

stowa

watemozaïek

# ECOLOGISCHE SLEUTELFACTOREN VOOR STROMENDE WATEREN

EEN METHODIEK IN ONTWIKKELING



2015  
w06

# ECOLOGISCHE SLEUTELFACTOREN VOOR STROMENDE WATEREN

EEN METHODIEK IN ONTWIKKELING



**Afvoerdynamiek**



**Grondwater**



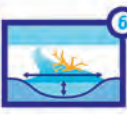
**Connectiviteit**



**Belasting**



**Toxiciteit**



**Natte doorsnede**



**Bufferzone**



**Waterplanten**



**Stagnatie**



**Context**

# COLOFON

## UITGAVE

Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer  
Postbus 2180  
3800 CD Amersfoort

## TOTSTANDKOMING

De sleutelfactoren voor stromende wateren zijn opgesteld door Piet Verdonschot (Universiteit van Amsterdam/ Alterra), Tom Buijse (Deltares), Daniel Hering en Christian Feld (Universiteit van Duisburg-Essen), Kerst Buis (Universiteit van Antwerpen) en Bas van der Wal (STOWA), met medewerking van Sebastiaan Schep (Witteveen en Bos).

## TEKST

Bart Reeze (Bart Reeze Water & Ecologie) en Tom Buijse (Deltares)

## CITEREN ALS

STOWA, 2015. Ecologische sleutelfactoren voor stromende wateren, een methodiek in ontwikkeling. STOWA, Amersfoort.

STOWA-rapportnummer 2015-W-06.

## VORMGEVING

Vormgeving Studio B, Nieuwkoop

## FOTOGRAFIE

Waterschap Groot Salland | omslag, 12 | Bart Reeze | 4 |

## ILLUSTRATIE

Dirk Oomen, Oomen Landschap | 11 |

STOWA 2015-W-06

AMERSFOORT, NOVEMBER 2015

## COPYRIGHT

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

## DISCLAIMER

Dit rapport is gebaseerd op de meest recente inzichten in het vakgebied. Desalniettemin moeten bij toepassing ervan de resultaten te allen 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.



# INHOUD

<b>COLOFON</b>	2
<b>1. INLEIDING</b>	5
1.1 Aanleiding	5
1.2 Ecologische sleutelfactoren en watersysteemanalyse	5
1.3 Toepassing	6
1.4 Stand van zaken en ontwikkeling	7
<b>2. ACHTERGROND</b>	8
2.1 Stressoren	8
2.2 Milieufactoren	8
2.3 Ecologische sleutelfactoren	9
<b>3. ECOLOGISCHE SLEUTELFACTOREN (ESF)</b>	10
3.1 Opbouw en samenhang	10
3.2 Stroomgebied	13
ESF-r1: Afvoerdynamiek	13
ESF-r2: Grondwater	14
ESF-r3: Connectiviteit	15
ESF-r4: Belasting	16
ESF-r5: Toxiciteit	17
3.3 Traject	18
ESF-r6: Natte doorsnede	18
ESF-r7: Bufferzone	19
ESF-r8: Waterplanten	20
ESF-r9: Stagnatie	21
3.4 Omgeving	22
ESF-r10: Context	22
<b>4. LITERATUUR</b>	23
<b>STOWA IN HET KORT</b>	24







# 1. INLEIDING

## 1.1 AANLEIDING

In Nederland zijn de waterschappen verantwoordelijk voor de kwaliteit van oppervlaktewateren. Zij stellen doelen voor de waterkwaliteit en ecologie. Het is niet alleen prettig als onze oppervlaktewateren schoon zijn, de waterregelgeving eist dit ook. Waterbeheerders formuleren al decennialang doelen en maatregelen op het gebied van waterkwaliteit en ecologie. Sinds 2000 geeft de Europese Kaderrichtlijn Water (KRW) daarbij structuur en houvast.

In 2009 hebben de waterbeheerders de ecologische doelen en maatregelen vastgelegd in Stroomgebiedbeheerplannen voor 2009-2015. Uit berekeningen van het Planbureau voor de Leefomgeving (PBL) uit 2014 blijkt dat de waterkwaliteit van de Nederlandse oppervlaktewateren verbetert, maar dat we niet alle doelen halen. Met de gekozen maatregelen zouden we slechts 40% van de doelen halen voor de termijn van 2027 (PBL, 2014). Gelukkig kunnen de waterbeheerders met elke generatie Stroomgebiedbeheerplannen de beleidsdoelen nauwkeuriger beschrijven en maatregelen (her)formuleren. Het is belangrijk dat de doelen die gekozen worden haalbaar zijn en dat de maatregelen goed worden gekozen, zodat ze effectief bijdragen aan het bereiken van de doelen. Hiervoor is een analyse nodig van het watersysteem.

Om dit proces te ondersteunen, heeft de STOWA in 2014 de methodiek van 'ecologische sleutelfactoren' geïntroduceerd voor de stilstaande wateren en de 'stromende wateren die stilstaan' (STOWA, 2014). De ecologische sleutelfactoren stellen waterbeheerders in staat een goede ecologische systeemanalyse te doen van een watersysteem. Ze geven een antwoord op de vragen: 'waarom is het zoals het is?' en 'wat moeten we doen om verbetering te bewerkstelligen?' Ze vormen zo een goede aanvulling op de kennis en methoden die er zijn om de ecologische toestand in beeld te brengen.

De methodiek van ecologische sleutelfactoren is relevant voor alle typen oppervlaktewater. In dit rapport wordt een voorstel voor de sleutelfactoren voor stromende wateren gegeven. Stromende wateren functioneren in sommige opzichten vergelijkbaar, maar in andere opzichten anders dan stilstaande wateren. Dit komt tot uiting in de sleutelfactoren zelf, maar ook in de ordening en hiërarchie van de sleutelfactoren.

## 1.2 ECOLOGISCHE SLEUTELFACTOREN EN WATERSYSTEEMANALYSE

De ecologische sleutelfactoren vormen een denkkader voor het uitvoeren van een ecologische watersysteemanalyse. Een ecologische sleutelfactor is een specifieke omstandigheid, voortkomend uit de natuur en/of uit menselijk handelen, die medebepalend is voor de ecologie of de waterkwaliteit in een watersysteem (STOWA, 2015b).

De ecologische sleutelfactoren voor stromende wateren zijn benoemd op het kruispunt van stressoren ('pressures' of menselijke drukken) en milieufactoren. De stressoren verwijzen naar de belangrijkste vormen van menselijke beïnvloeding; de milieufactoren naar de factoren die direct van invloed zijn op het (functioneren) van aquatische organismen.

De stressoren zijn op allerlei manieren van invloed op de milieufactoren. In de praktijk is er sprake van diverse directe en indirecte relaties. Het belang van deze relaties kan verschillen in tijd en ruimte. De ecologische sleutelfactoren zijn benoemd rond belangrijke groepen van relaties tussen stressoren en milieufactoren. Daarbij is ook gekeken naar de mogelijkheden om het watersysteem te beïnvloeden. Omdat de ecologische sleutelfactoren zowel verbonden zijn met de stressoren als met de milieufactoren vormen ze een goede ingang voor beleid en beheer.

De ecologische sleutelfactoren vormen samen een kapstok voor het uitvoeren van de ecologische watersysteemanalyse. Een systeemanalyse is een integrale analyse van alle sleutelfactoren. Door deze analyse wordt inzicht gegeven in het ecologisch functioneren van een watersysteem en wordt duidelijk waarom 'het is zoals het is'. Geen enkel watersysteem is hetzelfde. Pas als we begrijpen hoe een watersysteem werkt, kunnen we realistische doelen stellen en effectieve maatregelen formuleren op het gebied van de ecologie en waterkwaliteit.

### 1.3 TOEPASSING

#### *Beter begrip van het watersysteem*

Het gebruik van de ecologische sleutelfactoren maakt een gestructureerde analyse van het watersysteem mogelijk. Deze analyse leidt tot het begrijpen van de manier waarop het systeem werkt. De sleutelfactoren vormen een denkkader dat helpt om vragen te stellen, informatie te verzamelen (monitoring) en hoofdzaken van bijzaken te scheiden.

#### *Effectieve maatregelen en haalbare doelen*

Als we begrijpen hoe een watersysteem werkt, kunnen we effectieve maatregelen formuleren en realistische doelen stellen op het gebied van de ecologie en waterkwaliteit. Een goed begrip van het watersysteem geeft zicht op de ecologische potenties van een watersysteem en op de maatregelen die nodig zijn om de ecologische toestand te verbeteren. Met de sleutelfactoren kan inzichtelijk worden gemaakt hoe de maatregelen ingrijpen op het ecosysteem en wat de reikwijdte van deze maatregelen is. Deze maatregelen zijn niet altijd hetzelfde en kunnen van situatie tot situatie verschillen.

Meestal heeft een waterlichaam meerdere functies en is er sprake van randvoorwaarden of opgaven vanuit andere functies, denk aan het verbeteren van het landbouwkundige gebruik of het voorkómen van wateroverlast. De KRW vraagt van EU-lidstaten om doelen voor ecologie en waterkwaliteit te formuleren die recht doen aan wat er ecologisch mogelijk is, rekening houdend met mogelijke andere functies die watersystemen vervullen. Soms zijn deze functies strijdig met de maatregelen voor het verbeteren van de ecologische toestand, maar functies kunnen elkaar ook versterken. Pas na een goede afweging van de functies en bijbehorende randvoorwaarden of opgaven, kan worden vastgesteld welke maatregelen mogelijk zijn, wat het effect zal zijn op de ecologie en waterkwaliteit en welke doelen daarbij horen.

#### *Betere ecologie en waterkwaliteit tegen minder kosten*

Een goed uitgevoerde watersysteemanalyse leidt tot maatregelen die een daadwerkelijke verbetering van de ecologie en de waterkwaliteit opleveren. Doordat effectieve maatregelen worden gekozen, worden budgetten beter ingezet. Zo worden misinvesteringen voorkomen, zowel op de korte als op de lange termijn.

#### *Als kapstok voor kennis*

Daarnaast vormen de ecologische sleutelfactoren een kapstok voor beschikbare ecologische kennis. Elke sleutelfactor is te zien als een haakje. Aan elk haakje hangt een set van rekenregels, instrumenten en essentiële ecologische kennis die bijdraagt aan het begrip van een watersysteem. Via de sleutelfactoren wordt deze kennis toegankelijk gemaakt. Het geheel aan rekenregels, instrumenten en informatie kan continu worden uitgebreid en verbeterd. De ecologische sleutelfactoren maken het dus makkelijk om kennis te ordenen, te ontsluiten, te delen en te verbeteren.

#### *Als basis voor communicatie*

Tenslotte helpen de ecologische sleutelfactoren bij het communiceren over het ecologisch functioneren van een watersysteem. De systematiek van de sleutelfactoren is gelaagd ont-

worpen zodat alle waterprofessionals die te maken hebben met ecologie en waterkwaliteit ermee kunnen (samen)werken: ecologen, maar ook niet-ecologisch ingewijden; inhoudelijk specialisten, maar ook beleidsmakers en bestuurders; mensen die bij een waterbeheerder werken, maar ook de partners en andere betrokkenen daarbuiten. De sleutelfactoren en de watersysteemanalyse bieden de mogelijkheid om op meerdere (detail)niveaus te communiceren over het functioneren van het watersysteem en de mogelijkheden voor verbetering. De ecologische sleutelfactoren en de watersysteemanalyse bieden aldus een krachtig communicatie-instrument voor alle partijen die samen werken aan schoon en gezond water.

#### 1.4 STAND VAN ZAKEN EN ONTWIKKELING

In dit document worden de ecologische sleutelfactoren voor stromende wateren beschreven. Op dit moment zijn negen sleutelfactoren benoemd op het kruispunt van stressoren ('pressures' of menselijke drukken) en milieufactoren. De tiende sleutelfactor heeft betrekking op de omgeving. Voor de ecologische sleutelfactoren zijn bijpassende iconen ontworpen.

Met de ecologische sleutelfactoren worden uiteenlopende aspecten van het functioneren van het watersysteem beschreven, zoals de afvoerdynamiek, belasting met stoffen en de aanwezigheid van een bufferzone. De sleutelfactoren zijn logisch geordend. Sommige sleutelfactoren zijn belangrijker dan andere. Bij het nemen van maatregelen en het bepalen van de effectiviteit van maatregelen is deze hiërarchie tussen de sleutelfactoren van groot belang.

De inhoudelijke uitwerking van de sleutelfactoren weerspiegelen de stand van zaken op dit moment. De huidige uitwerking voldoet goed als eerste raamwerk ('checklist') voor systeemanalyses en als basis voor vervolg. De komende periode werkt de STOWA aan de verdere ontwikkeling van de sleutelfactoren. De STOWA beschouwt dit document als een groeidocument dat aangevuld en bijgesteld kan worden als de praktijkervaringen of nieuwe kennis daar aanleiding toe geven. Daarbij zijn toepassingen van het huidige raamwerk zeer welkom; het gebruik ervan leidt ongetwijfeld tot voorstellen voor verdere verbetering. De STOWA juicht gebruik en toepassing van harte toe en is benieuwd naar uw ervaringen en suggesties ter verbetering.



## 2. ACHTERGROND

In dit hoofdstuk wordt de basis onder de ecologische sleutelfactoren uit hoofdstuk 3 toegelicht. Zoals aangegeven in de inleiding, zijn de sleutelfactoren voor stromende wateren gepositioneerd op de kruising tussen stressoren ('pressures' of menselijke drukken) en milieufactoren. In paragraaf 1 en 2 worden de gehanteerde stressoren en milieufactoren nader toegelicht. In de derde paragraaf wordt de matrix van stressoren en milieufactoren geïntroduceerd.

### ➤ 2.1 STRESSOREN

Stromende wateren worden op verschillende manieren beïnvloed door menselijk handelen. Dit handelen beïnvloedt de hydrologie, waterkwaliteit, morfologie en vegetatie en daarmee de diversiteit en kwaliteit van de stromende wateren. De volgende vormen van menselijke beïnvloeding worden onderscheiden:

- Veranderde hydrologie: ingrepen in de waterhuishouding van het stroomgebied zoals ontwatering, drainage, onttrekkingen, wateraanvoer, peilbeheer, verhard oppervlak, etc. ten behoeve van landgebruik of andere gebruiksfuncties
- Diffuse bronnen: belasting van het water met stoffen in (delen van) het stroomgebied als gevolg van landgebruik of ingrepen in de waterhuishouding
- Puntbronnen: belasting van het water met stoffen, gekoppeld aan één locatie en (veelal) één bron (rioolwaterzuivering, overstort, industrie)
- Barrières: introductie van stuwen en gemalen ten behoeve van handhaving van het waterpeil ten behoeve van landgebruik of andere functies
- Kanalisatie: verbreding, verdieping en uniformering van het lengte- en dwarsprofiel van de waterloop ten behoeve van de waterafvoer of -aanvoer (doorstroming)
- Aantasting van de oeverzone: verandering van het landgebruik in de oeverzone, aanleg dijken
- Onderhoud: maaien van water- en oeverplanten, verwijderen van blad en hout ten behoeve van de waterafvoer of -aanvoer (doorstroming)

### ➤ 2.2 MILIEUFACTOREN

In deze paragraaf worden de milieufactoren genoemd die direct van invloed zijn op (het functioneren van) aquatische organismen. Milieufactoren zijn veranderlijk in tijd en ruimte. De volgende factoren worden onderscheiden:

- Temperatuurregime: temperatuur van het water (seizoenspatronen) o.a. onder invloed van stroming en beschaduwing
- Lichtregime: hoeveelheid licht dat op het water valt o.a. onder invloed van beschaduwing
- Stromingsregime: stroomsnelheid van het water en stroomsnelheidsvariatie binnen het profiel
- Substraatvariatie: aanwezige substraten, ruimtelijke variatie en de onderlinge verhoudingen (grind, zand, slib, hout, blad, waterplanten, oeverplanten, e.d.)
- Organisch materiaal: beschikbaarheid van grof en fijn organisch materiaal, afkomstig van ingevallen blad of afgestorven waterplanten
- Zuurstofregime: zuurstofgehalte in het water (seizoensvariatie en dag-nachtritme)
- Nutriënten: nutriëntenconcentratie in het water
- Toxiciteit: aanwezigheid en giftigheid van milieuvreemde stoffen
- Continuïteit: mate waarin sediment en organisch substraat zich vrij kunnen verplaatsen in het watersysteem. In de KRW wordt de term 'riviercontinuïteit' gebruikt.

## 2.3 ECOLOGISCHE SLEUTELFACTOREN

In onderstaande matrix zijn de stressoren weergegeven in rijen en de milieufactoren in kolommen. De stressoren vormen de link naar menselijk handelen en daarmee naar beleid en beheer. De milieufactoren vormen de link naar de directe leefomgeving van aquatische organismen en daarmee naar de ecologische toestand.

De ecologische sleutelfactoren (ESF-en) zijn gedefinieerd op het kruispunt van de stressoren en milieufactoren. Elke ESF wordt gekenmerkt door een aantal samenhangende stressoren. Deze oefenen invloed uit op één of (meestal) meerdere milieufactoren. Deze relatie wordt in de matrix verbeeld door een kruisje (x). In de matrices zijn de belangrijkste relaties tussen stressor > ecologische sleutelfactor > milieufactor met een kruisje weergegeven.

In onderstaande matrix (tabel 2.1) is als voorbeeld de ecologische sleutelfactor 'belasting' verbeeld (ESF-r4) op het kruispunt van de stressoren 'diffuse bronnen' en 'puntbronnen' en de milieufactoren 'substraatvariatie', 'zuurstofregime' en 'nutriënten'. De ecologische sleutelfactoren zijn zodanig gekozen dat alle stressoren, milieufactoren en de belangrijkste relaties daartussen zijn afgedekt.

Voorbeeld-matrix van een ecologische sleutelfactor (ESF-r4) op het kruispunt tussen de stressoren 'diffuse bronnen' en 'puntbronnen' en de milieufactoren 'substraatvariatie', 'zuurstofregime' en 'nutriënten'.

	Temperatuurregime	Lichtregime	Stromingsregime	Substraatvariatie	Organisch materiaal	Zuurstofregime	Nutriënten	Toxiciteit	Continuïteit
Veranderde hydrologie	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Diffuse bronnen	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Puntbronnen	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Barrières	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Kanalísatie	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Aantasting van de oeverzone	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Onderhoud	+	+	+	+	+	+	+	+	+

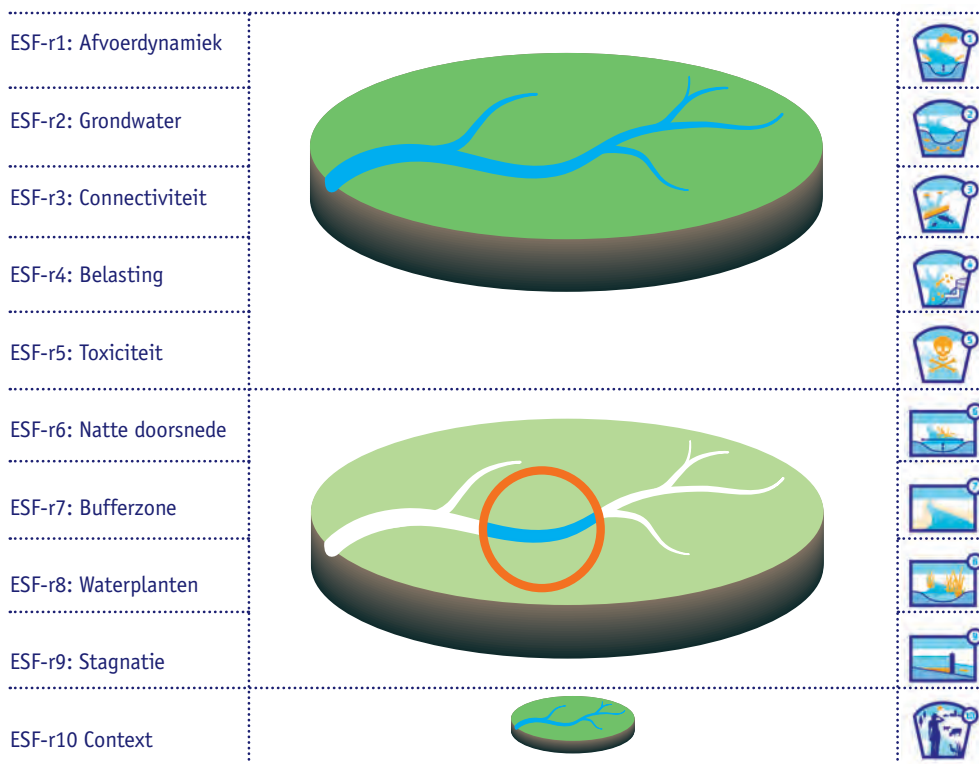
### 3. ECOLOGISCHE SLEUTELFACTOREN (ESF)

In dit hoofdstuk worden de ecologische sleutelfactoren voor stromende wateren (ESF-en) gepresenteerd. De opbouw en de samenhang tussen de sleutelfactoren wordt nader toegelicht in paragraaf 3.1. De sleutelfactoren zijn geordend naar het niveau waarop ze werkzaam zijn: het stroomgebied (r1-r5, r10; paragraaf 3.2 en 3.4) en het traject (r6-r9; paragraaf 3.3) (Figuur 3.1).

#### ➤ 3.1 OPBOUW EN SAMENHANG

In totaal zijn er tien ecologische sleutelfactoren gedefinieerd. Negen sleutelfactoren hebben betrekking op het ecologisch functioneren van stromende wateren, de tiende gaat over de omgeving, de context. De ecologische sleutelfactoren zijn geordend op basis van het schaalniveau waarop ze hoofdzakelijk werkzaam zijn. Daarbij worden twee schaalniveaus onderscheiden: het stroomgebied en het traject.

Figuur 3.1: Ecologische sleutelfactoren voor stromende wateren



*Stroomgebied: ESF-r1 t/m r5 en r10*

Op stroomgebiedsniveau betreft het factoren die betrekking hebben op het hele intrekgebied en om factoren in de waterloop die bepalend zijn voor de ecologische toestand van het hele stroomgebied. Op het schaalniveau van het stroomgebied zijn zes sleutelfactoren onderscheiden. Twee sleutelfactoren hebben betrekking op de hydrologie (afvoerdynamiek, ESF-r1 en grondwater, ESF-r2), één op de mate van verbinding binnen het watersysteem (connectiviteit, ESF-r3) en twee op de waterkwaliteit (belasting, ESF-r4 en toxiciteit, ESF-r5). De afweging tussen doelen en functies is opgenomen als aparte sleutelfactor (context, ESF-r10) en heeft ook betrekking op het hele stroomgebied.

*Traject: ESF-r6 t/m r9*

Op trajectniveau gaat het om factoren die betrekking hebben op de beek zelf en de oevers ernaast (vloedvlakte). Het traject betreft een uniform deel van het stroomgebied ter grootte

van enkele honderden meters of enkele kilometers. Op dit schaalniveau zijn vier sleutelfactoren onderscheiden: natte doorsnede (ESF-r6), bufferzone (ESF-r7), waterplanten (ESF-r8) en stagnatie (ESF-r9).

Aanvankelijk was ook de 'locatie' opgenomen als schaalniveau, maar er bleken geen sleutelfactoren op dit niveau werkzaam te zijn.

In figuur 3.2 zijn de ecologische sleutelfactoren nog eens geïllustreerd aan de hand van een fictief stroomgebied.

Figuur 3.2: Ecologische sleutelfactoren voor stromende wateren in een stroomgebied



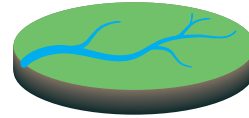




*Omvang van het stroomgebied: over kleine beken en grote rivieren*

In principe gelden de ecologische sleutelfactoren voor alle stromende wateren, dus zowel voor beken als voor rivieren. Wel kan de relevantie van de sleutelfactoren verschillen, al naar gelang de omvang van het stroomgebied en de positie van een te beschouwen locatie of traject in het stroomgebied. Hoewel de principes en processen hetzelfde zijn, maakt het nogal wat uit of een benedenstrooms traject in het stroomgebied van de Rijn wordt beschouwd of een bovenloop van een laaglandbeek in Brabant. Hoe groter het stroomgebied en des te meer stroomafwaarts de te beschouwen locatie of het traject is gelegen, des te lastiger zal het zijn om de sleutelfactoren op stroomgebiedsniveau te beïnvloeden. Deze sleutelfactoren gelden dan vaker als ‘randvoorwaarde’. Toch is het van belang om bij een watersysteemanalyse ook deze sleutelfactoren in beeld te brengen: ze zijn namelijk mede bepalend voor de relevantie en de reikwijdte van de overgebleven sleutelfactoren en de keuze voor herstelmaatregelen.

### 3.2 STROOMGEBIED



#### ESF-r1: Afvoerdynamiek

Met de afvoerdynamiek wordt de variatie in de afvoer bedoeld. In de natuurlijke situatie wordt een groot deel van de neerslag vastgehouden in het stroomgebied en komt het gelijkmatig tot afstroming. Afhankelijk van de ondergrond in het stroomgebied is de basisafvoer relatief hoog en zijn de piekafvoeren relatief laag.

De afvoerdynamiek wordt beïnvloed door aanpassingen in de waterhuishouding van het stroomgebied ten behoeve van het landgebruik, kanalisatie (inclusief bedijking) en de introductie van bovenstroomse barrières (stuwen, gemalen, e.d.). In stroomgebieden met een grote menselijke beïnvloeding wordt het water over het algemeen versneld afgevoerd met een hogere afvoer in natte perioden en een lagere afvoer in drogere perioden tot gevolg. Ook puntbronnen kunnen van invloed zijn op de afvoer en de afvoerdynamiek, denk aan ontstekingen en rioolwaterzuiveringsinstallaties.

De afvoerdynamiek is vooral van invloed op aquatische organismen via het stromingsregime en daarmee op het temperatuurregime en de substraatvariatie in de waterloop.

	Temperatuurregime	Lichtregime	Stromingsregime	Substraatvariatie	Organisch materiaal	Zuurstofregime	Nutrienten	Toxiciteit	Continuïteit
Veranderde hydrologie	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Diffuse bronnen	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Puntbronnen	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Barrières	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Kanalisatie	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Aantasting van de oeverzone	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Onderhoud	+	+	+	+	+	+	+	+	+

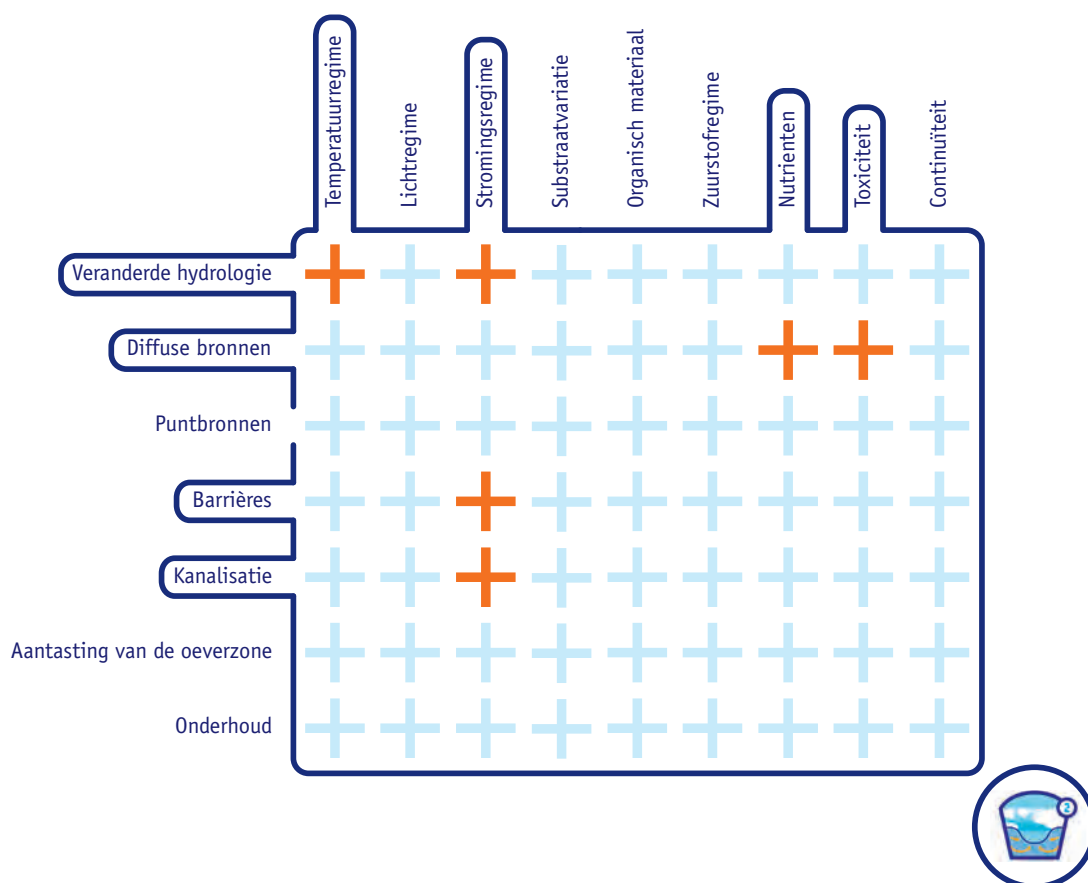


## ➤ ESF-r2: Grondwater

De sleutfactor grondwater betreft zowel de kwantiteit als de kwaliteit van het grondwater. Op hoger gelegen gronden infiltreert regenwater naar het grondwater. Vervolgens stroomt het grondwater naar diepere lagen of stroomt het grondwater in het dal naar de waterloop toe. Daarbij kan zowel sprake zijn van ondiepe kwel (lokale grondwaterstromen) als diepere kwel (regionale grondwaterstromen). De grondwaterstroming heeft een belangrijke relatie met de afvoerdynamiek en dan vooral de basisafvoer, maar wordt apart benoemd omdat het een belangrijke factor is die specifiek aandacht behoeft. De invloed van lokale grondwaterstromen op de afvoerdynamiek is afhankelijk van de ligging in het stroomgebied: in benedenstroomse richting neemt deze invloed steeds verder af.

De grondwaterstroming wordt beïnvloed door veranderingen in het landgebruik van het stroomgebied, door kanalisatie en door stuwen (barrières). Over het algemeen leiden deze menselijke ingrepen tot een daling van de grondwaterstand en een afname van kwel naar de waterloop. Bij de grote rivieren hebben de aanpassingen plaatselijk geleid tot rivierkwel naar omliggend gebied, vooral tijdens hoogwater-perioden.

De toestroom van grondwater is direct van invloed op het temperatuurregime, het stromingsregime (de basisafvoer) en de chemische samenstelling van het water in de waterloop (macro-ionen, ijzer en mangaan en nutriënten).

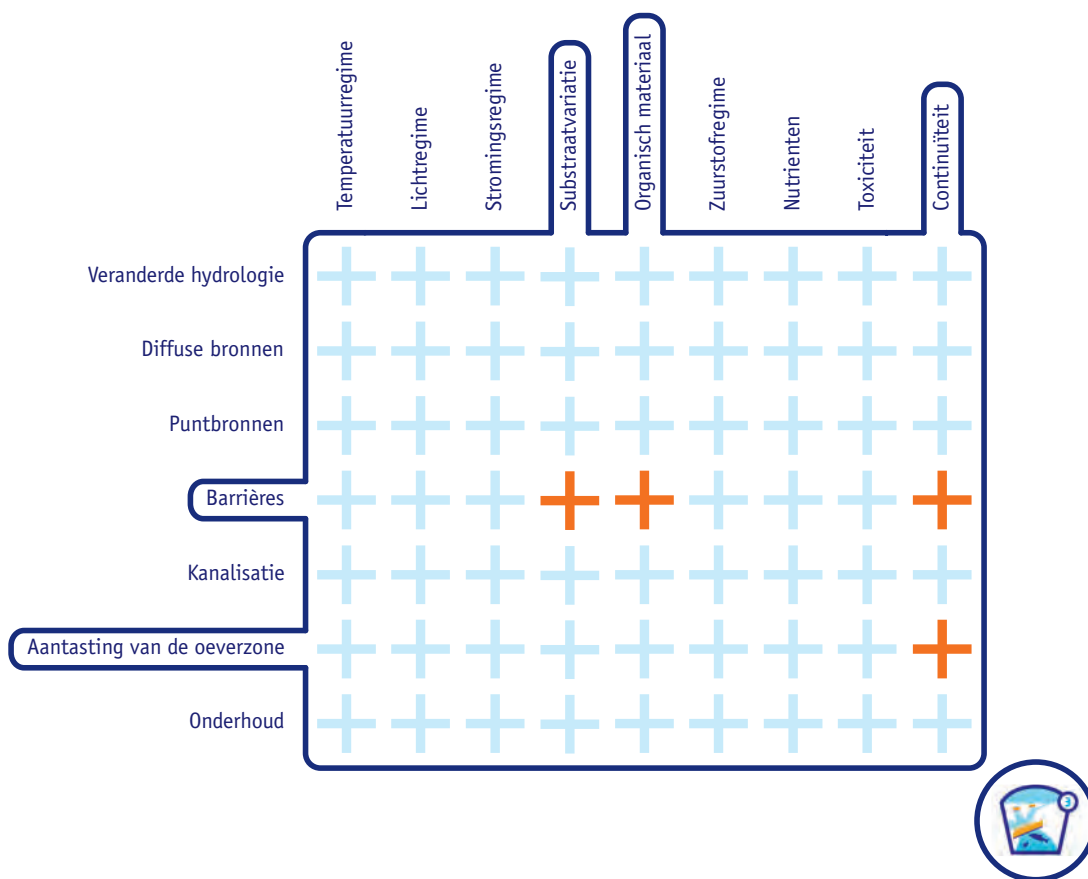


### ➤ ESF-r3: Connectiviteit

De sleutfactor connectiviteit staat voor de mate waarin sediment, organisch materiaal en organismen vrij kunnen bewegen en migreren langs de waterloop. Deze sleutfactor heeft betrekking op de zogenaamde 'longitudinale connectiviteit', dus op de lengterichting van de waterloop.

De connectiviteit wordt vooral beïnvloed door de aanwezigheid van stuwen, sluizen en gemalen (barrières) en door aantasting van begroeiing en zijwateren in de oeverzone. Hierdoor worden planten en dieren, maar bijvoorbeeld ook hun zaden in hun dispersie belemmerd. Hierdoor kunnen planten en dieren potentieel geschikte paai- of leefgebieden niet bereiken. Daarnaast verhinderen barrières het transport van sediment en organisch materiaal in het stroomgebied; daarmee zijn ze direct van invloed op het beschikbare substraat en voedsel voor organismen. Dit kan ook het karakter van een beek of rivier veranderen.

Overigens moet worden opgemerkt dat isolatie van bijzondere gebieden of levensgemeenschappen ook een doel kan zijn, bijvoorbeeld om de verspreiding van ongewenste exoten tegen te gaan.



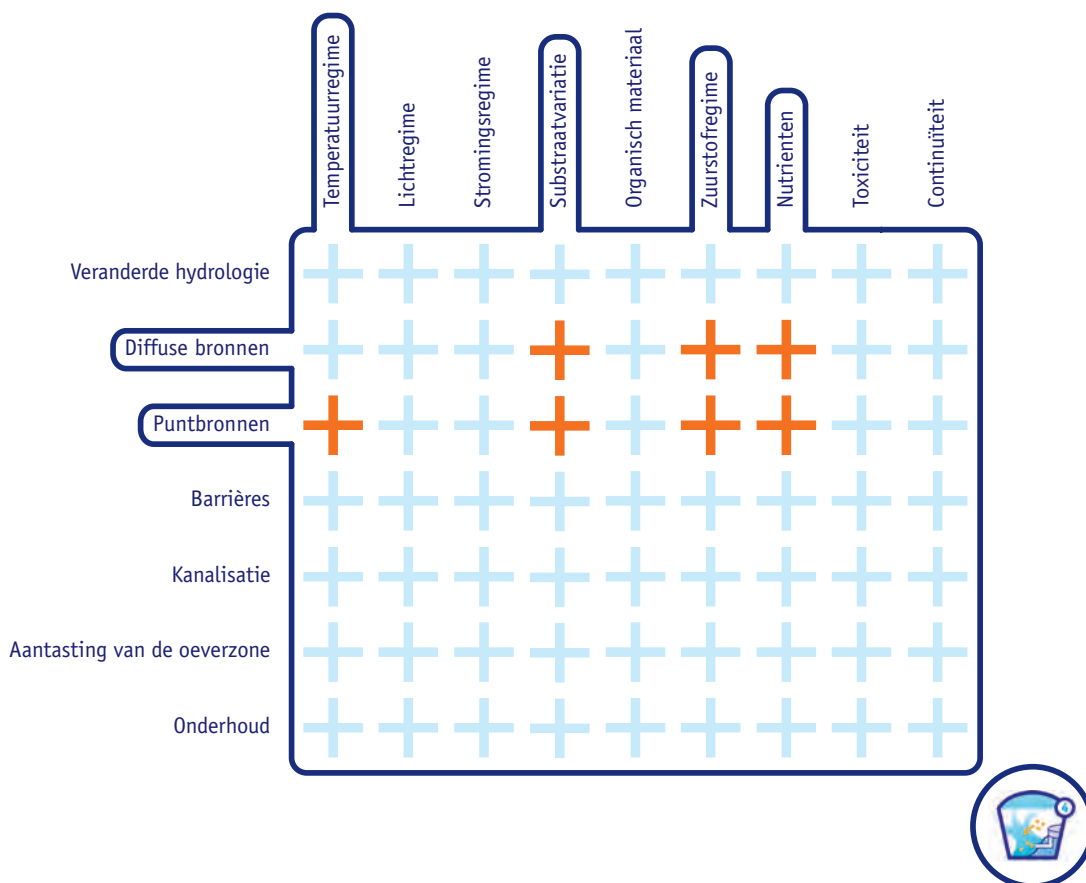


## ➤ ESF-r4: Belasting

Stoffen zijn van belang voor de groei van organismen en vormen een belangrijk onderdeel van het milieu waarin de organismen functioneren. Onder natuurlijke omstandigheden neemt de voedselrijkdom in benedenstroomse richting steeds verder toe. Benedenlopen en rivieren zijn van nature voedselrijk.

Deze sleutelfactor heeft betrekking op de belasting van het water met stoffen die van nature in het milieu voorkomen, met name organische stoffen en nutriënten, maar ook van bijvoorbeeld zout. De belasting met milieuvreemde stoffen vallen onder de sleutelfactor toxiciteit. Naast belasting met stoffen kan er ook sprake zijn van thermische belasting in de vorm van koelwaterlozingen. Dit speelt vooral in de grote rivieren.


De belasting kan afkomstig zijn van diffuse bronnen of puntbronnen en is via een verandering van de substraatsamenstelling, het zuurstofregime en nutriëntenconcentraties direct van invloed op het functioneren van aquatische organismen. Belasting met nutriënten kan leiden tot overmatige groei van water- en oeverplanten en (bij stagnatie) tot kroosdekken of bloei van blauwalgen, wat ook leidt tot aantasting van het natuurlijke zuurstofregime.



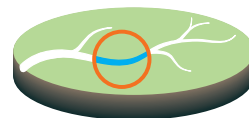
➤ **ESF-r5: Toxiciteit**

De sleutfactor toxiciteit betreft de belasting van het oppervlaktewater met milieuvreemde stoffen. De belasting kan afkomstig zijn van diffuse bronnen of puntbronnen. Blootstelling van aquatische organismen kan leiden tot afwijkingen in groei en voortplanting of tot directe sterfte.

	Temperatuurregime	Lichtregime	Stromingsregime	Substraatvariatie	Organisch materiaal	Zuurstofregime	Nutrienten	Toxiciteit	Continuïteit
Veranderde hydrologie	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Diffuse bronnen	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Puntbronnen	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Barrières	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Kanaliseratie	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Aantasting van de oeverzone	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Onderhoud	+	+	+	+	+	+	+	+	+



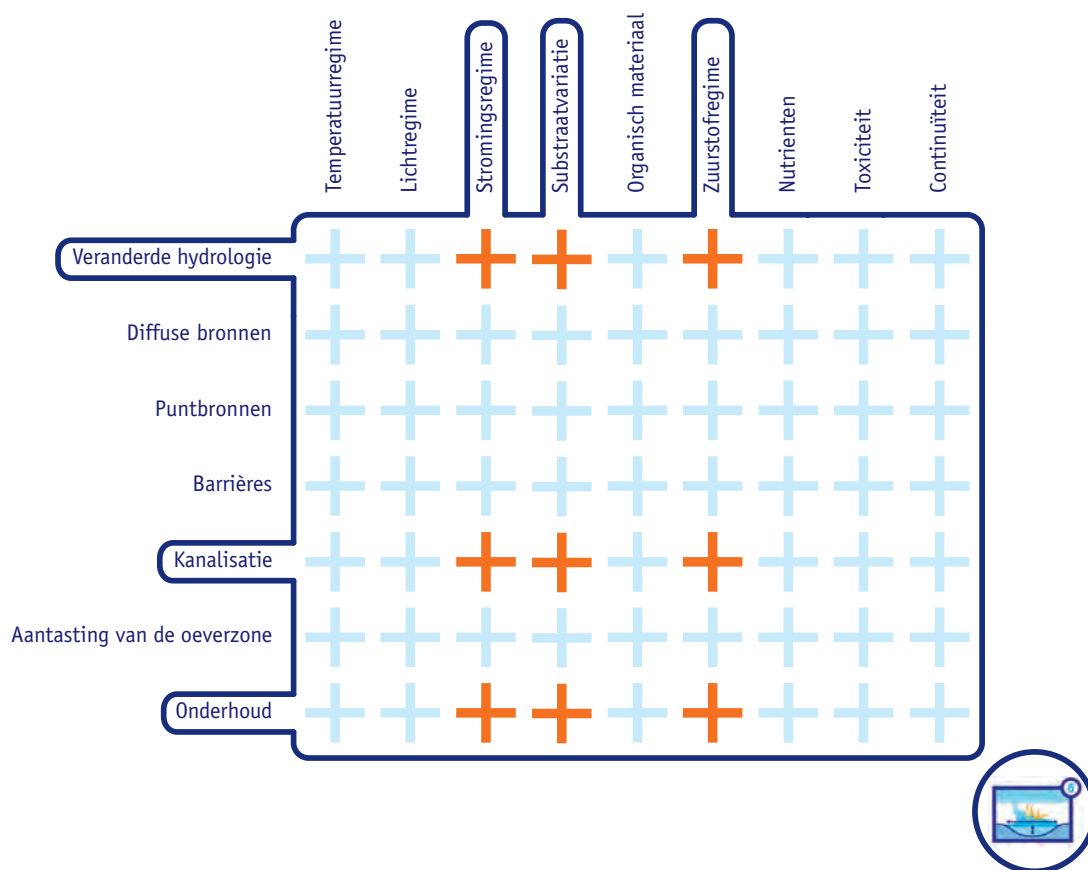
### ➤ 3.3 TRAJECT



#### ➤ ESF-r6: Natte doorsnede

Met de natte doorsnede wordt het dwarsprofiel bedoeld van insteek tot insteek (hoogste punt van de oever). Het dwarsprofiel wordt onder natuurlijke omstandigheden gevormd door de afvoer (afvoerdynamiek), het bodemverhang en de samenstelling van het sediment. Daarnaast is de ontwikkeling van de vegetatie in het water en de oever van belang voor de ontwikkeling van het profiel. Een belangrijk aspect van de natte doorsnede is de breedte-diepte verhouding.

Het dwarsprofiel is vaak beïnvloed als gevolg van veranderingen in de afvoer(dynamiek), kanalisatie en scheepvaart, overkluisingen en duikers en onderhoud. In de regel is het dwarsprofiel hierdoor verbreed en verdiept. Een vergroot dwarsprofiel is via het stromingsregime en daarmee de substraatvariatie, de groei van waterplanten en het bijbehorende zuurstofregime van invloed op de levensomstandigheden voor aquatische organismen.

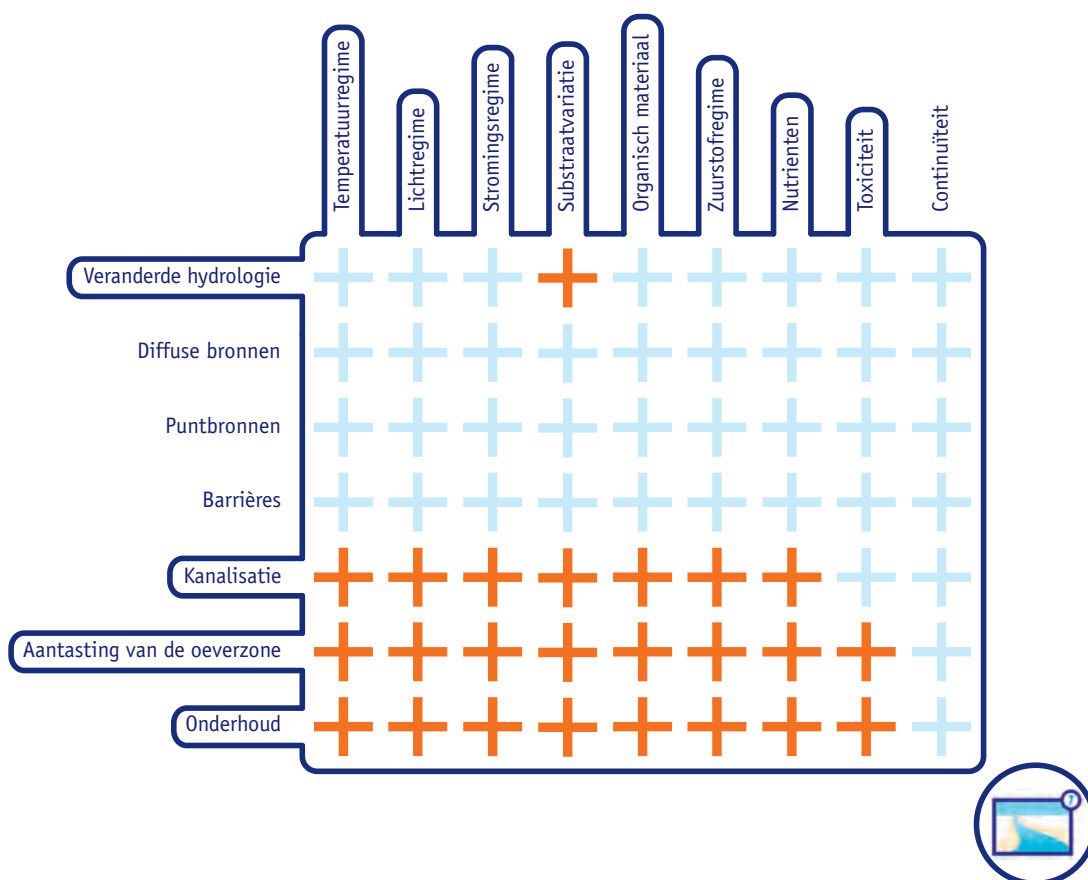


## ➤ ESF-r7: Bufferzone

De sleutfactor bufferzone heeft betrekking op het landgebruik en het ecologisch functioneren van de strook langs de waterloop. Deze bufferzone is enkele tot tientallen meters breed (beken) of nog breder (uiterwaarden langs rivieren) en bestaat in de natuurlijke situatie grotendeels uit bos (broekbos of ooibos) of (zegge-)moeras. Deze sleutfactor heeft betrekking op de zogenaamde 'laterale connectiviteit', de verbinding tussen water en oever in de breedte.

Het functioneren van de waterloop is nauw verbonden met de bufferzone. De bufferzone biedt ruimte voor overtollig water (demping van de afvoerdynamiek) en rivierbegeleidende habitats zoals afgetakte armen, laagtes en uiterwaardwateren. Langs beken is de bufferzone van belang voor beschaduwing en voor de verspreiding van macrofauna in de lengterichting. De omvang en de kwaliteit van de bufferzone wordt vooral beïnvloed door landgebruik, kanalisatie, aantasting en verkleining van de oeverzone (door bedijking en zomerades) en onderhoud. Daarnaast zijn veranderingen in de afvoerhydrologie van invloed op de overstromingsfrequentie en de omvang van het overstromde gebied.

De bufferzone is direct van invloed op het temperatuurregime en het lichtregime, de aanvoer van organisch materiaal (blad) en de groei van waterplanten in de waterloop. Daarmee is het ook van invloed op de substraatvariatie en het zuurstofregime. Bomen en boomwortels in de oever en ingevallen takken zijn van invloed op het stromingsregime. De bufferzone speelt ook een rol bij het voorkómen van oevererosie en afspoeling van nutriënten naar de waterloop. Buiten de waterloop biedt de bufferzone extra habitats en refugia voor organismen van stromend water (in de overstromingsvlakte: substraatvariatie).



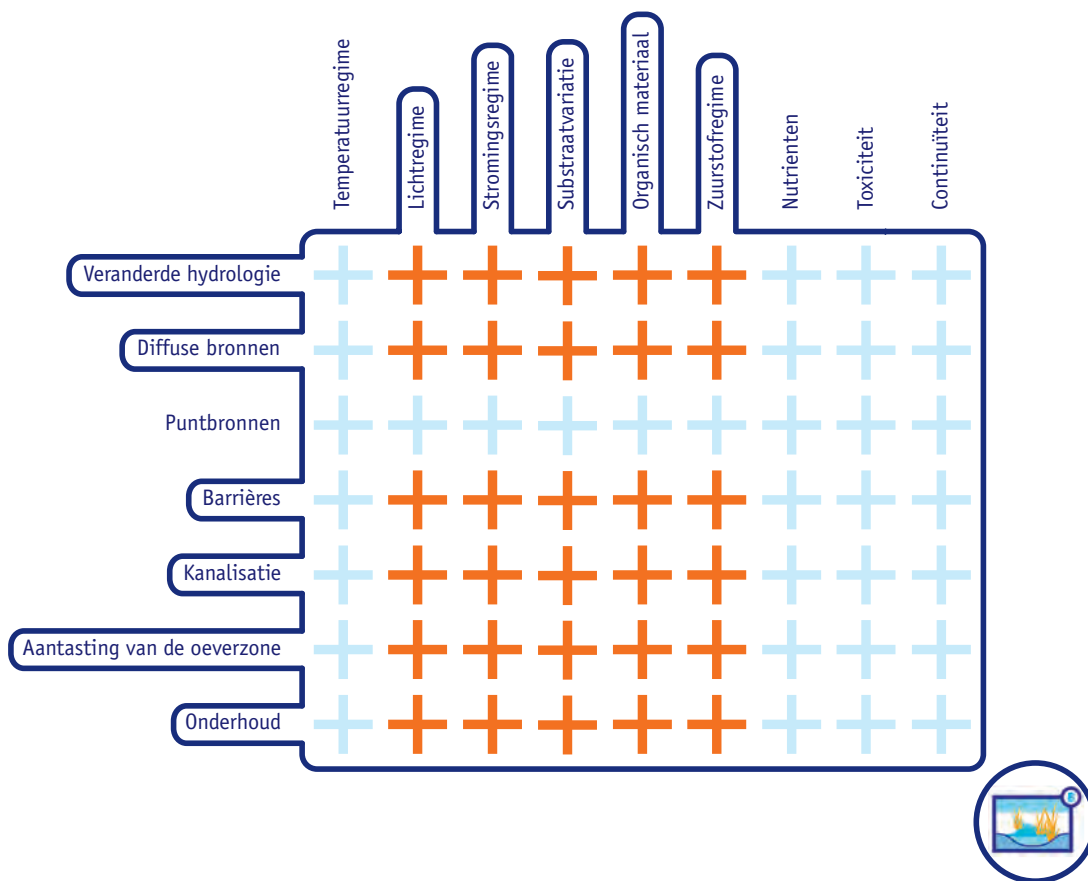


## ➤ ESF-r8: Waterplanten

Sleutelfactor 8 heeft betrekking op de ontwikkeling van water- en oeverplanten in de waterloop. Dit kunnen zowel waterplanten als oeverplanten zijn (voor het gemak wordt gesproken van waterplanten). Waterplanten groeien in de aanwezigheid van voldoende licht, nutriënten, geschikt substraat en stromingscondities. In hoogdynamische milieus, bij regelmatige droogval en bij grotere waterdieptes komen waterplanten nauwelijks tot ontwikkeling.

De omstandigheden kunnen, afhankelijk van de soort, verbeteren of verslechteren door aantasting van de oever, kanalisatie en verstuwung, belasting met nutriënten en verandering van de hydrologie (lage afvoeren). De groei van waterplanten zorgt bovendien voor opstuwung bij de aan- en afvoer van water.

Maaibeheer, dat er op is gericht om de minimaal benodigde afvoercapaciteit bij maatgevende afvoeren te garanderen, is ook van invloed op de ecologische kwaliteit. Waterplanten vormen zelf een substraat voor andere aquatische organismen en zijn lokaal van invloed op de stroomsnelheden, substraatvariatie en het lichtregime. Daarnaast vormen ze een bron van organisch materiaal. In situaties met overvloedige groei zijn waterplanten sturend op het zuurstofregime (dag- nachtritme).

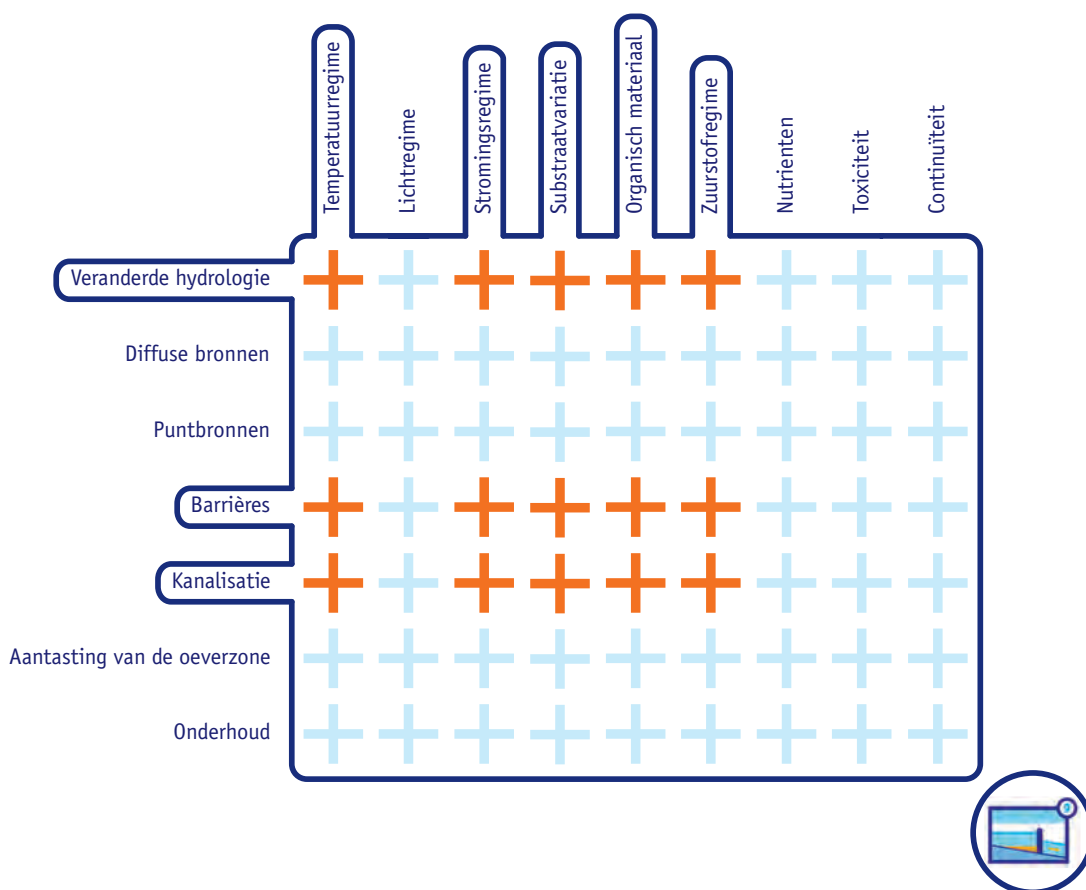


## ➤ ESF-r9: Stagnatie

Stagnatie is de afwezigheid van stroming in de waterloop. Stagnatie komt van nature voor vooral bij grote obstakels zoals bomen, beverdammen, zandbanken of bij eenzijdig aange-takte oude meanders. Ook in grotere riviersystemen komt stagnatie van nature voor als onderdeel van het continuüm van permanent stromende geulen, tijdelijk meestromende geulen tot en met geïsoleerde uiterwaardwateren. Deze stromingsluwe zones in stromende wateren zijn belangrijk bijvoorbeeld voor de ontwikkeling van plankton en vislarven.

Stagnatie wordt versterkt door een veranderde hydrologie met verminderde basisafvoer, kanalisatie (vooral overdimensionering) en verstuwung van de waterloop (barrières).

Stagnatie werkt direct door in het temperatuurregime, het stromingsregime en daarmee in het zuurstofregime in de waterloop. Daarnaast zorgt stagnatie voor sedimentatie van fijn (organisch) materiaal en een uniform substraat. Bij voldoende licht en nutriënten kan de waterkolom volgroeien met water- en oeverplanten.



### 3.4 OMGEVING

Bovenstaande negen sleutelfactoren hebben betrekking op het ecologisch functioneren van stromende wateren. De tiende sleutelfactor gaat over de omgeving, de context.

#### ESF-r10: Context

Beken, beekdalen, rivieren en uiterwaarden in Nederland vervullen uiteenlopende functies. Denk aan de aan- en afvoer van water voor de landbouw, scheepvaart, beleving van de omgeving door mensen, het mogelijk maken van recreatie en het waarborgen voor veiligheid tegen overstromingen (STOWA, 2014). Daarnaast vormen ze een belangrijke schakel in het Natuurnetwerk Nederland; vele beekdalen en grote rivieren zijn bovendien beschermd onder Natura 2000.

De sleutelfactoren maken inzichtelijk welke voorwaarden van belang zijn, zodat een beek- of riviersysteem de gewenste ecologische kwaliteit kan bereiken. Daarnaast vormen ze het vertrekpunt om te bepalen met welke maatregelen de ecologische kwaliteit kan worden verbeterd. Echter: welke (ecologische) doelen uiteindelijk worden nagestreefd en welke maatregelen daarvoor genomen worden, hangt af van de uitkomst van een afweging tussen de verschillende functies die een bepaald watersysteem vervullen. De tiende sleutelfactor brengt zodoende synergie en tegenstrijdigheden en noodzaak tot het maken van keuzes in de bredere context van alle andere functies van een watersysteem in beeld (STOWA, 2014).

Sleutelfactor 10 tevens is de koppeling met systeemanalyses op andere beleidsterreinen van de waterbeheerders (en anderen). Ook in de waterketen en het waterkwantiteitsbeheer kan een vergelijkbare systeemanalyse leiden tot betere doelen en efficiëntere maatregelen. Via sleutelfactor 10, de context, wordt een relatie gelegd met de belangenafweging op een hoger niveau. Het zet waterschapsbesturen aan tot het maken van een meer integrale afweging van doelen en daarmee tot het effectiever inzetten van middelen (STOWA, 2014).

## 4. LITERATUUR

- PBL, 2014. De kwaliteit van het Nederlandse oppervlaktewater beoordeeld volgens de Kaderrichtlijn Water (KRW). Planbureau voor de Leefomgeving, Den Haag.  
Zie ook <http://themasites.pbl.nl/balansvande leefomgeving/2014/waterkwaliteit/kwaliteit-oppervlaktewater>
- Schep, S. (red), L. Moria, G. van Geest en M. Ouboter, 2011. De stoplichtenmethodiek: toepassing in stilstaande wateren. Waternet, Amsterdam. 22 februari 2011. 39p.
- STOWA, 2015a. Ecologische sleutelfactoren voor het herstel van onderwatervegetatie. Toepassing van de ecologische sleutelfactoren 1,2 en 3 in de praktijk. STOWA, Amersfoort. STOWA-rapportnummer 2015-17. ISBN 978.90.5773.695.7
- STOWA, 2015b. Ecologische sleutelfactoren in het kort. STOWA, Amersfoort. STOWA-rapportnummer 2014-19. ISBN 978.90.5773.684.1
- STOWA, 2014. Ecologische sleutelfactoren. Begrip van het watersysteem als basis voor beslissingen. STOWA, Amersfoort. STOWA-rapportnummer 2014-19. ISBN 978.90.5773.646.9
- Verdonschot, 2006. Het brede beekdal als klimaatbestendige buffer in de veranderende leefomgeving. Flexibele toepassing van het 5B-concept in Peel en Maasvallei. Alterra/ WUR, Wageningen. 64 p. ISBN 978-90-327-0379-0.

## 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 toegestemd technisch, natuurwetenschappelijk, bestuurlijk- juridisch of sociaalwetenschappelijk gebied.**

STOWA werkt in hoge mate vraaggestuurd. We inventariseren nauwgezet welke kennisvragen waterschappen hebben en zetten die vragen uit bij de juiste kennisleveranciers. Het initiatief daarvoor ligt veelal bij de kennisvragende waterbeheerders, maar soms ook bij kennisinstellingen en het bedrijfsleven. Dit tweerichtingsverkeer stimuleert vernieuwing en innovatie. Vraaggestuurd werken betekent ook dat we zelf voortdurend op zoek zijn naar de 'kennisvragen van morgen' - de vragen die we graag op de agenda zetten nog voordat iemand ze gesteld heeft - om optimaal voorbereid te zijn op de toekomst.

STOWA ontzorgt de waterbeheerders. Wij nemen de aanbesteding en begeleiding van 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 onderzoeklijnen worden per werkveld uitgezet en verantwoord door speciale programmacommissies. Ook hierin hebben de regionale waterbeheerders zitting.

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

### **DE GRONDBEGINSELEN VAN STOWA ZIJN VERWOORD IN ONZE MISSIE:**

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

stowa

STICHTING  
TOEGEPAST ONDERZOEK WATERBEHEER

[stowa@stowa.nl](mailto:stowa@stowa.nl) [www.stowa.nl](http://www.stowa.nl)  
TEL 033 460 32 00  
Stationsplein 89  
POSTBUS 2180 3800 CD AMERSFOORT

