

ECOLOGISCHE SLEUTELFACTOR ORGANISCHE BELASTING ⇒ HOOFDRAPPORT



2018
27

stowa

ECOLOGISCHE SLEUTELFACTOR ORGANISCHE BELASTING

➤ HOOFDRAPPORT





INHOUDSOPGAVE

| | | |
|-----------|---|-----------|
| H1 | INLEIDING | 4 |
| <hr/> | | |
| H2 | DE ECOLOGISCHE SLEUTELFACTOR ORGANISCHE BELASTING | 10 |
| 2.1 | Organische belasting en de zuurstofhuishouding | 11 |
| 2.2 | Grenswaarden en kritische belasting | 13 |
| 2.3 | Relatie met andere ecologische sleutelfactoren | 15 |
| <hr/> | | |
| H3 | EEN GEFASEERDE SYSTEEMANALYSE | 22 |
| 3.1 | Quick scan | 23 |
| 3.2 | Globale analyse | 26 |
| 3.3 | Nadere analyse | 35 |
| <hr/> | | |
| H4 | AANBEVELINGEN VOOR VERDERE ONTWIKKELING VAN INSTRUMENTEN | 38 |
| <hr/> | | |
| | STOWA in het kort | 42 |
| | Colofon | 44 |

H1 INLEIDING

.....

In dit rapport wordt beschreven hoe voor ‘stilstaande wateren’ kan worden onderzocht of organische belasting een belemmering vormt voor het ecologisch functioneren van het watersysteem. De methode is toepasbaar voor sloten, grachten, singels, kanalen en ondiepe meren en plassen. De ecologische sleutelfactor (ESF) organische belasting maakt deel uit van het ESF-raamwerk, dat uit acht ecologische sleutelfactoren bestaat. Het ESF-raamwerk is bedoeld om invulling te geven aan watersysteemanalyses, waarbij de diagnose van het hydrologisch en ecologisch functioneren centraal staat.

De systeemanalyse voor de organische belasting bestaat uit drie stappen: quick scan, globale analyse en nadere analyse. Blijkt uit de quick scan dat er geen negatieve invloed van de organische belasting is, dan is het niet nodig om de twee verdere analysestappen voor deze sleutelfactor uit te voeren. Door deze fasering wordt voorkomen dat veel tijd verloren gaat aan onnodig gedetailleerde analyses. Deze gefaseerde aanpak past in de geest van de systematiek van ecologische sleutelfactoren, waarbij steeds gezocht wordt naar de voor de ecologische toestand meest bepalende processen.

.....

KADER ECOLOGISCHE SLEUTELFACTOR ORGANISCHE BELASTING



Of het nu gaat om riooloverstortingen, ongezuiverde lozingen, hondenpoep, ingewaaid blad, of brood voor de eenden dat in het water wordt gegooit: het zijn allemaal bronnen van organische belasting op een watersysteem. Een hoge organische belasting kan leiden tot zuurstofloosheid, doordat meestal zuurstof nodig is voor het afbreken van de organische stoffen in het watersysteem. Dit kan bijvoorbeeld resulteren in een verlies van biodiversiteit, het plotseling sterven van organismen die afhankelijk zijn van zuurstof in het water (bijv. vissen) en/of een problematische toename van bacteriën die giftige stoffen produceren.

Het effect van organische belasting is veelal tijdelijk en lokaal. Wanneer deze ecologische sleutelfactor ‘op rood’ staat, vormt dit lokaal vaak het belangrijkste probleem. Dat wil zeggen: het probleem dat domineert en daarom eerst opgelost moet worden.

Overgenomen en bewerkt uit: Ecologische Sleutelfactoren (STOWA-rapport 2014-19)

ORGANISCHE BELASTING: EEN ACTUEEL PROBLEEM

In het verleden zorgde organische belasting van het oppervlaktewater op grote schaal voor waterkwaliteitsproblemen. Zelfs de grotere wateren, zoals rivieren en meren, hadden hierdoor periodiek te kampen met zuurstofproblemen en als gevolg hiervan met vissterfte. Veel van de eerste biologische beoordelingssystemen waren dan ook primair gericht op organische belasting. Tegenwoordig vormt organische belasting zelden nog een probleem op de schaal van een heel watersysteem, omdat er veel maatregelen zijn getroffen. Lokaal zijn de effecten echter nog wel groot. Belangrijke bronnen zijn bijvoorbeeld: riooloverstortingen, lozingen van IBA's¹, bladval, mest, hondenpoep, brood voor eenden en lokvoer voor vissen.

Dat organische belasting lokaal nog steeds voor problemen zorgt, blijkt uit een in 2017 gehouden enquête onder 76 personen uit de watersector.² Ruim een derde van de respondenten gaf aan betrokken te zijn geweest bij situaties met een hoge organische belasting. Als belangrijkste indicatoren werden meldingen van lage zuurstofconcentraties, stank en dode vissen genoemd. Ook gaf een derde van de respondenten aan behoefte te hebben aan 'meer of andere instrumenten om (de effecten van) organische belasting te beoordelen'. Volgens de respondenten dient een te ontwikkelen instrument vooral pragmatisch te zijn en herkenbare resultaten te geven. Bij voorkeur heeft zo'n nieuw instrument verschillende gradaties van complexiteit.

OVER DE SYSTEMATIEK VAN ECOLOGISCHE SLEUTELFACTOREN

De systematiek van ecologische sleutelfactoren helpt waterbeheerders om te doorgronden welke processen bepalend zijn voor de toestand van het watersysteem. Dit wordt gedaan aan de hand van een watersysteemanalyse waarbij de ESF's in samenhang worden beschouwd. De systematiek van ESF's is in nauwe samenwerking tussen de STOWA, waterbeheerders en adviesbureaus ontwikkeld. Meer informatie over de ecologische sleutelfactoren is te vinden in:

-
- 1 *IBA staat voor Individuele Behandeling van Afvalwater. Een septic tank is een voorbeeld van een IBA. De term wordt echter meestal gebruikt voor andere vormen van individuele afvalwaterbehandeling, die ten opzichte van septic tanks hogere zuiveringsrendementen halen.*
 - 2 *De enquêteresultaten zijn weergegeven in de achtergrondnotitie 'Enquêteresultaten'. De enquête is gehouden in het ontwikkeltraject van de in dit rapport gepresenteerde werkwijze en instrumenten. 56 respondenten waren werkzaam bij een waterschap. De overige 20 respondenten waren werkzaam bij gemeenten, onderzoeksinstellingen, de STOWA, adviesbureaus, hebben hun functie niet ingevuld of waren student.*

-
- **STOWA-RAPPORT 2014-19** Ecologische Sleutelfactoren. Begrip van het watersysteem als basis voor beslissingen;
 - **STOWA-RAPPORT 2015-17** Ecologische Sleutelfactoren voor het herstel van onderwatervegetatie. Toepassing van de ecologische sleutelfactoren Productiviteit water, Lichtklimaat en Productiviteit bodem in de praktijk.

Bij de uitwerking van ESF's wordt onderscheid gemaakt tussen stilstaande en stromende wateren. Dit rapport richt zich alleen op stilstaande wateren, maar de gepresenteerde methodiek is grotendeels vergelijkbaar met de methodiek, zoals die ontwikkeld is voor stromende wateren. In beide sets ESF's wordt de organische belasting beschouwd in relatie tot de (hydrologische) systeemkenmerken en de zuurstofhuishouding.

OVERZICHT SYSTEEMANALYSE VOOR ORGANISCHE BELASTING

De centrale vraag voor deze ecologische sleutelfactor is of de organische belasting een belemmering vormt voor het ecologisch functioneren van het watersysteem.

In de quick scan (3.1) staat de vraag centraal of er aanwijzingen zijn om te veronderstellen dat organische belasting een belemmering vormt? Hiervoor volstaat een analyse op hoofdlijnen. Uit een grove beoordeling van de biologische en fysisch-chemische waterkwaliteit blijkt of problemen door organische belasting wel of niet aannemelijk zijn. Om dit te beoordelen wordt ook gekeken naar de kenmerken van het watersysteem (bijvoorbeeld de waterdiepte) en de aanwezigheid van potentiële belastingsbronnen.

Bij de globale analyse (3.2) staat een vergelijking tussen de organische belasting en kritische belasting centraal. De kritische organische belasting wordt overschreden wanneer het zuurstofgehalte onder een kritische grenswaarde daalt, waarbij gewenste soorten niet meer goed kunnen functioneren. Voor de uitwerking van de globale analyse is een instrument ontwikkeld met een vereenvoudigd zuurstofmodel. Hierin wordt een stationair zuurstofgehalte berekend op basis van systeemkenmerken en de emissie vanuit de aanwezige bronnen. De reaeratie is in stilstaande en langzaam stromende wateren vaak de belangrijkste aanvoerpost en is afhankelijk van de windinvloed, de stroomsnelheid en het zuurstofdeficit.³

Voor de zuurstofconcentratie zijn ook de zuurstofproductie en -consumptie door het voedselweb sterk bepalend. Er kan bijvoorbeeld sprake zijn van te lage zuurstofconcentraties door kroosdekken of een te grote dag-nachtfluctuatie door woe-kerende waterplanten met lage zuurstofconcentraties in de nacht. De primaire oorzaak van de lage zuurstofconcentraties ligt dan niet in de ESF organische be-lasting, maar bij de andere sleutelfactoren (zie ook [afbeelding 2.3](#)). In het ontwik-kelde instrument voor de globale analyse wordt het voedselweb niet expliciet mee-genomen, omdat dit veel te complex is. In de beschouwing van de analyses dient het voedselweb wel steeds te worden genomen.

De nadere analyse (3.3) wordt uitgevoerd wanneer de globale analyse nog niet tot het benodigde inzicht leidt, bijvoorbeeld door grote ruimtelijke en temporele ver-schillen in zuurstofgehalten en/of als effecten van nutriëntenbelasting en organi-sche belasting niet goed gescheiden kunnen worden. Hiervoor zijn gedetailleer-dere modellen nodig. De uitbreiding van het instrumentarium hiervoor is nog in ontwikkeling. De waterbeheerder kan wel vast aan de slag met bestaande model-len, zoals PCLake en PCDitch voor een integrale beschouwing van nutriënten- en zuurstofprocessen en SOBEK voor de verspreiding van water en stoffen.

Indien uit de analyses blijkt dat de organische belasting leidt tot een zuurstofcon-centratie lager dan de minimaal toelaatbare concentratie, dan staat ESF Organi-sche belasting ‘op rood’. Indien de zuurstofconcentratie bij de organische belas-ting niet onder de grenswaarde daalt, dan is de zuurstofvraag van de belasting niet belemmerend voor het ecologisch functioneren. ESF Organische belasting staat in dat geval ‘op groen’.

LEESWIJZER

In [hoofdstuk 2](#) wordt ingegaan op wat de ecologische sleutelfactor organische be-lasting is. In dit hoofdstuk wordt uitgelegd hoe organische belasting de zuurstof-concentratie beïnvloedt, hoe grenswaarden voor organische belasting en voor de zuurstofhuishouding kunnen worden bepaald en wat de relatie is tussen de ESF organische belasting en andere ecologische sleutelfactoren. In [hoofdstuk 3](#) wordt ingegaan op hoe de ecologische sleutelfactor organische belasting toegepast kan worden. Het hoofdstuk behandelt drie analysestappen: quick scan, globale analyse en nadere analyse. In dit hoofdstuk wordt ook het instrument Oxy-val toegelicht met voorbeeldresultaten op basis van de casus Beuningen. In [hoofdstuk 4](#) worden

enkele aanbevelingen gedaan voor het verder ontwikkelen van instrumenten voor het analyseren van deze ESF.

Dit rapport geeft een beknopte beschrijving van ESF organische belasting. In de volgende documenten wordt de materie uitgebreider behandeld:

- achtergrondnotitie: Enquêteresultaten;
- achtergronddocument: Quick scan en globale analyse (inclusief handleiding Oxy-val);
- achtergronddocument: Nadere analyse;
- achtergronddocument: Casus Beuningen.

H2 DE ECOLOGISCHE SLEUTELFACTOR ORGANISCHE BELASTING



In dit hoofdstuk wordt ingegaan op wat de ecologische sleutelfactor organische belasting is. Hierbij wordt ingegaan op de relatie tussen de organische belasting en de zuurstofhuishouding, de wijze waarop kritische grenswaarden voor de organische belasting en de zuurstofhuishouding kunnen worden bepaald en de relatie met andere ecologische sleutelfactoren en processen.

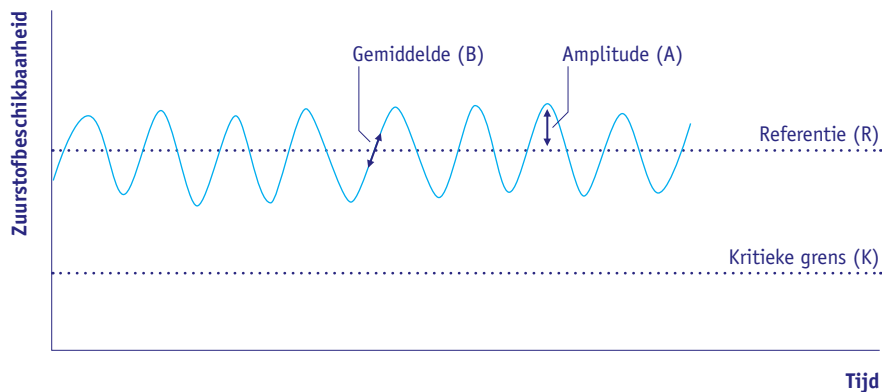
2.1 ORGANISCHE BELASTING EN DE ZUURSTOFHUISHOUDING

In een natuurlijke situatie verandert de zuurstofbeschikbaarheid continu, onder andere doordat primaire producenten (algen, waterplanten, etc.) overdag zuurstof produceren en 's nachts verbruiken. [Afbeelding 2.1](#) toont een schets van de zuurstofbeschikbaarheid die in een dag- en nachtritme fluctueert met amplitude A rond gemiddelde B. Organische belasting kan dit ritme verstoren. Het gemiddelde (B) in [afbeelding 2.1](#) is ook de referentielijn (R, weergegeven in grijs) die wordt gehanteerd in de voorbeelden in [afbeelding 2.2](#), waarbij wordt uitgegaan van verschillende vormen van organische belasting.

De kritieke grens voor zuurstofbeschikbaarheid (K) voor een systeem, waarbij sprake is van een te hoge organische belasting, is afhankelijk van welke functionele soort(en) worden beschouwd. Deze kritieke grens moet worden beschouwd in relatie met de onderschrijdingsduur. In [paragraaf 2.2](#) gaan we op beide aspecten in.

AFB 2.1 ZUURSTOFBESCHIKBAARHEID

De zuurstofbeschikbaarheid in het systeem fluctueert in dag- en nachtritme met amplitude (A) rond een gemiddelde (B), ten opzichte van een kritieke grens (K). Het gemiddelde wordt in de volgende afbeeldingen steeds als referentie (R) gebruikt.



Op hoofdlijnen onderscheiden we drie type organische belasting:

- een piekbelasting van snel afbrekend organisch materiaal, bijvoorbeeld afkomstig uit een riooloverstort. Dit zorgt voor een tijdelijk dip in de zuurstofconcentratie, die afhankelijk van de omvang en tijdsduur kan zorgen voor sterfte van organismen. Het gemiddelde (B in [afbeelding 2.2](#)) blijft gelijk;
- een langdurige belasting van snel afbrekend organisch materiaal, bijvoorbeeld een continue lozing. De zuurstofconcentratie is hierdoor vrijwel continu lager. Het gemiddelde (B in [afbeelding 2.2](#)) gaat omlaag;
- een belasting met langzaam afbrekend materiaal, bijvoorbeeld bladval. Vaak betreft dit een belasting die zich ophoopt in de waterbodem. De afbraak hiervan draagt bij aan het sedimentaire zuurstofverbruik (SZV). Deze belasting zorgt voor een langdurig lagere zuurstofconcentratie. Het gemiddelde (B in [afbeelding 2.2](#)) gaat omlaag.

De invloed van organische belasting op de zuurstofhuishouding hangt naast het type organische belasting ook af van de omvang van de belasting, de watersysteemkenmerken en de processen in het watersysteem. De zuurstofconcentratie wordt niet alleen door organische belasting bepaald, maar ook door de nutriëntenbelasting, voedselwebprocessen, de zuurstofconcentratie van eventueel inlaatwater en de ligging en de hydrologische context van het watersysteem.

De effecten van verschillende typen organische belasting zijn weergegeven in de grafieken in [afbeelding 2.2](#):

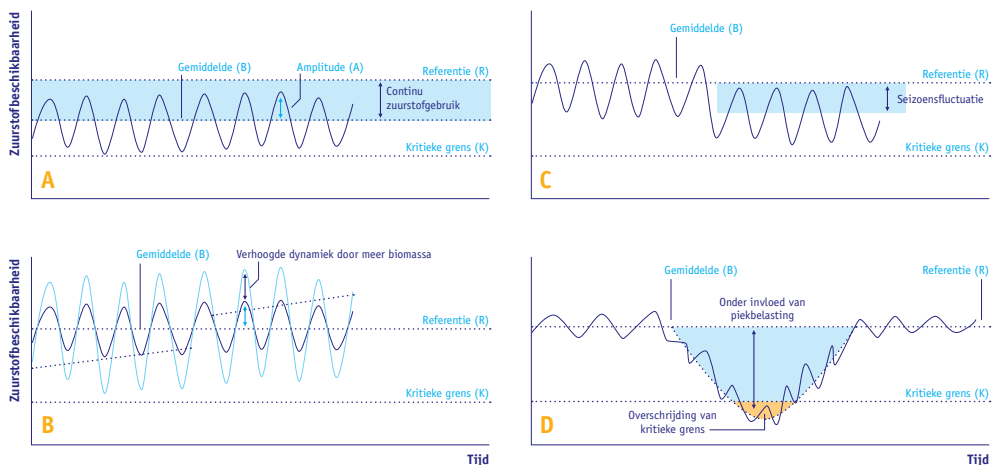
- **A:** een constante inlaat van organisch materiaal of een continue zuurstofvraag vanuit de waterbodem kunnen de gemiddelde zuurstofbeschikbaarheid verlagen;
- **B:** een verhoogde biomassa algen en waterplanten kan de amplitude van het dag- en nachtritme versterken;
- **C+D:** piekbelastingen en seizoenschommelingen kunnen tijdelijk de gemiddelde beschikbaarheid van zuurstof verlagen. De onderschrijdingsduur is hier belangrijk voor het effect op organismen.

Er is sprake van een kritische organische belasting wanneer de organische belasting ertoe leidt dat de zuurstofconcentratie onder een kritische grens komt. De kritieke grens voor organische belasting is afhankelijk van systeemkenmerken als verblijftijd, waterdiepte en strijklengte.

We hanteren dus twee kritische grenzen voor de analyse van organische belasting: een kritische grens voor zuurstofbeschikbaarheid, welke afhankelijk is van welke functionele soort(en) worden beschouwd en een kritische grens voor organische belasting, welke afhankelijk is van kenmerken van het watersysteem.

AFB 2.2 ZUURSTOFBESCHIKBAARHEID

Beïnvloeding van de zuurstofbeschikbaarheid door verschillende vormen van organische belasting: a) verlaging van het gemiddelde, b) vergroting van de amplitude, c) seizoensgebonden verandering van het gemiddelde en d) tijdelijke verlaging van het gemiddelde.



2.2 GRENSWAARDEN EN KRITISCHE BELASTING

Organische belasting is belemmerend voor het ecosysteem wanneer de zuurstofhuishouding als gevolg van deze organische belasting onvoldoende is voor de gewenste soorten. De eisen van de gewenste soorten bepalen wanneer een bepaalde zuurstofhuishouding problematisch is en daarmee ook de kritische belasting. De kritische belasting is immers die belasting, waarbij de zuurstofconcentratie onder deze grenswaarde daalt. De minimaal toelaatbare concentratie is afhankelijk van welke soorten in het specifieke water gewenst zijn, de ruimtelijke variatie in het zuurstofgehalte, de duur van de lage concentraties en de vluchtmogelijkheden voor organismen in het specifieke water.

Er zijn voor de ESF organische belasting géén grenswaarden afgeleid voor de minimale zuurstofconcentraties in het oppervlaktewater. Deze waarden zijn immers soortspecifiek en daarmee ook systeemspecifiek. Vanuit de Kaderrichtlijn Water is een range gegeven van de gewenste zuurstofverzadigingsgraad in de zomerperiode (zie tabel 2.1). Dit geeft de boven- en ondergrens van de gewenste achtergrondconcentratie, gebaseerd op de kennis van de doelsoorten en hun milieu. Deze range zegt echter niet direct iets over de toegestane fluctuatie als gevolg van het dag- en nachtritme.

KADER ZUURSTOFBESCHIKBAARHEID IN NATUURLIJKE WATEREN

Er komen van nature watersystemen voor met langdurig lage zuurstofconcentraties. Deze wateren vormen daarmee habitats voor bepaalde soorten die zich aan lage of sterk fluctuerende zuurstofconcentraties hebben aangepast, bijvoorbeeld vissen zoals zeelt, kroeskarper en de grote modderkruiper, en bepaalde soorten muggen- en vliegenlarven (o.a. Chironomus sp. en Eristalis sp.). Andere soorten zijn juist afhankelijk van constante en hoge zuurstofgehalten, bijvoorbeeld snoekbaars, beekprik, barbeel, beekforel en zalm. Vaak gaat het om soorten die vooral in (snel)stromend water voorkomen.

In tabel 2.1 zijn voor enkele KRW-watertypen de onder- en bovengrens weergegeven van de zuurstofverzadiging, voor de beoordelingsklasse ‘zeer goed’ en ‘goed’ (bij natuurlijke watertypen) of voor de MEP en GEP (bij kunstmatige watertypen).⁴ Deze ranges kunnen worden gebruikt als indicatie voor de kritische grenswaarde, de minimaal toelaatbare zuurstofconcentratie. Voor wateren zonder KRW-type-ring kan het meest vergelijkbare KRW-type als vertrekpunt worden gebruikt.

Bij waterschap De Dommel is in het kader van het Kallisto-project een ecologisch toetsinstrument ontwikkeld, waarbij de omvang van de toelaatbare dip in de zuurstofconcentratie afhankelijk is van de duur en frequentie van deze dip.⁵ De focus

4 De relatie tussen de zuurstofverzadiging en de zuurstofconcentratie is temperatuurafhankelijk. De verzadigingspercentages zijn omgerekend naar concentraties bij een temperatuur van 15°C en van 20°C.

5 Jeroen de Klein, Niels Evers, Oscar van Zanten, Ineke Barten en Edwin Peeters (2015) Een Ecologisch Toetsinstrument voor beoordeling van het effect van piekbelasting uit rioolwaterzuivering en riooloverstorten op de rivier de Dommel (geüpdatet versie 2015), Wageningen UR en Waterschap De Dommel.

van deze methodiek ligt op stromende wateren, maar de achterliggende gedachte is ook voor stilstaande wateren toepasbaar en kan door een waterbeheerder in de in [hoofdstuk 3](#) besproken systeemanalyse worden gebruikt om de minimaal toelaatbare zuurstofconcentratie te bepalen.

KADER RELATIE KRITISCHE GRENS ZUURSTOFBESCHIKBAARHEID MET ONDSCHRIJDINGSDUUR

De gevoeligheid van organismen voor een laag zuurstofgehalte is niet alleen afhankelijk van de zuurstofconcentratie, maar ook van de tijdsduur van de lage concentratie en de frequentie (hoe vaak een zuurstofdip voorkomt). Mobiele soorten zoals vissen kunnen tijdelijk migreren naar zuurstofrijkere waterdelen. Voor soorten die meer plaatsgebonden zijn, kunnen bepaalde habitats (zoals oevers) tijdelijk als toevluchtsoord dienen. De verschillen in zuurstofbehoefte van soorten maakt ze geschikt als indicator voor de zuurstofhuishouding. Ook kunnen normen voor het zuurstofgehalte worden afgeleid van de eisen van bepaalde doelsoorten. De genoemde variaties in het zuurstofgehalte in tijd en ruimte maken het, samen met variaties in het habitatgebruik van soorten, lastig om een eenvoudige norm voor een watersysteem af te leiden. Ondanks deze complexiteit geven de soortspecifieke eisen en de kennis van het milieu waarin deze soorten worden aangetroffen wel richting aan het vaststellen van kritische grenswaarden.

2.3 RELATIE MET ANDERE ECOLOGISCHE SLEUTELFACTOREN

Een aantal ecologische sleutelfactoren is sterk verweven met de ESF organische belasting. Dit geldt in het bijzonder voor de ESF productiviteit water waarin de nutriëntenbelasting in relatie tot de primaire productie door algen wordt beschouwd. Beide sleutelfactoren hebben een sterke invloed op de zuurstofhuishouding van het water. Daarnaast zijn voor deze sleutelfactoren bronnen vaak identiek. Een analyse van de organische belasting moet daarom altijd in de context van andere ESF's worden beschouwd. [Afbeelding 2.3](#) geeft een overzicht van de processen die bepalend zijn voor de zuurstofhuishouding, inclusief de organische belasting. [Afbeelding 2.4](#) geeft de relaties tussen bronnen van nutriënten en organische stof in relatie tot de zuurstofhuishouding.

TABEL ZUURSTOFVERZADIGING IN KRW-MAATLATEN

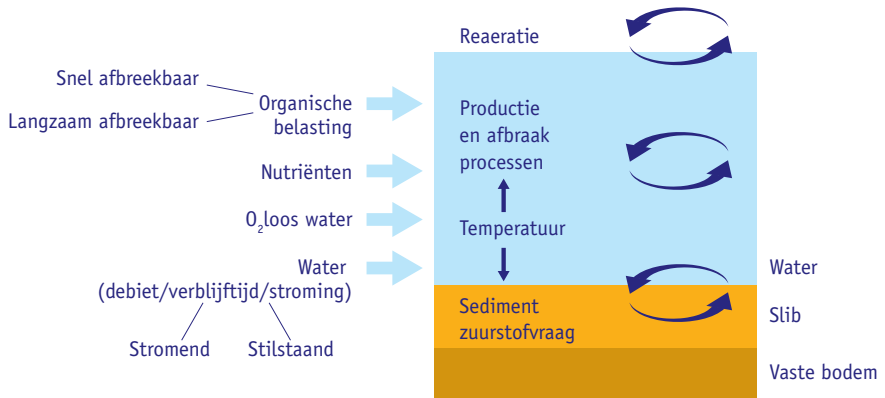
2.1

Range van zuurstofverzadiging in KRW-maatlaten voor enkele watertypen bij verschillende beoordelingsklassen, tevens omgerekend naar zuurstofconcentraties bij een temperatuur van 15 en van 20 graden Celsius. Het betreft beoordelingswaarden voor de zomerhalfjaargemiddelde concentratie. Voor de natuurlijke wateren zijn de klassen 'zeer goed' en 'goed' weergegeven. Voor de kunstmatige watertypen de MEP- en GEP-waarden.

| WATERTYPE | WATERTYPE | KLASSE | VERZADIGING | CONC. BIJ T = 15°C | CONC. BIJ T = 20°C |
|----------------------|-------------------------------|-----------|-------------|------------------------------|------------------------------|
| M1 | Gebufferde sloten | MEP | 60-120% | 6,1-12,2 mgO ₂ /l | 5,5-11,0 mgO ₂ /l |
| | op minerale bodem | GEP | 35-120% | 3,6-12,2 mgO ₂ /l | 3,2-11,0 mgO ₂ /l |
| M2 | Zwak gebufferde | MEP | 70-110% | 7,1-11,2 mgO ₂ /l | 6,4-10,1 mgO ₂ /l |
| | sloten | GEP | 35-120% | 3,6-12,2 mgO ₂ /l | 3,2-11,0 mgO ₂ /l |
| M3, M6, M7 en M10 | Kanalen | MEP | 60-120% | 6,1-12,2 mgO ₂ /l | 5,5-11,0 mgO ₂ /l |
| | | GEP | 40-120% | 4,0-12,2 mgO ₂ /l | 3,6-11,0 mgO ₂ /l |
| M4 | Zwak gebufferde | MEP | 70-110% | 7,1-11,2 mgO ₂ /l | 6,4-10,1 mgO ₂ /l |
| | (regionale) kanalen | GEP | 40-120% | 4,0-12,2 mgO ₂ /l | 3,6-11,0 mgO ₂ /l |
| M8 | Gebufferde | MEP | 60-120% | 6,1-12,2 mgO ₂ /l | 5,5-11,0 mgO ₂ /l |
| | laagveensloten | GEP | 35-120% | 3,6-12,2 mgO ₂ /l | 3,2-11,0 mgO ₂ /l |
| M9 | Zwak gebufferde | MEP | 70-110% | 7,1-11,2 mgO ₂ /l | 6,4-10,1 mgO ₂ /l |
| | hoogveensloten | GEP | 60-120% | 6,1-12,2 mgO ₂ /l | 5,5-11,0 mgO ₂ /l |
| M12 | Kleine ondiepe | zeer goed | 70-110% | 7,1-11,2 mgO ₂ /l | 6,4-10,1 mgO ₂ /l |
| | zwak gebufferde plassen | goed | 60-120% | 6,1-12,2 mgO ₂ /l | 5,5-11,0 mgO ₂ /l |
| M14 | Ondiepe (matig | zeer goed | 60-120% | 6,1-12,2 mgO ₂ /l | 5,5-11,0 mgO ₂ /l |
| | grote) gebufferde plassen) | goed | 60-120% | 6,1-12,2 mgO ₂ /l | 5,5-11,0 mgO ₂ /l |
| M20 | Matig grote diepe | zeer goed | 60-120% | 6,1-12,2 mgO ₂ /l | 5,5-11,0 mgO ₂ /l |
| | gebufferde meren | goed | 60-120% | 6,1-12,2 mgO ₂ /l | 5,5-11,0 mgO ₂ /l |
| M21 | Grote diepe | zeer goed | 70-110% | 7,1-11,2 mgO ₂ /l | 6,4-10,1 mgO ₂ /l |
| | gebufferde meren | goed | 60-120% | 6,1-12,2 mgO ₂ /l | 5,5-11,0 mgO ₂ /l |
| M23 | Ondiepe kalkrijke | zeer goed | 90-110% | 9,1-11,2 mgO ₂ /l | 8,3-10,1 mgO ₂ /l |
| | (grotere) plassen | goed | 60-120% | 6,1-12,2 mgO ₂ /l | 5,5-11,0 mgO ₂ /l |
| M27 | Matig grote ondiepe | zeer goed | 60-120% | 6,1-12,2 mgO ₂ /l | 5,5-11,0 mgO ₂ /l |
| | laagveenplassen | goed | 60-120% | 6,1-12,2 mgO ₂ /l | 5,5-11,0 mgO ₂ /l |
| M30 - M32 | Brakke meren en | zeer goed | 80-120% | 8,1-12,2 mgO ₂ /l | 7,4-11,0 mgO ₂ /l |
| | plassen | goed | 60-120% | 6,1-12,2 mgO ₂ /l | 5,5-11,0 mgO ₂ /l |

AFB 2.3 PROCESSEN ZUURSTOFHUISHOUDING

Processen die bepalen hoe organische belasting en andere factoren ingrijpen op de zuurstofhuishouding.



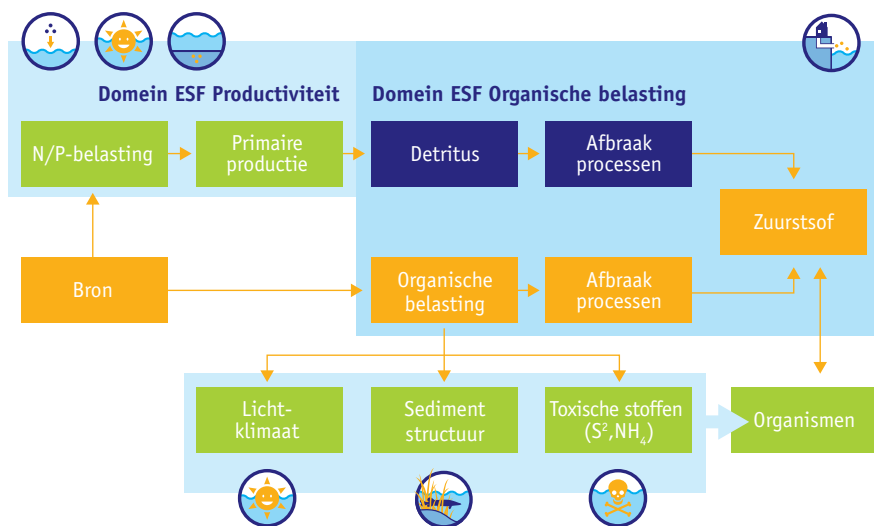
Ook andere ecologische sleutelfactoren hebben een relatie met de ESF organische belasting, bijvoorbeeld de ecologische sleutelfactoren lichtklimaat (vertroebeling door organische deeltjes), productiviteit van de bodem (ophoping van organisch materiaal) en habitatgeschiktheid (ophoping van slib zorgt voor een verandering van de sedimentstructuur). Tegelijk wordt de zuurstofhuishouding niet alleen door organische belasting beïnvloed, maar ook door andere factoren, zoals de afbraak van detritus (zie [afbeelding 2.4](#)). Ook de lozing van chemische zuurstofverbruikende stoffen beïnvloedt de zuurstofhuishouding (niet afgebeeld).

KADER VOORBEELD VAN RELATIES TUSSEN ECOLOGISCHE SLEUTELFACTOREN

Nutriëntenbelasting leidt bijvoorbeeld tot algenbloei. Algen vertroebelen het water en kunnen 's nachts voor zuurstoftekort zorgen. Door een toename van de primaire productie zal meer biomassa afsterven, waardoor meer zuurstof wordt verbruikt. Indien niet al het dode organische materiaal tijdig afgebroken wordt, vormt het resterende organische materiaal een sliblaag op de waterbodem en is daarmee een bron van langdurig organische belasting. De afbraak van slib kan tot vorming van toxische sulfide in de waterbodem leiden. Ten slotte wordt de sedimentstructuur aangetast wat van belang is voor de worteling van waterplanten.

AFB 2.4 OVERZICHT RELATIES

Overzicht van de relatie tussen bronnen van nutriënten en organische stof, processen, zuurstof en organismen. Het primaire domein van ESF organische belasting is met oranje blokjes weergegeven. Duidelijk wordt dat er een sterke relatie is tussen nutriënten en organische stof, omdat nutriënten via primaire productie, detritusvorming en afbraakprocessen ook invloed hebben op de zuurstofhuishouding. Er is ook een relatie met andere ecologische sleutelfactoren. Blad op de bodem beïnvloedt bijvoorbeeld de sedimentstructuur (een onderdeel van de ESF habitatgeschiktheid). Dit overzicht is niet uitputtend.



Bronnen van organische belasting zorgen voor nutriëntenbelasting en andersom. In afbeelding 2.4 zijn de relaties tussen bronnen van nutriëntenbelasting en organische belasting, de zuurstofhuishouding en organismen weergegeven, inclusief de andere relevante (sleutel)factoren. Deze relaties tonen het belang aan van een integrale benadering van het watersysteem (in plaats van een focus op steeds één ecologische sleutelfactor).

In dit project is getracht invulling te geven aan een integrale benadering ten behoeve van de nadere analyse op basis van de ecologische modellen PCLake en PC-Ditch. Met deze integrale benadering zou de ESF organische belasting in samenhang met de ESF's productiviteit water, lichtklimaat, en productiviteit bodem kunnen worden beschouwd. De ecologische modellen blijken heel geschikt voor

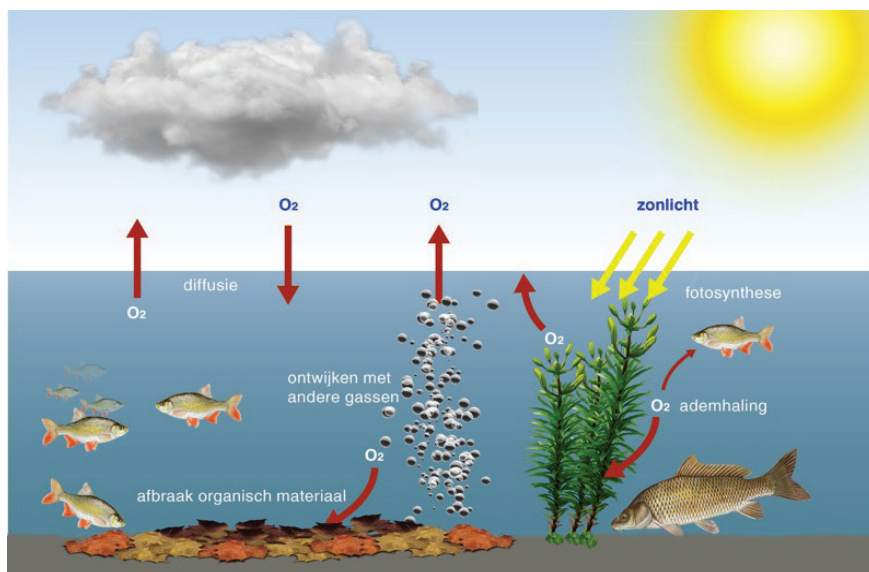
een dergelijke benadering, maar als gevolg van verschillende inhoudelijk-technische knelpunten was een verbreding van de toepassing van de ecologische modellen nu niet haalbaar.

Afbeelding 2.5 geeft een sterk vereenvoudigd beeld van de samenhang tussen (voedselweb)processen die invloed hebben op de zuurstofhuishouding en gerelateerd zijn aan ESF organische belasting (afbraak van opgehoopt organisch materiaal in de waterbodem). Deze processen hebben tevens invloed op de zuurstofhuishouding, maar zijn gerelateerd aan andere ecologische sleutelfactoren, zoals

- ESF-productiviteit water (geen algengroei als gevolg van een lage externe nutriëntenbelasting);
- ESF lichtklimaat (voldoende licht voor plantengroei, planten zorgen voor zuurstofproductie en -consumptie);
- ESF productiviteit bodem (nutriënten in de bodem zorgen voor een hoge primaire productie door waterplanten).

AFB 2.5 ZUURSTOFUITWISSELING IN WATER

Schematische weergave van samenhangende processen die gerelateerd zijn aan de ESF's productiviteit water, lichtklimaat, productiviteit bodem en organische belasting.



KADER FOSFOR, STIKSTOF- EN KOOLSTOFKRINGLOOP IN OPPERVLAKTEWATER

Bij de ESF productiviteit water wordt vooral gefocust op de nutriëntenkringloop in oppervlaktewater (fosfor en stikstof), terwijl voor de ESF organische belasting vooral de koolstofcyclus van belang is. Door fotosynthese wordt koolstof omgezet in organisch materiaal (nutriënten zijn vaak limiterend voor dit proces, en niet het koolstof). Bij dit proces komt zuurstof vrij (productie). De afbraak van afgestorven organisch materiaal verbruikt juist zuurstof, net als respiratie door organismen in het watersysteem. In een gezond ecosysteem zijn de productie en consumptie van zuurstof in evenwicht.

Wordt er vanuit een externe bron organisch materiaal aangevoerd (langzaam of snel afbrekend, wel of niet opgelost) dan kan het systeem in onbalans raken: er wordt dan meer zuurstof verbruikt voor de afbraak van dit organische materiaal dan dat er door productie en reëratie wordt aangevoerd. Ook door de aanvoer van (teveel) nutriënten kan een onbalans ontstaan in de zuurstofhuishouding. Er wordt dan onder invloed van fotosynthese overdag meer zuurstof geproduceerd dan het water kan bevatten (oververzadiging) waardoor een deel van het zuurstof het water weer verlaat. Vervolgens is er onvoldoende zuurstof beschikbaar voor enerzijds de respiratie en anderzijds de afbraak van de hoge biomassa. Ten slotte kan aanvoer van zuurstofarm water voor een onbalans zorgen.

Met de ecologische modellen PCLake en PCDitch kunnen deze kringlopen integraal worden beschouwd, waarbij de gevolgen voor nutriënten (algen- en kroosontwikkeling) en zuurstof tegelijkertijd in beeld kunnen worden gebracht. De resultaten zijn op dit moment echter nog onvoldoende betrouwbaar voor een brede toepassing door waterbeheerders.

.....

A high-angle photograph of a group of ducks and ducklings in dark, rippling water. In the upper right, an adult duck with a dark blue-green head and a yellow beak is visible. Below it, several ducklings with brown and white mottled feathers are swimming. One duckling in the center-left is looking towards the camera. Another duckling in the bottom right is also looking towards the camera. The water is dark and reflects light, creating a shimmering effect. The overall scene is a naturalistic depiction of waterfowl in their habitat.

H3 EEN GEFASEERDE SYSTEEMANALYSE

.....

In dit hoofdstuk wordt ingegaan op hoe de ecologische sleutelfactor organische belasting toegepast kan worden. De systeemanalyse voor de organische belasting bestaat uit drie stappen: quick scan, globale analyse en nadere analyse. Blijkt uit de quick scan dat er geen negatieve invloed van de organische belasting is, dan is het niet nodig om de twee verdere analysestappen voor deze sleutelfactor uit te voeren. In dit hoofdstuk lichten we de stappen toe. In de achtergronddocumenten 'quick scan en globale analyse' en 'nadere analyse' worden de stappen gedetailleerder toegelicht.

3.1 QUICK SCAN

In deze eerste stap wordt op basis van eenvoudig beschikbare gegevens een eerste inschatting gemaakt of de organische belasting wel of geen belemmering vormt voor het ecologisch functioneren. Hiervoor is eerst een algemene impressie van belang op basis van de ervaringen met het watersysteem. Vervolgens kunnen specifieke aspecten worden uitgelicht, zoals de zuurstofhuishouding in het water, de aanwezigheid en omvang van potentiële bonnen van organische belasting en de gevoeligheid van het watersysteem hiervoor.

Algemene impressie

Als eerste stap kan worden nagegaan of er recente studies of veldverslagen beschikbaar zijn die informatie verschaffen over de ecologische toestand van het water. Bevraag veldmedewerkers naar de ecologische toestand van het te onderzoeken watersysteem.

Het beste is om zelf via een gericht veldbezoek een indruk te krijgen van de ecologische toestand. Veldwaarnemingen dienen tijdens het groeiseizoen (april - september) te zijn gedaan. Sommige aan organische belasting gerelateerde problemen worden pas zichtbaar na langere, warme perioden. Vanwege de samenhang met nutriënten en primaire productie is een brede blik belangrijk. Let daarom op de aanwezigheid van: een uitbundige groei van oeverplanten die kenmerkend zijn voor zeer voedselrijke milieus (bijv. Liesgras), woekerende waterplanten (bijv. Smalle waterpest, Aarvederkruid, Grof hoornblad), overmatige groei van algen en/of kroos, maar ook op signalen die wijzen op zuurstofloosheid, zoals stank, vissterfte en/of een slibrijke waterbodem.

Ook in vervolgstappen kan een veldbezoek nuttig zijn. Bijvoorbeeld om naast een beeld van de ecologische toestand ook een beter beeld te krijgen van de daadwer-

kelijke ligging van potentiële bronnen en de inrichting van het watersysteem. Dit aanvullend op de informatie die er al is.

Er zijn kenmerken die niet direct op het oog zichtbaar zijn, maar wel relevant zijn bij het beoordelen van de ecologische toestand, bijvoorbeeld de samenstelling van levensgemeenschappen en met name macrofauna. Als deze informatie beschikbaar is, kan dit worden meegenomen.

KADER MACROFAUNA IN DE QUICK SCAN

Macrofauna is een veel gebruikte soortgroep voor de beoordeling van de biologische waterkwaliteit. Traditioneel werd deze groep veel gebruikt bij het beoordelen van de saprobiëgraad, waarmee de hoeveelheid (afbreekbaar) organische materiaal in oppervlaktewater wordt aangeduid (Grieks: sapos = verrot). Het voordeel van macrofauna is dat deze organismen tot op zeker hoogte in het veld te determineren zijn, in tegenstelling tot bijvoorbeeld diatomeeën (waarvoor eveneens saprobie-indices beschikbaar zijn). De macrofauna-samenstelling is een indicator voor de zuurstofhuishouding. In het 'Achtergrondrapport: quick scan en globale analyse' worden enkele Nederlandse methodes toegelicht die bruikbaar zijn voor een snelle beoordeling op basis van de macrofauna. Het nadeel van macrofauna is dat het niet goed mogelijk is onderscheid te maken in verstoring als gevolg van een te hoge nutriëntenbelasting en/of organische belasting.

Zuurstofhuishouding van het water

Wanneer er zuurstofmetingen zijn gedaan, is het zinnig dit direct mee te nemen in de quick scan. Lage zuurstofconcentraties en hoge BZV-gehalten zijn indicatief voor een te hoge organische belasting. Kanttekening is wel dat deze concentraties een beperkt beeld geven. De zuurstofconcentratie kan overdag goed zijn, terwijl er toch sprake is van een te hoge organische belasting. Verder kan op basis van metingen alleen niet worden bepaald of een optredend zuurstoftekort wordt veroorzaakt door een te hoge organische belasting of door een overmatige productiviteit van het water of de bodem. Het is daarom belangrijk deze metingen in een breder perspectief te plaatsen (zie de volgende kopjes).

Aanwezigheid van potentiële bronnen van organische belasting

Naast een inschatting van de zuurstofhuishouding op basis van metingen is een

eerste inventarisatie van potentiële bronnen van organische belasting nuttig. Zo kan worden ingeschat of er problemen als gevolg van organische belasting mogen worden verwacht. De volgende vragen zijn hierbij relevant:

- liggen er veel RWZI's en riooloverstorten in het stroomgebied? Deze liggen meestal in of nabij bebouwd gebied;
- zijn er potentiële puntbronnen (bijv. industriële lozingen) aanwezig voor organische belasting en belasting met nutriënten?
- is er sprake van landbouw op de aan het water grenzende percelen?
- is het water aangesloten op andere waterlopen? Zo ja, is bekend welke waterkwaliteit die waterlopen hebben?
- staan er veel bomen langs het water?

Gevoeligheid van het watersysteem

Ten slotte is ook de gevoeligheid van een watersysteem voor zuurstoftekorten belangrijk. De gevoeligheid is eenvoudig in te schatten. De gevoeligheid hangt met name af van de mate van reaeratie, waarbij de mate van windinvloed en doorstroming belangrijke factoren zijn. De hoeveelheid wind beïnvloedt de reaeratie, dat is de zuurstofuitwisseling tussen het water en de lucht. Hoe meer wind, hoe hoger de reaeratie. Een water met veel windinvloed is daarom beter bestand tegen organische belasting. In sloten met hoge oevers of in vijvertjes in bebouwd of bebost gebied is de windinvloed vaak nihil.

Uiteindelijk bepalen de hoeveelheid organische belasting, de gevoeligheid van het watersysteem en de (gewenste) zuurstofconcentratie of de organische belasting een belemmering vormt voor het ecologisch functioneren.

In dit project is een Excelinstrument Oxy-val ontwikkeld om deze aspecten in samenhang beschouwen. Het instrument is ontwikkeld voor de globale analyse (3.2), maar kan in de quick scan eventueel met conservatieve aannames worden ingevuld. Het instrument schat op basis van kentallen het zuurstofverbruik van de organische belasting en vergelijkt dit met de zuurstofaanvoer door reaeratie.

Of de organische belasting een potentiële belemmering vormt voor het ecologisch functioneren kan worden bepaald door in het instrument te werken met hoge schattingen voor de organische belasting. Als de zuurstofhuishouding ondanks de hoge schattingen op orde lijkt, dan kan er vanuit worden gegaan dat de organische belas-

ting geen potentiële belemmering vormt. Als dit overeenkomt met het beeld van het watersysteem dan is er geen reden om een volgende meer gedetailleerde analysestap voor organische belasting uit te voeren. Als uit het instrument blijkt dat de organische belasting wel een belemmering vormt voor het ecologisch functioneren dan is een globale analyse wenselijk. Dit geldt ook voor het geval de resultaten uit het instrument niet overeenkomen met het beeld uit de algemene impressie en metingen.

3.2 GLOBALE ANALYSE

Indien uit de quick scan blijkt dat de organische belasting mogelijk een probleem vormt, dan kan dit verder worden onderzocht met een globale analyse. In deze analysestap staat het instrument Oxy-val centraal. Met dit instrument kan zowel de omvang en de samenstelling van de organische belasting als de zuurstofconcentratie bij deze belasting worden berekend. De zuurstofconcentratie kan worden vergeleken met gemeten zuurstofconcentraties.

Opzet van het instrument

In Oxy-val worden watersysteemkenmerken ingevoerd alsmede informatie over aanwezige bronnen van organische belasting. Op basis van deze ingevoerde gegevens en kentallen schat Oxy-val in of de organische belasting tot te lage zuurstofconcentraties leidt. Ook de BZV en ammoniumgehalten worden berekend.

Watersysteemkenmerken betreffen de hydrologische kenmerken, zoals wateroppervlak, wateraanvoer en de mate van windinvloed. Van de aanwezige potentiële bronnen van organische belasting (bijv. overstorten of mestuitspoeling) kan de omvang worden ingevoerd. Oxy-val berekent de belasting met zuurstofverbruikende stoffen op basis van kentallen voor de ingevoerde bronnen. In plaats van de vaste kentallen kunnen ook systeemspecifieke waarden per bron worden ingevuld. Op basis van de watersysteemkenmerken (met name de windinvloed) wordt een inschatting gemaakt van de gevoeligheid van het watersysteem, die tot uiting komt in de hoogte van de reaeratiecoëfficiënt. Deze coëfficiënt is in grote mate bepalend voor de zuurstofinbreng vanuit de lucht.

Het Oxy-val instrument is zo opgezet dat naast een berekening van de gemiddelde zuurstofconcentratie op basis van de ingevoerde bronnen en systeemkenmerken ook rekening wordt gehouden met bijzondere situaties. De eerste situatie is dat er sprake is van drijfslagen van kroos en/of algen, waardoor de reaeratie negatief

wordt beïnvloed en als gevolg hiervan ook de zuurstofconcentratie. De tweede situatie is dat er sprake is van geactiveerde riooloverstorten, waardoor de zuurstofconcentratie tijdelijk daalt.

Deze opzet is gekozen, omdat zowel drijfslagen als riooloverstort tijdelijk voorkomen. Het effect van een geactiveerde riooloverstort is tijdelijk, maar kan wel groot zijn. Drijfslagen zijn mobiel, waardoor het niet altijd zeker is of deze op een bepaald tijdstip wel of niet aanwezig zijn. Wanneer vooral de aanwezigheid van een drijfslag zorgt voor lage zuurstofconcentraties, dan ligt de primaire oorzaak niet in de ESF organische belasting maar in de productiviteit van water of bodem;

In het instrument kunnen ook de gemeten zuurstofconcentratie, het biologisch zuurstofverbruik (BZV) en het ammoniumgehalte worden ingevoerd. Deze parameters geven een indicatie van problemen die samenhangen met organische belasting. Deze gemeten waarden worden vergeleken met de berekende concentraties.

KADER VERSCHIL MET BESTAANDE INSTRUMENTEN

Er is al een breed scala aan instrumenten beschikbaar waarmee de zuurstofhuishouding in oppervlaktewater kan worden beoordeeld, bijvoorbeeld het eerder door de STOWA ontwikkelde 'Beoordelingsinstrument waterkwaliteitsspoor'. Er zijn verschillende redenen waarom toch een nieuw instrument is ontwikkeld om de zuurstofhuishouding in oppervlaktewater te beoordelen:

- de bestaande instrumenten zijn over het algemeen gericht op een beoordeling van lozingen vanuit de stedelijke afvalwaterketen. Het nu ontwikkelde instrument gaat verder. Ten eerste kan de organische belasting worden gekwantificeerd, waarbij alle organische bronnen van zuurstofvraag worden beschouwd (met uitzondering van bronnen die gerelateerd zijn aan het voedselweb, zoals de zuurstofconsumptie door waterplanten). Ten tweede wordt bij de beoordeling van de organische belasting, meer dan bij bestaande instrumenten, uitgegaan van systeemspecifieke kenmerken, waarbij de mate van reaeratie centraal staat. Met Oxy-val wordt zo de bijdrage van verschillende bronnen aan de organische belasting inzichtelijk gemaakt en wordt een relatie gelegd met de gevoeligheid van het ontvangende watersysteem;
- met de bestaande instrumenten is het niet mogelijk de organische belasting met de kritische organische belasting te vergelijken, terwijl dit wel zeer wenselijk is voor een goede systeemanalyse (dit blijkt uit de ervaring met de analyse van de ESF pro-

ductiviteit water, waarbij omslagpunten of kritische grenzen centraal staan). Deze vergelijking is in dit instrument ook (nog) niet mogelijk, omdat de kritische belasting niet expliciet wordt berekend. Wel kan door de belasting handmatig te variëren worden bepaald waar het 'omslagpunt' voor de organische belasting ongeveer ligt;

- het instrumenten Oxy-val is meer generiek dan veel reeds bestaande instrumenten, zoals rioleringsinstrumenten. Het nieuwe instrument is dan ook niet bedoeld om maatregelen te specificeren, zoals voor aanpassingen in het rioolstelsel. Rioleringsinstrumenten kunnen nuttig zijn als vervolgstap om een potentieel rioleringsknelpunt in meer detail te analyseren.

Benodigde gegevens invoeren

Oxy-val bevat in het tabblad 'invulblad' een aantal 'blokken' waar per watersysteem gegevens kunnen worden ingevoerd. Het achtergrondrapport 'quick scan en globale analyse' bevat een uitgebreide handleiding voor het invullen van het instrument alsmede een toelichting op de standaard ingevulde kentallen.

- **GRENSWAARDE ZUURSTOF** Bepaal per watersysteem het minimaal toelaatbare zuurstofgehalte. Deze waarde is van belang voor de toetsing van de berekende zuurstofconcentratie en de berekening van de afbraakconstanten. Standaard staat deze waarde ingesteld op 5,0 mg O₂/l. Dit is een concentratie die (bij de defaulttemperatuur van 20°C) binnen de KRW-norm ('goed' of GEP) ligt voor de meest relevante stilstaande wateren, zoals sloten, kanalen en ondiepe gebufterde meren en plassen. Het is ook een concentratie die voor de meeste organismen van ondiepe stilstaande wateren acceptabel is;
- **BRONNEN** Bepaal welke bronnen relevant zijn en kwantificeer deze (aantal, debiet, oppervlak etc.). Het instrument bevat per bron kentallen voor het snel afbreekbare biologisch zuurstofverbruik (BZV), het langzaam afbreekbare BZV, het sedimentaire zuurstofverbruik (SZV) en het zuurstofverbruik door ammonium. De kentallen kunnen in Oxy-val worden aangepast. Ook wordt in het instrument per potentiële bron een toelichting gegeven.⁶ Onder het kopje 'Bronnen van organische belasting' worden de bronnen van organische belasting kort toegelicht;
- **MORFOLOGIE** Bepaal de dimensies van het watersysteem. Op basis van de ingevoerde dimensies (lengte, breedte, diepte en vorm) wordt het watervolume

6

Deze toelichting is ook te vinden in het achtergronddocument 'quick scan en globale analyse' behorend bij dit hoofdrapport.

berekend, wat onder meer de relatieve aanvoer van zuurstof via reaeratie beïnvloedt. Hoe dieper het water, hoe langer het bij eenzelfde reaeratie-snelheid duurt voordat het zuurstofniveau weer terug is op het verzadigingsniveau. Anderzijds geldt ook dat bij een grotere diepte (en dus een groter volume) de inkomende belasting meer wordt verdund. De ingevoerde dimensies worden ook gebruikt om de organische belasting te berekenen van bronnen die zijn aangegeven als aantal per oeverlengte, zoals bladval en hondenpoep;

- **HYDROLOGIE** Bepaal de hydrologische ligging van het watersysteem. Geef aan hoe het waterlichaam is verbonden met andere wateren. Het instrument bevat een rekenhulp om het inkomende debiet te schatten, zowel van het instromende water als van de verschillende bronnen.
- **REAERATIE** Bepaal de mate van reaeratie. Hiervoor worden de watertemperatuur, de bedekkingsgraad van kroos (e.d.), de windinvloed en de mate van stroming ingevoerd. Hiermee wordt de reaeratieconstante berekend;
- **KWALITEIT AANVOERWATER** Bepaal de kwaliteit van het aanvoerwater. De defaultwaarden van de kwaliteit van het aanvoerwater kunnen worden aangepast. Het gaat om zuurstof, biologisch zuurstofverbruik en ammonium.
- **TOESTAND** Bepaal de toestand van het watersysteem ter vergelijking met berekende waarden. De waarde van enkele toestandsparameters kunnen worden ingevoerd. Deze worden in de output-grafieken vergeleken met de berekende waarden. Het gaat om zuurstof, biochemisch zuurstofverbruik (BZV), ammonium en sedimentair zuurstofverbruik (SZV).

Uitkomsten van Oxy-val

Na het invoeren van alle gegevens berekent Oxy-val de totale organische belasting. Ook wordt per water de gevoeligheid voor organische belasting beoordeeld, afhankelijk van de hoeveelheid instromend water en de windinvloed. Deze gevoeligheid wordt gebruikt bij het berekenen van de invloed van reaeratie. Per water wordt de verwachte zuurstofconcentratie berekend en vergeleken met de ingevoerde norm.⁷ Ten slotte wordt een vergelijking gemaakt met metingen.

7

De verwachte zuurstofconcentratie wordt op basis van de ingevoerde gegevens bepaald. Bij een verhouding berekende zuurstofconcentratie > 1,25 ten opzichte van de minimaal toelaatbare zuurstofconcentratie is de verwachting dat er voldoende reaeratie is ten opzichte van de organische belasting. Het risico dat het minimaal toelaatbare zuurstofgehalte als gevolg van organische belasting wordt onderschreden wordt daarom laag ingeschat. Bij een verhouding van 1 - 1,25 wordt het risico als matig beoordeeld, bij 0,75 - 1 als hoog en bij < 0,75 als zeer hoog.

De uitkomsten van Oxy-val worden samengevat in verschillende grafieken. Voor de voorbeelden is uitgegaan van de casus Beuningen (in het achtergronddocument casus Beuningen is een uitgebreide toelichting gegeven op de resultaten van deze casus):

- een grafiek met daarin per watersysteem de minimaal toelaatbare zuurstofconcentratie en de berekende zuurstofconcentratie weergegeven. Er wordt hierbij onderscheid gemaakt in drie situaties (zie [afbeelding 3.1](#) ter illustratie):
 - zonder geactiveerde riooloverstort en zonder drijfslagen van kroos en/of algen;
 - zonder geactiveerde riooloverstort, maar met drijfslagen van kroos en/of algen;
 - met geactiveerde riooloverstort en met drijfslagen van kroos en/of algen.
- een grafiek met daarin een vergelijking tussen de berekende en de gemeten zuurstofconcentraties. Er wordt hierbij onderscheid gemaakt tussen de berekende zuurstofconcentratie zonder geactiveerde riooloverstorten en met geactiveerde riooloverstorten (Zie [afbeelding 3.2](#) ter illustratie.);
- staafdiagrammen met daarin het aandeel van de zuurstofvraag per bron. Het aandeel van de zuurstofvraag is weergegeven als absolute hoeveelheid voor het gehele water (in gO_2/d) en per vierkante meter (in $\text{gO}_2/\text{m}^2/\text{d}$) (Zie [afbeelding 3.3](#) ter illustratie.);
- staafdiagrammen waarin per water het aandeel van de zuurstofvraag van BZV, SZV en NH_4 is weergegeven (Zie [afbeelding 3.4](#) ter illustratie.).

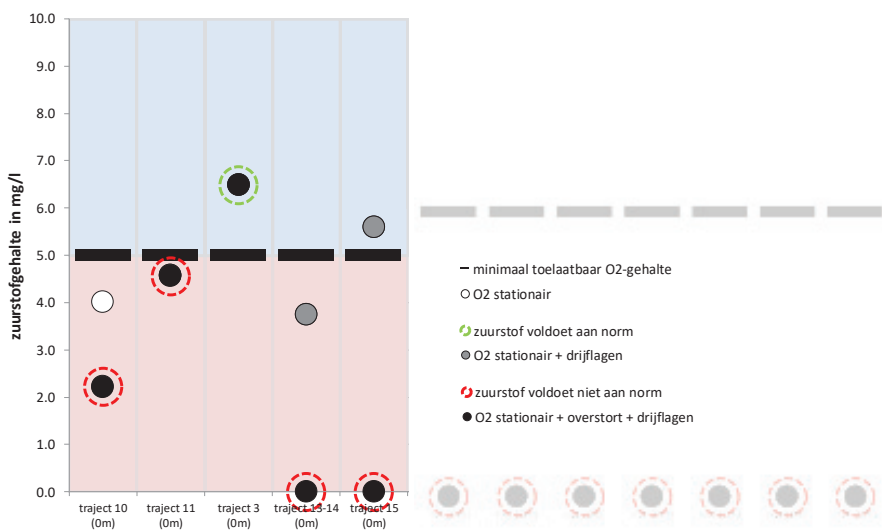
Bij het interpreteren van de grafische output dient op de volgende zaken te worden gelet:

- is het zuurstofgehalte bij een stationaire situatie zonder drijfslagen lager dan de toelaatbare concentratie?
zo ja, dan is organische belasting zeer waarschijnlijk een probleem.
- is het zuurstofgehalte bij een stationaire situatie met drijfslagen lager dan de toelaatbare concentratie?
zo ja, dan is organische belasting mogelijk een probleem. Als de concentratie zonder drijfslagen wel op orde is, ligt het echter voor de hand juist deze drijfslagen aan te pakken;
- is het zuurstofgehalte zelfs in een situatie met drijfslagen en geactiveerde riooloverstorten hoger dan de toelaatbare concentratie?
zo ja, dan is organische belasting waarschijnlijk geen probleem.

Wanneer één van de eerste twee vragen met 'ja' wordt beantwoord, dan is het zaak om te bepalen op welke factoren kan worden ingegrepen. Om het positieve effect van een bronsanering op de zuurstofconcentratie in te schatten, kunnen de bronnen in Oxy-val fictief worden gesaneerd, bijvoorbeeld door het aantal IBA's op 0 te zetten.

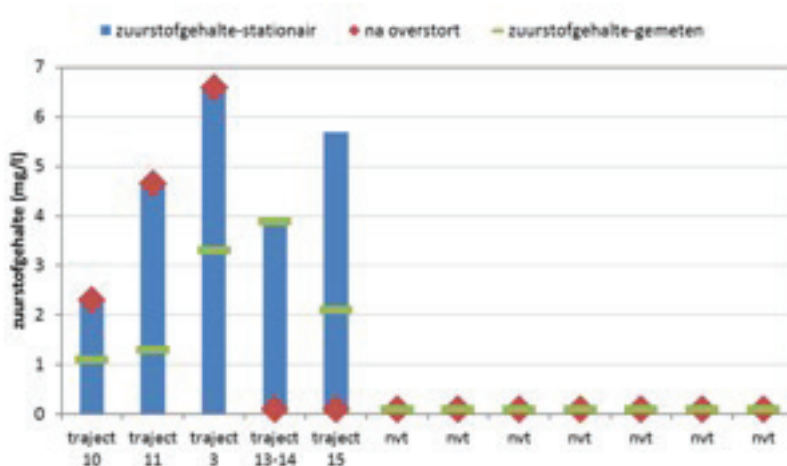
AFB 3.1 VOORBEELDOUTPUT VAN OXY-VAL

Voorbeldoutput van Oxy-val met het berekende zuurstofgehalte in vergelijking met het minimaal toelaatbare O₂-gehalte voor vijf waterlichamen in Beuningen, waarbij onderscheid is gemaakt in een situatie zonder geactiveerde riooloverstort en zonder drijfslagen (witte bolletjes), een situatie zonder geactiveerde riooloverstort, maar met drijfslagen (grijze bolletjes) en een situatie met geactiveerde riooloverstort en met drijfslagen (zwarte bolletjes). De bolletjes zijn groen omcirkeld als het zuurstofgehalte voldoet en rood omcirkeld als het zuurstofgehalte niet voldoet.



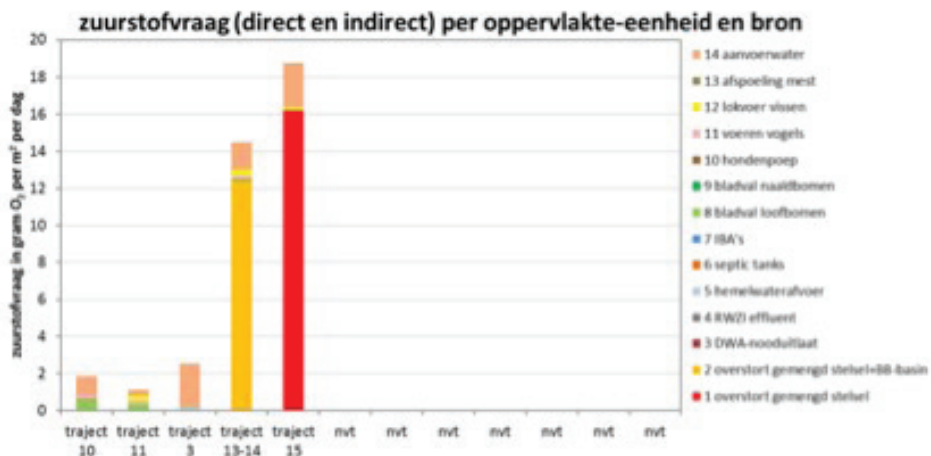
AFB 3.2 VOORBEELDOUTPUT OXY-VAL VIJF WATERLICHAMEN IN BEUNINGEN.

Weergegeven zijn de berekende zuurstof-concentraties in een situatie zonder geactiveerde riooloverstort (blauwe staafjes) en in een situatie na een geactiveerde riooloverstort (rode ruiten). Ter vergelijking zijn de gemeten concentraties weergegeven (groene streepjes).



AFB 3.3 VOORBEELDOUTPUT VAN OXY-VAL

De zuurstofvraag in $\text{gO}_2/\text{m}^2/\text{dag}$ vanuit organische belasting, uitgesplitst naar de verschillende bronnen, voor vijf waterlichamen in Beuningen.



AFB 3.4 VOORBEELDOUTPUT VAN OXY-VAL

De typen zuurstofvraag in $\text{gO}_2/\text{m}^2/\text{dag}$ voor vijf waterlichamen in Beuningen. Onderscheid in (indirect) sedimentaire zuurstofverbruik (SZV) en (direct) biologisch zuurstofverbruik (BZV) en zuurstofverbruik van ammonium (NH_4).



Bronnen van organische belasting

In Oxy-val zijn veel voorkomende bronnen van organische belasting opgenomen en voorzien van kentallen. Het instrument biedt de mogelijkheid aanvullende gebiedspecifieke bronnen en kentallen toe te voegen. Per bron wordt het biologisch zuurstofverbruik (BZV) gesplitst in een fractie snelle afbraak en een fractie langzame afbraak. Daarnaast wordt het zuurstofverbruik van NH_4 meegenomen (NH_4 valt niet onder BZV en is ook geen organische stof). Deze fracties zijn in het instrument apart beschreven om de directe effecten van snel afbreekbaar materiaal te kunnen scheiden van de uitgestelde, langzame effecten van grover organisch materiaal dat naar de bodem bezinkt. Metingen aan BZVu zijn voor lang niet alle bronnen beschikbaar.⁸ Daar waar nodig doen we daarom de aanname dat BZVu gelijk is aan het chemisch zuurstofverbruik (CZV). In werkelijkheid is het CZV naar verwachting iets groter zijn dan het BZVu.

8

BZVu is het totale ('ultimate') biologische zuurstofverbruik. Dit in tegenstelling tot het BZV over de eerste vijf dagen, het BZV5.

Hieronder wordt per bron een korte toelichting gegeven. Een uitgebreide toelichting is te vinden in het 'Achtergronddocument: quick scan en globale analyse' behorende bij dit rapport en in Oxy-val zelf.

- **RIOOLOVERSTORTEN** Overstorten worden geactiveerd om te voorkomen dat bij hevige neerslag het rioolwater op ongewenste plekken vrijkomt, bijvoorbeeld in woningen of op straat. De organische belasting vanuit deze bron is afhankelijk van drie variabelen: het overstortingsvolume, de concentratie zuurstofverbruikende stoffen en de overstortingsfrequentie (ofwel hoe vaak een overstort geactiveerd wordt). Er wordt onderscheid gemaakt tussen overstorten met en zonder bergbezinkbassin, omdat de concentratie van het overstortwater bij een bassin lager is;
- **DWA-NOODUITLAAT** Bij gescheiden rioleringsstelsels wordt het hemelwater los van het afvalwater afgevoerd. Het afvalwater wordt ook wel aangeduid als de droog-weer-afvoer (DWA). Een DWA-nooduitlaat wordt geactiveerd wanneer er onverhoopt teveel afvalwater is of het afvalwater niet afgevoerd kan worden. Dat gebeurt vooral bij foutaansluitingen op het DWA-stelsel, wanneer bijvoorbeeld regenwater is aangesloten op het DWA-stelsel. Het DWA-stelsel is niet berekend op een afvoer van die omvang;
- **RWZI-EFFLUENT** Rioolwaterzuiveringsinstallaties (RWZI's) lozen met een relatief constant debiet op het oppervlaktewater. Dit effluent is schoner dan rioolwater, maar bevat over het algemeen nog wel een substantiële vracht zuurstofverbruikende stoffen;
- **HEMELWATERAFVOER** Afstromend hemelwater is relatief schoon, maar bevat desondanks wel zuurstofverbruikende stoffen. Mogelijke bronnen zijn bijvoorbeeld foutaansluitingen (aansluiting van huishoudelijk afvalwater op het hemelwaterstelsel), de indirecte afvoer van hondenpoep, bladval en ander straatvuil via straatputjes;
- **SEPTIC TANKS EN IBA-INSTALLATIES** In buitengebieden waar de afstand tot een rioolstelsel groot is wordt soms gebruik gemaakt van IBA's, waarin huishoudelijk afvalwater wordt opgevangen. Op basis van bezinking en anaerobe afbraak wordt dit water enigszins gezuiverd voordat het naar het oppervlaktewater wordt afgevoerd. Een septic tank is een voorbeeld van een IBA-systeem;⁹

-
- **BLADVAL** Bladeren van vegetatie rondom de watergang vormen op de waterbodem een laag van langzaam afbrekend organisch materiaal. Bij een dikke bladlaag kan vooral in het zomerhalfjaar sprake zijn van een grote, relatief constante zuurstofvraag;
 - **HONDENPOEP** Met name in dichtbevolkt stedelijk gebied vormt hondenpoep nog regelmatig een probleem voor de zuurstofhuishouding;
 - **WATERVOGELS** In stedelijk gebied kan door het voeren van eenden een grote hoeveelheid organisch materiaal in het water terechtkomen. Watervogels zijn alleen een potentiële bron van organische belasting wanneer ze door elders te foerageren organische stoffen het gebied inbrengen;
 - **LOKVOER VOOR VISSSEN** Sportvissers gebruiken soms lokvoer bij het vissen. Dit kan lokaal voor een hoge organische belasting zorgen;
 - **MESTUITSPOELING** Met name in kleinere sloten in het landelijk gebied kan uitspoeling van mest een belangrijke bron zijn van organische belasting.
 - **OVERIGE BRONNEN** Er is de mogelijkheid om vier gebiedspecifieke bronnen in te voeren die niet in bovenstaande standaardlijst zijn opgenomen. Deze bronnen moeten worden voorzien van kentallen voor de kwaliteit van het water dat uit deze bronnen afkomstig is;
 - **WATERBODEM** De waterbodem verbruikt zuurstof doordat materiaal vanuit de verschillende bronnen naar de waterbodem zinkt. Voor iedere bron wordt ingeschat welk deel van de belasting naar de bodem bezinkt en vanuit daar voor de sedimentaire zuurstofvraag (SZV) zorgt.

3.3 NADERE ANALYSE

De globale analyse, met onder ander het instrument Oxy-val, geeft al veel grip op de relatie tussen de organische belasting, systeemkenmerken en de zuurstofconcentratie in het watersysteem. Soms levert de globale analyse echter onvoldoende of te onzeker inzicht op. Het is goed te realiseren dat in Oxy-val wordt gewerkt met een groot aantal (onderbouwde) aannames en rekenregels om de factoren te identificeren die de zuurstofhuishouding bepalen. Ook worden aannames gedaan bij de invoer van gegevens in Oxy-val, zowel qua bronnen als qua waterhuishouding. Dit alles zorgt voor de nodige onzekerheid in de analyseresultaten. Ook de beschikbaarheid van metingen in het veld kan een belemmering vormen om tot begrip te komen. In het kader van dit project is onderzocht met welke bestaande instrumenten of modellen een nadere analyse van de organische belasting en de zuurstofhuishouding kan worden uitgevoerd (zie achtergronddocument Nadere

analyse). Er is op dit moment geen enkel model dat aan alle voorwaarden voor toepassing binnen de nadere analyse voldoet (zie hieronder). Het ecologisch model PCLake biedt veel perspectief, omdat het aan veel voorwaarden voldoet, maar door verschillende inhoudelijk-technische knelpunten was het niet mogelijk tot een toepasbaar instrument te komen. In hoofdstuk 4 worden aanbevelingen gedaan voor het verder ontwikkelen van instrumenten voor het analyseren van deze ESF.

KADER VOORWAARDEN INSTRUMENT NADERE ANALYSE

Om in aanmerking te komen voor toepassing binnen de nadere analyse moet een instrument ten minste aan de volgende voorwaarden voldoen:

- de huidige toestand dient voldoende betrouwbaar te worden gereproduceerd. Een aandachtspunt hierbij is de beschikbaarheid van zuurstofmetingen; op welk moment zijn deze uitgevoerd en zijn deze representatief voor de werkelijke toestand in het veld? Welke waarden worden berekend door het model (bijvoorbeeld uur- of daggemiddelde waarden) en is een vergelijking mogelijk met gemeten waarden?
- de oorzaken van de huidige toestand moeten inzichtelijk worden:
 - de hydrologie moet als basis in het model worden meegenomen, zodat de ruimtelijke en temporele variaties (fracties vanuit bronnen, variaties in stroomsnelheden, etc.) in beeld worden gebracht;
 - de bronnen van organisch materiaal moeten kunnen worden ingevoerd (net zoals in Oxy-val). Ten opzichte van het instrument is echter aanvullend inzicht gewenst in het ruimtelijke en temporele aspect;
 - er moet rekening worden gehouden met de verschillende afbraaksnelheden van organisch materiaal en de afbraak van naar de bodem bezonken materiaal;
 - de temporele en ruimtelijke variatie in de reaeratie moet in beeld worden gebracht;
 - de rol van het voedselweb dient te worden meegenomen. Zuurstofproductie en -consumptie door het voedselweb zijn het gevolg van voorwaarden die we onder de andere ESF's scharen (met name ESF productiviteit water). Ze zijn bepalend voor het aanvullend effect van organische belasting. In een instrument kan dat versimpeld worden meegenomen door alleen een consumptie- en productieterm mee te nemen, maar kan ook gebruik gemaakt worden van een completer voedselwebmodel.
- het is ongewenst als voor de toepassing een (grote) aanvullende meetinspanning nodig is, ofwel als het model afhankelijk is van deze metingen;
- het heeft de voorkeur als het instrument ook geschikt is om de effecten van mogelijke maatregelen in beeld te brengen;

- het verdient ten slotte de voorkeur als het instrument eenvoudig genoeg is om gebruikt te worden door personen zonder wetenschappelijke achtergrond in fysisch-chemische waterkwaliteitsprocessen.

Dat er momenteel nog geen volwaardig gedetailleerd instrument beschikbaar is, betekent niet dat er geen mogelijkheden zijn om een nadere analyse uit te voeren en meer grip te krijgen op de zuurstofproblematiek in oppervlaktewater. Hieronder wordt ingegaan op voorbeelden van hoe waterbeheerders met behulp van bestaande instrumenten en monitoring meer grip kunnen krijgen op de voor de zuurstofhuishouding relevante aspecten van het watersysteem:

- **HYDROLOGISCHE ANALYSE** Wanneer nog niet beschikbaar, kan eerst een jaar-ronde waterbalans worden opgesteld van het watersysteem en vervolgens een stromingsmodel (bijv. in SOBEK) waarmee meer grip wordt verkregen op de ruimtelijke en temporele variatie in verblijftijden, de ouderdom van het water en de herkomst van water. Met behulp van SOBEK-modules, bijvoorbeeld DEL-WAQ, kan ook reaeratie en de rol van verschillende bronnen in de zuurstofhuishouding ruimtelijk en in meer detail in beeld worden gebracht;
- **ANALYSE VOEDSELWEB** De rol van het voedselweb kan in meer detail in beeld worden gebracht met een modellering in een ecologisch model, zoals PCLake of PCDitch.¹⁰ Daarmee kan meer inzicht worden verkregen in de invloed van de productiviteit water op de zuurstofhuishouding in het gebied;
- **AANVULLENDE WATERKWALITEITSMETINGEN** Het kan zeer wenselijk zijn de toestand beter in beeld te brengen op basis van gerichte (continue) metingen, zoals de zuurstof- en BZV-concentraties in het oppervlaktewater. Daarmee wordt meer grip verkregen op de ruimtelijke en temporele variatie in de concentraties. Bij waterschap de Dommel wordt bijvoorbeeld de zuurstofconcentratie sinds enkele jaren op verschillende locaties continue gemeten, online gevolgd en getoetst. De hierbij gebruikte toetsingswaarden zijn opgesteld op basis van responscurves van specifieke organismen, waarbij gekeken is naar zowel de onderschrijdingsduur als de frequentie van lage zuurstofconcentraties;
- **OVERIGE ANALYSES** Er kan ook worden gemeten aan het zuurstofverbruik van de waterbodem en het zuurstofverbruik in het effluent van relevante bronnen.

H4 AANBEVELINGEN VOOR VERDERE ONTWIKKELING VAN INSTRUMENTEN

.....

In dit rapport is ingegaan op wat de ecologische sleutelfactor organische belasting is en hoe de ecologische sleutelfactor organische belasting toegepast kan worden. Hierbij is onderscheid gemaakt in drie analysestappen: quick scan, globale analyse en nadere analyse. Het instrument Oxy-val staat centraal in de gepresenteerde aanpak. Daarnaast is getracht invulling te geven aan een nadere analyse op basis van de ecologische modellen PCLake en PCDitch. Dit is niet gelukt, ondanks veelbelovende resultaten. Ten slotte zijn ook andere instrumenten beschouwd. Hieruit blijkt dat er nu geen toepasbaar instrument beschikbaar is.

Op grond van de ervaringen met de toepassing van het Oxy-val instrument en toepassing van de ecologische modellen PCLake en PCDitch komen we tot de volgende aanbevelingen voor een verdere ontwikkeling van instrumenten voor het analyseren van deze ESF:

- versimpelingen in het Oxy-val instrument: bij de ontwikkeling van het instrument Oxy-val was de wens om een instrument te ontwikkelen met verschillende gradaties van complexiteit. Om de vele relevante processen in het watersysteem goed te kunnen beschrijven is het instrument gedurende het ontwikkeltraject steeds uitgebreider geworden. Sommige gebruikers hebben aangegeven dat het nu (te) complex geworden is. Het is mogelijk om versimpeling aan te brengen ten behoeve van het gebruik, bijvoorbeeld door in het instrument aan te geven welke gegevens noodzakelijk zijn en welke niet;
- berekenen van de kritische organische belasting in het Oxy-val instrument: het is nu niet mogelijk om de kritische organische belasting te berekenen op basis van systeemkenmerken. Aanpassingen in het instrument maken dit wel mogelijk;
- berekenen van de kritische organische belasting in een metamodel: net als bij PCLake en PCDitch kan een metamodel worden ontwikkeld voor een snellen inschatting van de kritische organische belasting op basis van systeemkenmerken zonder gebruik van het Oxy-val instrument;
- verdere ontwikkeling van PCLake en/of PCDitch tot een volwaardig integraal instrument: deze modellen zijn geschikt voor toepassing binnen de ESF organische belasting, omdat naast de zuurstofhuishouding, zowel de koolstof-, stikstof- als fosforcyclus goed in het model zitten. De modellen zijn echter nooit eerder toegepast voor de berekening van zuurstofgehalten. De modellen zijn in dit project uitgebreid geanalyseerd en getest (circa een miljoen berekeningen). Hieruit bleek dat er technisch-inhoudelijke verbeteringen nodig zijn, zoals het aanpassen van de tijdstappen in de modellen. Na deze aanpassingen

zijn de modellen bruikbaar voor integrale analyses van nutriënten en zuurstof. Groot voordeel hiervan is nog dat waterbeheerders deze modellen al kennen en dat deze modellen al worden toegepast binnen ESF productiviteit water. De modellen hebben de potentie om de ESF's productiviteit water, lichtklimaat, productiviteit bodem, verwijdering en organische belasting in samenhang te beschouwen.

Ook andere instrumenten bieden aanknopingspunten voor toepassing binnen ESF organische belasting. Van deze instrumenten is DELWAQ het bekendst bij Nederlandse waterbeheerders. Eén van de bestaande processensets in DELWAQ (zoals TEWOR,) kan worden ingezet voor de analyse. Het is hiermee mogelijk de zuurstofhuishouding in detail te modelleren. De rol van het voedselweb wordt niet gemodelleerd, maar er zijn wel processen beschikbaar waarmee de zuurstofproductie en consumptie van het voedselweb kunnen worden gecompenseerd. Ook reaeratie kan in DELWAQ in detail worden opgenomen. Het knelpunt is echter dat over het algemeen bij de waterbeheerders onvoldoende systeem- en proceskennis aanwezig is om deze processen in detail te modelleren. Dit zou kunnen worden opgelost met een handleiding voor deze instrumenten met uitleg, referentiewaarden, voorbeelden van praktijksituaties en eventueel een meetinstructie.

.....

STOWA IN HET KORT

STOWA is het kenniscentrum van de regionale waterbeheerders (veelal de waterschappen) in Nederland. STOWA ontwikkelt, vergaart, verspreidt en implementeert toegepaste kennis die de waterbeheerders nodig hebben om de opgaven waar zij in hun werk voor staan, goed uit te voeren. Deze kennis kan liggen op toegepast technisch, natuurwetenschappelijk, bestuurlijk-juridisch of sociaal-wetenschappelijk gebied.

STOWA werkt in hoge mate vraaggestuurd. We inventariseren nauwgezet welke kennisvragen waterschappen hebben en zetten die vragen uit bij de juiste kennisleveranciers. Het initiatief daarvoor ligt veelal bij de kennisvragende waterbeheerders, maar soms ook bij kennisinstellingen en het bedrijfsleven. Dit tweerichtingsverkeer stimuleert vernieuwing en innovatie.

Vraaggestuurd werken betekent ook dat we zelf voortdurend op zoek zijn naar de 'kennisvragen van morgen' - de vragen die we graag op de agenda zetten nog voordat iemand ze gesteld heeft - om optimaal voorbereid te zijn op de toekomst.

STOWA ontzorgt de waterbeheerders. Wij nemen de aanbesteding en begeleiding van de gezamenlijke kennisprojecten op ons. Wij zorgen ervoor dat waterbeheerders verbonden blijven met deze projecten en er ook 'eigenaar' van zijn. Dit om te waarborgen dat de juiste kennisvragen worden beantwoord. De projecten worden begeleid door commissies waar regionale waterbeheerders zelf deel van uitmaken. De grote onderzoekslijnen worden per werkveld uitgezet en verantwoord door speciale programmacommissies. Ook hierin hebben de regionale waterbeheerders zitting.

STOWA verbindt niet alleen kennisvragers en kennisleveranciers, maar ook de regionale waterbeheerders onderling. Door de samenwerking van de waterbeheerders binnen STOWA zijn zij samen verantwoordelijk voor de programmering, zetten zij gezamenlijk de koers uit, worden meerdere waterschappen bij één en het zelfde onderzoek betrokken en komen de resultaten sneller ten goede van alle waterschappen.

DE GRONDBEGINSELEN VAN STOWA ZIJN VERWOORD IN ONZE MISSIE:

Het samen met regionale waterbeheerders definiëren van hun kennisbehoeften op het gebied van het waterbeheer en het voor én met deze beheerders (laten) ontwikkelen, bijeenbrengen, beschikbaar maken, delen, verankeren en implementeren van de benodigde kennis.



STOWA

Postbus 2180
3800 CD Amersfoort

Bezoekadres

Stationsplein 89, vierde etage
3818 LE Amersfoort

t. 033 460 32 00
e. stowa@stowa.nl
i. www.stowa.nl

COLOFON

Amersfoort, Juni 2018

Uitgave

Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer | Postbus 2180 | 3800 CD Amersfoort

Auteurs

Hein Tanis (Witteveen+Bos), Marieke Fennema (Witteveen+Bos), Bob Brederveld (Witteveen+Bos), Nico Jaarsma (Nico Jaarsma Aquatische ecologie & fotografie), Martin Droog (Dactylis), Hans Alderink (Deltares), Jeroen Langeveld (Partners 4 Urban Water), Sebastiaan Schep (Witteveen+Bos)

Begeleidingscommissie

Martin Stamhuis (Waterschap Brabantse Delta, Oscar van Zanten (Waterschap De Dommel), Joep de Koning (Hoogheemraadschap van Delfland), Ronald Bakkum (Hoogheemraadschap van Delfland), Marit Meier (Hoogheemraadschap van Delfland), Dianne Slot Hoogheemraadschap van Rijnland), Laura Moria (Waternet), Miriam Collombon (Wetterskip Fryslân), Hanneke Maandag (Waterschap Hollandse Delta), Ronald Gylstra (Waterschap Rijn en IJssel), Bas van der Wal (STOWA)

Referaat

De ecologische sleutelfactoren vormen een denkkader voor het uitvoeren van een ecologische watersysteemanalyse. Ze geven inzicht in het ecologisch functioneren van een watersysteem. Deze kennis is cruciaal voor het bepalen van realistische waterkwaliteitsdoelen en het vaststellen van effectieve maatregelen. De ecologische sleutelfactor organische belasting is gericht op het analyseren of voor 'stilstaande wateren' organische belasting door bijvoorbeeld bladval, eenden voeren, of riooloverstortingen een belemmering vormt voor het ecologisch functioneren van het watersysteem. De methode is toepasbaar voor sloten, grachten, singels, kanalen en ondiepe meren en plassen. Wanneer deze ecologische sleutelfactor 'op rood' staat, vormt dit lokaal vaak het belangrijkste probleem.

Trefwoorden

Organische belasting, zuurstof, organische stoffen, biodiversiteit, zuurstofafhankelijke organismen, bacteriën, planten, vissen, macrofauna, ecologische sleutelfactoren, stilstaande wateren, watersysteemanalyse, waterkwaliteitsdoelen, hydrologische omstandigheden.

Vormgeving Shapeshifter.nl | Utrecht

Druk DPP | Houten

STOWA 2018-27

ISBN 978.90.5773.795.4

Copyright

De informatie uit dit rapport mag worden overgenomen, mits met bronvermelding. De in het rapport ontwikkelde, dan wel verzamelde kennis is om niet verkrijgbaar. De eventuele kosten die STOWA voor publicaties in rekening brengt, zijn uitsluitend kosten voor het vormgeven, vermenigvuldigen en verzenden.

Disclaimer

Dit rapport is gebaseerd op de meest recente inzichten in het vakgebied. Desalniettemin moeten bij toepassing ervan de resultaten te allen tijd kritisch worden beschouwd. De auteurs en STOWA kunnen niet aansprakelijk worden gesteld voor eventuele schade die ontstaat door toepassing van het gedachtegoed uit dit rapport.

stowa

STICHTING
TOEGEPAST ONDERZOEK WATERBEHEER

stowa@stowa.nl www.stowa.nl
TEL 033 460 32 00 FAX 033 460 32 01
Stationsplein 89 3818 LE AMERSFOORT
POSTBUS 2180 3800 CD AMERSFOORT

