

TOETSINGSKADER Waterkwaliteit Regionale Wateren

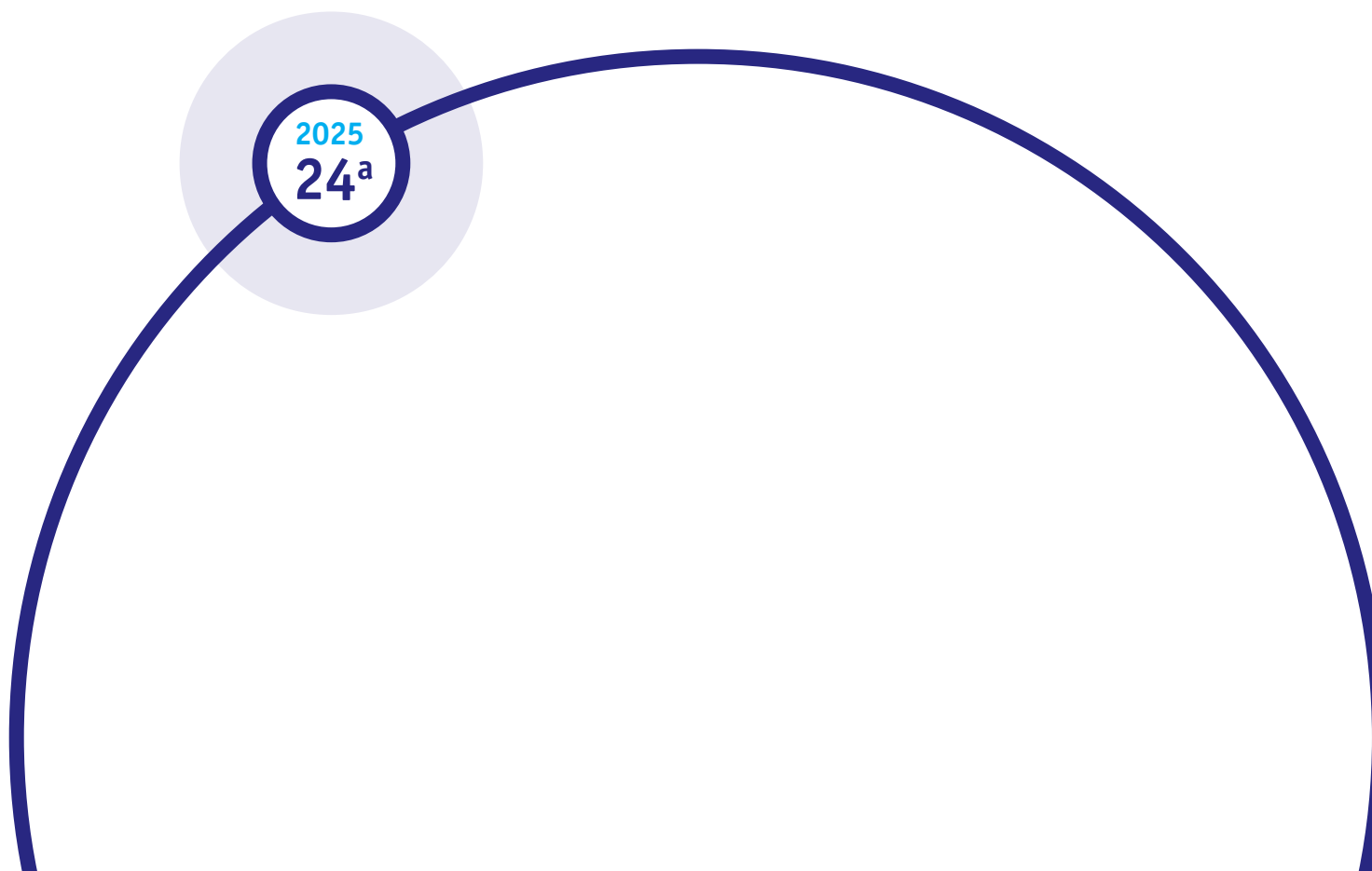
➔ Handleiding kennisdocument

2025
24^a



TOETSINGSKADER Waterkwaliteit Regionale Wateren

➔ Handleiding kennisdocument



COLOFON

STOWA-nummer	2025-24A
Download	Dit rapport is als pdf beschikbaar onder publicaties op www.stowa.nl
Publicatie	STOWA Postbus 2180 3800 CD Amersfoort Juni 2025 © STOWA
Auteur(s)	Susan Sollie, Jos Koopman en Hielke van den Berg
Projectleiding	Tessa van der Wijngaart (STOWA) en Xander Tekelenburg (TAUW)
Klankbordgroep	Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, Unie van Waterschappen en het Interprovinciaal Overleg (IPO)
Review	Begeleidingsgroep, Klankbordgroep, Rijkswaterstaat, enkele waterschappen via Unie van Waterschappen, enkele provincies via IPO en 2 adviesbureaus (RHDHV en Witteveen+Bos)
Financiering	Gefinancierd door STOWA, met cofinanciering vanuit 7 waterbeheerders (Waterschap De Dommel, Waterschap Hunze en Aa's, Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden, Waterschap Rivierenland, Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier, Samenwerking afvalwaterketen Flevoland (SAF: bestaande uit Gemeente Almere, Waterschap Zuiderzeeland) en het Hoogheemraadschap van Delfland)

Design

Shapeshifter.nl | Utrecht

Fotografie

TAUW

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

De inhoud van deze uitgave is met de grootst mogelijke zorg samengesteld. Niettemin aanvaarden de auteurs en de uitgever geen enkele aansprakelijkheid voor mogelijke onjuistheden in de publicatie, of eventuele gevolgen door toepassing van de inhoud ervan.

STOWA spant zich in de rechthebbenden van in de uitgave gebruikte afbeeldingen te respecteren conform het auteursrecht. Indien u desondanks van mening bent dat uw rechten in het geding zijn, dan verzoeken wij u contact met ons op te nemen.

INHOUDSOPGAVE

	TEN GELEIDE	5
1	INLEIDING	7
2	UITGANGSPUNTEN	9
2.1	Stap 1: Algemeen raamwerk met mogelijke effecten op het waterlichaam	10
2.2	Stap 2: Relevante effecten en koppeling met Ecologische Sleutelfactoren	13
2.3	Stap 3: Relevante effecten per biologisch kwaliteitselement	16
2.4	Stap 4: Vereffenende maatregelen	16
3	GEBRUIK VAN DE EXCEL TOOL MET SLICERS	17
	BIJLAGEN	20
	Bijlage 1: Maatregelen vereffenen permanente effecten van activiteiten	20
	STOWA in het kort	37

➤ TEN GELEIDE



INTRODUCTIE VAN HET TOETSINGSKADER WATERKWALITEIT VOOR REGIONALE WATEREN

Dit toetsingskader stelt waterbeheerders en initiatiefnemers in staat om op een eenduidige en gestructureerde manier te beoordelen of meldings- en vergunningplichtige activiteiten de waterkwaliteit schaden, in overeenstemming met de eisen van de Europese Kaderrichtlijn Water (KRW). Door consequent gebruik te maken van dit toetsingskader wordt het regionale water beter beschermd en ontstaat er perspectief op het behalen en behouden van de KRW-doelen, ook na 2027.

Nederland heeft de afgelopen jaren aanzienlijke vooruitgang geboekt op het gebied van waterkwaliteit, maar er ligt nog een grote uitdaging om te voldoen aan de doelen van de KRW. De Europese lidstaten hebben gezamenlijk afgesproken een goede toestand voor het oppervlaktewater te bereiken in 2015. Door uitstel van tweemaal 6 jaar ligt de deadline nu op eind 2027. De uitdaging om doelen te halen wordt vergroot door een toename in het aantal activiteiten in en rondom ons oppervlaktewater dat een groeiende druk op het watersysteem geeft. In de praktijk blijkt het voor vergunningsverleners vaak moeilijk te zijn om te beoordelen of en hoe een activiteit de waterkwaliteit schaadt. Dit is deels te wijten aan onbekendheid met de eisen en interpretatie van de KRW, evenals het ontbreken van een duidelijk kader om de activiteiten te toetsen. Tegelijkertijd is het voor initiatiefnemers van activiteiten vaak onduidelijk waaraan het projectplan moet voldoen voordat er een vergunning wordt afgegeven. Zonder goede toetsing van activiteiten aan KRW-doelen is er een risico dat ze leiden tot achteruitgang van de waterkwaliteit en/of de beoogde verbetering in de weg staan. Een toetsingskader biedt uitkomst. Voor activiteiten in rijkswateren bestaat er al een toetsingskader dat in een beleidsregel is opgenomen. Echter, een toetsingskader voor regionale wateren ontbrak tot nu toe.

Het Toetsingskader Waterkwaliteit voor Regionale Wateren biedt een gestructureerde en onderbouwde aanpak om activiteiten te toetsen aan de doelstellingen van de KRW: een activiteit mag niet leiden tot achteruitgang én het beoogde effect van KRW-maatregelen niet teniet doen. Het kader houdt rekening met de locatie van de activiteit (KRW-waterlichaam of overig water) en effecten op zowel de chemische als ecologische toestand van het water. Ook gaat het in op aanvullende regionale doelen die waterbeheerders kunnen hebben vastgelegd.

Het toetsingskader is zelfstandig bruikbaar in de beoordeling van effecten op KRW-doelen van activiteiten. Ter ondersteuning van de effectbeoordeling is naast het toetsingskader een apart Kennisdocument opgesteld waarin de effecten op de ecologische waterkwaliteit van een tiental activiteiten is beschreven en ondersteund met literatuur. Daarnaast biedt het een overzicht van vereffende maatregelen die men kan toepassen als een activiteit een negatieve impact heeft.

In diverse vragen binnen het Toetsingskader wordt verwezen naar dit Kennisdocument. Het Kennisdocument is beoogd als een groeidocument waar in de loop der tijd relevante effectbeschrijvingen aan toegevoegd worden. Het Kennisdocument bestaat uit een Excel-database begeleid door een Handleiding en is te vinden op de STOWA-website.

Het Toetsingskader Waterkwaliteit is in samenwerking met een brede groep waterbeheerders, de Unie van Waterschappen, Rijkswaterstaat en het IPO tot stand gekomen. Ik hoop van harte dat waterbeheerders dit toetsingskader aangrijpen om de effecten van activiteiten te toetsen. Daarbij hoop ik dat het Toetsingskader Waterkwaliteit voor Regionale Wateren een belangrijke bijdrage levert aan het behalen van de KRW-doelen en het verbeteren en beschermen van de waterkwaliteit in Nederland.

Mark van der Werf
Directeur STOWA

➡ HOOFDSTUK 1 INLEIDING

1

Als onderdeel van het Toetsingskader Waterkwaliteit Regionale Wateren is er een kennisdocument opgesteld. Dit Toetsingskader verwijst naar het kennisdocument voor de benodigde en relevante informatie. Het kennisdocument is een Excel-dataset die inzicht biedt in wat onder een activiteit wordt verstaan, evenals de mogelijke directe negatieve effecten die deze activiteit in een 'wordt case' scenario op de waterkwaliteit kan hebben. Het beschrijft de generieke tijdelijke en permanente effecten van activiteiten op de waterkwaliteit, maar gaat niet in op de omvang van het effect, aangezien dit afhankelijk is van de uitvoering van de activiteit en de plaatselijke omstandigheden van het betreffende waterlichaam. Daarnaast geeft het document inzicht in de maatregelen die kunnen worden ingezet om permanente effecten te vereffenen.



Het kennisdocument is opgesteld om:

- Een betere bescherming van ons oppervlaktewater te bieden;
- Een navolgbare en uniforme toetsing mogelijk te maken;
- Een effectbepaling op basis van literatuur te creëren;
- Inzicht te geven in vereffende maatregelen

Bij het opstellen van het kennisdocument zijn belangrijke afwegingen en keuzes gemaakt waarvan de gebruiker op de hoogte moet zijn om de dataset correct te interpreteren en te gebruiken. Dit document fungeert als handleiding voor het kennisdocument, waarin deze keuzes worden uitgelegd en onderbouwd. Daarnaast wordt beschreven hoe gebruikers via aanklikbare 'slicers' in Excel snel toegang kunnen krijgen tot de gewenste gegevens. Slicers maken het mogelijk om snel en eenvoudig gegevens te filteren uit de dataset, zodat gebruikers zich kunnen concentreren op specifieke subsets van informatie.

Het kennisdocument is een 'levend document' dat evolueert wanneer er nieuwe inzichten ontstaan, tools worden ontwikkeld en/of activiteiten worden toegevoegd ¹. Op dit moment zijn de effecten van negen activiteiten onderzocht en beschreven. Deze activiteiten omvatten:

- Het aanleggen of vervangen van een duiker;
- Functiewijziging naar beroeps- en/of recreatievaart;
- Het aanleggen of vervangen van drainage;
- Een lozing;
- Objecten langs de waterkant;
- Objecten op of boven water;
- Oeververharding;
- Een sportevenement/festival;
- Een ver(on)dieping.

¹ Het is belangrijk om te vermelden dat de dataset een 'conceptstatus' heeft. De Excel is zo samengesteld dat deze kan worden omgezet naar een gebruiksvriendelijke tool. Deze tool zal mogelijk in een vervolgstadium worden ontwikkeld.

➤ HOOFDSTUK 2 UITGANGSPUNTEN

2

Bij het opstellen van het kennisdocument zijn vier verschillende stappen doorlopen om voor elke activiteit een overzicht te creëren van de potentiële effecten en de bijbehorende vereffende maatregelen (zie Figuur 2-1). Het kennisdocument is een Excel-dataset die bestaat uit twee tabbladen:

- In tabblad 1, 'Activiteiten en Effecten', dat is ontwikkeld in stappen 1 t/m 3, wordt inzicht gegeven in wat onder een activiteit wordt verstaan, evenals de mogelijke effecten die een activiteit in het 'slechtste scenario' op de waterkwaliteit kan hebben.
- Tabblad 2, 'Vereffenen Permanente Effecten', dat is ontwikkeld in stap 4, biedt een overzicht van maatregelen die kunnen worden genomen om negatieve effecten te vereffenen.

Kennis van de uitgangspunten is essentieel om het kennisdocument juist te interpreteren en te kunnen gebruiken. Daarnaast biedt dit hoofdstuk uitleg over de factoren en begrippen die in het kennisdocument worden gebruikt.

2.1 STAP 1: ALGEMEEN RAAMWERK MET MOGELIJKE EFFECTEN OP HET WATERLICHAAM

Om elke activiteit eenduidig te kunnen toetsen, is in stap 1 een raamwerk met fysieke parameters ontworpen waar een activiteit direct effect op kan hebben, zie Tabel 2-1. Dit raamwerk is ontworpen om te waarborgen dat alle relevante effecten van een activiteit op de biologische- en/of chemische waterkwaliteit worden meegenomen in de

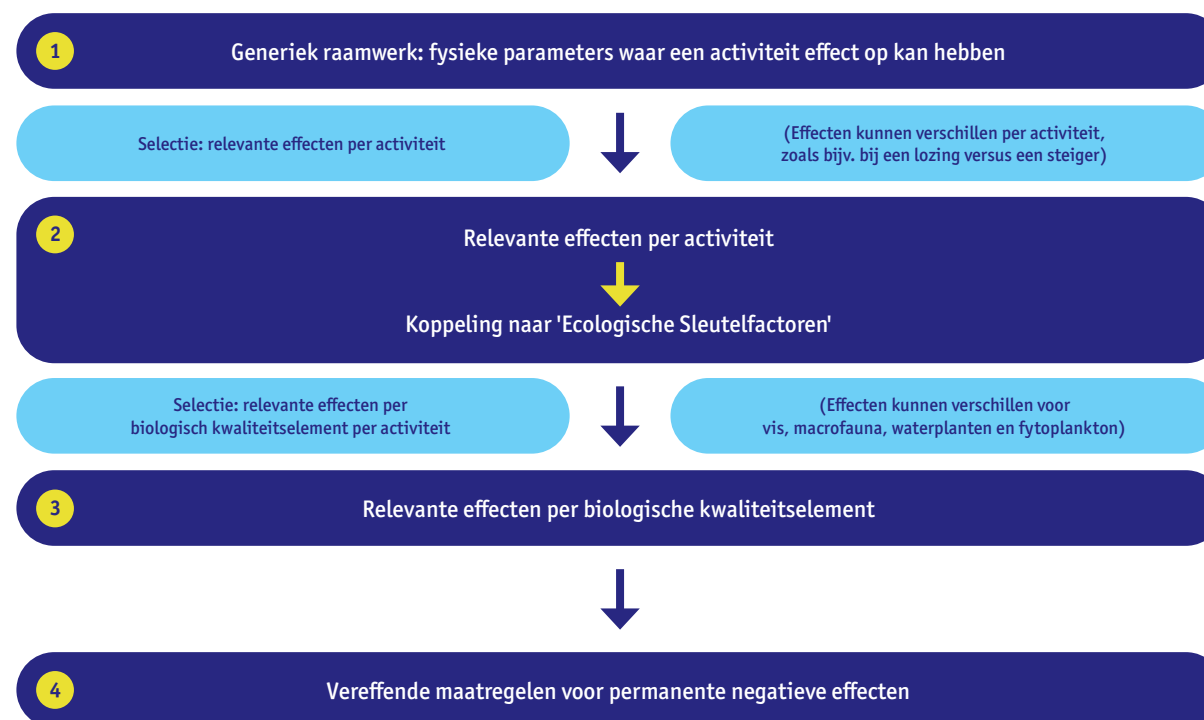
toetsing, ongeacht de aard van de activiteit of het type waterlichaam.

Het is belangrijk om te vermelden dat het hierbij gaat om directe effecten van een activiteit op de leefomgeving en het waterlichaam en dat indirecte effecten achterwege zijn gelaten. De

effecten omvatten zowel permanente als tijdelijke effecten. Het raamwerk omvat 18 permanente en zes tijdelijke directe effecten die voortvloeien uit een activiteit. Deze effecten hebben betrekking op hydromorfologie, hydrologie, stoffen en/of overige relevante factoren. In Tabel 2-1 staan de effecten weergegeven met een beschrijving.

FIGUUR 2-1

Vier verschillende stappen die zijn doorlopen in het kennisdocument om voor elke activiteit een overzicht te maken van de potentieel optredende effecten en de vereffende maatregelen.



TABEL 2-1

Raamwerk van directe, permanente en tijdelijke effecten op de leefomgeving/waterlichaam die mogelijk de waterkwaliteit kunnen beïnvloeden. Effecten kunnen van toepassing zijn op de hydromorfologie, hydrologie, stoffen en overige factoren

DIRECTE EFFECTEN VAN ACTIVITEITEN			
Fysieke parameters waar een activiteit effect op kan hebben. Wijziging in:			Toelichting
PERMANENT	HYDROMORFOLOGIE	Waterdiepte	De verticale afstand van het wateroppervlak tot de bodem van een waterlichaam
		Talud	Een talud van een oever is de helling die de overgang vormt tussen het water en het land aan de rand van een waterlichaam. Dit talud kan variëren in hellingshoek en hoogte, afhankelijk van de lokale geologie, hydrologie en menselijke ingrepen.
		Substraatype	De fysieke ondergrond of bodem waarop bentische organismen leven en groeien
		Waterbodemkwaliteit (voedselrijkdom)	De hoeveelheid en beschikbaarheid van voedingsstoffen in de bodem die nodig zijn voor de groei en ontwikkeling van organismen. Dit omvat elementen zoals stikstof, fosfor, kalium, calcium en sporenelementen. In dit geval moet de activiteit ervoor zorgen dat de bodemkwaliteit permanent wijzigt, bijvoorbeeld bij een (ver)opdieping.
		Schaduw	De schaduw die wordt geworpen op een waterlichaam door een object, zoals een boom, een gebouw of een ander obstakel. Deze schaduw kan de hoeveelheid beschikbaar zonlicht die het water bereikt verminderen.
		Connectiviteit op en langs oevers	De mate waarin organismen zich kunnen verplaatsen en binnen en tussen habitats aan de oever. Dit omvat zowel de verbinding tussen water en land als de horizontale verbinding langs de lengte van de oever. De oever bestaat hierbij uit de terrestrische-, amfibische-, en de aquatische zone.
		Connectiviteit door water	De mate waarin organismen zich kunnen verplaatsen binnen en tussen habitats in de waterkolom, waarbij het gaat om het 'natte profiel' van een waterlichaam. De aquatische zone valt hier niet onder en behoort tot de oever.
	HYDROLOGIE	Verblijftijd van het water	De gemiddelde tijd dat water in een bepaald waterlichaam blijft voordat het weer uit het systeem stroomt of verdwijnt.
		Stroomsnelheid	De snelheid waarmee water zich verplaatst door een bepaald gebied.
		Golfslag	De beweging van water die golven genereert, welke zich voortbewegen over het oppervlak van een waterlichaam.
	STOFFEN	Nutriënten van buitenaf	De hoeveelheid en beschikbaarheid van voedingsstoffen in het water die nodig zijn voor de groei en ontwikkeling van organismen. In de ecologie verwijst de term vaak naar elementen zoals stikstof (N), fosfor (P), kalium (K). In dit geval heeft de activiteit invloed op de fractie nutriënten die van buitenaf in het oppervlaktewater terechtkomt.
		Toxische stoffen van buitenaf	Chemische verbindingen die (in een bepaalde mate) schadelijk zijn voor levende organismen en ecosystemen. In dit geval heeft de activiteit invloed op de fractie toxische stoffen die van buitenaf in het oppervlaktewater terechtkomt. In dit geval heeft de activiteit invloed op de fractie toxische stoffen die van buitenaf in het oppervlaktewater terechtkomt.
		Organisch materiaal i.r.t. zuurstof	Materiaal dat afkomstig is van levende organismen of dat het resultaat is van de afbraak van deze organismen. Het omvat een breed scala aan stoffen, zoals plantaardig en dierlijk residu, humus, bladeren, takken, schimmels, en micro-organismen. In dit geval wordt de koppeling tussen organisch materiaal en zuurstof gezien en getoetst als één 'direct effect'. Hierbij wordt herhaling voorkomen.

DIRECTE EFFECTEN VAN ACTIVITEITEN			
Fysieke parameters waar een activiteit effect op kan hebben. Wijziging in:			Toelichting
PERMANENT	OVERIG	Watertemperatuur	De temperatuur van het oppervlaktewater.
		Directe populatie verwijdering	Indien er door fysieke gevolgen van een activiteit een biologisch kwaliteitselement permanent verdwijnt uit het waterlichaam. Dit geldt als: - De populatie die verdwijnt, zich heel moeizaam kan herstellen, ondanks dat hun habitat nog intact is. Denk bijvoorbeeld aan kostbare mosselbanken. - De habitat zo wordt aangetast (verdwijnt) dat terugkeer van aanwezige individuen is uitgesloten, zoals bijvoorbeeld bij drooglegging, een flinke verdieping of een object dat of gebouw dat in de habitat wordt geplaatst.
		Vertroebeling	De transparantie van water door de aanwezigheid van deeltjes, zoals sedimenten, organisch materiaal, algen en verontreinigingen. Deze deeltjes kunnen afkomstig zijn van natuurlijke processen, zoals erosie en afstroming, of door menselijke activiteiten, zoals landbouw, bouw en industrie.
		Exoten	Organismen die zich in een bepaald gebied hebben gevestigd, maar oorspronkelijk niet uit dat gebied afkomstig zijn. Deze soorten worden vaak geïntroduceerd via menselijke activiteiten, zoals handel, landbouw, of als gevolg van toevallige verspreiding. In dit geval wordt er getoetst of een activiteit de verspreiding van exoten faciliteert.
		Geluid en Trillingen	De golven door geluid en trillingen die zich voortbewegen in een waterlichaam. Omdat water dichter is dan lucht kunnen golven door geluid en trillingen zich in water veel efficiënter voortbewegen in aquatische omgevingen. Dieren kunnen hier hinder van ondervinden.
TIJDELIJK	HYDROMORFOLOGIE	Fysieke verstoring	Indien er door de fysieke gevolgen van een activiteit een biologisch kwaliteitselement tijdelijk hinder ondervindt, maar hierdoor niet permanent verloren gaat. Dit kan bijvoorbeeld het geval zijn wanneer materialen met voertuigen over de oever worden verplaatst, waardoor de vegetatie wordt beschadigd. De habitat blijft daardoor wel bestaan, de oever wordt namelijk niet verwijderd, en de planten zullen relatief snel herstellen.
		Vertroebeling	Het verminderen van de transparantie van water door de aanwezigheid van deeltjes, zoals sedimenten, organisch materiaal, algen en verontreinigingen. Deze deeltjes kunnen afkomstig zijn van natuurlijke processen, zoals erosie en afstroming, of door menselijke activiteiten, zoals landbouw, bouw en industrie.
		Schaduw	De tijdelijke schaduw die wordt geworpen op een waterlichaam door een object, zoals bouwinstallaties of een ander obstakel. Deze schaduw kan de hoeveelheid beschikbaar zonlicht die het water bereikt verminderen.
	STOFFEN	Nutriënten uit bodem	Indien er tijdens de activiteit contact is met de bodem en hierdoor nutriënten uit de bodem vrijkomen. Deze nutriënten zitten al in het systeem, en komen tijdelijke beschikbaar in de waterkolom. Indien nutriënten van buiten het systeem in het oppervlaktewater terecht komen, valt dit onder een permanente toevoeging, wat wordt getoetst onder 'nutriënten van buitenaf'.
		Toxiciteit uit bodem	Indien er tijdens de activiteit contact is met de bodem en hierdoor toxische stoffen uit de bodem vrijkomen. Deze toxische stoffen zitten al in het systeem, en komen tijdelijke beschikbaar in de waterkolom. Indien toxische stoffen van buiten het systeem in het oppervlaktewater terecht komen, valt dit onder een permanente toevoeging, wat wordt getoetst onder 'toxische stoffen van buitenaf'.
	OVERIG	Geluid en Trillingen	De golven door geluid en trillingen die zich voortbewegen in een waterlichaam. Omdat water dichter is dan lucht kunnen golven door geluid en trillingen zich in water veel efficiënter voortbewegen in aquatische omgevingen. Dieren kunnen hier hinder van ondervinden.

2.2 STAP 2: RELEVANTE EFFECTEN EN KOPPELING MET ECOLOGISCHE SLEUTELFACTOREN

In stap twee is een analyse uitgevoerd om te bepalen welke effecten uit [Tabel 2.1](#) van toepassing zijn op elke activiteit en mogelijk een negatieve invloed op de chemische en biologische waterkwaliteit hebben. Dit betreft de directe effecten van een activiteit op de waterkwaliteit, waarbij is uitgegaan van een ‘worst-case’ scenario.

Bijvoorbeeld, voor de activiteit ‘steiger aanleggen’ is het worst-case scenario dat er schaduw valt op een bestaand veld met waterplanten. Dit effect is dan ook in de Excel-tabel opgenomen. In een daadwerkelijk project kan het voorkomen dat de steiger aan de noordoever ligt en de zon onder de steiger doorkomt, waardoor er geen schaduw ontstaat. In dat geval hoeft dit effect niet verder te worden getoetst, mits de steiger voldoende van de kant af ligt om de emerse vegetatie niet te belemmeren. Door de worst-case effecten in de Excel-tabel op te nemen, wordt voorkomen dat potentiële negatieve effecten op de waterkwaliteit over het hoofd worden gezien.

Om de dataset te laten aansluiten bij veel van de beschikbare tools en handboeken rondom ecologische waterkwaliteit, is er een koppeling gelegd tussen de geformuleerde effecten in [Tabel 2-1](#) en de ecologische sleutelfactoren (ESF'en) van STOWA voor stilstaande wateren, zie [Tabel 2-2](#). Zie ook kader voor nadere toelichting met de relatie voor stromende wateren.

Binnen de ESF-systematiek ontbreken echter enkele factoren die relevant zijn voor biologische kwaliteitselementen en die ook negatief beïnvloeden kunnen worden door bepaalde activiteiten. Daarom zijn, aanvullende op de bestaande ESF'en de factoren temperatuur en geluid toegevoegd. Vanzelfsprekend kan een effect invloed hebben op meerdere ESF'en. Ter illustratie: indien een activiteit de waterdiepte aantast, heeft dit invloed op zowel de ESF Lichtklimaat, habitatgeschiktheid als watertemperatuur.

AANSLUITING BIJ ECOLOGISCHE SLEUTELFACTOREN VOOR STOMENDE WATEREN.

Om de dataset uit het kennisdocument te laten aansluiten bij de beschikbare tools en handboeken rondom ecologische waterkwaliteit, is er een koppeling gelegd tussen de geformuleerde effecten in [Tabel 2.1](#) en de ecologische sleutelfactoren (ESF'en) van STOWA voor stilstaande wateren, zie [Tabel 2.2](#). Voor de sleutelfactoren van stromende wateren is deze koppeling nog niet gemaakt, aangezien deze in 2025 worden geüpdatet. Met deze update zullen de sleutelfactoren voor stilstaande en stromende wateren beter op elkaar aansluiten.

Hoewel de koppeling met de sleutelfactoren voor stromende wateren nog niet is gelegd, blijft het kennisdocument voor een groot deel relevant voor stromende wateren. Het overzicht van de effecten die optreden in een ‘worst-case’ scenario en de vertaling daarvan naar de biologische kwaliteitselementen Vis, Macrofauna, Fytoplankton en Overige Waterflora zijn ook van toepassing op stromende wateren. Er zijn namelijk bijna (1) geen effecten die wel optreden in stromende wateren maar in een ‘worst-case’ scenario niet optreden in stilstaande wateren. De lijst met factoren waarop getoetst moet worden, zal dus eerder uitgebreider zijn dan dat er factoren over het hoofd worden gezien.

Het grootste verschil zit in de reikwijdte en de duur van de effecten, maar het kennisdocument geeft hier geen oordeel over; dit moet per activiteit en projectlocatie in kaart worden gebracht. Naast dat het toetsingskader voor regionale wateren direct bruikbaar is voor stromende wateren, kan het kennisdocument ook dienen als leidraad voor uniforme toetsing.

1. *In het kennisdocument wordt bij de activiteiten ‘objecten op en boven water’ en ‘(ver)ondieping’ geen link gelegd tussen de stroomsnelheid en de habitatgeschiktheid voor de biologische kwaliteitselementen. Dit is echter wel relevant voor stromende wateren. Deze link is wel gelegd voor de activiteiten ‘Aanleg of vervangen van een duiker’, ‘Beroeps- en/of recreatievaart’ en ‘Drainage van naastgelegen areaal.’*

TABEL 2-2

Ecologische Sleutelfactoren (ESF'en) voor stilstaande wateren (STOWA). Zie kader voor relatie met stromende water.

ESF STILSTAANDE WATEREN		UITLEG
1.	 Productiviteit water	De productiviteit van een water wordt voor een groot deel bepaald door de beschikbaarheid van nutriënten. Deze bevorderen de groei van planten en algen (productiviteit). De beschikbaarheid van nutriënten wordt in beeld gebracht door het vaststellen van de toevoer van buitenaf (externe belasting), bijvoorbeeld via toestromend water of nutriëntenrijk grondwater. Bij deze sleutelfactor wordt vastgesteld bij welke belasting het watersysteem overgaat in een andere toestand, bijvoorbeeld de overgang van dominantie van kroos naar dominantie van ondergedoken waterplanten. Bij een korte verblijftijd (er stroomt veel water door het watersysteem) is de kwaliteit van het toestromende water bepalend. Als de productiviteit van het water dusdanig laag is dat er geen dominantie van kroos of algen ontstaat, staat ESF 1 'op groen'. Onder deze omstandigheden zijn kroos en algen niet belemmerend voor de ontwikkeling van ondergedoken waterplanten.
2.	 Lichtklimaat	De belangrijkste voorwaarde voor het voorkomen van waterplanten is voldoende licht. Deze ecologische sleutelfactor brengt het lichtklimaat onder water in beeld (helderheid), in relatie tot stoffen en factoren die daar van invloed op zijn. Factoren als wind, vis en scheepvaart kunnen opwerveling veroorzaken, wat tot de aanwezigheid van zwevende deeltjes leidt met als gevolg een afname van de diepte tot waarop licht in het water doordringt. Bronnen van zwevende deeltjes zijn, behalve algen en kroos, afkalvende oevers, afgestorven algen en afbraak van de waterbodem. Daarbij kan de aanwezigheid van humuszuren ook tot kleuring van het water leiden, wat van negatieve invloed is op het lichtklimaat. Als de ecologische sleutelfactoren 1 en 2 'op groen' staan, kunnen er waterplanten groeien.
3.	 Productiviteit bodem	Deze ecologische sleutelfactor richt zich op de beschikbare hoeveelheid nutriënten in de waterbodem en de wijze waarop deze nutriënten bijdragen aan de ecologische toestand. Een belangrijke bron van nutriënten in waterbodems is de overmatige toevoer in het verleden (ESF 1). Zolang er geen licht op de waterbodem valt (ESF 2 'op rood'), spelen de nutriënten in de bodem een beperkte rol bij de ecologische toestand van het waterlichaam. Als er licht op de waterbodem valt (ESF 2 'op groen'), kunnen waterplanten groeien. Wanneer in zo'n geval de bodem vol zit met nutriënten (ESF 3: Productiviteit bodem 'op rood') domineren snelgroeiende, ondergedoken waterplanten. Ecologisch gezien is deze situatie niet waardevol. Integendeel: het gaat vaak samen met de vorming van giftige stoffen in de bodem, zoals sulfide en ammonium. Daarbij veroorzaken snelgroeiende ondergedoken waterplanten vaak overlast, bijvoorbeeld voor de recreatie, of omdat ze de doorstroming van water belemmeren.
4.	 Habitatgeschiktheid	Ecologische sleutelfactor 4 is gericht op de belangrijkste habitateisen die organismen aan hun omgeving stellen. Het gaat hierbij, onder meer, om de samenstelling van het water, zoals de aanwezigheid van koolstofdioxide, en om hydrologische omstandigheden, zoals waterpeilfluctuaties en waterbeweging. Maar ook om morfologische kenmerken, zoals diepteverdeling en substraat. Wanneer deze ecologische sleutelfactor 'op groen' staat, is een geschikt habitat voor planten, vissen en/of macrofauna aanwezig.

TABEL 2-2 VERVOLG

Ecologische Sleutelfactoren (ESF'en) voor stilstaande wateren (STOWA). Zie kader voor relatie met stromende water.

ESF STILSTAANDE WATEREN		UITLEG
5.	 Verspreiding	Deze ecologische sleutelfactor gaat over de mogelijkheden voor organismen om zich te verplaatsen van én naar watersystemen. Het gaat hierbij niet alleen over vissen, maar ook over planten(zaden) en macrofauna. Of deze organismen ook daadwerkelijk aanwezig zijn, hangt af van de bereikbaarheid van het watersysteem voor deze soort en of er in de omgeving andere populaties (restpopulaties) aanwezig zijn van waaruit de soort zich kan verspreiden. Wanneer een plant niet in een gebied voorkomt, moeten zaden van die plant wel het gebied kunnen bereiken. Voor vissen moeten migratieroutes beschikbaar zijn; dijken en stuwen vormen voor vissen bijvoorbeeld barrières.
6.	 Verwijdering	De laatste ecologische sleutelfactor in deze groep richt zich op verwijdering van planten en dieren uit het watersysteem. Het gaat hierbij om verwijdering vanwege schoningsbeheer, zoals maaien en baggeren. Maar bijvoorbeeld ook om vraat van planten door ganzen en kreeften. Als de habitatdiversiteit en de verbinding van een watersysteem voldoen (ESF 4 en 5), kunnen specifieke soorten planten en dieren aanwezig zijn in het systeem. Als ze echter uit het systeem worden verwijderd, bijvoorbeeld door onderhoudswerkzaamheden of door vraat van ganzen, worden ze niet of weinig teruggevonden in het watersysteem. Bij verwijdering door onderhoudswerkzaamheden worden de hoeveelheid planten en dieren, en de aanwezigheid van bepaalde soorten in belangrijke mate bepaald door de methode van onderhoud. Het hangt af van het gebruikte materieel, het tijdstip in het jaar waarop de werkzaamheden plaatsvinden en hoe frequent het onderhoud wordt uitgevoerd.
7.	 Organische belasting	Of het nu gaat om riooloverstorten, 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 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 domineert en moet daarom eerst opgelost worden.
8.	 Toxiciteit	Bepaalde stoffen in het watersysteem kunnen een toxisch effect hebben op de aanwezige planten en dieren. Het gaat hierbij om zware metalen, pesticiden, medicijnresten en andere microverontreinigingen. Het effect van deze verontreinigingen hangt onder meer af van de plaats waar de stoffen zich in het systeem bevinden en van de vorm waarin ze voorkomen. De gevoeligheid van soorten voor verontreiniging verschilt. Het is niet wenselijk dat deze ecologische sleutelfactor 'op rood' staat. Verontreinigingen kunnen namelijk acute toxische effecten op de aanwezige planten en dieren veroorzaken. Vaak speelt dit probleem lokaal en voor specifieke soorten. Effecten op systeemniveau zijn lastiger te duiden.

2.3 STAP 3: RELEVANTE EFFECTEN PER BIOLOGISCH KWALITEITSELEMENT

In stap drie vindt differentiatie van de effecten plaats naar de vier biologische kwaliteitselementen. Per biologisch kwaliteitselement is onderzocht of het directe effect in een 'worst-case' scenario daadwerkelijk van toepassing is. Indien een effect niet van toepassing op een biologisch kwaliteitselement, hoeft het ook niet getoetst te worden.

Twee voorbeelden ter illustratie:

- Een steiger die over de oever is geplaatst heeft wel een direct negatief effect op de habitatgeschiktheid van oever- en waterplanten, maar niet direct op de habitat van fytoplankton, dat door de waterkolom zweeft. Toetsen van wijziging in habitatgeschiktheid op oever- en waterplanten is dan wel nodig, maar op fytoplankton niet.
- Het geluid dat geproduceerd wordt tijdens een festival heeft wel een direct negatief effect op vissen, maar niet op waterplanten en fytoplankton. Toetsen van geluid op vissen is dan wel nodig, maar op waterplanten en fytoplankton niet.

Als er vanuit de literatuur onvoldoende bekend is om een inschatting te maken van een effect, zoals de impact van geluid op macrofauna, kiezen we ervoor om aan de veilige kant te blijven. Dit betekent dat we de opties om te vereffenen en te mitigeren benoemen, omdat een negatief effect niet kan worden uitgesloten. Het resultaat is een lijst waarin voor elk effect is beschreven waarom het al dan niet een directe negatieve impact heeft.

2.4 STAP 4: VEREFFENENDE MAATREGEN

In stap 4 is er gekeken naar vereffende maatregelen voor permanente effecten. Volgens het toetsingskader dient, als een activiteit leidt tot een permanent negatief effect, dit effect volledig te worden vereffend met passende maatregelen.

Voorbeeld: Wanneer een beschoeiing wordt geplaatst, verdwijnt de amfibische zone van de oever, wat resulteert in het permanente verlies van een waardevol habitat voor emerse en ondergedoken waterplanten. Om dit habitat elders te herstellen, moet er vereffend worden met bijvoorbeeld een natuurvriendelijke oever.

In het tweede tabblad van de Excel-tool van het kennisdocument 'Vereffende maatregelen voor permanente effecten' staat een overzicht van maatregelen. Deze maatregelen zijn gericht op het verbeteren van de waterkwaliteit en kunnen worden ingezet ter vereffening van permanente negatieve effecten. De lijst dient als een eerste stap in het creëren van een overzicht van maatregelen. Uiteindelijk moet systeem-specifiek worden beoordeeld of de gekozen maatregel(en) het beoogde effect daadwerkelijk zullen bereiken. De lijst met maatregelen is onderverdeeld in twee groepen, waarbij onderscheid is gemaakt ter verbetering van de ecologische sleutelfactoren:

1. ESF (1): Productiviteit van water, ESF (3): Productiviteit van de bodem, (ESF 7): Organische belasting en ESF (8): Toxiciteit
2. ESF (4): Habitatgeschiktheid, ESF (2): Lichtklimaat, ESF (5): Verspreiding en ESF (6): verwijdering

Vanuit ecologisch perspectief heeft één maatregel vaak invloed op meerdere ESF'en. Het splitsen van maatregelen per ESF zou leiden tot veel herhalingen van maatregelen. Daarom is ervoor gekozen om de maatregelen voorlopig in slechts twee groepen op te delen. Deze lijst is niet uitputtend en kan in de loop der tijd worden aangevuld. Zodra de Excel-dataset wordt omgezet in een tool, zullen de maatregelen specifiekere worden ingedeeld per ESF.

In Bijlage 1 staat dezelfde lijst met maatregelen voor permanente effecten nogmaals weergegeven.

⇒ HOOFDSTUK 3 GEBRUIK VAN DE EXCEL TOOL MET SLICERS

3



Het kennisdocument bestaat uit een dataset in Excel. Hierbij is gebruikgemaakt van 'slicers', zodat gebruikers snel en eenvoudig gegevens kunnen filteren uit de dataset en zich kunnen concentreren op specifieke subsets van informatie. Zie Tabel 3-1 voor de selecties die u per slicer kunt uitvoeren in Excel.

Het is belangrijk om te vermelden dat de dataset een 'conceptstatus' heeft en zo is samengesteld dat deze eenvoudig kan worden aangepast naar elk gewenst gebruiksformat. Zo kan de inhoud gemakkelijk worden ingeladen in programmeersoftware om er een professionele tool van te maken. De begeleidingscommissie dient nog een besluit te nemen over het gewenste format.

TABEL 3-1

Uitleg van de slicers gebruikt in het kennisdocument.

>>>

Selecteer je activiteit

- Aanleg of vervangen duiker
- Beroeps- en/of recreatievaart
- Drainage van naastgelegen areaal
- Lozing
- Objecten langs de waterkant
- Objecten op of boven water
- Oeververharding
- Tijdelijk sportactiviteit of festival
- Ver(on)diepen

Selecteer in deze slicer in Excel welke activiteit er plaatsvindt.

Bekijk welke toets(en) ik moet doorlopen?

- Biologie + ondersteunende parameters en Stoffen
- Biologie + ondesteunende parameters

Vervolgens ziet u automatisch of er voor deze activiteit op Biologie + ondersteunden parameters en Stoffen getoetst moet worden. Deze toetsen staan beschreven in het Toetsingskader waterkwaliteit voor regionale wateren.

Selecteer één of meerdere biologisch kwaliteitselementen

- Fytoplankton
- Macrofauna
- Vissen
- Waterplanten

In de laatste slicer kunt u de effecten en ecologische sleutelfactoren per biologisch kwaliteitselement selecteren. Op deze manier ontvangt u onder in te tabel voor elk element een lijst met de effecten die in een 'worst-case' scenario kunnen optreden. U kunt nu in de tabel aflezen waarom de activiteit deze fysieke parameter of ecologische sleutelfactor (ESF) negatief beïnvloedt. Meerdere fysieke parameters kunnen invloed hebben op dezelfde ESF, en om voor een ESF te vereffenen, dienen alle relevante parameters te worden beschouwd. Ter volledigheid is in deze stap ook de uitleg gegeven indien een effect niet van toepassing is op een biologisch kwaliteitselement. Na het doorlopen van deze stap kan de initiatiefnemer verder met de toetsing, zie de Handleiding Toetsingskader Waterkwaliteit Regionale Wateren.

TABEL 3-1 VERVOLG

Uitleg van de slicers gebruikt in het kennisdocument.

>>>

Selecteer op de effecten:

niet toetsen
wel toetsen

In deze slicer kunt u onderscheid maken tussen de relevante (wel toetsen) en niet relevante effecten (niet toetsen) op de biologische kwaliteitselementen selecteren.

Selecteer de duur van het effect

Permanent
Tijdelijk

Indien gewenst kunt u hier filteren op de permanente of tijdelijke directe effecten die optreden door de activiteit

Bekijk op welke fysieke parameters mijn activiteit effect kan hebben

Connectiviteit door water
Connectiviteit op en langs oever
Directe populatie verwijdering
Exoten
Fysieke verstoring
Geluid
Golfslag
Nutriënten uit bodem
Nutriënten van buitenaf
Organisch materiaal i.v.t. zuurstof
Schaduw
Stroom snelheid
Substraattype
Talud
Toxiciteit uit bodem
Toxische stoffen van buitenaf
Verblijftijd van het water
Verroebeling
Waterbodemijsaliteit (voedselrijkdom)
Waterdiepte
Watertemperatuur

Hier ziet u automatisch op welke fysieke factoren en ESF'en een activiteit effect heeft. Door uw antwoorden in de eerste slicers in te voeren, wordt er automatisch een selectie gemaakt uit deze lijst. Dit kan ook andersom. U kunt ook filteren door een of meerdere factoren uit deze lijst aan te klikken.

Bekijk op welke Ecologische sleutelfactor mijn activiteit effect kan hebben

(1) Productiviteit water
(2) Lichtklimaat
(3) Productiviteit bodem
(4) Habitatgeschiktheid
(5) Verspreiding
(6) Verwijdering
(7) Organische belasting
(8) Toxiciteit
(a) Geluid
(b) Watertemperatuur

➤ BIJLAGE 1 MAATREGELEN VEREFFENEN PERMANENTE EFFECTEN VAN ACTIVITEITEN



B1



MAATREGELEN VOOR ECOLOGISCHE SLEUTELFACTOREN: PRODUCTIVITEIT WATER, PRODUCTIVITEIT BODEM, TOXICITEIT EN ORGANISCHE BELASTING.

- **Stimuleren van de afname van nutriënten/organisch materiaal vanuit omliggende polders/omgeving.**

Dit kan worden bereikt door het implementeren van regelbare drainage, bufferstroken en bezinkpoelen. Deze maatregelen helpen ook om incidentele overstorten te verminderen.

- **Doorspoelen met water vanuit de omgeving.**

In veel oppervlaktewateren wordt in droge perioden niet alleen water ingelaten voor peilbeheer maar ook voor het voorkomen van problemen met de waterkwaliteit, zoals overmatige algen- of kroosgroei. Dit verlaagt de verblijftijd van het water. Bij een lage verblijftijd (<21 dagen) is de kans kleiner dat er hoge concentraties algen of pakketten met kroos voorkomen. Bovendien wordt drijfvuil of de belasting vanuit een foutaansluiting beter gemengd en uiteindelijk het waterlichaam uitgespoeld. Als het omliggende water minder nutriënten bevat, zal het inlaten van dit water de nutriëntenconcentratie verlagen, wat de algengroei remt. Het aanvoeren van water brengt echter continue nieuwe nutriënten het systeem binnen. De meeste inlaten zijn gericht op lokaal doorspoelen en incidenteel gebruik en zijn vaak niet groot genoeg voor structureel doorspoelen. Dit resulteert in kosten die voornamelijk bestaan uit het bedienen van de inlaten en het uitmalen van het ingelaten water. Het draagvlak voor doorspoeling is vaak klein, omdat er gestreefd wordt naar beperking, zodat lokale maatregelen kunnen worden genomen en kosten beperkt blijven.

Voor dat deze maatregel wordt toegepast is het belangrijk om vast te stellen of het betreffende waterlichaam een transportgestuurd systeem is:

- Indien transportgestuurd: **Garandeer voldoende waterstroming en voorkom luwteplekken in het ontwerp.**

Bij een transportgestuurd systeem is het niet mogelijk is om de nutriëntenbelasting voldoende laag te krijgen. Er wordt dan zoveel water ingelaten dat de verblijftijd korter is dan drie dagen. Door deze korte verblijftijd kunnen algen niet goed tot bloei komen in het systeem zelf. De waterkwaliteit wordt daardoor vooral beïnvloed door de kwaliteit van het inlaatwater. Het is dus van belang dat het inlaatwater liefst helder, niet te voedselrijk is en niet vol met algen zit

- Indien procesgestuurd: **Garandeer voldoende luwte in je waterlichaam. De verblijftijd in het systeem moet > 21 dagen zijn.**

De waterkwaliteit wordt met name bepaald door biologische processen zoals afbraak van organisch materiaal, algengroei en/of kroosgroei. Deze biologische processen worden op hun beurt sterk gestuurd door de nutriëntenbelasting. Als de nutriëntenbelasting voldoende laag is dan zal het systeem zich in een heldere toestand met ondergedoken waterplanten bevinden. Het is in dit geval niet erg dat het water niet doorstroomt

- **Vasthouden van gebiedseigen water.**

Het langer vasthouden van water kan de waterkwaliteit bevorderen in robuust ecologische systemen, waar oever en waterplanten vertegenwoordigd zijn. Interne processen in het waterlichaam, zoals de opname van nutriënten door waterplanten en algengroei, kunnen de stikstofconcentratie met ongeveer 1% per dag verlagen. Om water effectief vast te houden, dienen stuwen in het gebied te worden geplaatst die bij wateroverlast niet te veel opstuwing veroorzaken. De aanleg van stuwen is technisch haalbaar, maar de kosten voor aanleg en beheer, samen met het potentiële verlies van fauna, kunnen leiden tot een beperkt draagvlak. Indien voor deze maatregel wordt gekozen, is het raadzaam om dit te combineren met peilbeheer ter bevordering van natuurlijke zuivering. Let op: in de zomer kan de fosforconcentratie door aanvoer vanuit de waterbodem toenemen (ongeveer 0,005 mg/l per dag), wat kan leiden tot overmatige algengroei, vooral in stilstaand water.

Voor dat deze maatregel wordt toegepast is het belangrijk om vast te stellen of het betreffende waterlichaam een procesgestuurd systeem is:

- a. Indien procesgestuurd: **Behoud voldoende luwte in je waterlichaam. De verblijftijd in het systeem moet > 21 dagen zijn.**

De waterkwaliteit wordt met name bepaald door biologische processen zoals afbraak van organisch materiaal, algengroei en/of kroosgroei.

Deze biologische processen worden op hun beurt sterk gestuurd door de nutriëntenbelasting. Als de nutriëntenbelasting voldoende laag is dan zal het systeem zich in een heldere toestand met ondergedoken waterplanten bevinden. Het is in dit geval niet erg dat het water niet doorstroomt

- b. Indien transportgestuurd: **Behoud voldoende waterstroming en voorkom luwteplekken in het ontwerp.**

Bij een transportgestuurd systeem is het niet mogelijk is om de nutriëntenbelasting voldoende laag te krijgen. Er wordt dan zoveel water ingelaten dat de verblijftijd korter is dan drie dagen. Door deze korte verblijftijd kunnen algen niet goed tot bloei komen in het systeem zelf. De waterkwaliteit wordt daardoor vooral beïnvloed door de kwaliteit van het inlaatwater. Het is dus van belang dat het inlaatwater liefst helder, niet te voedselrijk is en niet vol met algen zit

- **Watercirculatie geïsoleerd binnen het watersysteem.**

Binnen een waterlichaam of systeem kan het water in beweging worden gehouden door middel van stuwen en eventueel een zonne-energiepomp in combinatie met een vlotterstuw, die een vast waterstandsverschil regelt. Het kunstwerk functioneert automatisch zonder stroomtoevoer. Het water zal door de circulatie sterker in contact zijn met water- en vooral oeverplanten. De opname van nutriënten en de invang van (nutriëntenrijk) slib zullen worden vergroot. Ook zal de opwarming meer gelijkmatig worden verdeeld. De kans op de vorming van blauwalgen in stilstaande, oeverdelen met veel zon zal daardoor afnemen. De technische haalbaarheid is goed. Het ontwerp is zeer technisch, maar fungeert automatisch zodra het geplaatst is. De kosten zijn relatief goedkoop en een vlotterstuw heeft een breed draagvlak wanneer dit uiteindelijk bijdraagt aan een betere waterkwaliteit

- **Tegengaan van blauwalgen door beluchting en circulatie.**

Om de aanvoer van blauwalgen te beperken, kan bij een waterinlaatpunt een bellenscherm of waterjet worden geïnstalleerd. Door het water in beweging te houden, wordt de kans op algengroei verminderd. Adequate mechanische beluchting en circulatie houden het water continu in beweging, wat preventief werkt tegen blauwalgen, hoewel het geen algen doodt.

Een waterjet of bellenscherm mengt en belucht het water, waardoor er meer zuurstof in het water komt en de afbraak van organisch materiaal wordt gestimuleerd. Dit is cruciaal om algengroei tegen te gaan. Door stroming in het water te creëren, kunnen drijfslagen met (blauw)algen moeilijker ontstaan. Als het bellenscherm bij de inlaat van de wijk is geplaatst, voorkomt dit dat (blauw)algen de wijk binnendringen. Het gebruik van een bellenscherm of waterjet vereist echter een stroomtoevoer, wat kan worden opgelost door een klein zonnepaneel te installeren.

Deze maatregel is technisch haalbaar, mits er een stroomvoorziening kan worden aangelegd. Dit is afhankelijk van de locatie waar het bellenscherm of de waterjet wordt ingezet. De aanleg van een bellenscherm of waterjet is kostbaar en vereist continu een pomp met stroom. Hierdoor is de kosteneffectiviteit van deze maatregel niet hoog.

Het draagvlak is groot wanneer blijkt dat deze maatregel bijdraagt aan een betere waterkwaliteit. Echter, een pomp en installatie voor een bellenscherm of waterjet zijn kwetsbaar voor vandalisme, vooral wanneer ze niet op een beschutte locatie zijn geplaatst.

Let op: Afhankelijk van de waterdiepte en de aanwezigheid van stratificatie kan het mengen van gestratificeerde lagen door (lucht)circulatie leiden tot het vrijkomen van toxische verbindingen en nutriënten. Indien men blauwalgen in een diepe plas wil bestrijden met (lucht)circulatie, is het aan te raden dit vooral te doen in de maanden voorafgaand aan de vorming van stratificatie (stratificatie is temperatuurgestuurd)

- **Filteren van afstromend (hemel)water.**

Door het toepassen van raingardens of wadi's kan afstromend hemelwater, dat nutriënten bevat van bladval of mos op daken en wegen, worden gefilterd voordat het in het oppervlaktewater stroomt. Dit water bevat vaak hogere stikstofconcentraties. Door het water eerst door een zandfilter of bodempassage te laten lopen, blijft organisch materiaal achter in het filter. Ongeveer 30% van de stikstof en 5% van de fosfor kan zo worden verwijderd. Afhankelijk van het systeem kan afstromend hemelwater een belangrijk deel van het oppervlaktewater in de zomer uitmaken, en het zuiveren ervan kan de stikstofconcentraties aanzienlijk verlagen. Technisch moeten de hemelwaterafvoeren naar een centraal punt geleid worden dat eindigt in een filter. Dit filter kan verstoppert en moet regelmatig gecontroleerd worden. Het filter kan natuurlijk of recreatief worden ingepast, wat het draagvlak verhoogt.

- **Zuivering met een helofytenfilter.**

Dit is een natuurlijke filter, vaak met riet, dat nutriënten uit het water verwijderd. Er zijn drie types: vloeiveld, wortelzonesysteem en infiltratiesysteem. Door water via een helofytenfilter te laten stromen, worden stoffen uit het water verwijderd. Helofytenfilters kunnen ongeveer 40% van de stikstof en 10% van de fosfor verwijderen. Vloeivelden zijn de goedkoopste maar minst effectieve, terwijl infiltratievelden de duurste maar meest effectieve zijn. Het onderhoud is cruciaal; jaarlijks maaier en afvoeren is noodzakelijk om nalevering van nutriënten te voorkomen. De aanleg van een helofytenfilter is technisch uitvoerbaar en niet duur bij een beperkt oppervlak, en het heeft vaak een redelijk goed draagvlak vanwege de natuurlijke inrichting.

- **Zuivering met een ijzerzandfilter.**

Een ijzerzandfilter wordt gebruikt om fosfor uit water te verwijderen, wat de kans op overmatige algengroei vermindert en de waterkwaliteit verbetert. Ijzerzand kan de fosforconcentratie in het aangevoerde water

met ongeveer 75% en de stikstofconcentratie met ongeveer 20% verlagen. Bij lage belasting zijn ijzerzandfilters relatief compact, waardoor ze goed in bestaande structuren kunnen worden geïntegreerd. Bovendien kunnen ze natuurlijk worden ingericht en vereisen ze na installatie weinig onderhoud, wat de acceptatie/draagvlak van de maatregel vergroot. Houd rekening met de aanlegkosten en het feit dat deze filters relatief nieuw zijn, wat monitoring noodzakelijk maakt.

Let op: een ijzerfilter bindt het best aan ijzer zolang het geoxideerd ijzer (Fe^{3+}) betreft. Onder gereduceerde omstandigheden (permanent natte omstandigheden) is de binding van fosfaat door ijzercomplexen veel minder goed dan onder zuurstofhoudende condities (droogvallende omstandigheden). Wanneer het ijzer reduceert (Fe^{2+}) komt een deel van het fosfaat weer vrij in de waterkolom. Het is daarom van belang om de filter altijd boven de hoogste grondwaterstand toe te passen.

- **Waterbodem afdekken met (schoon) zand.**

Het afdekken van de waterbodem met een laag zand van 25 – 30 cm om zo de nutriëntrijke bodem af te dekken. Er vindt dan geen uitwisseling van nutriënten meer plaats tussen de waterkolom en de waterbodem. Een laag zand zorgt ervoor dat er minder slibdeeltjes van de waterbodem in suspensie gaan. Bodemwoelende vis zal tot minder vertroebeling leiden. Verder is de nalevering van voedingsstoffen uit de waterbodem bij een zand bodemlaag. Door bovengenoemde effecten zal het doorzicht toenemen (minder slib en bodemdeeltjes in suspensie en mogelijk een lagere dichtheid aan algen. Een randvoorwaarde is dat er geen ophoogzand met veel zout wordt gebruikt om de bodem af te dekken. Deze maatregel is technisch haalbaar wanneer de oevers stevig genoeg zijn voor het materieel, zodat met een kraan het zand vanaf de oever in het water gedeponeerd kan worden. De kosten zijn relatief hoog. Het draagvlak is groot wanneer blijkt dat deze maatregel voor een betere waterkwaliteit zorgt. De ecologische kwaliteit verbeterd waardoor het waterlichaam een hogere esthetische waarde krijgt voor bewoners.

- **Bufferzones aanleggen (indien aangrenzende landbouwgronden)**

Het creëren van vegetatie- of grasbufferzones tussen landbouwgrond en waterlichamen. Bufferzones helpen bij het verminderen van de afvoer van verontreinigingen zoals voedingsstoffen, pesticiden en sedimenten van landbouwgrond naar nabijgelegen waterlichamen. De vegetatie in de bufferzone kan deze stoffen opnemen en afbreken voordat ze het water bereiken. Daarnaast bevorderen bufferzones sedimentatie en voorkomt het erosie, waardoor zand- en kleideeltjes die anders in waterlichamen terecht komen, kunnen worden vastgehouden op het land en oever. Dit helpt om de helderheid van het water te verbeteren en de hoeveelheid sediment in het water te verminderen. Bufferzones bieden ook habitat voor verschillende plant- en diersoorten, wat de biodiversiteit bevordert. Een rijk ecosysteem kan helpen bij het handhaven van een goede waterkwaliteit

- **Baggeren van slib.**

Baggeren wordt toegepast om de waterkwaliteit te verbeteren door slib te verwijderen dat zich op de bodem van waterlichamen heeft opgehoopt en vaak schadelijke stoffen zoals zware metalen en nutriënten bevat. Dit helpt eutrofiëring te verminderen, een proces dat leidt tot overmatige algengroei. Daarnaast draagt baggeren bij aan het herstel van natuurlijke habitats voor aquatische organismen en verbetert het de doorstroming van water. Bovendien kan het verwijderen van dode planten en organisch materiaal zuurstofgebrek in het water helpen voorkomen. Regelmatig baggeren fungeert ook als een preventieve maatregel om toekomstige opbouw van sediment en organisch materiaal te minimaliseren, wat bijdraagt aan het behoud van een gezonde waterkwaliteit op de lange termijn.

Let op: het baggeren van slib in relatie tot waterkwaliteit heeft alleen zin als er onder de baggerlaag zich schonere lagen bevinden.

- **Weren van watervogels (zoals ganzen en eenden).**

Watervogels voeden zich vaak met planten, insecten en andere organismen in en rond het water, of worden gevoerd door omwonenden. De uitwerpselen van watervogels kunnen nutriënten zoals stikstof en fosfor aan het water toevoegen, wat kan leiden tot een verhoogde nutriëntbelasting en eutrofiëring—een proces waarbij de groei van algen en waterplanten toeneemt, wat de zuurstofniveaus in het water kan verlagen.

Om de vogelstand te beperken en de effecten op de waterkwaliteit te minimaliseren, kunnen ganzeneieren worden verzameld en vervangen door kunsteieren, of de eieren kunnen worden ondergedompeld in biologische olie. Hierdoor komt er minder vogelfeces in het water, wat resulteert in een lagere toevoer van nutriënten in het watersysteem. Daarnaast vreten ganzen en eenden water- en oeverplanten weg, wat de robuustheid van het ecosysteem vermindert.

Bij de ontwikkeling van nieuwe natuurvriendelijke oevers is het ook belangrijk om watervogels te weren. De vegetatie kan zich beter ontwikkelen wanneer jonge scheuten niet worden opgegeten door watervogels, wat uiteindelijk leidt tot een diverse oevervegetatie.

Deze maatregelen vereisen geen technisch of mechanisch materieel en zijn daardoor goed uitvoerbaar. De kosteneffectiviteit is hoog wanneer er met vrijwilligers wordt gewerkt. Als dit niet het geval is, worden de maatregelen echter kostbaar, omdat er veel arbeidstijd nodig is voor het verzamelen en onderdompelen van eieren. Het is moeilijk in te schatten hoe bewoners zullen reageren op het actief verstoren van ganzeneieren. Het draagvlak kan echter groter zijn als er sprake is van ganzenoverlast in de wijk.

Let op: Houd bij de inrichting ook rekening met het weren van watervogels. Probeer objecten zoals steigers, palen en drijfbalken te vermijden, aangezien deze vogels aantrekken.

- **Bio-manipulatie. Verbeteren lichtklimaat in watersysteem door het actief inzetten van de driehoek- en quaggamossel.**

De quaggamossel en de driehoeksmossel zijn nauw verwant en delen een vergelijkbare levensduur van meer dan twee jaar, evenals een vergelijkbare levenscyclus. Beide soorten hebben gelijkaardige eisen aan hun habitat. Dankzij hun grote filtercapaciteit en sterke aanhechtingsvermogen kunnen mossels bij hoge dichtheden een aanzienlijke impact uitoefenen op het watersysteem.

Zowel de quaggamossel als de driehoeksmossel filteren algen en zwevend stof uit het water, wat resulteert in helderder water bij hoge dichtheden mossels, hoewel het water niet noodzakelijkerwijs schoner wordt. Een deel van het ongebruikte materiaal wordt uitgescheiden in de vorm van 'pseudofeces' en feces.

De filtratiecapaciteit van de mossels is afhankelijk van verschillende factoren, waaronder de stroomsnelheid van het water, de concentratie en samenstelling van algen, temperatuur, zuurgraad, concentratie slibdeeltjes en de grootte van de mossel. Er is een aanzienlijke variatie in filtratiecapaciteit; een quaggamossel kan bijvoorbeeld tussen de 1 en 7,4 liter water per dag filteren.

De quaggamossel onderscheidt zich van de driehoeksmossel door een grotere tolerantie voor extreme omstandigheden, zoals lagere temperaturen, en is bovendien minder gevoelig voor verstoring. Daarnaast filtert de quaggamossel efficiënter en langer, en vormt hij trossen die vestiging op relatief 'zacht' substraat mogelijk maken. Helaas is de quaggamossel invasief en verdringt hij vaak de driehoeksmossel tijdens zijn verspreiding.

Het is technisch haalbaar om mosselen uit te zetten, aangezien hiervoor geen speciaal mechanisch materieel nodig is. Voor de inzet op kleine schaal is dit een relatief goedkope maatregel. Het draagvlak voor het uitzetten van mosselen is echter beperkt, vooral omdat de quaggamossel, de beste filterende soort, ook een exoot is. Dit roept mogelijke risico's op, zoals ongewenste verspreiding, die moeilijk te overzien zijn.

- **Verleggen van wandelpaden met honden.**

Het is raadzaam om wandelpaden niet te dicht langs het water aan te leggen, vooral als er veel wandelaars met honden zijn. Honden laten vaak ontlasting en urine achter, wat kan leiden tot een verhoogde belasting van nutriënten zoals stikstof en fosfor in het water. Deze nutriënten kunnen bijdragen aan eutrofiëring, wat resulteert in overmatige algengroei en een afname van de zuurstofniveaus in het water. Daarnaast kunnen honden die langs de oever rennen of spelen, de oever verstoren, wat kan leiden tot erosie en verstoring van habitats van planten en dieren. Specifieke delen langs waterlichamen kunnen worden ingedeeld als 'natuur' met wandelpaden op minimaal 10 meter afstand van het water. Elders kan de nadruk liggen op ontmoeten en beleven, met een minimale afstand van 5 meter. Door functies specifiek aan te wijzen, kan de ecologische en chemische waterkwaliteit verbeteren. Stem hondenloslooplegebieden af met de waterstructuur en wijs gebieden aan voor hondenpoep, met handhaving van opruimplicht elders.

- **Beperking van schaduw en bladval van bomen langs de waterkant.**

Bomen en struiken kunnen het lichtklimaat negatief beïnvloeden, wat de ontwikkeling van water- en oeverplanten belemmert (met name in stilstaande wateren). Bomen zorgen ook voor bladval, wat kan leiden tot een toxische baggerlaag en een toename van nutriënten in het water. Aan de andere kant helpen ze het water in de zomer minder sterk op te warmen. Richtlijnen voor het aanplanten van bomen zijn als volgt:

- Bomen (grotendeels) minimaal 6 meter van de waterlijn aanplanten, met uitzondering van knotwilgen.
- Voldoende afstand tussen bomen in rijen aanhouden, afhankelijk van de grootte van de boomsoort.
- Bomen het liefst aan de noord- en oostzijde van het water plaatsen.
- Geen bomenrijen aan beide zijden van het water.
- Kies bomen met beperkte bladmassa nabij het water.
- Kies voor bomen uit de Groene Lijst Bomen voor biodiversiteit.

De effecten van bladval op de waterkwaliteit kunnen door middel van beheersmaatregelen worden beperkt. Dit kan op de volgende manieren:

- **Snoeien en knotten van bomen:** Door bomen te snoeien kan de toevoer van bladeren naar de watergang worden verminderd. Extra aandacht voor overhangende takken boven de watergang kan de bladinvallende verder reduceren. Een bijkomend voordeel is dat de watergang en de oever beter toegankelijk worden voor beheer- en onderhoudswerkzaamheden.
- **Blad verwijderen:** Het verwijderen van bladeren tijdens en na de bladvalperiode kan de hoeveelheid blad die extra aanwas in de watergang veroorzaakt, verminderen. Dit kan op twee manieren:
 1. **Bladruimen:** Deze maatregel houdt in dat bladeren die in de directe omgeving van de watergang zijn gevallen, worden verwijderd. In de praktijk gebeurt dit vaak al vanuit veiligheidsoverwegingen (gladheid) en technisch oogpunt (verstikking van gras). Bij het ruimen van bladeren moet extra aandacht worden besteed aan locaties langs watergangen waar veel bladval plaatsvindt, en er moet worden voorkomen dat bladeren de watergang in worden geblazen.
 2. **Bladvissen:** Deze maatregel betreft het verwijderen van bladeren uit de watergang tijdens en direct na de bladvalperiode, vooral op locaties waar sprake is van overmatige bladval, zoals doodlopende delen van watergangen. Door het blad te verwijderen wordt extra aanwas voorkomen. Bij de uitvoering van deze maatregel kan rekening worden gehouden met de verschillende bladafbraaksnelheden van boomsoorten.
- **Aanpassing van het maaibeheer:** Deze maatregel houdt in dat het maaibeheer van de oever of gras/gazon wordt aangepast. Door ervoor te kiezen om tijdens de bladvalperiode een strook vegetatie te laten staan, ontstaat er een lijnvormig element tussen de watergang en de bomenrij. Hierdoor kan de mate van bladinvallende door verwaaiing worden beperkt. Bladeren die tussen dit element en de bomen blijven liggen, kunnen tijdens het bladruimen worden meegenomen.
- **Het opvangen/tegenhouden van bladeren** door het plaatsen van heggen en/of rietkragen.

- **Verwijderen van maaisel van water- en oeverplanten uit het systeem.**

Maaisel kan aanzienlijke hoeveelheden nutriënten bevatten, zoals stikstof en fosfor. Wanneer maaisel in of nabij waterlichamen wordt gedumpt, kunnen deze nutriënten in het water terechtkomen. Daarnaast is maaisel een bron van organisch materiaal dat kan afbreken in het water. Tijdens dit proces gebruiken micro-organismen zuurstof, wat kan leiden tot hypoxische (zuurstofarme) omstandigheden die schadelijk zijn voor vissen en andere aquatische organismen.

- **Beperking van aas/lokvoer door hengelsport (met name karpervisserij).**

Veel soorten aas en lokvoer bevatten organische stoffen, eiwitten en vetten die, wanneer ze in het water terechtkomen, kunnen bijdragen aan de verrijking van nutriënten. Dit kan leiden tot eutrofiëring, wat de groei van algen bevordert en zuurstofarme omstandigheden kan creëren.

- **Beperking van voeren van eenden en andere watervogels.**

Brood en andere voedselresten bevatten organische stoffen, eiwitten en vetten die, wanneer ze in het water terechtkomen, kunnen bijdragen aan de verrijking van nutriënten. Dit kan leiden tot eutrofiëring, wat de groei van algen bevordert en zuurstofarme omstandigheden kan creëren. Daarnaast gaat het voedsel schimmelen en stimuleert bacteriën die zuurstof uit het water trekken en toxische stoffen produceren. Op plaatsen waar (veel) gevoerd worden kunnen informatie borden geplaatst worden over het (beperken) van voeren.

- **Eisen stellen aan materiaalgebruik.**

Het is belangrijk om eisen te stellen aan het gebruik van materialen om de uitloging van milieuvreemde stoffen, zoals zware metalen en andere microverontreinigingen, te voorkomen. Voor de activiteit oeeververharding, objecten op, boven of langs de waterkant wordt ervan uitgegaan dat het er geen geïmpregneerd hout wordt gebruikt wat toxische stoffen bevat. Alternatieven zijn onbehandeld hout, beton of kunststof.



- **Actief verwijderen van bodemwoelende vissen.**

Bodemwoelende vissen, zoals karper en brasem, dragen bij aan het slechte doorzicht van het water op veel locaties. Door deze vissen actief weg te vangen (een vorm van biologisch beheer), kan de bron van vertroebeling en voedselrijk water worden verminderd. Deze beheermaatregel is echter alleen toegestaan als is aangetoond dat alle andere maatregelen gericht op het verbeteren van de waterkwaliteit in voldoende mate zijn genomen en niet het beoogde effect hebben bereikt.



In veel gevallen zal de visstand na enkele jaren zonder bronmaatregelen weer terugkeren naar het oorspronkelijke niveau. Het verwijderen van vis kan, in combinatie met andere bron- en effectgerichte maatregelen, leiden tot een omslag van troebel naar helder water.



VEREFFENEN VOOR DE ECOLOGISCHE SLEUTELFACTOREN: HABITATGESCHIKTHEID, LICHTKLIMAAT, VERSPREIDING EN VERWIJDERING

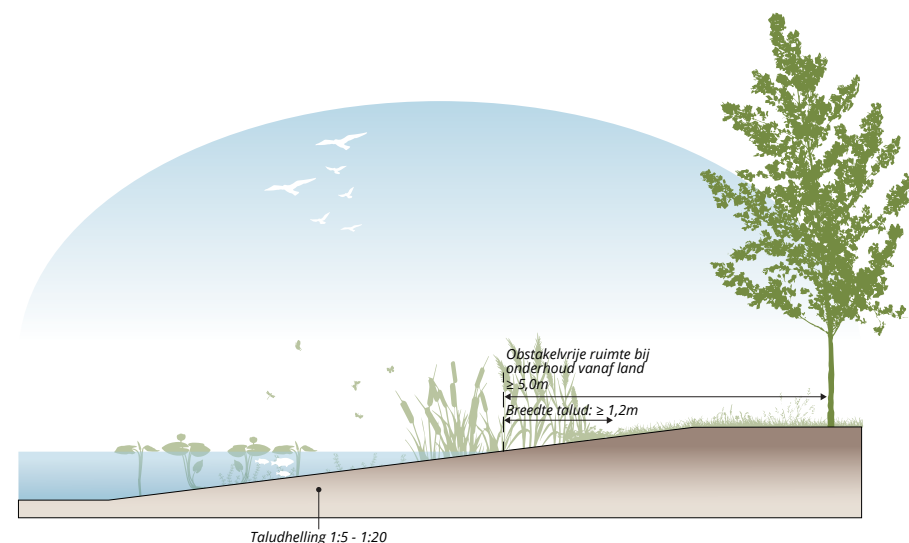
• **Bouwsteen structuur: natuurvriendelijke oevers.**

Een natuurvriendelijke oever (NVO) is een door de mens ingerichte oever waarbij ontwikkeling van natuur, landschap ecologie expliciet wordt gestimuleerd. Hierbij is de oeverconstructie een geleidelijke overgang tussen water en land, die uitgaat van het minder steil aanleggen van een talud. Door het aanleggen van een talud komt de bodem hoger bij het wateroppervlak te liggen waardoor licht gemakkelijker de bodem bereikt. Oever- en waterplanten profiteren van de hogere blootstelling aan zonlicht en krijgen zo de kans om zich permanent te vestigen. Dieren kunnen vrij in- en uitlopen zonder gehinderd te worden door beschoeiing of damwanden. Afhankelijk van de waterdynamiek (golven, stroming) ontstaat er langs de oever variatie in talud en meer of minder begroeide zones. In natuurlijke wateren is dit de zone met hoogste biodiversiteit. Door NVO's te plaatsen op regelmatige afstand van elkaar, kan waterfauna (bijv. jonge vis of macrofauna) zich relatief veilig door de watergang verplaatsen, hiermee wordt de connectiviteit door het waterlichaam vergroot. Juist voor de habitatgeschiktheid zijn NVO's succesvol door een combinatie van factoren: het creëert een relatief groot substraat (oppervlak: hechtingplaats voor algen, perifyton en schepdieren), veel structuur (wortels, stengels) en een hoge diversiteit (variatie in morfologie en dieptes).

Om een natuurvriendelijke oever optimaal te laten functioneren is het essentieel dat de inrichting (ontwerp en vegetatiestructuur) aansluit op de specifieke doelen van de oever, de beschikbare ruimte, de (a) biotische factoren en op het beheer & onderhoud. Andersom geldt ook dat in een nieuw ontwerp voldoende ruimte gecreëerd moet worden voor natuurvriendelijke oevers. Er zijn verschillende ontwerpen van natuurvriendelijke oevers. In hoofdlijnen komt het op het volgende neer:

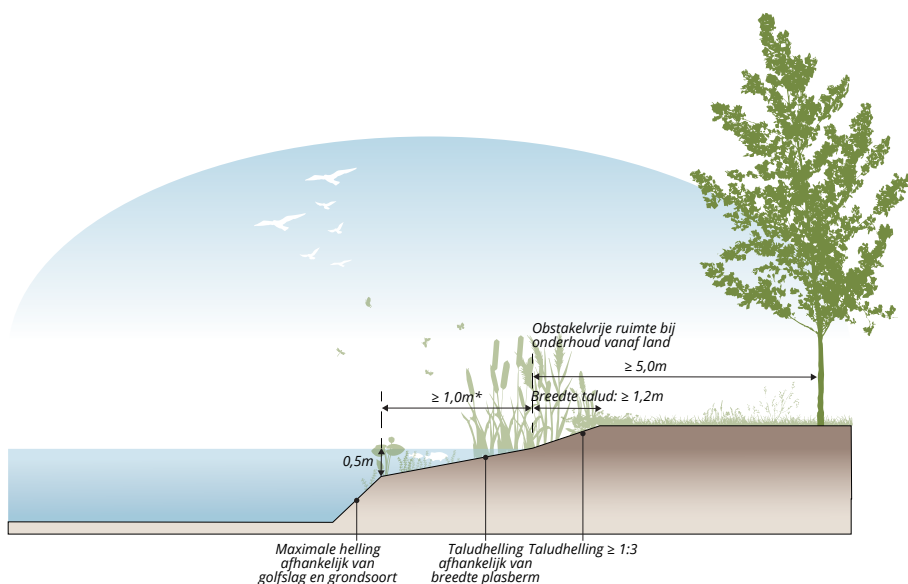
1. *Flauw hellende oever.*

Er wordt altijd voor deze variant gekozen indien er genoeg ruimte beschikbaar is. Deze NVO heeft een flauw hellend talud, dat een geleidelijke overgang vormt van nat naar droog. Met een breedte van ongeveer 8 meter en een hellingshoek van minimaal 1:5 biedt deze NVO voldoende ruimte voor zowel de aquatische, amfibische als de terrestrische oeverzone. Het is hiermee een combinatie van een plas-, drasberm en een onderwaterbanket, waardoor een grote variatie in vegetaties mogelijk is. Het aanleggen van NVO's met een flauw hellend talud herstelt (een deel van de) natuurlijke processen en vergroot de biodiversiteit van het water-landecosysteem. Zo biedt deze NVO leef-, schuil- en paaipplaatsen aan een breed scala aan dieren, zoals macrofauna, vis, amfibieën, insecten en broedvogels. Daarnaast nemen de verschillende groeivormen van waterplanten voedingsstoffen op en leveren ze zuurstof aan het water, hetgeen de waterkwaliteit ten goede komt.



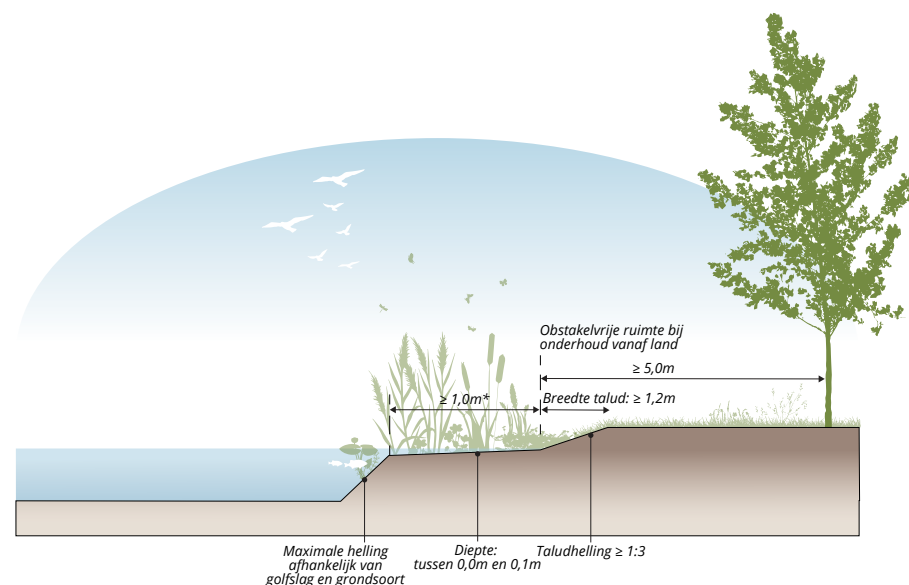
2. Plasberm

Een plasberm is een NVO met de nadruk op de amfibische zone. Een plasberm heeft een zone met een flauw aflopend talud direct onder de waterlijn. Deze zone bevindt zich tussen de 0,1 tot 0,5 meter onder het gemiddelde waterpeil en ligt daardoor permanent onder water. Het aanleggen van plasbermen herstelt (een deel van de) natuurlijke processen en vergroot de biodiversiteit van het water-landecosysteem. Plasbermen bieden habitat voor een breed scala aan dieren, zoals amfibieën, vissen, watervogels en insecten, en zijn met name geschikt voor oeverplanten die bestand zijn tegen permanente inundatie. Dit zijn vaak emerse (boven het water uitstekende) planten zoals riet, grote egelskop en lisdodde. Plasbermen zijn met name waardevol voor de vis- en macrofaunagemeenschap in watergangen die te diep zijn voor waterplanten. Ze bieden ruimte voor soorten die afhankelijk zijn van schuilplaatsen en paaiplaatsen tussen water- en oeverplanten. Daarnaast spelen plasbermen een belangrijke rol bij het absorberen van golfslag en het verminderen van erosie langs de waterkant.



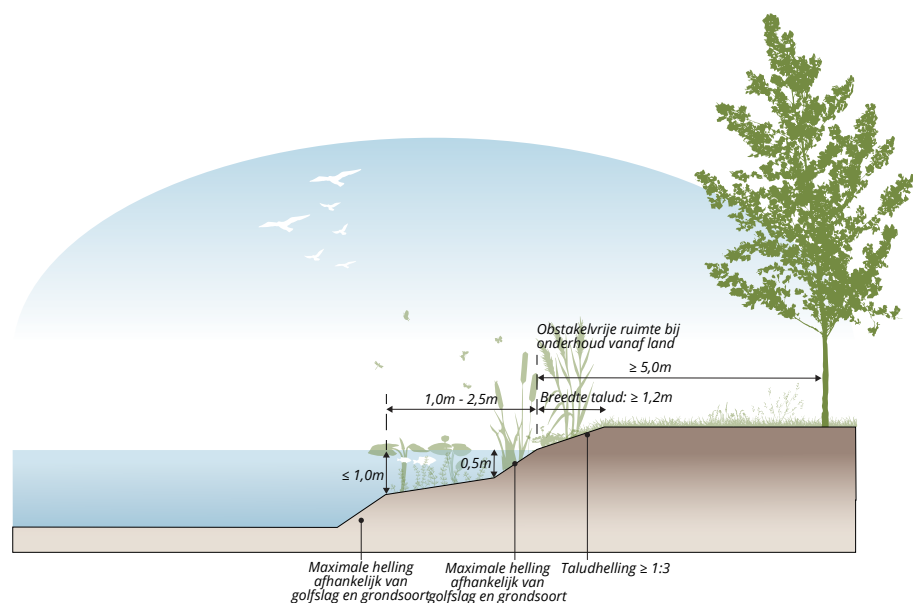
3. Drasberm

Een drasberm is een NVO met de nadruk op de terrestrische zone. Het betreft verdiepte, flauw aflopende strook in de terrestrische zone. Het bevindt zich tot 0,1 boven tot 0,1 meter onder het gemiddelde waterpeil en is daardoor permanent drassig. Dit betekent dat een drasberm alleen bij eventuele hoge waterstanden iets onder water komt te staan en gedurende de grootste periode van het jaar geheel of gedeeltelijk droog staat. Drasbermen herstellen (een deel van de) natuurlijke processen en vergroot de biodiversiteit van het water-landecosysteem. Afhankelijk van de voedselrijkdom kan hier een rijke moerasvegetatie ontstaan. Dit is met name gunstig voor ongewervelde dieren, zoals wormen, kreeftachtigen, insecten en spinachtigen, die beschutting zoeken in de vegetatie langs de waterlijn. Daarnaast biedt het een gevarieerde leefomgeving voor broedvogels en amfibieën. In ondiepe watergangen waar waterplanten al ruimte bieden voor paai- en schuilplaatsen, zal een drasberm vaak een geschikt oevertype zijn. Naast de ecologische waarde spelen drasbermen een rol bij het verminderen van erosie langs de waterkant.

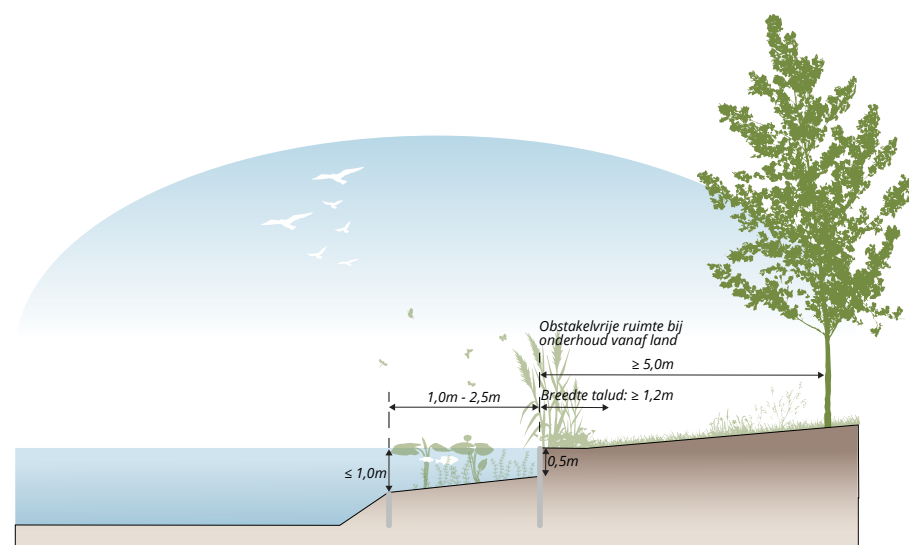


4. Onderwaterbanket

Een onderwaterbanket is een NVO met een accent op de aquatische zone. Het betreft een vlakke of schuin aflopende strook in de aquatische zone van de natuurvriendelijke oever. Het onderwaterbanket bevindt zich tot 0,5 tot 1,0 meter onder de gemiddelde waterstand en ligt daardoor permanent onder water. Een onderwaterbanket wordt ingezet om extra areaal te creëren voor ondergedoken waterplanten, zoals fonteinkruiden, Vederkruid en Waterpest en drijfbladplanten, zoals Gele plomp, Waterlelie en Watergentiaan.



Het aanleggen van onderwaterbanketten herstelt (een deel van de) natuurlijke processen en vergroot de biodiversiteit van het waterecosysteem. Drijfblad- en ondergedoken waterplanten vormen ideale leef-, schuil- en paaipplaatsen voor vis, macrofauna en amfibieën. Daarnaast nemen ze voedingsstoffen op en leveren ze zuurstof aan het water, hetgeen de waterkwaliteit ten goede komt. Doordat een onderwaterbanket volledig in het natte profiel ligt, wordt het vaak toegepast in watergangen met kademuren, zoals grachten en singels, die vaak te diep zijn voor de groei van drijfblad- en ondergedoken waterplanten.



- **Gevarieerdere waterdiepten creëren door delen te verondiepen en andere delen te verdiepen.**

Ondiepe zones zijn van cruciaal belang voor de vestiging van water- en oeverplanten, vooral in situaties met beperkt doorzicht. Naast natuurvriendelijke oevers kunnen er ook ondiepe zones buiten de oevers in het waterlichaam worden aangelegd. Ondiepe zones, zoals een eiland in het midden van het waterlichaam, bieden veel structuur en zijn essentieel voor het ecosysteem.

Daarnaast zijn deze verdiepingen in het water van groot belang als overwinteringsplaatsen voor vissen, vooral tijdens strenge vorst. Ze dienen ook als verzamelpunten voor slib, dat hier geconcentreerd kan worden verwijderd, wat bijdraagt aan het onderhoud van de waterkwaliteit.

Richtlijn: Breng meerdere ondiepe zones aan en verdiep 10-20% van het wateroppervlak tot een diepte van minstens 1,5 meter, bij voorkeur tot 2,0 meter.

- **Het aanleggen van een plas-draszone (los van de oever)**

In veel waterlichamen, met name in grotere plassen en meren, zijn natuurlijke moerassen en oeverzones met emerse waterplanten schaars en waardevol. Het aanleggen van plas-draszones kan dus een effectieve vereffeningsmaatregel zijn. Plas- draszones vormen een divers biotoop met afwisseling tussen rietruigte, riethooiland, open plekken en ondiepe tot diepere geultjes. Ze bieden optimale omstandigheden voor een breed scala aan flora en fauna.

Emerse waterplanten, zoals riet en lisdodde, wortelen onderwater en kunnen zich uitbreiden in het water en over het drassige landschap. In eerste instantie zal moerasandijvie het drogere deel innemen, gevolgd door teunisbloemen en moerasandoorns. Ondergedoken- en drijfbladplanten gedijen goed in diepere geulen (>40 cm), waar ook veel vissoorten schuilen en paaien. Jonge vissen vinden voedsel en beschutting tussen de oevervegetatie.

Zangvogels zoals de kleine karekiet en de rietzanger profiteren van het dichtere moeras, terwijl open plekken rustplaatsen bieden voor vogels zoals meeuwen, lepelaar, kluut en scholekster. De stengels en wortels van waterplanten vormen een ideale habitat voor amfibieën en insecten, zoals kikkers, libellen en waterjuffers.

Daarnaast heeft een plas-draszone een positief effect op de waterkwaliteit. Het moeras fungeert als een natuurlijk filter, waarbij de vegetatie zwevend slib, nutriënten en andere stoffen uit het water opneemt en zuurstof produceert. Dit draagt bij aan een gezond ecosysteem en verbetert de waterkwaliteit voor alle aanwezige planten en dieren.

- **Aanleggen van een stortstenen dam/vooroever om luwte te creëren.**
In natuurlijke watersystemen zoals plassen en meren wordt een vooroever gebruikt om gunstigere omstandigheden voor oever- en waterplanten te creëren. Bij het aanleggen van een vooroever met stortstenen wordt een aanzienlijk deel van de stroming en golfslag gebroken, waardoor er achter de vooroever meer luwte ontstaat.

Door de zuigende werking en de fysieke belasting van de golfslag kan de vestiging van emerse waterplanten uitblijven. In dergelijke gevallen kan een vooroever een effectieve maatregel zijn. Vaak bestaat een vooroever uit stortstenen die op elkaar worden gestapeld, tot net onder of boven het wateroppervlak. Het is belangrijk dat de natuurlijke uitwisseling tussen beide zijden behouden blijft.

De stortstenen creëren ook structuur in het water, wat voordelig is voor het onderwaterleven. Vissen kunnen tussen de kieren en gaten hun eitjes afzetten, en mosselen, zoals de driehoekmossel, gebruiken deze structuur als substraat.

- **Wegvangen/bestrijden van invasieve exoten.**

In steeds meer wateren wordt de ecologische waterkwaliteit negatief beïnvloed door invasieve exoten. In sommige gevallen is het probleem zo groot dat ook de chemische waterkwaliteit eronder lijdt. Een voorbeeld hiervan is de intrede van de exotische Amerikaanse rivierkreeft, die bekend staat om het verorberen van aanwezige watervegetatie en het omwoelen van de bodem.

Er kunnen maatregelen worden genomen om deze exoten te verwijderen, maar dit vereist een relatief grote beheerinspanning. Voor kreeften zijn er verschillende vangmethoden beschikbaar, zoals fuiken, korven en vallen. Het kan wenselijk zijn om samen te werken met beroepsvissers om de effectiviteit van deze maatregelen te vergroten.

Een innovatieve en natuurvriendelijke oplossing is de Craybar, ontwikkeld door Bureau Waardeburg. Deze methode biedt een duurzame manier om invasieve kreeften te bestrijden en tegelijkertijd de ecologie van het water te beschermen. Door het wegvangen van de Amerikaanse rivierkreeft ontstaan er grotere vestigings- en overlevingskansen voor water- en oeverplanten. Hierdoor neemt de structuur in het water en mogelijk ook het doorzicht toe.

- **Bouwsteen structuur, Wilgenteenbollen met drijfbladplanten.**

Wilgenteenbollen zijn gemaakt van ingevlochten wilgentenen met een minimale diameter van 70 cm, die worden gevuld met niet-woekerende drijvende waterplanten, zoals wortelstokken van de witte waterlelie en de gele plomp. In het water, met name op beschutte plekken, worden de bollen onder het waterniveau gehangen. De wortels groeien naar beneden, terwijl de bladeren naar boven reiken om licht op te vangen. De wilgenteenbollen worden op hun plaats gehouden met een touw of ketting, die is bevestigd aan een zware steen op de bodem.

Door het plaatsen van wilgenteenbollen krijgen drijfbladplanten de kans

om zich te ontwikkelen. Deze bollen vormen een effectieve bouwsteen voor het vergroten van het areaal aan waterplanten en dragen bij aan het verbeteren van de waterkwaliteit. Een handige vuistregel is om per wilgenbol 4 m² drijfbladplanten te creëren. Bovendien zal het aantal verschillende plantensoorten in het water toenemen.

Wilgenteenbollen met drijvende waterplanten zijn een effectieve maatregel om een gevarieerder leefgebied te creëren voor met name vissen, macrofauna en (vliegende) insecten. De geschiktheid van de habitat wordt voornamelijk vergroot door een toename van substraat (oppervlakte en hechtingsplaatsen), structuur (stengels, wortelstokken) en in mindere mate door diversiteit (variatie in morfologie en dieptes).

Door wilgenteenbollen met drijvende waterplanten kan waterfauna, zoals jonge vissen of macrofauna, zich veiliger door de watergang verplaatsen. Een lint van wilgenteenbollen kan fungeren als een snoer van stapstenen voor onderwaterdieren.

Het ontwerpen en plaatsen van wilgenteenbollen vereist geen complexe techniek. De kosten bedragen ongeveer 100 euro per strekkende meter, waardoor deze maatregel kosteneffectief is. Indien er ook een onderwaterbanket wordt aangebracht, zullen de kosten hoger zijn.

Het is belangrijk dat de wilgenteenbollen op beschutte plekken worden geplaatst. Bloeiende drijfbladplanten verhogen de aantrekkelijkheid van de watergang, wat de belevingswaarde voor omwonenden vergroot.

- **Bouwsteen structuur: Drijvende eilanden.**

Een drijvend eiland, ook wel drijvend groen genoemd, is een alternatief voor natuurvriendelijke oevers. Bij deze constructie groeien moerasplanten niet op de oever, maar op een substraat dat drijft op de watergang en vaak langs de kade of oever wordt aangelegd.

De eilandjes zijn gemaakt van machinaal geperste matten van wilgentenen en -enten, voorzien van drijvers van gerecycled plastic. Ze worden verankerd aan de bodem om te voorkomen dat ze wegdrijven en zijn zo ontworpen dat de wortels van de planten gemakkelijk door de mat in de waterkolom kunnen groeien, wat leidt tot de vorming van een onderwaterstructuur van wortels.

Drijvende eilanden zijn vooral effectief voor het vergroten van het areaal aan oeverplanten, en in mindere mate aan waterplanten. Daarnaast kunnen de eilandjes fungeren als golfbrekers, wat gunstig is voor de groei van waterplanten.

Drijvende eilanden zijn een waardevolle maatregel om meer en gevarieerder leefgebied te creëren voor planten en (water)vogels. Watervogels kunnen de matten gebruiken om te schuilen en te broeden. Afhankelijk van de bloemrijkdom kunnen ze ook waardevol zijn voor insecten. Wanneer de wortels door de mat heen groeien, ontstaat er een habitat voor onderwaterdieren zoals macrofauna en vissen. De geschiktheid van de habitat wordt voornamelijk vergroot door de toename van substraat (oppervlakte en hechtingsplaatsen) en structuur (wortels in het water), en in mindere mate door diversiteit (variatie in morfologie en dieptes).

Door drijvende eilanden regelmatig te plaatsen, kunnen waterfauna, zoals jonge vissen en macrofauna, zich relatief veilig door de watergang verplaatsen.

Let op: Het aanleggen van drijvende eilanden beïnvloedt het lichtklimaat. De matten zorgen lokaal voor schaduw, wat ongunstig kan zijn voor ondergedoken waterplanten.

Het ontwerpen en plaatsen van een drijvend eiland vereist geen complexe techniek. De kosten bedragen ongeveer 185 euro per strekkende meter, wat in vergelijking met andere maatregelen iets minder kosteneffectief is.

- **Bouwsteen structuur: Dood hout/bomen.**

Het inbrengen van dode hout- en boomstructuren bevordert de variatie in stromingsprocessen en creëert diverse leefmilieus. Daarnaast heeft het ook esthetische waarde, omdat het letterlijk meer structuur aan een watergang toevoegt. Dood hout is een effectieve maatregel om meer en gevarieerder leefgebied te creëren, met name voor vissen en macrofauna. Tussen de takken ontstaan holtes waar vissen zich kunnen verschuilen voor natuurlijke vijanden, voedsel kunnen vinden en kunnen paaien. Wanneer het hout boven het water uitsteekt, fungeert het ook als rustplaats voor vogels en insecten, zoals libellen, die er graag hun eitjes in leggen.

De geschiktheid van de habitat neemt toe door de verhoging van de structuur (door de variatie aan takken), het vergroten van het substraat (oppervlakte en hechtingsplaatsen) en het vergroten van de diversiteit (door variatie in morfologie, stromingen en dieptes).

Dood hout heeft echter nauwelijks invloed op de lichtinval in de waterkolom, waardoor ondergedoken waterplanten en algen hier niet direct van profiteren. De takken reiken tot verschillende hoogtes en dieptes, waardoor algen wel de mogelijkheid hebben om zich dicht bij het wateroppervlak te hechten, waar ze kunnen profiteren van meer zonlicht.

Door dood hout te plaatsen op regelmatige afstand van elkaar, kan waterfauna (bijv. jonge vis of macrofauna) zich toch relatief veilig door de watergang verplaatsen. Ook vissenbossen kunnen de functie van stapstenen vervullen.

Er is geen technisch of mechanisch materieel/ materiaal nodig voor het plaatsen van door hout in de watergang. De kosten zijn afhankelijk van waar het dood hout vandaan komt en welk materieel er nodig is om het dood hout in de watergang te plaatsen. Het draagvlak is groot omdat het niet alleen de ecologische maar ook de esthetische waarde van de watergang vergroot.

- **Bouwsteen structuur: Vissenbossen.**

Vissenbossen bestaan uit takken, vaak wilgentenen, die in het water worden gedeponeerd. Het is belangrijk dat deze takken op hun plek worden gehouden met houten palen, vooral wanneer ze in een diepe of stromende watergang liggen. Een deel van de takken mag boven de waterlijn uitsteken. Door gebruik te maken van bomen uit het eigen gebied kan deze bouwsteen zeer duurzaam zijn. Het is echter essentieel dat de bomen de doorstroming van de watergang niet geheel belemmeren.

Het inbrengen van vissenbossen in water heeft een positief effect op macrofauna en vis. De takken dienen als substraat voor macrofauna, terwijl de kieren en holtes schuil- en leefplekken bieden. Ook jonge vissen kunnen zich hier verstoppen, paaien en hun eitjes afzetten. Vissenbossen kunnen helpen bij de transitie van een brasem-blankvoortype naar een snoek-blankvoortype visstand. Hierdoor is er minder bodemwoelende vis aanwezig, wat een positief effect heeft op het doorzicht en daarmee op het lichtklimaat.

Het ontwerpen en plaatsen van een vissenbos vereist geen ingewikkelde techniek. De locatie en de grootte van het vissenbos bepalen welk technisch of mechanisch materieel nodig is. De prijs per strekkende meter voor een vissenbos bedraagt ongeveer 350 euro, terwijl de kosten voor een dode boom rond de 150 euro liggen. Afhankelijk van de locatie kan worden besloten of een vissenbos wenselijk is of dat een dode boom in het water volstaat. Dit hangt ook af van de diepte en breedte van de watergang en de combinatie van functies. Een vissenbos verhoogt niet alleen de ecologische waarde, maar ook de esthetische waarde van de watergang, waardoor de belevingswaarde voor omwonenden toeneemt.

- **Bouwsteen structuur: Plantenbak.**

Een plantenbak als kadebedekking is een hangende plantenbak waaraan een korf is bevestigd. Het ontwerp kan zodanig worden vormgegeven dat

de bakken de 'loze ruimtes' in kale damwanden opvullen. De combinatie van een plantenbak boven of onder de waterlijn met daaronder een metalen korf gevuld met takken en houtblokken creëert meer leefgebied voor zowel planten als onderwaterdieren.

De planten in de bak worden vaak in een jute zak geplaatst, zodat inheemse soorten na een seizoen door de zak heen kunnen groeien en zich verankeren. Om de planten in het eerste jaar te beschermen, worden vaak hekjes (gaas) over de bakken geplaatst, die na twee maanden weer worden verwijderd. Per bak is er ruimte voor ongeveer tien planten. Via een bevestigingsmechanisme wordt de bak en korf stevig tegen de kade of damwand bevestigd.

Plantenbakken boven de waterlijn zijn bijzonder effectief voor het vergroten van het areaal aan oeverplanten. Wanneer de bakken onder de waterlijn worden geplaatst, wordt het areaal voor (onder)waterplanten vergroot. Mits de plantenbakken op variabele dieptes worden geplaatst, vormen ze een effectieve bouwsteen voor het behalen van een zichtbaar ecologisch kwaliteitsniveau. Voor een substantieel effect is een minimale oppervlakte van 2% van het wateroppervlak nodig, waarbij ondergedoken en drijfbladplanten zich kunnen vestigen.

Het plaatsen van een plantenbak vereist geen ingewikkelde techniek. De kosten voor een serie van vijf bakken bedragen ongeveer 1600 euro. Dit is minder kosteneffectief dan andere maatregelen, maar de levensduur van de plantenbakken is wel hoog. Een plantenbak aan een kade of onder een brug verhoogt niet alleen de ecologische waarde, maar ook de esthetische waarde van de watergang.

- **Bouwsteen structuur: Kadebekleding schanskorven.**

Een schanskorf is een constructie gemaakt van verzinkt staal of ijzer, gevuld met stenen. Veelgebruikte vullingen zijn natuursteen of gerecycled beton. Schanskorven worden toegepast als een natuurvriendelijke oplossing voor

oeverbescherming. De holtes en kieren tussen het vulmateriaal creëren een leefgebied voor vooral onderwaterdieren en algen. Boven de waterlijn kan de schanskorf ook ruimte bieden voor begroeiing, mits deze gedeeltelijk met grond is gevuld en er een goede interactie mogelijk is tussen het leven in het water en op het land.

Hoewel schanskorven vooral effectief zijn voor het creëren van leefgebied voor onderwaterdieren en algen, bieden ze niet veel ruimte voor oever- en waterplanten. Op het niveau van de waterlijn kan er misschien ruimte zijn voor een enkele waterplant, maar dit is minimaal. Schanskorven vormen een waardevolle bouwsteen voor het creëren van meer en gevarieerder leefgebied voor macrofauna, jonge vissen en zowel zoöplankton als fytoplankton. De holtes en kieren die ontstaan tussen het vulmateriaal van de schanskorven bieden ideale schuilplaatsen voor macrofauna en jonge vissen en vormen tevens een groot substraat voor algen om zich aan te hechten. Wat betreft morfologie en variatie zijn schanskorven echter monotoon, wat de diversiteit beperkt.

Door schanskorven tegen verticale kades en damwanden te plaatsen, kunnen waterfauna, zoals jonge vissen en macrofauna, zich relatief veilig door de watergang verplaatsen. De hoeveelheid structuur die ze in het water aanbrengen is echter beperkt. Desondanks kunnen er relatief eenvoudig aaneengeschakelde zones met schanskorven worden gerealiseerd.

- **Bouwsteen structuur: Ecobeton**

Deze vorm van kadebekleding bestaat uit platen van beton (uitgegaan van 1x1m, dikte 0,06m) met een speciale ruwe eco-toplaag die tegen de oevers/ kades van watergangen worden geplaatst. Deze eco-toplaag is ruw en poreus waardoor ze meer vestigingsmogelijkheden en schuilplaatsen bieden voor algen en onderwaterdieren dan een conventionele gladde oeverbescherming en kademuren.

Ecobeton is een effectieve bouwsteen om meer en gevarieerder leefgebied te creëren voor met name macrofauna, algen, zoö- en fytoplankton. De kleine poriën en holtes bieden vooral een groot substraat voor algen om aan te hechten. De habitatgeschiktheid wordt voornamelijk vergroot door verbetering van het substraat (oppervlakte & hechtingplaats) en veel minder op structuur (wortels, stengels, takken) en diversiteit (variatie in morfologie en dieptes).

Ecobeton heeft geen effect op het verbeteren van de lichtinval in de waterkolom. Ondergedoken waterplanten en algen zullen hier dus niet direct van profiteren. Algen kunnen zich op het ecobeton wel dicht bij het wateroppervlak hechten en plaatselijk profiteren van meer zonlicht.

Door ecobeton te plaatsen tegen de verticale kades en damwanden van de singels en grachten kan waterfauna (bijv. jonge vis of macrofauna) zich enigszins veilig door de watergang verplaatsen. Echter is de structuur die platen ecobeton bieden gering. Wel kan ecobeton effectief werken als verbinder doordat ze relatief gemakkelijk voor langere achtereenvolgende stukken of als stapstenengeplaatst door een waterlichaam geplaatst worden.

- **Bouwsteen structuur: Kunstriffen**

Een kunstrif is een modulair systeem dat vaak is opgebouwd uit gerecycled beton. De betonnen modules worden los of op een gegalaniseerd aluminium frame op de bodem van de watergang geplaatst. De buitenkant van het beton wordt vaak voorzien van een ruwe textuur waardoor het extra functioneel wordt als substraat om aan te hechten. Daarnaast creëren de holle structuren leefgebied en schuilplaatsen voor onderwaterdieren. De riffen worden meestal op een kleine afstand van de bodem geplaatst, zodat er tussen het rif en de bodem nog een leefgebied ontstaat.

Kunstriffen zijn voornamelijk effectief voor het creëren van leefomgeving voor onderwaterdieren maar dragen niet bij aan een toename van waterplanten.

Kunstriffen zijn een effectieve bouwsteen om meer en gevarieerder leefgebied te creëren voor voornamelijk vissen en macrofauna. Het vormt een ruw substraat wat aantrekkelijk is voor schelpdieren (mosselen en slakjes), perifyton en voorvissen om eitjes te leggen. Daarnaast creëert het schuilplaatsen die met name geschikt zijn voor vissen en minder mobiele macrofauna soorten (kreeften, garnalen en krabbetjes). Naar verwachting trekken kunstriffen ook exoten aan, zoals verschillende soorten van de Amerikaanse rivierkreeft. De habitatgeschiktheid wordt vooral verbeterd door het vergroten van het substraat (oppervlakte & hechtingplaats), de diversiteit (variatie in morfologie en dieptes) en de structuur (buizen en stangen). Door kunstriffen te plaatsen op regelmatige afstand van elkaar, kan waterfauna (bijv. jonge vis of macrofauna) zich relatief veilig door de watergang verplaatsen.

Kunstriffen als bouwsteen hebben weinig tot geen effect op het verbeteren van de lichtinval in de waterkolom. Ondergedoken waterplanten en algen zullen hier dus niet direct van profiteren. Door de modules op verschillende hoogtes te plaatsen hebben algen wel de mogelijkheid om zich dicht bij het wateroppervlak te hechten waardoor ze profiteren van meer zonlicht.

- **Aanleggen van Vispassages:**

Het aanleggen van vispassages bij dammen, stuwen en andere obstakels stelt vissen in staat om vrijelijk te migreren tussen verschillende delen van het waterlichaam, wat essentieel is voor hun voortplanting en overleving. Hierbij wordt de connectiviteit voor met name vissen en fytoplankton vergroot.

- **Vergroten van de connectiviteit met het tertiaire slotensysteem.**

In grotere waterlichamen, vaak KRW-waterlichamen, kan het verbeteren van de verbinding met de omliggende tertiaire slotensystemen een effectieve maatregel zijn om de biologische/ecologische waterkwaliteit te verbeteren. In de praktijk blijkt vaak dat deze kleinere slootjes een aanzienlijke ecologische waarde hebben, door een hogere soortenrijkdom en abundantie van oever- en waterplanten. Door de connectiviteit te verbeteren, kunnen water- en oeverplanten, evenals aquatische organismen zoals vissen, amfibieën en macrofauna, zich gemakkelijker verplaatsen tussen verschillende habitats. Dit bevordert de biodiversiteit van zowel planten als dieren in het KRW-waterlichaam. De connectiviteit kan bijvoorbeeld worden vergroot het afgraven van open verbindingen, de aanleg van diep gelegen duikers en het verwijderen van obstakels.

➡ 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 sociaalwetenschappelijk 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

033 460 32 00

stowa@stowa.nl

www.stowa.nl

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