het afvalwater in een RWZI gezuiverd wordt.

Zuiveringsrendement van de RWZI: verhouding tussen de op een RWZI verwijderde vuilvracht en de inkomende vuilvracht (influent).

Zuurtegraad: zie pH.

Zware metalen: hieronder worden vaak de volgende acht elementen verstaan die door de Derde Noordzeeconferentie als prioritair worden beschouwd: arseen (As - eigenlijk een metalloïde), cadmium (Cd), chroom (Cr), koper, (Cu), kwik (Hg), lood (Pb), nikkel (Ni) en zink (Zn). Als sporenelementen zijn veel van deze elementen noodzakelijk voor het ondersteunen van het biologisch leven. Bij hogere niveaus worden ze daarentegen toxisch, kunnen ze accumuleren in biologische systemen en vertegenwoordigen ze een significant gezondheidsrisico.

Afkortingen

BZV: biochemisch zuurstofverbruik

CICES: Common International Classification for Ecosystem Services

EEA: European Environment Agency

ETC: European Topic Centre

FSC: Field Studies Council

IBA: individuele behandelingsinstallatie voor afvalwater

INBO: Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek

MIRA: Milieurapport Vlaanderen

N: stikstof

NARA: Natuurrapport

P: fosfor

PAK: polycyclische aromatische koolwaterstof

PCB: polychloorbifenyyl

pH: zuurtegraad

RIVM: Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu

RWZI: rioolwaterzuiveringsinstallatie

UG: Universiteit Gent

VITO: Vlaamse Instelling voor Technologisch Onderzoek

VLAREM: Vlaams reglement milieuvergunningen

VUB: Vrije Universiteit Brussel

VMM: Vlaamse Milieumaatschappij

WEL: Water, Energie en Leefmilieu

[Terug naar Inhoudsopgave](#)