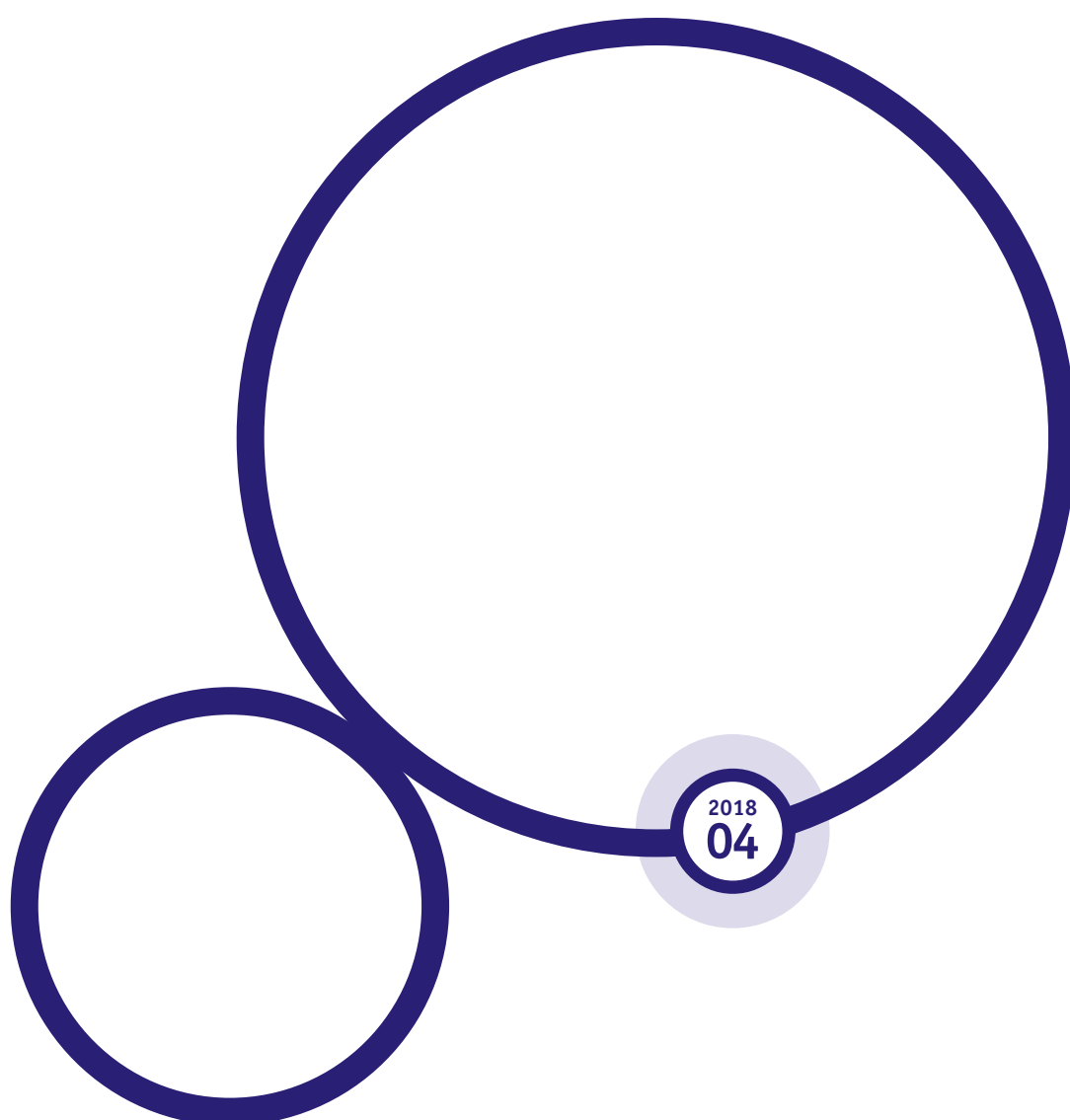


UITWERKING ESF HABITATGESCHIKTHEID



2018
04



COLOFON

UITGAVE

Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer
Postbus 2180
3800 CD Amersfoort

AUTEURS RAPPORT | Casper Cusell (Witteveen + Bos), Sven Teurlincx (AKWA, NIOO)

AUTEURS INSTRUMENT | Melanie Boonstra, Susan Sollie (Tauw)

OVERIGE PROJECTTEAMLEDEN | Lisette de Senerpont Domis, (AKWA, NIOO) | Sebastiaan Schep (Witteveen + Bos) | Michiel Wilhelm, *projectleider* (Tauw)

BEGELEIDINGSCOMMISSIE | Renske Diek (Waternet) | Danneke Verhagen-Bakker (Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden) | Miriam Collombon (Wetterskip Fryslân) | Wim Twisk (Hoogheemraadschap van Schieland en de Krimpenerwaard) | Fred Kuipers (Waterschap Hollandse Delta) | Bert Hidding (Hoogheemraadschap van Delfland) | Harry Boonstra (Wetterskip Fryslân) | Bas van der Wal (STOWA).

REFERAAT | De ecologische sleutelfactoren vormen een denkkader voor het uitvoeren van een ecologische watersysteemanalyse. Ze geven inzicht in het ecologisch functioneren van een watersysteem. Deze kennis is cruciaal voor het bepalen van realistische waterkwaliteitsdoelen en het vaststellen van effectieve maatregelen. De ecologische sleutelfactor habitatgeschiktheid is gericht op de belangrijkste habitateisen die organismen aan hun omgeving stellen. Het gaat hierbij, onder meer, om de samenstelling van het water, hydrologische omstandigheden en morfologische kenmerken. Wanneer deze ecologische sleutelfactor ‘op groen’ staat, is een geschikt habitat voor planten, vissen en/of macrofauna aanwezig.

TREFWOORDEN | Habitatgeschiktheid, habitat, planten, vissen, macrofauna, ecologische sleutelfactoren, watersysteemanalyse, waterkwaliteitsdoelen, hydrologische omstandigheden, morfologische kenmerken, habitatstructuur.

WEBSITE | www.stowa.nl

VORMGEVING | Vormgeving Studio B, Nieuwkoop

FOTOGRAFIE | iStock

DRUK | DPP, Houten

STOWA | 2018-04 | **ISBN** | 978.90.5773.777.0

AMERSFOORT, MEI 2018

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

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



 [Download dit rapport op www.stowa.nl](https://www.stowa.nl)



Productiviteit water



Lichtklimaat



Productiviteit bodem



Habitatgeschiktheid



Verspreiding



Verwijdering



Organische belasting



Toxiciteit



Context

TEN GELEIDE

De waterbeheerders investeren veel in het verbeteren van de waterkwaliteit en het optimaliseren van de leefomstandigheden voor waterorganismen.

Om de waterbeheerders te ondersteunen bij het stellen van een diagnose van de huidige ecologische waterkwaliteit ontwikkelt STOWA de systematiek van de Ecologische Sleutelfactoren. Het stellen van zo'n diagnose is belangrijk bij het definiëren van de waterdoelen en bij het inventariseren van de mogelijke maatregelen voor het verbeteren van de leefomstandigheden voor flora en fauna. De instrumenten die bij de ecologische sleutelfactoren ontwikkeld worden staan de waterbeheerders (vooral waterschappen en Rijkswaterstaat) bij een door hen uit te voeren 'watersysteemanalyse'.

Eén van de ecologische sleutelfactoren, die in hun onderlinge samenhang beschouwd moeten worden, is die voor 'habitatgeschiktheid'. Het voorliggende rapport beschrijft de filosofie en de uitwerking van de 'Ecologische Sleutelfactor habitatgeschiktheid' voor stilstaande wateren, zoals meren, sloten en kanalen.

In veel gevallen zal blijken dat het niet in orde zijn van de fysieke omstandigheden van een water, naast factoren als belasting door voedingsstoffen, organisch afbreekbare verbindingen en toxische stoffen, van belangrijke betekenis is. In dit rapport wordt aandacht besteed aan het beschouwen van de dimensies en vorm van watergangen, de structuur van de oevers en van de vegetatie, de invloed van windwerking en van de aard van het sediment. Zoveel als mogelijk zijn daarbij waarden genoemd waarbij watersystemen van een gewenste in een ongewenste ecologische toestand kunnen geraken (of omgekeerd).

De instrumenten bij de ESF Habitatgeschiktheid verschaffen de waterbeheerders de mogelijkheid om de middelen die beschikbaar zijn voor de verbetering van de waterkwaliteit effectief en efficiënt(er) in te zetten. Ik beveel van harte aan de instrumenten toe te (laten) passen en de ervaringen met het gebruik te delen met collega's en met de STOWA.

JOOST BUNTSMA

Directeur STOWA

INHOUDSOPGAVE

	Colofon	2
	Ten geleide	5
H1	INLEIDING	9
1.1	Aanleiding	9
1.1.1	<i>Systeemanalyse</i>	9
1.1.2	<i>ESF-systematiek</i>	9
1.1.3	<i>ESF Habitatgeschiktheid</i>	10
1.2	Doel	10
1.3	Leeswijzer	10
H2	VISIE INVULLING VAN ESF HABITATGESCHIKTHEID	12
2.1	Rol van ESF Habitatgeschiktheid in de ESF-systematiek	12
2.2	Rol van ecosysteemtoestanden in de ESF-systematiek	12
2.3	Toetsen van de ecosysteemtoestand	13
2.3.1	<i>Zonering in watersystemen</i>	13
2.3.2	<i>Toetsing van ecosysteemtoestanden per zone</i>	14
H3	VAN ECOSYSTEEMTOESTAND NAAR HANDELINGSPERSPECTIEF	17
3.1	Diepte	17
3.2	Talud	18
3.3	Peilfluctuatie	18
3.4	Golfslag en stroming	18
3.5	Slibdichtheid	18
3.6	Substraatype	19
3.7	Vegetatiedichtheid en -hoogte (PVI)	19
3.8	Vegetatiecomplexiteit	19
3.9	Chloride	19
3.10	Overzicht modelparameters	20
H4	UITGANGSPUNTEN EN RANDVOORWAARDEN VOOR HET INSTRUMENT	21
H5	AANBEVELINGEN	22
H6	LITERATUUR	23
	BIJLAGEN	25
	Bijlage 1	25
I.I	Beschrijving Ecosysteemtoestanden	25
I.II	Definities en veelgebruikte termen in beschrijvingen van ecosysteemtoestanden	25
I.III	Beschrijvingen ecosysteemtoestanden van hoog productieve systemen	25
I.IV	Beschrijvingen ecosysteemtoestanden van gemiddeld productief systeem of systemen waaruit de productiviteit niet direct is af te leiden	30
I.V	Beschrijvingen ecosysteemtoestanden van laag productieve systemen	32
I.VI	Beschrijvingen ecosysteemtoestanden van de oeverzone	34

	Bijlage 2	37
II.I	Handleiding van het habitatstructuur instrument	37
II.II	Algemeen	27
II.III	Stap 1: bepalen nader te onderzoeken waterzones	37
II.IV	Stap 2: bekijken ESF-voorwaarden huidige ecosysteemtoestand en handelingsperspectieven	38
II.V	Stap 3: inzien benodigde handeling voor gewenste toestand	40
II.VI	Uitgangspunten en kaders voor het instrument	43
II.VII	Schema's uit het instrument per zone	44
II.VIII	Literatuur	46

	STOWA IN HET KORT	47
--	--------------------------	-----------



H1 INLEIDING

1.1 AANLEIDING

De Europese Kaderrichtlijn Water (KRW) vraagt van EU-lidstaten om doelen aangaande waterkwaliteit te formuleren die recht doen aan wat er ecologisch mogelijk is, waarbij rekening wordt gehouden met mogelijke andere functies die watersystemen kunnen vervullen zoals recreatie en natuur. Het beschrijven van deze doelen en het vaststellen van effectieve maatregelen waarmee deze doelen bereikt kunnen worden, vereisen kennis van en inzicht in het watersysteem. Deze kennis en inzicht kan worden vergaard door het uitvoeren van een systeemanalyse, waarin wordt getracht om de huidige en vroegere ecologische toestand (zowel wat betreft chemische waterkwaliteit als qua biologie) te begrijpen op basis van sturende processen en factoren (de voorwaarden) die een rol spelen in het bewuste watersysteem. De systematiek van de Ecologische Sleutel Factoren (hierna te noemen ESF's) wordt hierbij steeds vaker als hulpmiddel gebruikt door waterbeheerders en medewerkers van adviesbureaus.

1.1.1 Systeemanalyse

Een systeemanalyse kan op verschillende manieren worden uitgevoerd, waarbij het vaak zin-
nig is om van grof naar fijn te werken: startend met een integrale blik op het gehele systeem op basis van al bestaande kennis van het watersysteem en eindigend met het inzoomen op specifieke problemen en kansen met behulp van aanvullende metingen en/of modelmatig onderzoek. Wij realiseren ons dat het opstellen van een systeemanalyse meer is dan het volgen van een stappenplan. De invulling is afhankelijk van onder andere het gebied, de beschikbare gegevens, het kennisniveau en natuurlijk de functie van het water (de context), maar in een systeemanalyse zouden altijd de volgende stappen moeten worden doorlopen:

1. Vaststellen van de ruimtelijke begrenzing van het water en het watertype;
2. Analyseren van de huidige en vroegere ecologische toestand binnen de begrenzing (zowel de chemische waterkwaliteit als de biologie);
3. Analyseren van de sturende processen en factoren (voorwaarden). Momenteel wordt in het Nederlandse waterbeheer veelal gebruik gemaakt van de ESF-systematiek bij het doorlopen van deze stap;
4. Duiding van de ecologische toestand ([stap 2](#)) door de ecologische toestand en de sturende processen en factoren ([stap 3](#)) met elkaar te confronteren. Alleen als het beeld van de ecologische toestand in overeenstemming is met de voorwaarden, is er sprake van begrip (we snappen dan waarom 'het is zoals het is');
5. Handelingsperspectief, wat is er mogelijk gezien voorgaande stappen.
6. Doelen en effectieve maatregelen bepalen op basis van voorgaande stappen.

1.1.2 ESF-systematiek

Het doel van een ecologische systeemanalyse is een zo goed mogelijke duiding van de ecologische toestand en van de voorwaarden voor deze toestand (wat maakt dat het watersysteem is zoals het is? Welke processen en factoren liggen hieraan ten grondslag?). In [hoofdstuk 2](#) van STOWA: Toepassing van de ecologische sleutelfactoren 1, 2 en 3 in de praktijk (2015a) worden deze termen aan de hand van voorbeelden verder toegelicht. De ecologische sleutelfactoren (ESF's) bieden een kapstok voor het analyseren van de sturende processen en factoren (voorwaarden) in een watersysteemanalyse. Ze bieden daarmee een aanvulling op wat er al aan methodieken beschikbaar is om de ecologische toestand in beeld te brengen. Er zijn door STOWA ecologische sleutelfactoren voor stilstaande wateren, zoals ondiepe meren en plassen, sloten en kanalen, en voor stromende wateren opgesteld (STOWA 2014, 2015b).

Voor stilstaande wateren is uitgegaan van negen sleutelfactoren (ESF's). Er zijn acht ecologische sleutelfactoren en één sleutelfactor die ingaat op de bredere context van het watersysteem waarbij de afweging tussen ecologische wensen en andere functies (zoals landbouw, recreatie en natuur) gemaakt kan worden. Iedere sleutelfactor vormt een belangrijke voorwaarde voor een goed functionerend watersysteem. De volgende sleutelfactoren zijn gedefinieerd voor stilstaande wateren (STOWA 2014): Productiviteit water, Lichtklimaat, Productiviteit bodem, Habitatgeschiktheid, Verspreiding, Verwijdering, Organische belasting, Toxiciteit en Context. Als u meer wilt weten over de ecologische sleutelfactoren in het algemeen, dan verwijzen we u graag naar de STOWA-uitgave 'Ecologische Sleutelfactoren, begrip van het watersysteem als basis voor beslissingen' (STOWA 2014).

1.1.3 ESF Habitatgeschiktheid

Op dit ogenblik is de STOWA druk bezig met de uitwerking van de ecologische sleutelfactoren (ESF's) voor stilstaande wateren. Dit rapport ondersteunt waterbeheerders en medewerkers van adviesbureaus bij het doorlopen van een onderdeel van ESF Habitatgeschiktheid voor stilstaande wateren. De uitwerking in deze rapportage beperkt zich tot het onderwerp *Habitatstructuur*. Onder habitatstructuur verstaan we alle fysieke abiotische en biotische parameters die een habitat vormen of de habitatgeschiktheid bepalen voor een soort of gemeenschap. Deze parameters zijn bijvoorbeeld substraat, slibdikte, diepte, etc. ([Hoofdstuk 3](#)). Binnen ESF Habitatgeschiktheid spelen variaties in macro-ionen (basen, chloride) ook een belangrijke rol, dit zal in een later stadium uitgewerkt worden. In het vervolg van het rapport wordt dan ook de term ESF Habitatgeschiktheid gehanteerd.

1.2 DOEL

De uitwerking van ESF Habitatgeschiktheid heeft tot doel om waterbeheerders inzicht te geven in de aanwezige en gewenste structuur in een stilstaand, zoet watersysteem. Deze uitwerking levert uiteindelijk een instrument op waarmee de waterbeheerder kan bepalen welke structuurparameters mogelijk een knelpunt vormen bij het behalen van de doelen.

Tijdens het uitwerken van ESF Habitatgeschiktheid bleek al snel dat de ecologische toestanden waar je de voorwaarden tegen wilt afzetten nog niet duidelijk genoeg waren gedefinieerd. Voor ESF Productiviteit water, Lichtklimaat en Productiviteit bodem is het voldoende om onderscheid te maken tussen (a) troebel water dat gedomineerd wordt door algen of kroos, (b) troebel water als gevolg van zwevend stof, (c) helder water met een dominantie van een paar snelgroeiende waterplanten en (d) helder water met minder productieve waterplanten. Voor ESF Habitatgeschiktheid was een verdere onderverdeling van ecologische toestanden nodig, omdat bovengenoemde variaties structuurverschillen niet afdekken. Een aanvullend doel, dat is ontstaan en vormgegeven gedurende het project, was dan ook het opstellen van een systematiek met ecosysteemtoestanden voor zoete, stilstaande watersystemen die niet alleen voor ESF Productiviteit water, ESF Lichtklimaat en ESF Productiviteit bodem gebruikt kan worden, maar ook voor ESF Habitatgeschiktheid en mogelijk ook de overige ESF's. Daarnaast is er een aanzet gemaakt voor het opstellen van ecosysteemtoestanden voor brakke, stilstaande watersystemen.

1.3 LEESWIJZER

We hebben met dit rapport niet beoogd om het volledige denkproces binnen dit project te vatten. Wel geeft dit rapport de relevante achtergronden weer van hoe wij tot het instrument ESF Habitatgeschiktheid gekomen zijn, inclusief een handleiding voor toepassing van dit instrument. Na de inleiding en aanleiding die u hiervoor heeft kunnen lezen, volgt het [hoofdstuk 2](#):

'Visie invulling van ESF Habitatgeschiktheid', waarbij eerst de Rol van ESF in de ESF-systematiek wordt uitgelegd en vervolgens de Rol van ecosysteemtoestanden in de ESF-systematiek. Die visie is wat ons betreft overkoepelend voor alle ESF's. De door ons onderscheiden zones en de verschillende typen watersystemen zijn uitgewerkt in [paragraaf 2.3](#) (Toetsen van de ecosysteemtoestand). In [hoofdstuk 3](#) (Van ecosysteemtoestand naar handelingsperspectief) onderscheiden we de verschillende structuurparameters waarop waterbeheerders meer of minder invloed kunnen uitoefenen om veranderingen tot stand te brengen.

We sluiten af met de Uitgangspunten en randvoorwaarden voor deze opdracht en de geraadpleegde Literatuur.

In de bijlagen vindt u de door ons gedefinieerde Ecosysteemtoestanden en de handleiding hoe het apart beschikbaar gestelde Excel instrument te gebruiken.

H2 VISIE INVULLING VAN ESF HABITATGESCHIKTHEID

Zoals beschreven in de inleiding vormt de ESF-systematiek een cruciaal onderdeel van de systeem-analyse van een watersysteem door een kapstok te bieden voor het analyseren van de sturende processen en factoren (voorwaarden) in een watersysteem. Voor stilstaande wateren is uitgegaan van negen onafhankelijke sleutelfactoren (ESF's), waarvan het structuuronderdeel van ESF habitatgeschiktheid verder is uitgewerkt in deze rapportage.

2.1 ROL VAN ESF HABITATGESCHIKTHEID IN DE ESF-SYSTEMATIEK

Binnen de ESF-systematiek zijn de sleutelfactoren (ESF's) in drie groepen gerangschikt waarbij iedere groep een specifiek aspect van waterkwaliteit behandelt (STOWA 2014). De eerste groep bestaat uit ESF Productiviteit water, ESF Lichtklimaat, ESF Productiviteit bodem, en gaat in op voorwaarden voor het voorkomen van ondergedoken waterplanten, namelijk de productiviteit van het water, het lichtklimaat en de productiviteit van de waterbodem. De terugkeer van ondergedoken waterplanten is voor veel wateren de eerste stap naar herstel van de waterkwaliteit en de ecologische kwaliteit (STOWA 2014). Kort gezegd dienen de volgende voorwaarden op orde te zijn: de belasting met nutriënten in het water mag niet te hoog zijn (lage productiviteit water, ESF Productiviteit water), er moet voldoende licht op de waterbodem kunnen komen (ESF Lichtklimaat) en er mogen niet te veel nutriënten in de waterbodem zitten (lage productiviteit bodem, ESF Productiviteit bodem). Wanneer aan deze voorwaarden is voldaan, kan een laagproductief, niet woekerende waterplantenvegetatie ontstaan die vaak soortenrijker is dan in watersystemen waar niet aan deze voorwaarden wordt voldoen.

Als deze eerste drie ecologische sleutelfactoren 'op groen' staan, is in principe voldaan aan de voorwaarden voor een gezond ecologisch watersysteem met een gezonde flora en fauna (STOWA 2014). Welke soorten daadwerkelijk (gaan) voorkomen hangt vervolgens af van aanvullende voorwaarden. De tweede groep van sleutelfactoren, Habitatgeschiktheid, Verspreiding en Verwijdering, gaat dan ook in op deze aanvullende voorwaarden voor specifieke soortgroepen en levensgemeenschappen. In deze groep sleutelfactoren draait het niet alleen om ondergedoken waterplanten, maar ook om het voorkomen van andere organismen, zoals vissen en macrofauna. Hoewel deze organismen vaak niet alleen afhankelijk zijn van de aanwezige vegetatiestructuur, speelt de vegetatiestructuur vaak wel een centrale rol in de analyse.

ESF Habitatgeschiktheid gaat over het belang van habitatcondities op het voorkomen van specifieke soortgroepen of levensgemeenschappen in stilstaande watersystemen. Hierbij kan grofweg onderscheid gemaakt worden tussen biogeochemische habitatcondities, zoals de basenhuishouding en chloridebelastingen, en de habitatstructuur. Zoals in de inleiding al is aangegeven, verstaan wij onder habitatstructuur alle fysieke abiotische en biotisch structuurparameters die de habitatstructuur bepalen voor een soort of gemeenschap (uitgewerkt in [hoofdstuk 3](#)). Het gaat hierbij om parameters die inzicht geven in o.a. de diepteverdeling, peilfluctuaties, golfwerking en het substraattype in een bepaald watersysteem.

2.2 ROL VAN ECOSYSTEEMTOESTANDEN IN DE ESF-SYSTEMATIEK

Habitatstructuur is een voorwaarde voor het voorkomen van bepaalde soorten. Omdat de eisen die een soort stelt aan zijn omgeving soortspecifiek zijn, is de relatie tussen abiotische en biotische structuurparameters en het voorkomen van een organisme ook vaak soortspecifiek. In de ESF-systematiek ligt echter de nadruk op het verkrijgen van systeeminzicht, en niet zozeer het voorkomen van specifieke soorten. We hebben er daarom voor gekozen om in de

uitwerking van ESF Habitatgeschiktheid, ecosysteemtoestanden (EST) te definiëren. Veranderingen in de gedefinieerde ecosysteemtoestanden dienen gestuurd te worden door drastische wijzigingen in de eerste vier ecologische sleutelfactoren, leidend tot een min of meer stabiele ecosysteemtoestand.

In deze opdracht is er voor gekozen om de ecosysteemtoestanden te definiëren op basis van het wel/niet dominant voorkomen van bepaalde karakteristieke functionele sleutelgroepen zoals benthische filterfeeders of benthische draadalg. Daarnaast speelt in de karakterisering van de ecosysteemtoestanden ook de aan- of afwezigheid van (a)biotische structuurelementen een rol, bijvoorbeeld de aanwezigheid van een complexe, waterkolom vullende vegetatie of de aanwezigheid van beschoeiing of een damwand.

Voor brakke watersystemen geldt (meer dan in de meeste zoetwatersystemen) dat het voorkomen van de ecosysteemtoestanden ook bepaald wordt door (de verandering in) concentraties van macro-ionen, zoals chloride. Omdat chloride geen onderdeel uitmaakt van de uitwerking van ESF Habitatgeschiktheid, hebben we ervoor gekozen om de brakke ecosysteemtoestanden wel te beschrijven (zie [bijlage 1](#)), maar de relatie tussen ESF Productiviteit water, ESF Lichtklimaat, ESF Productiviteit bodem en ESF Habitatgeschiktheid, en het voorkomen van brakke ecosysteemtoestanden niet te verwerken in het instrument.

2.3 TOETSEN VAN DE ECOSYSTEEMTOESTAND

2.3.1 Zonerings in watersystemen

Een watersysteem is ecologisch gezien vaak gezoned, onder andere als gevolg van verschillen in diepte in het watersysteem, waarbij de omgevingsfactoren (sterk) kunnen verschillen tussen de verschillende zones. In stilstaande wateren onderscheiden we de volgende zones: de oeverzone, de ondiepe zone en de diepe zone ([Figuur 2.1](#)). Deze zones kunnen er iets anders uitzien voor een lijnvormig waterlichaam (sloot/kanaal) dan voor een plas of meer.

OEVERZONE

De oeverzone is in het instrument gedefinieerd naar Bijkerk (2014) en luidt als volgt: 'Deze zone loopt vanaf de waterlijn door tot de waterdiepte waarop de emergente begroeiing minder dan 75% bedekking krijgt.' Emergente begroeiing bestaat uit planten die in de waterbodem wortelen, maar waarvan de bladeren boven water uitsteken. Deze planten groeien meestal tot een maximale diepte van één meter. Het talud is dan ook van belang voor deze planten, aangezien een water met een steile oever dat dieper is dan één meter waarschijnlijk al geen 75% bedekking van emergente soorten bereikt. Afwezigheid van deze zone komt dus ook voor.

ONDIEPE ZONE

De ondiepe zone is in het instrument gedefinieerd als de zone in een meer/plas of lijnvormig water die aan de oeverzijde begint bij de uiterste grens van de emergente zone (daar waar de oeverzone eindigt) en doorloopt tot een maximale diepte van zes meter ([Figuur 2.1](#)).

DIEPE ZONE

De diepe zone is gedefinieerd als de zone die dieper is dan zes meter. Deze zone stratificeert 's winters en 's zomers en mengt in herfst en voorjaar.

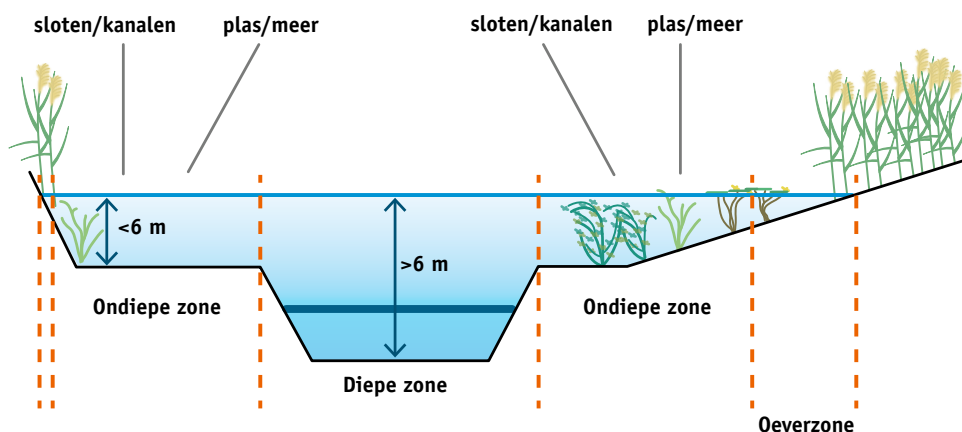


FIG 2.1 Overzicht van de verschillende ecologische zones die te onderscheiden zijn in stilstaande wateren.

Ondiepe zone ESTen:

Abiotisch troebel
 Biotisch troebel
 Helder systeem met hoge biomassa
 aan monotone vegetatie
 Hoge, dichte vegetatie, complex/enkel/
 niet vertakt
 Hoge, minder dichte vegetatie, enkel/niet
 vertakt
 Lage vegetatie, complex vertakt
 Lage vegetatie, niet vertakt
 Herbivoor-dominantie
 Rivierkreeft-dominantie
 Zoöplankton-dominantie (M&P)
 Benthische draadalgendominantie (M&P)
 Benthische filter feeder dominantie (M&P)
 FLAB-dominantie (S&K)
 Kroos-dominantie (S&K)

Diepe zone ESTen:

Abiotisch troebel
 Epilimnion licht troebel, hypolimnion
 troebel
 Benthische filter feeder dominantie
 Biotisch troebel
 Lage vegetatie, complex vertakt
 Lage vegetatie, enkel vertakt
 Lage vegetatie, niet vertakt
 Zoöplankton-dominantie

Oever zone ESTen:

Brede rietkraag
 Breed met hoog-productieve vegetatie
 Breed met laag-productieve vegetatie
 Damwand/beschoeid
 Smalle rietkraag
 Smal met hoog-productieve vegetatie
 Smal met laag-productieve vegetatie
 Stortsteen
 Geërodeerde oever

Verschil lijnvormige en niet-lijnvormige wateren

Omdat lijnvormige en niet-lijnvormige wateren (oftewel plassen/meren) sterk kunnen verschillen in omgevingsfactoren, hebben we ervoor gekozen om de ecosysteemtoestanden apart te beschrijven voor de verschillende zones in sloten/kanalen en plassen/meren.

2.3.2 Toetsing van ecosysteemtoestanden per zone

Om meer inzicht te krijgen in de relatie tussen het voorkomen van de verschillende ecosysteemtoestanden en de ecologische sleutelfactoren ESF Productiviteit water, ESF Lichtklimaat, ESF Productiviteit bodem, ESF Habitatgeschiktheid, hebben we de ecosysteemtoestanden gerangschikt langs een gradiënt in nutriëntenbelasting. Hierbij onderscheiden we drie 'trofieniveaus':

1. Hoog productief systeem: ESF Productiviteit water staat op rood en vormt het belangrijkste knelpunt voor een verbetering van de ecologische waterkwaliteit;

2. Gemiddeld productief systeem: ESF Productiviteit water en ESF Lichtklimaat staan op groen, maar ESF Productiviteit bodem staat op rood. ESF Productiviteit vormt dan het belangrijkste knelpunt voor een verbetering van de ecologische waterkwaliteit.
3. Laag productief systeem: ESF Productiviteit water, ESF Lichtklimaat, ESF Productiviteit bodem en ESF Habitatgeschiktheid staan op groen, en ESF Habitatgeschiktheid kan een knelpunt vormen voor de verdere verbetering van de ecologische waterkwaliteit.

Om te bepalen in welke ecosysteemtoestand het watersysteem zich bevindt, maakt de waterbeheerder een aantal keuzes (Figuur 2.2):

1. Type watersysteem: sloot/kanaal vs. meer/plas
2. Ecologische zone: oever, ondiep, diep
3. Trofieniveau: hoog productief, gemiddeld productief en laag productief
4. Aan- of afwezigheid van een dominante functionele sleutelgroepen.

Ter illustratie, een waterbeheerder kan het instrument toepassen op de ondiepe zone van een sloot (Figuur 2.2). In deze zone is de ESF Productiviteit van het water de belangrijkste stuurvari-

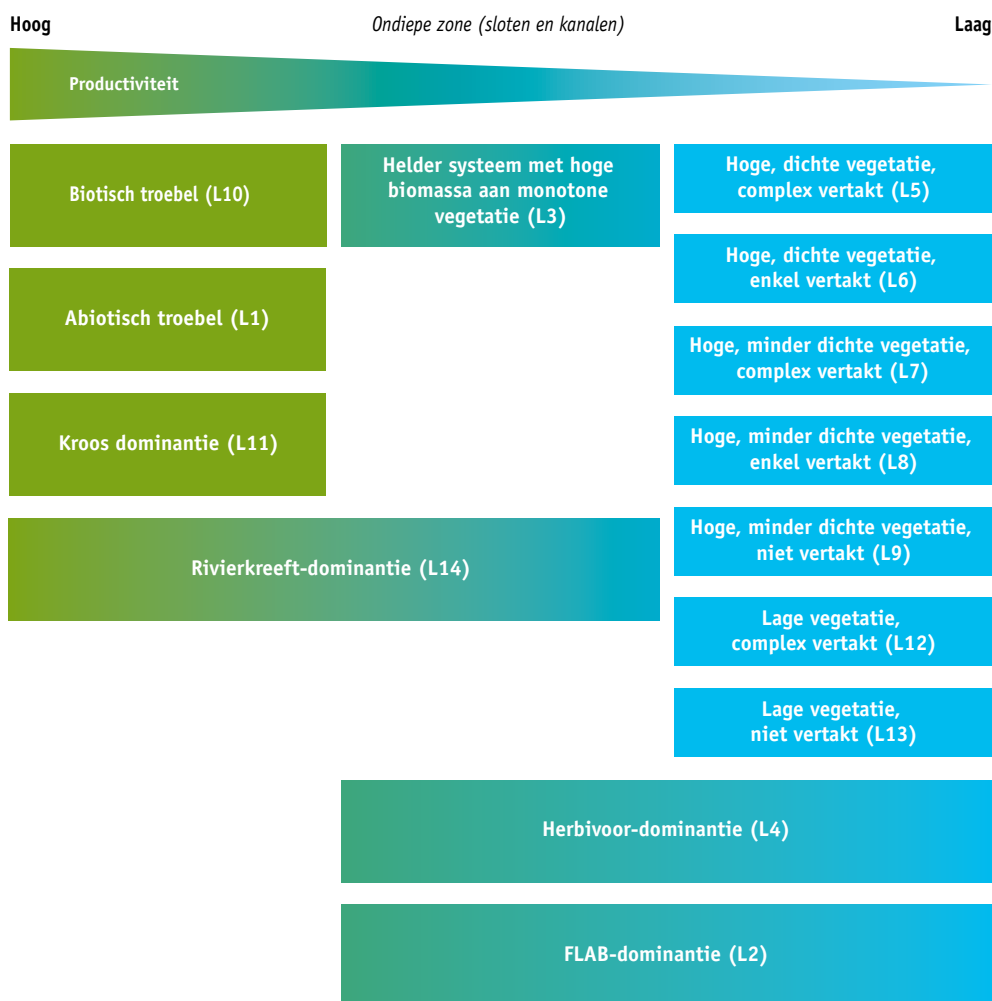


FIG 2.2 Schematische weergave van de productiviteitsgradient waarlangs de verschillende ecosysteemtoestanden in de ondiepe zone van sloten en kanalen gerangschikt kunnen worden. De L nummers verwijzen naar toestanden in het instrument.

abele. Door vervolgens te kijken naar de aan- of afwezigheid van functionele sleutelgroepen, d.w.z. algen (a)biotisch troebel, kroos of rivierkreeft kan de waterbeheerder vervolgens de ecosysteemtoestand van zijn systeem kiezen en met behulp van het instrument tot handelingsperspectief komen.

In [bijlage 1](#) staat een uitgebreide beschrijving van de verschillende ecosysteemtoestanden die in de ecologische zones van sloten/kanalen, plassen/meren en brakke systemen zijn te vinden. In [bijlage 2 \(II.VII\)](#) zijn van de andere zones de schema's analoog aan [Figuur 2.2](#) opgenomen.

H3 VAN ECOSYSTEEMTOESTAND NAAR HANDELINGSPERSPECTIEF

Een ecosysteemtoestand kan in een andere ecosysteemtoestand overgaan, door een verandering in de voorwaarden van de ecologische sleutelfactoren (ESF Productiviteit water tot ESF Habitatgeschiktheid). Binnen een trofiegraad kan daarnaast de dominantie van een functionele sleutelgroep een rol spelen in de overgang van de ene ecosysteemtoestand naar de andere. Een voorbeeld hiervan is de vestiging van een kolonie herbivore watervogels, of de introductie van een benthische filterfeeder zoals de exotische Quagga-mossel of de korfmossel.

Het handelingsperspectief dat een waterbeheerder heeft om de ecosysteemtoestand te verbeteren wordt bepaald door de sturingsmogelijkheden die een waterbeheerder heeft om de ecologische sleutelfactoren te beïnvloeden zoals een verbetering van het lichtklimaat, minder voedingsstoffen in het water, enzovoort. De al uitgevoerde uitwerkingen voor ESF Productiviteit water, ESF Lichtklimaat, ESF Productiviteit bodem, geven een handvat voor het bewerkstelligen van een verbetering in deze sleutelfactoren, waarbij terugdringen van zowel externe als interne nutriëntenbelasting centraal staan. Waar habitatgeschiktheid een knelpunt is voor het verbeteren van de ecologische waterkwaliteit kan het veranderen van de structuurparameters leiden tot een geschikter habitat voor vegetatie, micro- en macrofauna en vissen.

We onderscheiden hierbij abiotische structuurparameters zoals golfslag en stroming, talud, peilfluctuatie, substraattype en slibdichtheid. Daarnaast spelen verschillen in vegetatiestructuur een belangrijke rol voor ander planten- of algensoorten, macrofauna en vissen. De structuur en aanwezigheid van bepaalde plantengroepen kan bepalend zijn voor de aan- of afwezigheid van andere planten of algensoorten, macrofauna of vissen. De verschillen tussen plantengroepen worden uitgedrukt in functie van hun structuurkenmerken voor ander waterleven, te weten vegetatiedichtheid en -hoogte en vegetatiecomplexiteit. Deze plantstructuren zijn inherente eigenschappen van de verschillende ecosysteemtoestanden.

Veranderingen in deze structuurparameters, die hieronder verder worden beschreven, hebben niet alleen een direct effect op het voorkomen van planten en dieren omdat ze de habitatgeschiktheid bepalen, maar kunnen ook een indirect effect hebben doordat deze veranderingen doorwerken op andere ESF's. Voor eerder uitgewerkte ESF Productiviteit water, ESF Lichtklimaat, ESF Productiviteit bodem wordt in het instrument aangegeven hoe deze structuurparameters mogelijk relevant zijn. Deze effecten dienen te worden meegenomen in de systeemanalyse bij behandeling van hun respectievelijke ESF's.

Naast structuurgerelateerde habitatkarakteristieken zijn ook de macro-ionen (macro- en micronutriënten, basenhuishouding, chloridehuishouding) van belang voor het voorkomen van ecosysteemtoestanden. Mogelijke effecten van chloride worden kort besproken. Basenhuishouding en macro- en micronutriënten vallen echter buiten het kader van deze uitwerking van ESF Habitatgeschiktheid en worden niet expliciet behandeld.

3.1 DIEPTE

De waterdiepte van een systeem kan bepalend zijn voor bepaalde typen vegetatie. Als habitatstructuurkenmerk gaat het hier puur om de randvoorwaarde voor wortel- of stengellengte van planten die in een gedeelte van het jaar geworteld drijvend voorkomen. Diepte heeft ook een direct effect op de draagkracht van een watersysteem (ESF Productiviteit water) en het

effect dat vertroebeling heeft (ESF lichtklimaat). Spence (1982) geeft aan dat waterdiepte één van de meest belangrijke factoren is voor de zonering van waterplanten.

3.2 TALUD

Talud is bepalend voor het voorkomen van oever- en watervegetatie. De helling van het talud en het beheer van het oppervlaktewaterpeil hebben invloed op de afzetting en ontkieming van zaden in de oeverzone, waarbij de soortenrijkdom van emerse, submerse en drijfbladplanten toeneemt als het oevertalud relatief flauw is en er sprake is van een (natuurlijk verlopend) peilverschil (zie onderstaand) met een lager waterpeil in de zomer (Schep, *et al.*, 2012; Leeuwen, *et al.*, 2014; Geest, *et al.*, 2005; Sarneel, 2010).

3.3 PEILFLUCTUATIE

(Het aanbrengen van) peilfluctuatie kan positieve effecten hebben voor de oevervegetatie. Een deel van deze emergente planten ontkiemt op het droge en groeit vervolgens door in het water. Een natuurlijk verlopend peilverschil met een lager waterpeil in de zomer heeft een positief effect op de afzetting en kieming van de zaden in de oeverzone, dat gepaard gaat met een toename in soortenrijkdom van emerse en submerse planten (Schep *et al.* 2012; Van Leeuwen *et al.* 2014; Van Geest *et al.* 2005; Sarneel, 2010)

3.4 GOLFSLAG EN STROMING

Effecten van golfslag en stroming kunnen habitat ongeschikt maken door ontworteling of breken van waterplanten (Schutten 2000, 2005). Door golfslag of sterke stroming kunnen planten kapotgetrokken of ontworteld worden. De gevoeligheid is soortspecifiek, waardoor golfslag en sterke stroming effect kunnen hebben op de soortsamenvatting en zelfs kunnen leiden tot systemen zonder waterplanten. Zelfs in stilstaande wateren kan onder invloed van een grote strijklengte, scheepvaart of periodieke stroming van gemalen het effect van golfslag of stroming op de plant aanzienlijk zijn. Vooral op zachtere bodemtypes (veen) zal ontworteling plaatsvinden aangezien met weinig trekkracht een plant al losgetrokken wordt. Als de bodem een betere verankering van de plant toelaat dan zal de kracht die benodigd is om een plant te ontwortelen toenemen. Hiermee wordt ontworteling minder waarschijnlijk. De kracht van golven of stroming kan echter nog steeds te hoog zijn waardoor de plant breekt. Dit alles hangt sterk af van het type plant, de opgebouwde biomassa (ondergronds en bovengronds) en de kracht die door golfslag of stroming wordt uitgeoefend.

Naast deze directe effecten van golfslag en stroming kunnen ook indirecte effecten op de habitatkwaliteit via andere sleutelfactoren aangemerkt worden. Golfslag en stroming kunnen leiden tot een omwoeling van de waterbodem, waarmee het lichtklimaat minder geschikt wordt voor planten. Ook kan een hogere stroming effect hebben op de nutriëntenhuishouding van het watersysteem door invoer van gebiedsvreemd water. Hierdoor verandert de externe belasting van het systeem (ESF Productiviteit water), waardoor het voorkomen van waterplanten kan worden belemmerd, behalve als de verblijftijd zo kort wordt dat de nutriëntenbelasting er niet meer toe doet en het watersysteem verblijftijdgestuurd is.

3.5 SLIBDICHTHEID

De dichtheid van de sliblaag kan bepalend zijn voor het succes van waterplanten. Hele dichte bodems zijn moeilijk doorwortelbaar, waardoor planten niet in staat zijn om beschikbare nutriënten in de bodem adequaat te benutten (Barko & Smart, 1983). Hele zachte bodems daarentegen kunnen eveneens negatief zijn voor plantgroei doordat planten weinig in staat zijn om zich te verankeren en dus beperkt tegen verstoring kunnen door bijvoorbeeld bodem

woelende vis of golfslag en stroming (Handley & Davy, 2002, zie ook bovenstaande paragraaf). Daarnaast kan het wegzakken van planten in de sliblaag leiden tot verminderde kieming doordat zaden dieper begraven worden (Bonis & Lepart, 1994).

Naast het directe belang voor doorwortelbaarheid en kieming van waterplanten speelt de slib-dichtheid ook een rol voor opwerveling van bodemmateriaal. Een zachtere bodem wordt eerder ongewerveld waarmee het lichtklimaat wordt beïnvloed (ESF Lichtklimaat). Ook is de kwaliteit van de het slib bepalend voor het voorkomen van planten (ESF Productiviteit bodem).

3.6 SUBSTRAATTYPE

Onder substraattype wordt een combinatie van bodemtype (zand, veen, klei) en andere aanwezige structuren die planten kunnen belemmeren of ondersteunen verstaan. Hierbij zijn bijvoorbeeld de aanwezigheid van houten beschoeiing, beton, kiezels of breuksteen die de groei van vegetatie belemmeren van belang.

3.7 VEGETATIEDICHTHEID EN -HOOGTE (PVI)

De mate waarin een waterkolom gevuld wordt door vegetatie (Plant Volume Infested, PVI) is een geïntegreerde maat van vegetatiehoogte en de dichtheid van de vegetatie in de waterkolom. Hiermee wordt het volume van het watersysteem dat door de plant wordt ingenomen beschreven. In een systeem met een hoge PVI is de waterkolom gevuld met vegetatie, wat van invloed kan zijn voor het voorkomen van macrofauna en visgemeenschappen. Een volledig doorgroeide waterkolom biedt veel schuilplaatsen, maar laat weinig ruimte voor zichtjagers om zich te bewegen. Een water met dezelfde bedekking, maar waarbij planten laag blijven in de waterkolom geeft zichtjagers, zoals grote snoeken, gelegenheid om effectief te jagen. Belangrijk hierbij is dat zowel de hoogte als de dichtheid van de vegetatie in de waterkolom bepalend zijn. Een rietstengel doorkruist de gehele waterlaag en is qua hoogte kolom vullend. De bedekking op doorsneden van de waterkolom is voor een dergelijke soort echter beperkt ten opzichte van een dichte waterkolom vullende begroeiing met grof hoornblad.

3.8 VEGETATIECOMPLEXITEIT

Naast PVI speelt ook de complexiteit van een vegetatie een duidelijke rol voor vissen en macrofauna. Structurele complexiteit van vegetatie is gerelateerd aan diversiteit van andere aquatische organismen (Dibble & Thomaz, 2009). In dit project onderscheiden we drie groeivormen: onvertakte stengels, enkel vertakte planten en complex vertakte planten. Hiermee kan de vegetatiecomplexiteit redelijk gevat worden. Bij het bepalen van de vegetatiecomplexiteit vormt de groeivorm in de waterkolom het uitgangspunt. Dat betekent dat voor ondergedoken waterplanten de groeivorm van de gehele plant bepalend is voor de vegetatiecomplexiteit. Voor emerse vegetatie daarentegen, zijn alleen de ondergedoken -zich in de waterkolom bevindende delen- bepalend voor vegetatiestructuur. Dat betekent dat een waterlelie een niet vertakte structuur levert.

3.9 CHLORIDE

Chloridegehalte kan op verscheiden wijzen leiden tot een ander soort ecosysteem. Het vermogen van organisme om met (veranderingen in) zoutstress (osmotische stress) om te gaan is soort specifiek, waardoor andere vegetatietypen en visgemeenschappen voor zullen komen bij verschillende chlorideconcentraties en veranderingen daarin. De met brakke wateren geassocieerde vegetatietypen zijn over het algemeen minder divers qua soorten dan in zoete wateren, maar bevatten wel unieke specialisten zoals *Ruppia* sp.. Daarbij zijn veel brakke systemen in Nederland niet jaarrond brak, maar wordt geregeld zoet water ingelaten. Over het effect van dergelijke fluctuaties in zoutconcentratie is weinig bekend. In het algemeen geldt

echter wel, dat kiemstadia van flora en juveniele stadia van fauna gevoeliger zijn voor osmotische stress dan de volgroeide stadia (Van Leeuwen *et al.*, 2014).

Naast de directe effecten op gemeenschapssamenstelling door osmotische stress werkt de biochemie in systemen onderhevig aan (veranderingen in) zoutconcentraties ook anders dan in permanent zoete systemen. Dit komt onder andere door de verhoogde sulfaatconcentraties, die kunnen leiden tot verhoogde nalevering uit de bodem (ESF Productiviteit water), een veranderde beschikbaarheid aan nutriënten uit de waterbodem voor planten (ESF Productiviteit bodem) en sulfidetoxiciteit. Kennis over de precieze werking van deze bodemchemie onder invloed van chloride is echter beperkt en verzameling hiervan valt buiten het kader van deze opdracht.

3.10 OVERZICHT MODELPARAMETERS

TABEL 3.1 *Overzicht van parameters en categorieën die vallen onder ESF habitatgeschiktheid met categorieën zoals opgenomen in het instrument. Vegetatie complexiteit en hoogte- en dichtheid staan niet vermeld aangezien deze onderscheidend zijn in de ecosysteemtoestanden. Chloride is niet opgenomen in het instrument en staat daarom ook niet vermeld. Deze parameters zijn niet gekwantificeerd. De gebruiker moet zelf een inschatting maken bij het gebruiken van het instrument (In tabel II.II in bijlage 2 vindt u een uitleg en klassenbeschrijving).*

Parameter	Categorieën + uitleg
Diepte	• Ondiep: toestand komt alleen voor in ondiepe systemen • Niet bepalend: parameter niet van belang bij het voorkomen van de toestand
Talud	• Flauw: toestand komt alleen voor op een flauw talud • Steil: toestand komt alleen voor op een steil talud • Niet bepalend: parameter niet van belang bij het voorkomen van de toestand
Peilfluctuatie	• Weinig fluctuatie: toestand komt alleen voor bij weinig fluctuatie • Veel fluctuatie: toestand komt alleen voor bij veel fluctuatie • Niet bepalend: parameter niet van belang bij het voorkomen van de toestand
Golfslag en stroming	• Weinig: toestand komt alleen voor bij weinig golfslag en stroming • Niet extreem veel: toestand is bestand tegen stroming en golfslag, zolang deze niet te groot/hoog is • Niet bepalend: parameter niet van belang bij het voorkomen van de toestand
Substraatdichtheid	• Laag: toestand komt alleen voor bij goed doorwortelbare bodems met een lage dichtheid • Hoog: toestand komt alleen voor op harde bodems met een hoge dichtheid • Niet bepalend: parameter niet van belang bij het voorkomen van de toestand
Substraatype	• Wel bepalend: toestand komt alleen voor op bepaalde substraattypes of komt nadrukkelijk niet voor op sommige substraattypes • Niet bepalend: parameter niet van belang bij het voorkomen van de toestand

H4 UITGANGSPUNTEN EN RANDVOORWAARDEN VOOR HET INSTRUMENT

Op basis van bovenstaande visie is een instrument ontwikkeld, waarmee inzicht wordt verkregen in de voorwaarden die een rol spelen bij habitatstructuur. Bij het maken van het instrument is uitgegaan van verschillende uitgangspunten en randvoorwaarden die de invulling van het instrument sterk hebben beïnvloed. Het gaat hierbij om de volgende uitgangspunten en randvoorwaarden:

- De analyse staat centraal: Het doorlopen van het instrument staat in dienst van de systeem-analyse en is geen doel op zich. Het creëren van systeembegrip staat hierbij centraal;
- De uitwerking van het instrument omvat alleen habitatstructuur voor zoete, stilstaande wateren. Biogeochemische componenten als basenhuishouding en chloridebelasting zijn in deze versie dus buiten beschouwing gelaten;
- De gebruikte ecosysteemtoestanden, die zijn gebaseerd op het voorkomen van verschillende voedselwebstructuren in watersystemen, zijn veelal te herleiden tot typische vegetatiekundige ‘beelden’ die zowel door specialistische ecologen als non-ecologen herkend kunnen worden in het veld. In sommige gevallen spelen specifieke soortgroepen (niet-planten) een cruciale rol in een ecosysteemtoestand omdat ze dominant aanwezig zijn en daarmee de toestand volledig domineren, zoals kreeften, mosselen of zoöplankton. In de meeste gevallen staat de vegetatie echter centraal. Macrofauna en vissen staan dus niet op de voorgrond, maar de aanwezigheid van deze soortgroepen wordt vaak wel (mede) bepaald door de vegetatiestructuur. Ze zijn regelmatig volgend op de vegetatieontwikkeling. Daarmee geven de ecosysteemtoestanden ook een beeld over de toestand van de vissen en macrofauna.
- De uitwerking dient recht te doen aan het ESF-gedachtegoed. Het volledig loskoppelen van ESF Habitatgeschiktheid van ESF Productiviteit water, ESF Lichtklimaat en ESF Productiviteit bodem bleek onmogelijk. Vooral bij het bepalen van de ecosysteemtoestanden was een koppeling tussen ESF Productiviteit water, ESF Lichtklimaat, ESF Productiviteit bodem en habitatgeschiktheid noodzakelijk. Daarom is gekozen voor een integrale aanpak waarin ESF Productiviteit water, ESF Lichtklimaat en ESF Productiviteit bodem en ESF Habitatgeschiktheid tezamen zijn opgenomen in het instrument, waarbij ESF Habitatgeschiktheid wel verder is uitgewerkt dan ESF productiviteit water, lichtklimaat en productiviteit bodem;
- Bestaande kennis en inzichten vormen het uitgangspunt voor de invulling van ESF Habitatgeschiktheid. De gedefinieerde parameters uit het eerdere rapport ‘Zicht op Structuur’ (STOWA 2017) zijn als basis gebruikt voor het instrument. Deze kennis is aangevuld met expertkennis en kennis uit de literatuur;
- De uitwerking is kwalitatief. Een kwantitatieve uitwerking van de gedefinieerde structuurparameters op basis van grenswaarden bleek in dit stadium nog niet mogelijk. Het instrument geeft dan ook géén antwoord op de vraag hoeveel structuur er mist, maar alleen op de vraag of structuur een beperkende of een scheppende factor kan zijn;
- In het instrument wordt geen rekening gehouden met interacties tussen verschillende zones in een watersysteem (ondiep lijnvormig; ondiepe zone van een meer en diepe zone van een meer). Hoewel er duidelijk relaties zijn tussen deze zones ([zie hoofdstuk 2](#)) is het praktisch onmogelijk om dit op een gebruiksvriendelijke manier in te bouwen in een instrument. Voor het diagnostische doeleinde van het instrument is dit ook niet noodzakelijk;
- Het instrument heeft geen vaststaande ruimtelijke begrenzing. Het staat gebruikers vrij om het instrument op verschillende ruimtelijke schalen toe te passen, waarbij aangeraden wordt om van grof naar fijn te werken.

H5 AANBEVELINGEN

De uitwerking binnen habitatgeschiktheid is beperkt tot het onderwerp habitatstructuur, dus fysieke abiotische en biotische parameters die de habitatgeschiktheid bepalen voor een soort of gemeenschap. Binnen ESF Habitatgeschiktheid spelen variaties in macro-ionen (basen, chloride) ook een belangrijke rol. Brakke wateren zijn wel in verschillende EST's vervat, maar deze zijn nog niet in het instrument opgenomen.

Binnen ESF Habitatgeschiktheid is een concept uitgewerkt op basis van ecosysteemtoestanden waarin ook ESF Productiviteit water, ESF Lichtklimaat en ESF Productiviteit bodem zijn betrokken. De kracht van het instrument is dat er veel aandacht is voor de andere ESF's, en daarmee voor de samenhang daartussen. Het is wenselijk om ook voor de overige ESF's de overgangen in ecosysteemtoestanden te vatten en kwalitatief aan te vullen.

De ecosysteemtoestanden die nu zijn uitgewerkt, zijn niet uitputtend. De gradiënt in macro-ionen moet bijvoorbeeld nog verder worden uitgewerkt. Dat zal leiden tot aanvullende EST's, onder andere van vennen.

In dit stadium zijn we er helaas niet aan toe gekomen om de verschillende structuurparameters te kwantificeren. Meer detaillering in de overgangs- en grenswaarden is zeker gewenst. Deels is daar al kennis over, deels zal die kennis nog moeten worden ontwikkeld.

We bevelen aan een aantal pilots te doen om het instrument verder te ontwikkelen en de behoeften tot verfijning nader vast te stellen.

In dit project is een eventuele link tussen de EST's, KRW en Natura 2000 niet onderzocht. Deze links zijn er zeker en er is bij de gebruikers behoefte aan deze koppeling verder te onderzoeken en in tekst en het instrument vast te leggen.

Het instrument is nu als een Excel bestand beschikbaar. Dat is niet ideaal. Na inhoudelijke aanvullingen is het wenselijk om ook een gebruiksvriendelijkere interface aan te bieden, waarin ook andere ESF-instrumenten beschikbaar zijn.

H6 LITERATUUR

- Barko, J. W. and R. M. Smart (1983) *Journal of Ecology* Vol. 71, No. 1 (Mar., 1983), pp. 161-175
- Bonis, A. & J. Lepart, 1994. Vertical structure of seed banks and the impact of depth of burial on recruitment in two temporary marshes. *Vegetatio* 112:127-139. 17
- Bijkerk R (red) (2014) Handboek Hydrobiologie. Biologisch onderzoek voor de ecologische beoordeling van Nederlandse zoete en brakke oppervlaktewateren. Deels aangepaste versie. Rapport 2014 - 02, Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer, Amersfoort
- Dibble, ED. and Thomaz, SM. 2009. Use of fractal dimension to assess habitat complexity and its influence on dominant invertebrates inhabiting tropical and temperate macrophytes. *Journal of Freshwater Ecology*, vol. 24,
- Handley, R.J. & Davy, A.J. (2002) Seedling root establishment may limit the rare aquatic annual, *Najas marina* L., to sediments of low cohesive strength. *Aquatic Botany*, 73, 129-136.
- Sarneel, J.M. (2010). Colonisation processes in riparian fen vegetation (Utrecht: Utrecht University).
- Schep, S.A., Meijenfeldt, N. v., en Rip, W. (2012) Flexibel Peil; van denken naar doen.
- Schutten, J., and Davy, A.J. (2000). Predicting the hydraulic forces on submerged macrophytes from current velocity, biomass and morphology. *Oecologia* 123, 445-452.
- Schutten, J., Dainty, J., and Davy, A.J. (2005). Root anchorage and its significance for submerged plants in shallow lakes. *J Ecol* 93, 556-571.
- Spence, D.H.N (1982) The zonation of plants in freshwater lakes, *Advances in Ecological Research*, Volume 12, 1982, Pages 37-125
- STOWA (2014) Ecologische sleutelfactoren: Begrip van het watersysteem als basis voor beslissingen. Rapportnr. 2014-19, STOWA, Amersfoort.
- STOWA (2015a) Ecologische sleutelfactoren voor het herstel van onderwatervegetatie: Toepassing van de ecologische sleutelfactoren 1, 2 en 3 in de praktijk. Rapport 2015-17, STOWA, Amersfoort.
- STOWA (2015b) Ecologische sleutelfactoren voor stromende wateren: Een methodiek in ontwikkeling. Rapportnr. 2015-w06, STOWA, Amersfoort.
- STOWA (2017) Zicht op structuur. Rapportnr. 2017-2, STOWA, Amersfoort.
- Van Geest, G.J., Wolters, H., Roozen, F., Coops, H., Roijackers, R.M.M., Buijse, A.D., and Scheffer, M. (2005). Water-level fluctuations affect macrophyte richness in floodplain lakes. *Hydrobiologia* 539, 239-248.
- Van Leeuwen, C.H.A., Sarneel, J.M., van Paassen, J., Rip, W.J., and Bakker, E.S. (2014). Hydrology, shore morphology and species traits affect seed dispersal, germination and community assembly in shoreline plant communities. *J Ecol* 102, 998-1007.



BIJLAGE 1

I.I BESCHRIJVING ECOSYSTEEMTOESTANDEN

In deze bijlage staan de ecosystemen per waterzone beschreven voor zoetwater en brak water (*Tabel I.I p. 26*) en worden de ecosysteemtoestanden uitgebreid beschreven. Deze bijlage dient ter ondersteuning bij het gebruik van het ESF-instrument, waarin alleen zoetwater ecosystemen zijn opgenomen. Naar aanleiding van de workshop over brakke wateren zijn ook een aantal ecosysteemtoestanden voor brakke wateren beschreven. Deze worden op een later moment toegevoegd aan het ESF-instrument.

In *paragraaf I.II* staat een lijst met veel gebruikte termen en definities in de beschrijvingen van de ecosysteemtoestanden. Deze biedt ondersteuning bij de beschrijvingen.

I.II DEFINITIES EN VEELGEBRUIKTE TERMEN IN BESCHRIJVINGEN VAN ECOSYSTEEMTOESTANDEN

- Hoe breed een brede oeverzone is, is subjectief. We spreken hier van 'breed' bij hoger dan 10% van de breedte van het lijnvormige water of bij een oeverzone van groter dan drie meter bij een vlakvormig water. Bij minder dan 5% van de breedte van het lijnvormige water of bij een oeverzone van minder dan anderhalve meter bij een vlakvormig water spreken we van een smalle oeverzone.
- Hoge/lage vegetatie: dit gaat over de verticale richting van de vegetatie in de waterkolom. Hoge vegetatie is vegetatie die van de bodem tot de waterlijn groeit. Lage vegetatie blijft dicht bij de bodem tot maximaal een kwart van de waterkolom.
- Dichte/minder dichte vegetatie: Bij dichte vegetatie staat de vegetatie zeer dicht op elkaar en bij minder dichte vegetatie is er meer ruimte tussen de vegetatie.
- Complex/enkelvoudig/niet vertakt: dit gaat over de structuur van de vegetatie. Complex vertakte vegetatie heeft samengestelde bladeren met meerdere vertakkingen. Enkelvoudig vertakte vegetatie bestaat uit een stengel met daaraan enkelvoudige bladeren. Niet vertakte vegetatie bestaat uit stengels van planten die in de bodem wortelen maar waarvan de bladeren zich (grotendeels) boven water bevinden.

I.III BESCHRIJVINGEN ECOSYSTEEMTOESTANDEN VAN HOOG PRODUCTIEVE SYSTEMEN

ESF Productiviteit water staat hier op rood en vormt het belangrijkste knelpunt voor een verbetering van de ecologische waterkwaliteit. ESF Lichtklimaat en ESF Productiviteit bodem kunnen op rood of op groen staan of zijn onbekend.

Biotisch troebel

Troebelheid door algenbloei van blauwalg, groenalg of kiezelwieren kenmerkt deze toestand. Bloei van fytoplankton treedt op bij een (zeer) hoge voedselrijkdom van het water meestal in de periode juni-oktober. ESF Productiviteit water en ESF Lichtklimaat staan hier op rood. Brasem gedijt goed in deze toestand door de hoge dichtheid van bentische macrofauna. Door het bodemwoelend gedrag van brasem kan dit systeem vanaf medio april vertroebelen. De voedselrijkdom van de bodem kan zowel hoog als laag zijn (ESF Productiviteit bodem is oranje). Bij aanwezigheid van een voedselrijke bodem treedt dan mogelijk nalevering van fosfaat op.

De troebelheid zorgt voor een matige groei van waterplanten. Het bodemwoelend gedrag van brasem belemmert worteling. Door de combinatie van deze factoren beperkt de groei zich tot (zeer) ondiepe gebieden waar nog voldoende lichtinval op de bodem is. Als deze gebieden aanwezig zijn, bestaat de vegetatie dan uit drijfbladplanten zoals waterlelie of gele plomp en helofyten zoals riet.

TABEL I.1 Overzicht ecosysteemtoestanden per zone in zoetwater en brak water. Per ecosysteemtoestand wordt verwezen naar een paginanummer waarop een uitgebreide beschrijving van de toestand staat. Licht brak= 300-500 mg/l Cl, Lichter brak=500-1000 mg/l Cl, Matig brak= 1000-5000 mg/l Cl, Sterk brak= 5000-30.000 mg/l Cl.

	Paginanummer	Zoetwater				Brak water											
		Oeverzone	Ondiepe zone M&P	Ondiepe zone S&K	Diepe zone	Ondiepe zone M&P				Ondiepe zone S&K				Gestratificeerde zone			
						Licht brak	Lichter brak	Matig brak	Sterk brak	Licht brak	Lichter brak	Matig brak	Sterk brak	Licht brak	Lichter brak	Matig brak	Sterk brak
Ecosysteemtoestanden																	
Breed met laag-productieve vegetatie	34	•															
Smal met laag productieve vegetatie	34	•															
Breed met hoog-productieve vegetatie	34	•															
Smal met hoog-productieve vegetatie	34	•															
Brede rietkraag	34	•															
Smalle rietkraag	34	•															
Damwand/beschoeid	34	•															
Geërodeerde oever	36	•															
Stortsteen	36	•															
Abiotisch troebel	30		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Biotisch troebel	25		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Helder systeem met hoge biomassa aan monotone vegetatie	31		•	•		•	•							•	•	•	•
Benthische draadalgen-dominantie	30		•														
Benthische filter feeder dominantie	30		•		•	•	•	•				•	•	•	•	•	•
Herbivoor-dominantie	27		•	•		•	•	•	•	•	•	•	•				
Rivierkreeft-dominantie	31		•	•		•	•			•	•						
Zoöplankton-dominantie	28		•		•	•	•	•				•	•	•	•	•	•
FLAB-dominantie	28			•						•	•	•					
Kroos-dominantie	28			•													
Hoge, dichte vegetatie, complex vertakt	32		•	•		•	•			•	•						
Hoge, dichte vegetatie, enkel vertakt	32		•	•						•	•						
Hoge, minder dichte vegetatie, complex vertakt	32		•	•				•	•			•	•				
Hoge, minder dichte vegetatie, enkel vertakt	33		•	•		•	•	•	•	•	•	•	•				
Hoge, minder dichte vegetatie, niet vertakt	33		•	•													
Lage vegetatie, complex vertakt	33		•	•	•	•	•			•	•			•	•		
Lage vegetatie, enkel vertakt	33				•												
Lage vegetatie, niet vertakt	33		•	•	•		•	•	•	•	•	•	•	•	•		
Epilimnion licht troebel, hypolimnion troebel	42				•												
Aasgarnaal dominantie	31							•	•			•	•		•	•	
Dinoflagellaat dominantie	29							•	•			•	•		•		•
Temperatuursafhankelijke helderheid	29							•	•	•	•	•	•				
Benthische algenmatten									•				•				
Epilimnion troebel, hypolimnion helder	28													•	•	•	•
Epilomnion licht vertroebeld en metalimnion troebel	32													•	•	•	•
Benthische heterotrofe matten	32															•	•

Door de voedselrijke omstandigheden heeft het systeem een hoge draagkracht voor vis van 350-800kg/ha. De visgemeenschap bestaat naast brasem vooral uit soorten die om kunnen gaan met plantenarme omstandigheden, zoals blankvoorn en snoekbaars.

Herbivoor-dominantie

Dominantie van herbivoren zorgt voor een continue verwijdering van waterplanten. De criteria voor waterplanten (ESF Productiviteit water en ESF Lichtklimaat) zijn dus op orde. De voedselrijkdom van de bodem (ESF Productiviteit bodem) kan zowel hoog als laag zijn.

Deze toestand kan voorkomen in ondiepe systemen zoals sloten of ondiepe plassen, waarbij waterplanten voor herbivoren beschikbaar en bereikbaar zijn. De aanwezige herbivoren kunnen zowel watervogels als plantetende vissen zijn. Een systeem met watervogels is vaak voedselrijk, doordat (sommige) watervogels hun dieet aanvullen met voedselrijk gras en deze voedingsstoffen uiteindelijk in het water terechtkomen. Zij transporteren dus in feite de nutriënten van het land naar het water en brengen hiermee extra nutriënten in het systeem. Door de voedselrijkdom kan er in dit systeem overlast zijn van blauwalgen of kroos, afhankelijk van diepte en oppervlakte van het water. In de omgeving is vaak productief grasland aanwezig en er vindt weinig verstoring van de watervogels plaats.

Dit systeem wordt gekenmerkt door een grote biomassa van herbivoren die waterplanten weg grazen. Ondergedoken waterplanten zijn hierdoor (uiteindelijk) schaars. De plantensoortenrijkdom zal laag zijn en de visgemeenschap zal in een watervogel gedomineerd systeem voornamelijk bestaan uit soorten die een voorkeur hebben voor voedselrijke, plantenarme omstandigheden zoals brasem en snoekbaars. In een plantenetende vis-gedomineerd systeem zal de vispopulatie grotendeels uit dezelfde, herbivore vissoort bestaan.



Kroos-dominantie

Deze EST kan voorkomen in windluwe sloten of juist op locaties waar het kroos wordt opgestuwd. Het kroos ontstaat in zeer voedselrijke wateren, waar de helderheid niet laag hoeft te zijn. De overschaduwing door kroos zorgt voor lage zuurstof- en lichtcondities in de waterkolom wat een gedegradeerd en sterk versimpeld voedselweb tot gevolg heeft.



Zoöplankton-dominantie

Er zijn meerdere factoren die een zoöplankton dominantie kunnen veroorzaken. Al deze factoren richten zich op de continue verwijdering van planktivore vis. Mogelijke veroorzakers



zijn (een overmaat aan) visetende vogels, een groot bestand aan snoek, parasieten, overbevissing of visstandbeheer. De verwijdering van planktivore vis resulteert in een hoge biomassa aan filterend zoöplankton, zoals *Daphnia*. Dit filterend zoöplankton creëert een heldere toestand door het eten van fytoplankton. Deze toestand blijft dan ook alleen langdurig bestaan wanneer er een constante aanwas/hoge productie van fytoplankton is. ESF Productiviteit water staat dan op rood, terwijl ESF Lichtklimaat op groen staat.

FLAB-dominantie

Deze toestand kan alleen in ondiepe sloten voorkomen. Het is een voedselrijke toestand met water dat helder genoeg is voor perifyton om tot ontwikkeling te komen. Op het moment dat de productiviteit van de algen zo hoog wordt dat ze beginnen te drijven, kan het een probleem vormen voor ondergedoken waterplanten, die dan overschaduwd worden. Ook submersen kan flab een knelpunt vormen, omdat ze ook in ondergedoken vorm waterplanten kunnen overwoekeren.



Epilimnion troebel, hypolimnion helder

Deze EST komt alleen voor in diepere brakke of zoete wateren. Door temperatuurverschil of verschil in zoutgehalte vindt stratificatie plaats, waarbij het zwaardere water naar beneden zakt (water van ~4 graden Celsius of zout water) en het lichtere water (water < of > 4 graden Celsius of water met een lagere zoutconcentratie) op deze zwaardere laag blijft liggen (zie [Figuur 1.1](#)). Tussen deze lagen is geringe uitwisseling, waardoor deze zich als aparte compartimenten gedragen. Bij deze ecosysteemtoestand vormt ESF Productiviteit water het belangrijkste knelpunt.

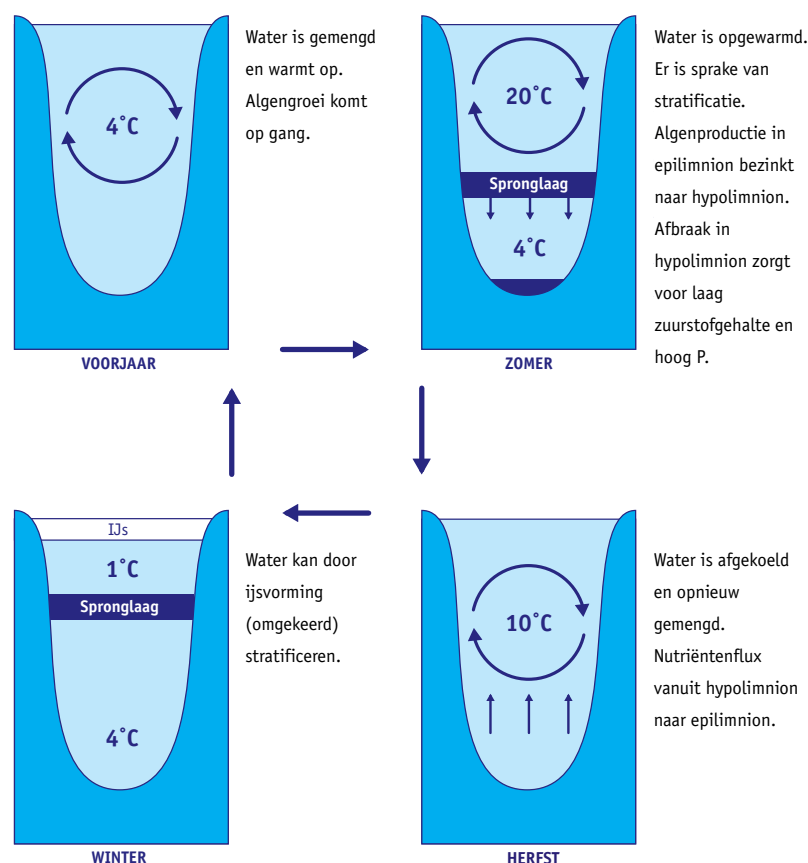


FIG 1.1 Schematische weergave stratificatie (bron STOWA).

Dinoflagellaat dominantie

Dinoflagellaten zijn ééncellige organismen die onder de juiste omstandigheden zeer snel kunnen delen en daardoor hoge concentraties bereiken. Sommige soorten geven een bruine of rode vloed over het water, terwijl anderen kleurloos zijn. Voor de bloei van deze organismen zijn veel nutriënten nodig, ESF Productiviteit water staat dus op rood. Door de hoge concentratie aan dinoflagellaten is het water troebel, dus ESF Lichtklimaat is niet op orde. ESF Productiviteit bodem kan een rol spelen maar dat hoeft niet.

Een aantal soorten dinoflagellaten produceren toxische stoffen die vissterfte veroorzaken. Ook mensen kunnen in aanraking komen met deze stoffen door het eten van besmette schelpdieren.

Temperatuursafhankelijke helderheid

Deze toestand is bij hoge temperaturen troebel en bij lagere temperaturen helder. Door de grote dynamiek in het systeem kan de helderheid sterk fluctueren. In voedselrijk water en hoge watertemperatuur hebben algen een hoge groeisnelheid, en wordt het water troebel. Bij een afnemende watertemperatuur sterven de algen snel weer af. Daardoor ontstaat een fluctuatie tussen helder en troebel water. ESF Productiviteit water is hier niet op orde, ESF Lichtklimaat fluctueert sterk en ESF Productiviteit bodem is meestal ook niet op orde.

Benthische filter feeder dominantie

Benthische filter feeders (meestal mosselsoorten) zijn organismen die op/in de bodem leven en daar het sediment en/of het water filteren om zich te voeden met detritus en/of kleine organismen. Het water is voedselrijk of matig voedselrijk. Benthische filter feeders filteren de waterkolom continu. Daardoor blijft deze helder, onafhankelijk van de voedselrijkdom. Aanwezigheid van een hoge biomassa aan filter feeders past dus de voorwaarde voor ESF Productiviteit water (tijdelijk) aan en daardoor ook ESF Lichtklimaat, die beide op groen staan. ESF Productiviteit bodem staat daarentegen meestal op rood, omdat anders de productiviteit niet hoog genoeg kan blijven om genoeg draagkracht te bieden aan een dominantie van de filter feeders.

Waterplanten kunnen in potentie profiteren van de heldere omstandigheden, maar door de dominantie van benthische filter feeders is er maar beperkt geschikt substraat aanwezig voor vestiging. Dit voorkomt uitbundige plantengroei waardoor kan deze toestand niet verward kan worden met toestanden waarbij vegetatie dominant is.

Door de continue filtratie is de voedselaanwezigheid voor planktivore en piscivore vis laag. Deze soortgroepen zijn dan ook beperkt aanwezig. Ook de diversiteit van overige macrofauna is laag doordat maar weinig soorten geschikt habitat vinden tussen de schelpbanken.

In zoetwater systemen is de *Dreissena*-mossel een belangrijke filter feeder, die zeer abundant kan worden. In brakke wateren gaat het om (een combinatie van) oesters, zakpijpen, sponzen, hydroidpoliepen, mosdiertjes, nonnetjes, mosselen.

I.IV

BESCHRIJVINGEN ECOSYSTEEMTOESTANDEN VAN GEMIDDELD PRODUCTIEF SYSTEEM OF SYSTEMEN WAARUIT DE PRODUCTIVITEIT NIET DIRECT IS AF TE LEIDEN

Voor deze wateren geldt dat ESF productiviteit water op groen staat, maar dat ESF Productiviteit bodem op rood staat. De waterbodem vormt derhalve het belangrijkste knelpunt voor het verbeteren van de ecologische waterkwaliteit. In deze paragraaf staan ook een aantal ecosysteemtoestanden beschreven waarvoor (een aantal van) de status van de ESF onbekend zijn.

Abiotisch troebel

Deze toestand is troebel door andere factoren dan algenbloei. Hieronder vallen opwerveling van sediment door bodemwoelend gedrag van kreeft of brasem, opwerveling door stroming of golfslag. ESF Lichtklimaat staat hier op rood. De beoordeling van ESF Productiviteit water is hier echter onbekend, omdat de abiotische opwerveling de lichtbeschikbaarheid voor algen vermindert. Dit maakt het lastig om in te schatten of de voedselrijkdom hoog genoeg is om biotische troebelheid te veroorzaken wanneer de bron van de abiotische troebelheid weggenomen is. Over het algemeen kleurt het water in deze toestand grijs.

Benthische draadalgen-dominantie (al dan niet met drijfslagen)

De aanwezigheid van benthische (vastzittende) draadalgen tijdens de zomer kenmerkt deze toestand. In deze toestand komt er in het voorjaar voldoende licht op de bodem om benthische draadalg te doen bloeien. Deze blauw-, groen- of roodalg verkrijgen hun voedingsstoffen uit een zeer productieve bodem. ESF Productiviteit water en ESF Lichtklimaat staan (in het voorjaar) op groen en ESF Productiviteit bodem op rood. Met een toenemende temperatuur in de zomer worden de algen hoog-productief. Bij voldoende zuurstofontwikkeling begint de mat mogelijk te drijven en ontstaan er drijfslagen (flab).

Indien de blauwalgen toxines produceren sterven vissen en macrofauna. Ook beïnvloeden deze toxines de samenstelling van het mesozooplankton (zoals *Daphnia*). Er zullen meer copepoden en minder cladoceren aanwezig zijn. Dit veroorzaakt verschuivingen in het voedselweb.

Helder systeem met hoge biomassa aan monotone vegetatie

Deze toestand kenmerkt zich door een hoge biomassa aan monotone waterplantenvegetatie. Een voedselrijke waterbodem in combinatie met een heldere waterkolom resulteert in een explosieve groei van waterplanten. Veelal domineert in deze toestand één soort waterplanten, dit kan een exoot zoals smalle waterpest zijn, maar ook een dominantie van grof hoornblad is kenmerkend voor deze ecosysteemtoestand. ESF Productiviteit water en ESF Lichtklimaat staan in deze toestand dus op groen, maar ESF Productiviteit bodem staat op rood.



De aanwezigheid van diersoorten in dit systeem hangt af van de zuurstofconcentratie in het water. In een dergelijk dichte vegetatie kan periodieke zuurstofloosheid ontstaan, waartegen weinig faunasoorten bestand zijn. Wanneer er geen sprake is van zuurstofloosheid, biedt de dichte vegetatie structuur aan macrofauna en kleine vissen. Grote vissen vinden zich waarschijnlijk geen weg door de dichte vegetatie. Een dergelijke monotone vegetatie gaat wel vaak gepaard met een lage soortenrijkdom van macrofauna en vis (Stiers *et al.*, 2011).

Rivierkreeft-dominantie

Dit systeem kan ontstaan als een uitheemse, bijvoorbeeld de Amerikaanse rivierkreeft in het systeem terecht komt. De voedselrijkdom van het water is in eerste instantie niet belangrijk



voor de rivierkreeft, maar wél voor het voedsel van de rivierkreeft. In het volwassen stadium eet deze namelijk vooral macrofauna en waterplanten. Deze komen alleen in hoge dichtheden voor in voedselrijke of matig voedselrijke condities. ESF Productiviteit water en ESF Productiviteit bodem behoeven dus extra onderzoek. Losgeknipte fragmenten van waterplanten langs de oever zijn ook een indicatie voor aanwezigheid van de rivierkreeft.

Het water is (lokaal) troebel door het bodemwoelende/gravende gedrag van de kreeft. Deze graaft namelijk holletjes in de waterbodem. Daarmee tast de kreeft een voorwaarde voor ESF Lichtklimaat aan. De mate waarin is afhankelijk van de kreeftdichtheid.

Aasgarnaal dominantie

Aasgarnalen voeden zich vooral met detritus maar jagen ook op groter en kleiner zoöplankton. Ze komen voor in productieve systemen waar ook algenbloeien kunnen voorkomen. ESF Productiviteit water is dus niet op orde. ESF Lichtklimaat en ESF Productiviteit bodem kunnen hier wel en niet op orde zijn.

Epilimnion licht vertroebeld en metalimnion troebel

In deze ecosysteemtoestand in het water gestratificeerd. Hierin is een middelste waterlaag aanwezig die troebel is door een hoge voedselrijkdom of door intern transport van zwevende deeltjes naar deze waterlaag. De bovenste laag heeft een matige voedselrijkdom en daarom een lichte algenbloei. ESF Productiviteit water is op orde in de bovenste laag, maar (soms) niet in de middelste laag. ESF Lichtklimaat is niet op orde en ESF Productiviteit bodem is op orde.

Benthische heterotrofe matten

In deze toestand zijn benthische matten van heterotrofe bacteriën aanwezig. Dat zijn bacteriën die hun voedingsstoffen uit organische stoffen opnemen. ESF Productiviteit water is niet op orde, ESF Lichtklimaat is niet op orde en ESF Productiviteit bodem is niet op orde.

I.V BESCHRIJVINGEN ECOSYSTEEMTOESTANDEN VAN LAAG PRODUCTIEVE SYSTEMEN

ESF Productiviteit water en ESF Productiviteit bodem staan op groen, en ESF Habitatgeschiktheid kan een knelpunt vormen voor de verdere verbetering van de ecologische waterkwaliteit.

Hoge, dichte vegetatie, complex vertakt

In deze toestand is zowel de waterkolom als de waterbodem voedselarm, waardoor geen algenbloei optreedt. Het systeem voldoet aan alle criteria voor de groei van ondergedoken waterplanten. ESF Productiviteit water, ESF Lichtklimaat en ESF Productiviteit bodem staan dus op groen.

Een voorbeeld van deze ecosysteemtoestand komt voor bij wateren met krabbenscheer. Krabbenscheer heeft een complexe structuur en kan de waterkolom zowel horizontaal als verticaal vullen (stapelen). Daarmee biedt hij veel habitat aan aquatische organismen. groeit namelijk ook uitbundig in hoog-productieve systemen, mits de sulfide en ammoniak huishouding op orde is.

Hoge, dichte vegetatie, enkel vertakt

In deze toestand is zowel de waterkolom als de waterbodem voedselarm, waardoor geen algenbloei optreedt. Het systeem voldoet aan alle criteria voor de groei van ondergedoken waterplanten. ESF Productiviteit water, ESF Lichtklimaat en ESF Productiviteit bodem staan dus op groen.

In deze ecosysteemtoestanden bevinden zich soorten waarbij de bladeren niet samengesteld zijn en direct (of met een korte voet) zijn verbonden aan de stengel, die in hoge dichtheden kunnen voorkomen en die van de bodem tot de waterlijn groeien. Hieronder vallen onder andere diverse smalle fonteinkruiden.

Hoge, minder dichte vegetatie, complex vertakt

In deze toestand is zowel de waterkolom als de waterbodem voedselarm, waardoor geen algenbloei optreedt. Het systeem voldoet aan alle criteria voor de groei van ondergedoken waterplanten. ESF Productiviteit water, ESF Lichtklimaat en ESF Productiviteit bodem staan dus op groen.

Bij deze ecosysteemtoestanden horen soorten waarbij de bladeren meervoudig vertakt zijn, maar die niet in erg hoge dichtheden groeien en die van de bodem tot de waterlijn groeien. Hieronder vallen in zoetwater bijvoorbeeld aarvederkruid en blaasjeskruid. In brak water valt hieronder bijvoorbeeld waterranonkel.

Hoge, minder dichte vegetatie, enkel vertakt

In deze toestand is zowel de waterkolom als de waterbodem voedselarm, waardoor geen algenbloei optreedt. Het systeem voldoet aan alle criteria voor de groei van ondergedoken waterplanten. ESF Productiviteit water, ESF Lichtklimaat en ESF Productiviteit bodem staan dus op groen.

In deze ecosysteemtoestanden bevinden zich soorten waarbij de bladeren niet samengesteld zijn en direct (of met een korte voet) zijn verbonden aan de stengel maar die niet in erg hoge dichtheden groeien en die van de bodem tot de waterlijn groeien. Hieronder vallen in zoetwater bijvoorbeeld de brede fonteinkruiden en sterrenkroos. In brakke water vallen hieronder soorten als gesteelde zannichellia, ruppia en schedefonteinkruid.

Hoge, minder dichte vegetatie, niet vertakt

In deze toestand is zowel de waterkolom als de waterbodem voedselarm, waardoor geen algenbloei optreedt. Het systeem voldoet aan alle criteria voor de groei van ondergedoken waterplanten. ESF Productiviteit water, ESF Lichtklimaat en ESF Productiviteit bodem staan dus op groen.

De aanwezigheid van onvertakte stengels in de waterkolom van de bodem tot aan de waterlijn kenmerkt deze ecosysteemtoestand. Dit zijn soorten waarvan de bladeren op het water drijven en in de bodem wortelen, zoals gele plomp of waterlelie. Onder water is de structuur van de stengels relatief simpel, al zijn er soms zijn er wat onderwaterbladeren aanwezig.

Lage vegetatie, complex vertakt

In deze toestand is zowel de waterkolom als de waterbodem voedselarm, waardoor geen algenbloei optreedt. Het systeem voldoet aan alle criteria voor de groei van ondergedoken waterplanten. ESF Productiviteit water, ESF Lichtklimaat en ESF Productiviteit bodem staan dus op groen.

Deze ecosysteemtoestand wordt gekenmerkt door de aanwezigheid van vegetatie die laag bij de bodem groeit en complex vertakt is, zoals kranswieren. In de diepe zone kan alleen maar sprake zijn van lage vegetatie, omdat de vegetatie nooit zo hoog zal groeien dat deze tot de waterlijn komt.

Lage vegetatie, enkel vertakt

In deze toestand is zowel de waterkolom als de waterbodem voedselarm, waardoor geen algenbloei optreedt. Het systeem voldoet aan alle criteria voor de groei van ondergedoken waterplanten. ESF Productiviteit water, ESF Lichtklimaat en ESF Productiviteit bodem staan dus op groen.

In de diepe zone kan alleen maar sprake zijn van lage vegetatie, omdat de vegetatie nooit zo hoog zal groeien dat deze tot de waterlijn komt. Deze ecosysteemtoestand wordt gekenmerkt door de aanwezigheid van vegetatie die enkel vertakt is, zoals fonteinkruiden.

Lage vegetatie, niet vertakt

In deze toestand is zowel de waterkolom als de waterbodem voedselarm, waardoor geen algenbloei optreedt. Het systeem voldoet aan alle criteria voor de groei van ondergedoken waterplanten. ESF Productiviteit water, ESF Lichtklimaat en ESF Productiviteit bodem staan dus op groen.

Deze ecosysteemtoestand wordt in zoetwater gekenmerkt door de aanwezigheid van vegetatie die laag bij de bodem groeit en niet vertakt is, zoals knolrus, oeverkruid, waterlobelia en naaldwaterbies. In brak water zijn dit bijvoorbeeld wieren en macro-algen zoals zeesla (*Ulva*).

In de diepe zone kan alleen maar sprake zijn van lage vegetatie, omdat de vegetatie nooit zo hoog zal groeien dat deze tot de waterlijn komt.

TABEL 1.II Overzicht aantal soorten over verschillende vertakkingsgraden.

Naam	Niet vertakt	Enkel vertakt	Complex vertakt
Hoge, dichte vegetatie	x	Smalle diverse fonteinkruiden	Krabbenscheer
Hoge, minder dichte vegetatie	Waterlelies, gele plomp, watergentiaan	Brede fonteinkruiden, sterrenkroos	Myriophyllums
Lage vegetatie	Oeverkruid, waterbiezen	x	Kranswieren

I.VI BESCHRIJVINGEN ECOSYSTEEMTOESTANDEN VAN DE OEVERZONE

Breed met laag-productieve vegetatie

Deze zone bestaat uit een brede strook met lage vegetatie zoals zegges, russen, holpijp en waterdrieblad. De bodem is hier oligotroof tot mesotroof, wat zichtbaar is aan een vegetatiesamenstelling bestaande uit oligotrofe en mesotrofe soorten die wat lager bij de grond blijven.

Smal met laag-productieve vegetatie

Deze zone bestaat uit een smalle strook met lage vegetatie zoals zegges, russen, holpijp en waterdrieblad. De bodem is hier oligotroof tot mesotroof, wat zichtbaar is aan een vegetatiesamenstelling bestaande uit oligotrofe en mesotrofe soorten die wat lager bij de grond blijven.

Breed met hoog-productieve vegetatie

Deze zone bestaat uit een brede strook met hoge, productieve vegetatie zoals liesgras, grote egelskop, gele lis, mannagras. De bodem is hier eutroof tot hypertroof en heeft daardoor voldoende draagkracht voor een hoge dichtheid aan hoge vegetatie.

Smal met hoog-productieve vegetatie

Deze zone bestaat uit een smalle strook met hoge, productieve vegetatie zoals liesgras, grote egelskop, gele lis, mannagras. De bodem is hier eutroof tot hypertroof en heeft daardoor voldoende draagkracht voor een hoge dichtheid aan hoge vegetatie.

Brede rietkraag

De brede rietzone bestaat uit een brede strook van riet en/of lisdodde. Deze kan voorkomen op zowel voedselarme als voedselrijke bodems, al zal de dichtheid van het riet wat variëren tussen deze bodems.

Smalle rietkraag

De smalle rietzone bestaat uit een smalle strook van riet en/of lisdodde. Deze kan voorkomen op zowel voedselarme als voedselrijke bodems, al zal de dichtheid van het riet wat variëren tussen deze bodems.

Damwand/beschoeid

Deze oever bestaat uit damwand of ander beschoeiing. Een echte emergente zone is afwezig, omdat de oever steil is en geen ruimte biedt voor emergente soorten. In sommige gevallen zijn er wel wat kieren aanwezig, of wat geërodeerde oever achter de beschoeiing waarin zich emergente soorten bevinden, maar de dichtheden zijn te laag om dit een echte emergente zone te noemen.



Geërodeerde oever

Deze oever is onderhevig aan continue erosie door vertrapping door vee of door golfslag op de oever. Door afkalving ontstaat een steile en/of te zachte oever waarop weinig tot geen emergente vegetatie groeit. Ook krijgt opkomende vegetatie geen kans door de continue vertrapping of erosie.

Stortsteen

Deze oever bestaat uit stortsteen en kan zowel steil als vlak zijn. Tussen de stenen hoopt meestal wel sediment op waarop emergente planten kunnen groeien, maar deze bereiken geen hoge dichtheid en daardoor is van een daadwerkelijke emergente zone is geen sprake.

BIJLAGE 2

II.I HANDLEIDING VAN HET HABITATSTRUCTUUR INSTRUMENT

Voor u ligt de handleiding van het instrument habitatstructuur. Deze handleiding helpt u om het instrument te gebruiken door de drie stappen door te nemen. Per stap staan de handelingen puntsgewijs beschreven. Daarna volgt een kopje '*Interpretatie*'. Hierin staat beschreven hoe de tabellen/figuren geïnterpreteerd moeten worden en welke input nodig is om naar de volgende stap te gaan. Deze handleiding sluit af met de kaders waarbinnen het instrument gebouwd is en de geraadpleegde literatuur.

In *stap 1* bepaalt u welke waterzones aandacht behoeven door de situatie vanuit de praktijk te vertalen naar in te voeren waarden in de Excel sheet. Met behulp van grafieken die de waterzoneverdeling weergeven kunt u zien of de afwezigheid van bepaalde zones een mogelijk knelpunt vormt in uw watersysteem en stelt u vast welke zone(s) de meeste invloed hebben. Deze zones zijn de input voor *stap 2*.

In *stap 2* bepaalt u in welke ecosysteemtoestand (een deel van) uw waterzone verkeert en bekijkt u welke mogelijke *gewenste* toestanden vanuit deze ecosysteemtoestand bereikt kunnen worden. Hierbij staan geen risico's, ofwel toestanden die kenmerkend zijn voor 'achteruitgang' beschreven. De tabel laat de voorwaarden van huidige ecosysteemtoestanden en mogelijke *gewenste* toestanden zien voor ESF Productiviteit water, ESF Lichtklimaat en ESF Productiviteit bodem en voor de subcategorieën die gedefinieerd zijn binnen ESF Habitatgeschiktheid.

In *stap 3* ziet u per ESF (ESF Productiviteit, ESF Lichtklimaat, ESF Productiviteit bodem en ESF Habitatstructuur) de knelpunten om in de *gewenste* toestand te komen. Aan de hand hiervan bepaalt u welke ESF of ESF-subcategorie mogelijk een knelpunt vormt om de *gewenste* ecosysteemtoestand te bereiken.

II.II ALGEMEEN

- Dit instrument is gemaakt in Microsoft Excel en bevat macro's. Zorg er bij het openen dus voor dat de macro's worden toegestaan, anders werkt het instrument niet.
- In sommige cellen staat een rood hoekje. Dit betekent dat er bij deze cel extra uitleg beschikbaar is. Druk op het rode hoekje om de uitleg te bekijken (nu blijven opmerkingen in beeld).
- Er zijn zogenaamde invulcellen en rekencellen. In de sheets staat aangegeven welke cellen u kunt invullen, de andere cellen zijn zogenaamde rekencellen die een formule bevatten die niet zichtbaar is voor de gebruiker. In deze cel kan geen waarde ingevuld worden. Als de waarde niet klopt dan komt dat omdat er in de invulcellen een verkeerde waarde staat.
- Gebruik de hyperlinks in de sheets om door te gaan naar de volgende stap, zo weet u zeker dat u naar de juiste vervolgstap van de juiste waterzone gaat.

II.III STAP 1: BEPALEN NADER TE ONDERZOEKEN WATERZONES

In *stap 1* bepaalt u welke waterzones aandacht behoeven door de situatie vanuit de praktijk te vertalen naar een aantal getallen in de Excel sheet. Met behulp van grafieken die de waterzoneverdeling weergeven, kunt u zien of de afwezigheid van bepaalde zones een mogelijk knelpunt in uw watersysteem is en u bepaalt welke zone(s) de meeste invloed hebben. Deze zones vormen input voor *stap 2*. Waarschijnlijk zijn er meerdere waterzones die aandacht behoeven. U doorloopt voor iedere waterzone apart *stap 2 en 3*.

TABEL II.1 Kenmerken per waterzone

Zone	Kenmerk(en)
Oeverzone	De zone tussen de minimale en maximale waterpeil en/of de zone met een aaneengesloten bedekking van emergente soorten van >75%
Ondiepe zone plassen/meren	Zone in plassen/meren die niet stratificeert (<6m diep)
Ondiepe zone sloten/kanalen	Zone in sloten/kanalen die niet stratificeert (<6m diep)
Diepe zone	Stratificerende zone (>6m diep) Ga naar de sheet genaamd: 'Stap 1 Bepaling verdeling zones'

- Ga naar de sheet genaamd: '[Stap 1 Bepaling verdeling zones](#)'
- Bepaal uit welke watertypes het watersysteem bestaat: meer/plas, lijnvormig water of een combinatie van deze types.
- Zet de juiste waarden in de gearceerde cellen, lettend op de eenheid. Voor extra uitleg kunt u op het rode hoekje drukken. In de tabel hiernaast staat een korte beschrijving van de waterzones.
- Bekijk de waterzone verdeling en bepaal de nader te onderzoeken zones. Onderzoek ten minste altijd de oeverzone en de zone die het grootste aandeel heeft. Onderzoek deze zones door voor elke zone [stap 2 en 3](#) te doorlopen.
- Klik op de hyperlink van de nader te onderzoeken waterzone om door te gaan naar [stap 2](#). Als u meerdere waterzones wilt onderzoeken keert u tussendoor weer terug naar de sheet van [stap 1](#) om [stap 2 en 3](#) te doorlopen voor een volgende waterzone.

Interpretatie van de grafieken

De grafiek geeft het aanwezigheidspercentage van de afzonderlijke waterzones aan (oeverzone, ondiepe zone en diepe zone) ten opzichte van de totaaloppervlakte. Dit geeft inzicht in de waterdiepteverdeling/waterzoneverdeling van het watersysteem en op welke zone dus moet worden ingezoomd.

Idealiter zijn de percentages per waterzone redelijk gelijk en vertoont de grafiek geen grote pieken, maar dat is helemaal afhankelijk van het watertype. Bij grote/brede wateren zal de oeverzone altijd ondervertegenwoordigd zijn, zelfs als deze breed/groot is. Omdat de oeverzone een belangrijk onderdeel is van ESF habitatgeschiktheid moet deze ook bij een klein aandeel oeverzone worden meegenomen in de analyse van een water(systeem).

Uiteindelijk is de heterogeniteit van het watersysteem is belangrijk, met name de aanwezigheid van relatief grote ondiepe zones en oeverzones.

II.IV STAP 2: BEKIJKEN ESF-VOORWAARDEN HUIDIGE ECOSYSTEEMTOESTAND EN HANDELINGS-PERSPECTIEVEN

In [stap 2](#) bepaalt u in welke ecosysteemtoestand (een deel van) uw waterzone verkeert en bekijkt u welke mogelijke *gewenste* toestanden vanuit deze ecosysteemtoestand bereikt kunnen worden. Gewenste ecosysteemtoestanden zijn in dit instrument alleen ecosysteemtoestanden die kenmerkend zijn voor voedselarm(ere) systemen dan de huidige toestand. De risico's van achteruitgang van een huidige toestand naar een minder gewenste toestand worden dus niet weergegeven. De tabel laat de voorwaarden van huidige ecosysteemtoestanden en mogelijke gewenste toestanden zien voor ESF Productiviteit water, ESF Lichtklimaat en ESF Productiviteit bodem en voor de parameters die gedefinieerd zijn als habitatstructuur. Deze tabel is een tussenstap voor [stap 3](#), waarin het handelingsperspectief te zien is.

- In de rekensheet van de juiste waterzone in de sheet van [stap 1](#) klikt u op de hyperlink van de nader te onderzoeken waterzone.
- Selecteer in cel C4 (lichtblauwe cel) de huidige ecosysteemtoestand. In de bijlage van het rapport '[Uitwerking ESF habitatgeschiktheid](#)' is een uitgebreide beschrijving van de ecosysteemtoestanden te vinden. Ook is er in dezelfde bijlage een overzicht gegeven waarin zichtbaar is welke ecosysteemtoestanden gevonden kunnen worden bij een waterzone. In de figuur in de sheet van [stap 2](#) kunt u zien welke ecosysteemtoestanden bij welke productiviteit voorkomen. Dezelfde waterzone kan meerdere ecosysteemtoestanden bevatten. Doorloop [stap 2 en 3](#) voor iedere waterzone waarvan u ecosysteemtoestand verbeteren.
- Druk de combinatie van toetsen in zoals beschreven in cel A8 (CTRL + kleine letter, **de letter verschilt per sheet**). Zie ook [Figuur II.I](#).
- Bekijk de voorwaarden voor ESF Productiviteit water, ESF Lichtklimaat en ESF Productiviteit bodem en de structuurparameters van habitatstructuur. [Tabel II.II](#) beschrijft de gebruikte parameters die onder habitatgeschiktheid vallen. Hierbij is het belangrijk om beschrijvingen van ESF Productiviteit water, ESF Lichtklimaat en ESF Productiviteit bodem in uw achterhoofd te houden, omdat de ESF-parameter alleen gericht is op sturing op habitatstructuur en **niet** als voorwaarde voor ESF Productiviteit water, ESF Lichtklimaat en ESF Productiviteit bodem.

Klik op de hyperlink bovenaan de sheet om door te gaan naar stap 3.

		Naam toestand
➞ 1. Kies de huidige ecosysteemtoestand		Zoöplankton-dominantie
		Ecosysteemtoestand
	Huidige toestand:	Zoöplankton-dominantie
➞ 2. toets Ctr + 'letter'	Handelingsperspectief:	Hoge vegetatie, lagere PVI, enkel vertakt
		Hoge vegetatie, lagere PVI, complex vertakt

FIG II.I Voorbeeld van in te vullen deel van de sheet bij Stap 2.

Interpretatie van tabel

In de tabel komt na het intoetsen van de juiste toetsencombinatie aan de bovenkant de gekozen huidige toestand te staan en daaronder de gewenste toestanden die mogelijk behaald kunnen worden vanuit de huidige toestand. Per toestand staat voor ESF Productiviteit water, ESF Lichtklimaat en ESF Productiviteit bodem beschreven of deze op orde zijn (groen), niet op orde zijn (rood) of onbekend zijn (oranje). '[Onbekend](#)' betekent dat er uit de ecosysteemtoestand niet direct is af te leiden of de ESF op orde is of niet op orde is.

Per structuurparameter zijn de klassen gedefinieerd die nader worden toegelicht in [tabel II.II](#). De klassen beschrijven de eisen van de ecosysteemtoestand. Meestal zijn de structuurparameters opgedeeld in klassen die een hoge waarde aangeven en klassen die een lage waarde aangeven. Daarbij zijn richtlijnen gegeven voor '[hoog](#)' en '[laag](#)', afkomstig uit naslagwerken of op basis van expert kennis. Bij alle parameters is tevens een klasse '[niet bepalend](#)' opgenomen. Dat betekent dat een parameter óf ingrijpt op een ESF Productiviteit water, ESF Lichtklimaat en ESF Productiviteit bodem voorwaarde óf dat deze parameter niet bepalend is voor het voorkomen van de ecosysteemtoestand. Bijvoorbeeld het wegspoelen van ongewenste algen is een ESF maatregel en de klasse behorende bij Golfslag en Stroming is in dat geval '[niet bepalend](#)'.

Het is belangrijk om dit in het achterhoofd te houden bij het interpreteren van de uitkomst van het instrument.

II.V STAP 3: INZIEN BENODIGDE HANDELING VOOR GEWENSTE TOESTAND

In [stap 3](#) ziet u de knelpunten en handelingsperspectieven om in de gewenste toestand te komen per ESF. Aan de hand hiervan bepaalt u welke ESF of ESF-parameter mogelijk een knelpunt vormt om de gewenste ecosysteemtoestand te bereiken.

- In [stap 2](#) klikt u op de hyperlink bovenaan de pagina om naar [stap 3](#) te gaan.
- De tabel die nu verschijnt is een resultante van een aantal formules die de voorwaarden van de huidige toestand vergelijkt met de voorwaarden van de gewenste toestand. U hoeft alleen de tabel te bekijken en verder geen handelingen uit te voeren.
- Als u deze tabel ook voor andere ecosysteemtoestanden in dezelfde zone wilt bekijken, klikt u op de link om terug te gaan naar [stap 2](#). U doorloopt [stap 2 en 3](#) dan opnieuw.
- Wanneer u nu een andere waterzone wilt bekijken, gaat u terug naar [stap 1](#) en drukt daar in het juiste rekenblad op de hyperlink van de waterzone die u wilt onderzoeken.

Interpretatie tabel

In de tabel in deze stap is te zien welke ESF Productiviteit water, ESF Lichtklimaat en ESF Productiviteit bodem of ESF-parameter een (mogelijk) knelpunt vormt voor de overgang van de huidige naar de gewenste toestand. Deze tabel is een vergelijking van de voorwaardes voor de huidige toestand en de gewenste toestand, hieronder staat beschreven welke combinatie van beoordelingen/klassen zorgt voor een bepaalde uitkomst ('maatregel', 'nader onderzoek' of 'geen actie')

- 'maatregel' geeft knelpunten aan. 'Maatregel' wordt weergegeven wanneer beide toestanden een andere beoordeling/categorie hebben, maar deze beoordeling/categorie niet 'oranje' of 'niet bepalend' is. U kunt onderzoeken wat voor maatregel getroffen zou kunnen worden om het knelpunt op te lossen. *Let daarbij op de functie van het instrument: deze geeft alleen een quickscan van het watersysteem en is niet bedoeld ter uitwerking van maatregelen. Schakel voor het oplossen van knelpunten altijd een expert in!*
- 'nader onderzoek' geeft aan dat uit de huidige toestand niet blijkt of aan de ESF-voorwaarden wordt voldaan. 'Nader onderzoek' wordt weergegeven wanneer de beoordeling/categorie niet bekend is in de huidige toestand of wanneer deze 'niet bepalend' is bij de huidige toestand, maar wel bepalend is in de gewenste toestand. Door nader onderzoek kan besloten worden of in de huidige toestand wel/niet aan de ESF voorwaarden wordt voldaan voordat besloten kan worden of de ESF een knelpunt vormt.
- 'geen actie' geeft aan dat de ESF geen knelpunt is. 'Geen actie' wordt weergegeven wanneer de beoordeling/categorie in de huidige en gewenste toestand gelijk is.

TABEL
II.II

Overzicht van parameters en klassen die vallen onder ESF habitatgeschiktheid

Structuurparameter	Klassen + uitleg
Diepte	Ondiep: toestand komt alleen voor bij geringe diepte (<3 meter), waarbij de diepte is gedefinieerd als de afstand tussen de vaste waterbodem en de waterlijn. Voorbeelden: <u>Herbivoor-dominantie:</u> vegetatie moet binnen bereik van watervogels zijn om deze toestand te krijgen. <u>Zoöplankton-dominantie:</u> vis moet binnen bereik van visetende vogels zijn om deze toestand te krijgen. <u>Hoge, dichte vegetatie, complex vertakt:</u> de gehele waterkolom groeit dicht in ondiepe situaties, in diepe situaties ontstaat dan al eerder 'minder dichte vegetatie' Niet bepalend: parameter niet van belang bij het voorkomen van de toestand. Dat betekent dat in ondiepe systemen de parameter vaak niet van belang is, omdat deze systemen al ondiep zijn. Voorbeelden: <u>Benthische filter feeder dominantie:</u> komt voor in diepe en ondiepe systemen <u>FLAB-dominantie:</u> afhankelijk van ESF Productiviteit water, ESF Lichtklimaat en ESF Productiviteit bodem, diepte is altijd 'ondiep' genoeg in de ondiepe zone.
Talud	Flauw: toestand komt alleen voor op een flauw talud. STOWA (2007, 2012a) houdt hierbij een helling aan van <10° (ofwel <20%, ofwel <1:5). Voorbeeld: <u>Brede oeverzones (Brede rietkraag, Breed met hoog/laag-productieve vegetatie:</u> kunnen alleen voorkomen op flauwe taluds, omdat het verschil van de hoog- en laagwaterlijn anders niet groot genoeg kan zijn om een brede oeverzone te ontwikkelen. Steil: toestand komt alleen voor op een steil talud. STOWA (2007, 2012a) houdt hierbij een helling aan van >40° (ofwel >~90%, ofwel >1:1. Voorbeeld: <u>Steile oeverzones (damwand/beschoeid, stortsteen, smalle zones):</u> een karakteristiek van deze oevers is dat ze steil zijn, anders zou er sprake zijn van een andere ecosysteemtoestand. Niet bepalend: parameter niet van belang bij het voorkomen van de toestand. Voorbeeld: <u>Alle toestanden in de ondiepe zone en diepe zone:</u> het talud kan alleen een rol spelen in ecosysteemtoestanden in de oeverzone, omdat deze als enige de oever omvat. Natuurlijk zijn er ook genoeg ecosysteemtoestanden in ondiepe zones en diepe zones die direct afhankelijk zijn van het talud, maar in het instrument wordt ervanuit gegaan dat u de zones aan elkaar koppelt en daardoor een totaalbeeld verkrijgt.
Peilfluctuatie	Weinig fluctuatie: toestand komt alleen voor bij weinig fluctuatie of een tegennatuurlijk regime (zomerpeil hoger dan winterpeil). Weinig fluctuatie betekent in dit geval <10cm (STOWA, 2012b). Voorbeeld: <u>Hoge, minder dichte vegetatie, niet vertakt:</u> bij deze ecosysteemtoestand horen onder andere drijfbladplanten zoals Gele plomp. Bij een grote peilfluctuatie komen deze (tijdelijk) onder water te staan, waardoor ze mogelijk afsterven. Andere soorten kunnen dan dominant worden, waardoor het watersysteem in een andere ecosysteemtoestand terecht komt. Veel fluctuatie: toestand komt alleen voor bij veel fluctuatie. Veel fluctuatie betekent in dit geval >10cm (STOWA, 2012b). Voorbeeld: <u>Brede oeverzones:</u> deze kunnen alleen voorkomen bij een combinatie van een flauw talud en veel fluctuatie van het waterpeil. In de definitie van oeverzone is namelijk beschreven dat de oever onder invloed staat van het water. 'Droge oevers' kunnen heel breed zijn, maar daarvan valt alleen het gedeelte dat onder invloed staat bij de oeverzone. Niet bepalend: parameter niet van belang bij het voorkomen van de toestand. Dit is voor de meeste ecosysteemtoestanden het geval. Voorbeeld: <u>Steile oeverzones (Damwand/beschoeid, stortsteen, et cetera):</u> fluctuatie heeft hier geen invloed op de ecosysteemtoestand, omdat de oever te steil of hard is voor de ontwikkeling van vegetatie.

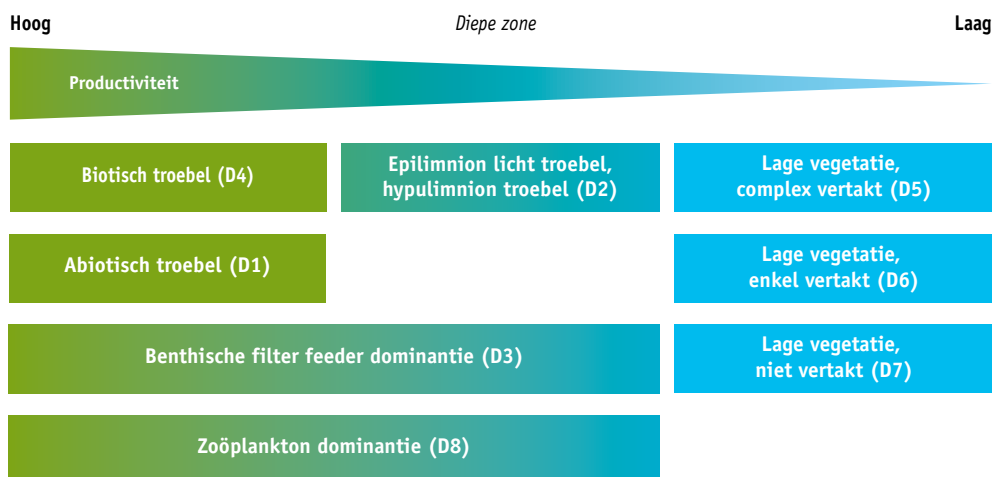
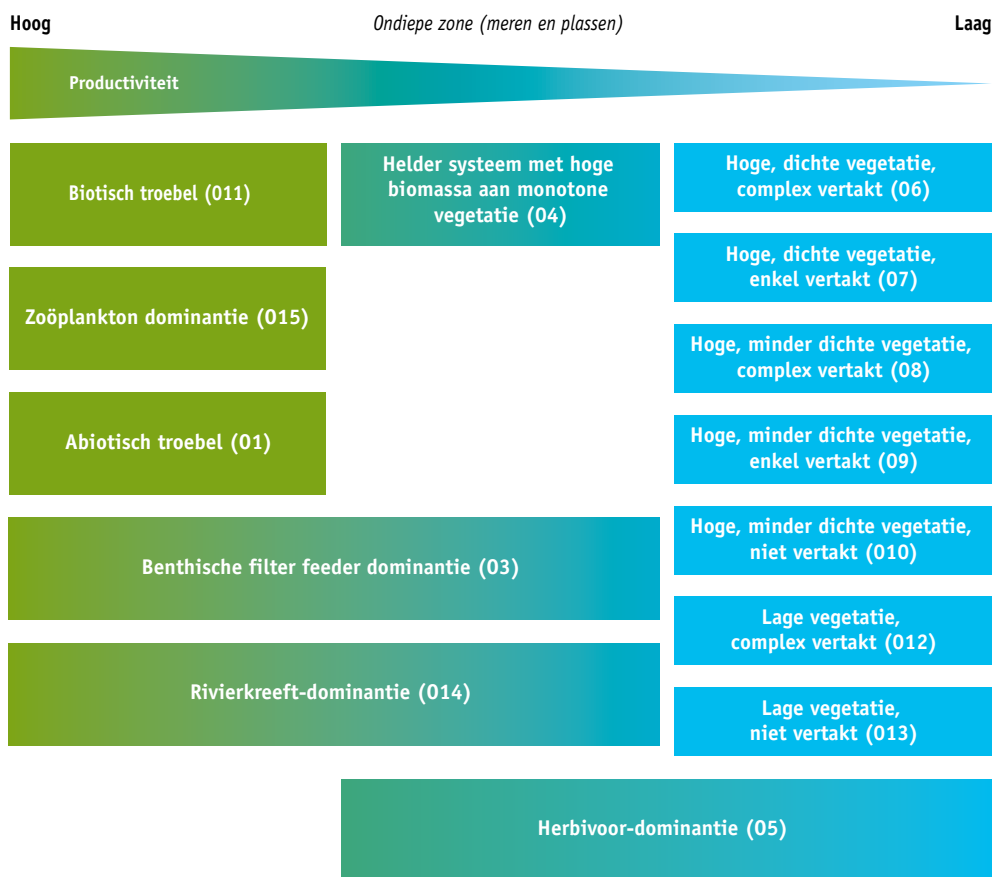
	Toestanden met veel vegetatie: fluctuatie heeft hier alleen invloed op de ecosysteemtoestand als er sprake is van tijdelijke droogval.
Golfslag en stroming	Weinig: toestand komt alleen voor bij weinig golfslag en stroming. Daarbij betekent weinig stroming een stroomsnelheid van $<0,3$ m/s (Mitrovic <i>et al.</i>, 2011). Naar verwachting is dat bij een windsnelheid van <3 m/s (Jorgensen <i>et al.</i>, 2005). In een watersysteem met scheepvaart zal de golfslag en stroming te hoog zijn voor deze ecosysteemtoestanden. Voorbeeld: Ecosysteemtoestanden met veel vegetatie: weinig stroming en golfslag is gewenst om de ecosysteemtoestanden met veel vegetatie te krijgen of te behouden. Bij een hogere golfslag en stroming kan deze afbreken en wegspoelen. Niet extreem veel: toestand is bestand tegen stroming en golfslag, zolang deze niet te groot/hoog is. In stilstaande wateren zoals in deze uitwerking wordt beschreven is de golfslag en stroming alleen hoog wanneer er scheepvaart is. Niet extreem veel golfslag en stroming betekent een stroomsnelheid van $>0,74$ m/s (Riis <i>et al.</i>, 2014) en/of een windsnelheid van $<20,8$ m/s (Spierenburg <i>et al.</i>, 2013; Maddsen <i>et al.</i>, 1996) Oeverzones met vegetatie (Brede/Smalle rietkraag, Breed/Smal met laag-/hoog-productieve vegetatie): bij deze ecosysteemtoestanden mag wel wat stroming en golfslag voorkomen, maar als deze te hoog worden kan de vegetatie wegslaan. Lage vegetatie: lage vegetatie is over het algemeen iets minder gevoelig voor stroming en golfslag als de meeste hoge vegetatie, maar de golfslag en stroming mag niet te hoog zijn. Niet bepalend: parameter niet van belang bij het voorkomen van de toestand of is al onderdeel van een andere ESF (bijv. bij biotisch troebel staat 'niet bepalend', omdat het verhogen van stroming voor de verwijdering van algen een ESF productiviteit water maatregel is) Abiotisch troebel: bij deze ecosysteemtoestand hoort de stroming verhogen om de verblijftijd te verlagen tot een ESF maatregel. Rivierkreeft-dominantie: voor dominantie van de rivierkreeft speelt stroming en golfslag geen rol.
Slibdichtheid	Laag: bij deze toestand bevat het slib veel water en is daarom slap. Een lage slibdichtheid betekent een dichtheid van $<0,1$ g/ml slib (Barko & Smart, 1987). Enige toestand die hierdoor gekenmerkt wordt: Epilimnion licht troebel, hypolimnion troebel: in deze ecosysteemtoestand zorgt afspraak van neer-dwarrelende dode algen in combinatie met een beperkte verstoring van de bodem en afwezigheid van waterplanten voor een lage slibdichtheid. Hoog: bij deze toestand heeft het slib een stevigere structuur. Een hoge slibdichtheid betekent een dichtheid van $>0,9$ g/ml slib (Barko & Smart, 1987). Voorbeeld: Toestanden met lage/minder dichte vegetatie: vegetatie kan alleen stevig wortelen als de slibdichtheid hoog genoeg is. Soms ook bij een lagere slibdichtheid, maar dan is de stroming en golfslag laag. Niet bepalend: parameter niet van belang bij het voorkomen van de toestand. Voorbeeld: Toestanden met dichte vegetatie: de dichte structuur van de wortelstructuur zorgt voor consolidatie van het slib. Abiotisch troebel: de oorzaak van een biotisch troebel systeem hoeft niet per se opwervende slibdeeltjes te zijn. Ook beschaduwing kan zorgen voor te weinig lichtval op de bodem.
Substraatype	Wel bepalend: toestand komt alleen voor op bepaalde substraattypes of komt nadrukkelijk niet voor op sommige substraattypes. Voorbeeld: Ecosysteemtoestanden met vegetatie in de oeverzone: het substraatype kan bepalend zijn voor de productiviteit van de oeverzone. Hoge dichte vegetatie, complex vertakt: Krabbenscheer speelt een belangrijke rol in deze toestand. Krabbenscheer komt voornamelijk voor op veengrond. Niet bepalend: parameter niet van belang bij het voorkomen van de toestand. Voorbeeld: Benthische filter feeder dominantie: benthische filter feeders komen voor op allerlei verschillende substraattypes.

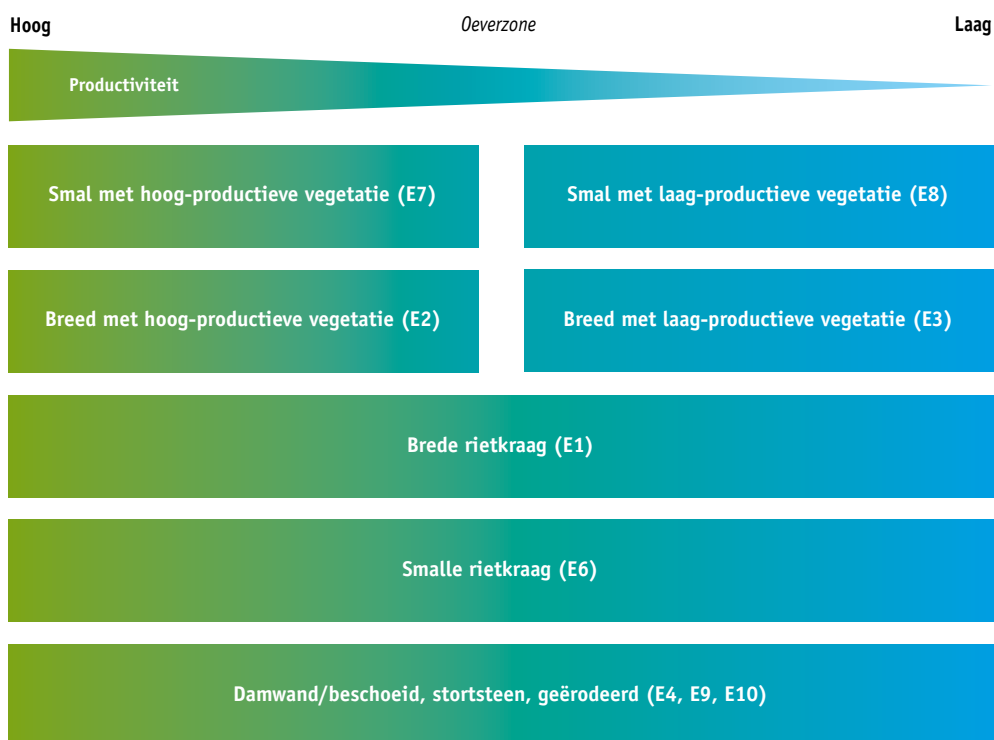
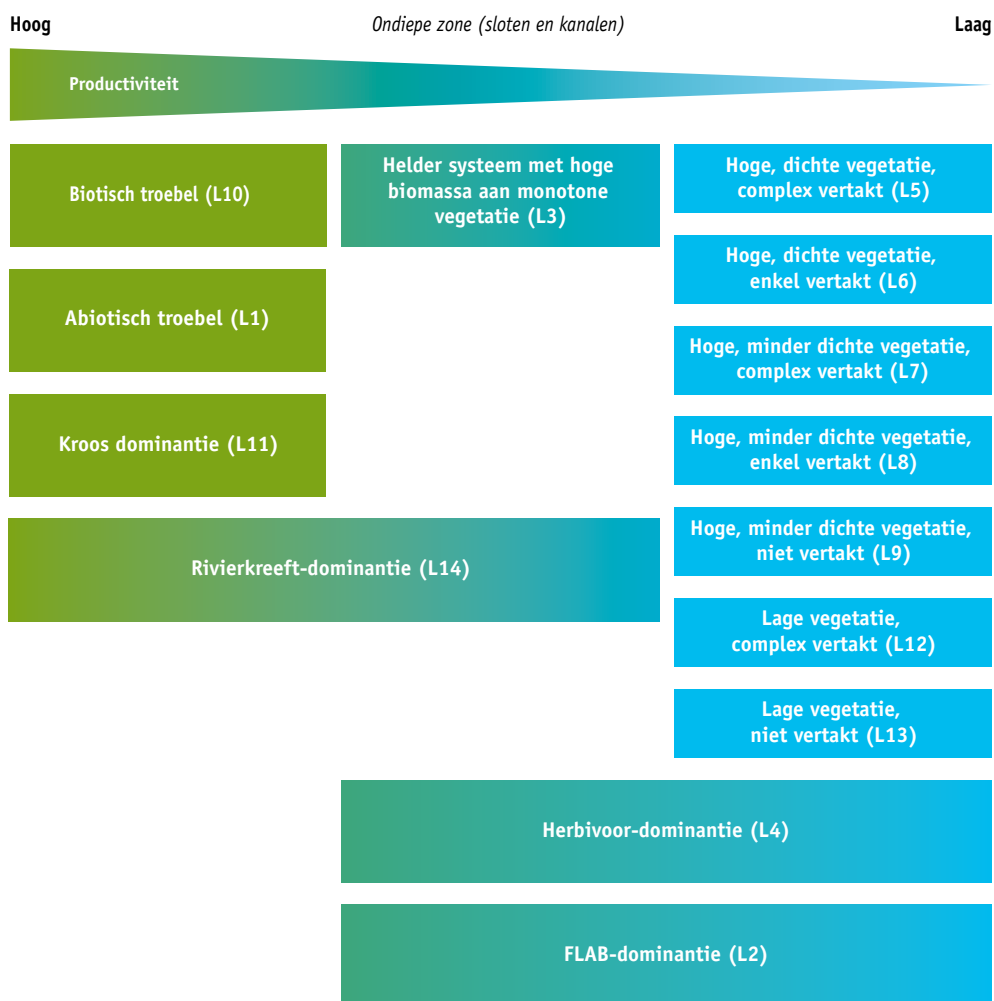
II.VI **UITGANGSPUNTEN EN KADERS VOOR HET INSTRUMENT**

- Het instrument is bedoeld voor waterbeheerders die een grove analyse (quickscan) willen doen van hun watersysteem om een indicatie te krijgen van de beoordelingen van de ESF Productiviteit water, ESF Lichtklimaat, ESF Productiviteit bodem en ESF Habitatgeschiktheid.
- Het instrument kan dan als eerste ‘quickscan’ gebruikt worden om mogelijke knelpunten voor de gewenste toestand te achterhalen. Het instrument is niet bedoeld om gerichte maatregelen mee te selecteren; dat is maatwerk dat door een specialist ontworpen en uitgevoerd moet worden.
- Er is in dit instrument alleen een kwantitatieve beschrijving van de structuurparameters gemaakt, want de analyse staat centraal. Dit instrument moet helpen bij systeembegrip. In een verdieping van het instrument zouden grenswaarden kunnen worden gedefinieerd.
- Er zijn weinig/geen grenswaarden beschikbaar voor de onderverdeling van structuurparameters in categorieën. Er worden soms richtlijnen gegeven, maar deze berusten in de meeste gevallen op expert judgement.
- De mate van detail hangt af van kennis die beschikbaar is (bijvoorbeeld PCLake nader ontsloten via metamodel).
- Wij gaan er vanuit dat waterplanten sturend zijn in de ecosysteemtoestanden voor wat betreft structuur, macrofauna en vis zijn grotendeels volgend. Uitzonderingen zijn bijvoorbeeld kreeften en mosselen.
- ESF Lichtklimaat staat op rood als vertroebeling veroorzaakt wordt door iets anders dan door algen. Het licht dat de bodem bereikt is dus beperkt. Beschaduwning speelt hierin ook een rol.
- ESF Productiviteit bodem betreft alleen nutriënten die beschikbaar zijn voor waterplanten. Interne mobilisatie zit in ESF productiviteit water.

Het instrument is nog niet geschikt gemaakt voor brakke wateren, al zal in de meeste licht brakke wateren wel passende ecosysteemtoestanden uit de huidige set kunnen worden gebruikt.

II.VII SCHEMA'S UIT HET INSTRUMENT PER ZONE





II.VIII LITERATUUR

- Barko, J.W. & Smart, R.M. (1986). Sediment-related mechanisms of growth limitation in submersed macrophytes. *Ecology*, 67, 1328-1340
- Jorgensen, S.E., Löffler, H., Rast, W., & Straskraba, M. (2005). Lake and reservoir management (Vol. 54). Elsevier.
- Madsen, J.D., Chambers, P.A., James, W.F., Koch, E.W. & Westlake, D.F. (2001). The interaction between water movement, sediment dynamics and submersed macrophytes. *Hydrobiologia*, 444, 71-84
- Mitrovic, S.M., Lorrainehardwick & Forughdorani. (2011). Use of flow management to mitigate cyanobacterial blooms in the Lower Darling River, Australia. *J. Plankton Res.*, 33, 229-241
- Riis, T., Biggs, B.J.F. & Flanagan, M. (2004). Colonisation and temporal dynamics of macrophytes in artificial stream channels with contrasting flow regimes. *Arch. Fur Hydrobiol.*, 159, 77-95
- Spierenburg, P., Lucassen, E.C.H.E.T., Pulido, C., Smolders, A.J.P. & Roelofs, J.G.M. (2013). Massive uprooting of *Littorella uniflora* (L.) Asch. during a storm event and its relation to sediment and plant characteristics. *Plant Biol.*, 15, 955-962
- STOWA, 2007. Omschrijving MEP en maatlatten voor sloten en kanalen voor de kaderrichtlijn water. STOWA rapportnr. 2007-32b.
- STOWA, 2012a. Referenties en maatlatten voor natuurlijke watertypen voor de kaderrichtlijn water 2015-2021. STOWA rapportnr. 2012-31.
- STOWA, 2012b. Flexibel peilbeheer, van denken naar doen. STOWA rapportnr. 2012-41.

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 de 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 kennisvragen 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 en met deze beheerders (laten) ontwikkelen, bijeenbrengen, beschikbaar maken, delen, verankeren en implementeren van de benodigde kennis.

.....

stowa

STICHTING
TOEGEPAST ONDERZOEK WATERBEHEER

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

