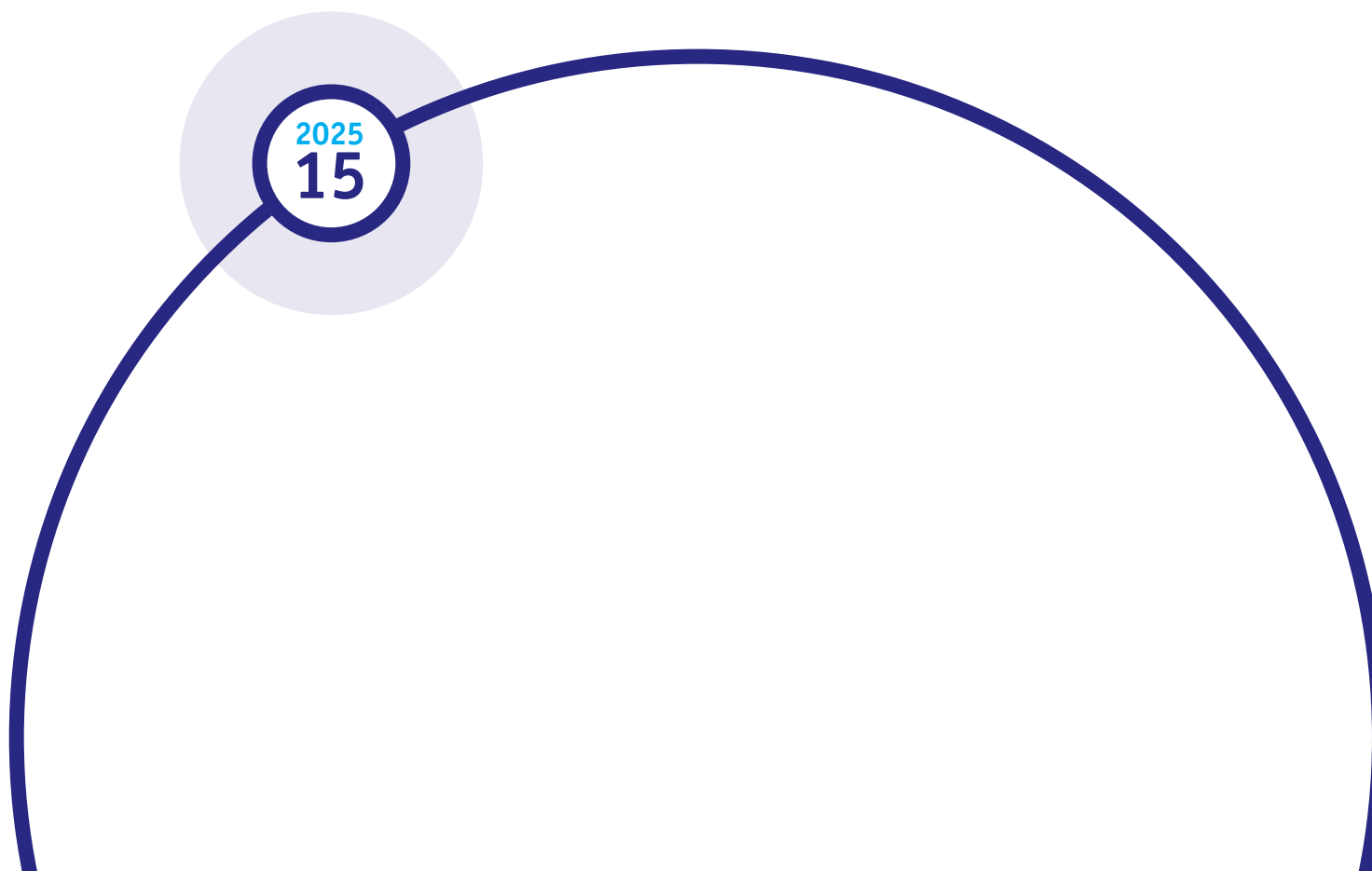


WATERKWALITEITSMAAATREGELEN: Ontwerpen met oog voor een betere waterkwaliteit

2025
15



WATERKWALITEITSMaatregelen: Ontwerpen met oog voor een betere waterkwaliteit





STOWA-nummer	2025-15
ISBN	978.94.6479.102.0
Download	Dit rapport is als pdf beschikbaar onder publicaties op www.stowa.nl
Publicatie	STOWA Postbus 2180 3800 CD Amersfoort September 2025 © STOWA
Auteur(s)	Marijke Lebbink & Leonard Osté
Design	Shapeshifter.nl Utrecht
Begeleidingscommissie	Bart Brugmans (projectleider) en Esmée Gevers (Waterschap Aa en Maas) Freek Althuizen (Waterschap Limburg) Alberta Groteboer (Waterschap Vechtstromen) Stefan Witteveen (Waterschap Rijn en IJssel) Mark van Lokven (Waterschap De Dommel) Laura Seelen en Dennis Dekker (Waterschap Brabantse Delta) Tessa van der Wijngaart (Stowa)

Copyright

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

Disclaimer

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

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



INHOUD



INTRO



ONTWERP



STAPPENPLAN



ROUTE A



ROUTE B



FACTSHEETS

➤ INHOUDSOPGAVE

Colofon		3
Ten Geleide		5
HOOFDSTUK 1	INTRODUCTIE	7
HOOFDSTUK 2	ONTWERPEN VOOR WATERKWALITEIT	10
HOOFDSTUK 3	STAPPENPLAN	14
HOOFDSTUK 4	ROUTE A BEEKHERSTELMAATREGELEN	17
HOOFDSTUK 5	ROUTE B KRW KNELPUNTEN	25
HOOFDSTUK 6	FACTSHEETS WATERKWALITEITSMATREGELEN	32
	IJzerzand en adsorptie	34
	Helofytenfilter	39
	Bufferstroken	43
	Zuiverende sloot	46
	Slib-/zandvang	49
	Houtsnipperfilter	51
	Paludicultuur	55
	Beschaduwen	58
	Grondverzet/baggeren	60
	Kwelherstel	62
BIJLAGE	REFERENTIES	63
STOWA in het kort		68



INHOUD



INTRO



ONTWERP



STAPPENPLAN



ROUTE A



ROUTE B



FACTSHEETS

TEN GELEIDE



HANDVATTEN VOOR WATERKWALITEITSMATREGELEN BIJ INRICHTINGSPROJECTEN

Dit rapport stelt ontwerpteams van waterschappen in staat om bij (her)inrichtingsprojecten ook inrichtingsmaatregelen voor verbetering van de fysisch-chemische waterkwaliteit mee te nemen.

Herinrichtingsprojecten van beken, sloten en kanalen worden meestal ingestoken vanuit een ecologisch doel of een water(bergings)opgave. De fysisch-chemische waterkwaliteit (hierna: waterkwaliteit) is een belangrijke randvoorwaarde voor het behalen van ecologische doelen, hier wordt bij inrichtingsprojecten veelal echter niet naar gekeken. Als we kijken naar stikstof en fosfor hebben bronmaatregelen (het 'dichtdoen van de kraan') de voorkeur. Als die bronaanpak (nog) niet afdoende werkt of niet mogelijk is, kan bij herinrichting van waterlopen een zuiverende voorziening/werking worden meegenomen. Op deze manier kunnen in herinrichtingsprojecten kansen worden benut om ook aan de doelen voor waterkwaliteit bij te dragen.

De focus van dit rapport ligt op beeksystemen op de hogere zandgronden. Voor dit type watersystemen is een literatuurstudie gedaan en is input opgehaald van waterschappen in deze gebieden. Het rapport biedt vanuit twee invalshoeken hulp om te kijken welke maatregelen zouden kunnen passen in het ontwerp: vanuit een gedefinieerd waterkwaliteitsdoel en vanuit een bestaande inrichtingsopgave. Als hulpmiddel hierbij wordt de methode van het adaptief ontwerpen gebruikt. De gebruiker wordt aan de hand van vragen uitgedaagd om na te denken over verschillende (technische) aspecten die van belang zijn voor de inpassing of voor het effect van de maatregel.

Het resultaat is een overzicht van mogelijke maatregelen die bijdragen aan het waterkwaliteitsdoel. Mogelijke maatregelen zijn bijvoorbeeld de aanleg van een bufferstrook, toepassen van ijzerzand en zorgen voor meer beschaduwning. Voor alle maatregelen zijn factsheets gemaakt met onder andere meer informatie over de maatregel, de mogelijke effecten, inpasbaarheid en voorbeeldprojecten.

Waterschappen kennen over het algemeen een aantal projectfasen die doorlopen worden bij inrichtingsprojecten. In principe is het in iedere fase mogelijk om aandacht te hebben voor waterkwaliteit. Een watersysteemanalyse is een belangrijke inhoudelijke basis om te weten waar de knelpunten zijn voor het betreffende watersysteem (in relatie tot de doelen die er zijn). Om ervoor te zorgen dat doelen voor waterkwaliteit een plek krijgen in een project, is het verstandig om dit zo vroeg mogelijk in het proces mee te nemen. Deze rapportage is bedoeld als hulpmiddel in de planfase, wanneer het ontwerp technisch wordt uitgewerkt. Het is makkelijker om waterkwaliteit mee te nemen in ontwerpen als het onderwerp zo vroeg mogelijk, dus bij de verkennings- en definitiefase al op tafel komt.

Mark van der Werf
Directeur STOWA

➤ HOOFDSTUK 1 INTRODUCTIE

*i*

INHOUD

i
INTRO

ONTWERP

STAPPENPLAN

ROUTE A

ROUTE B

FACTSHEETS

1.1 AANLEIDING

Herinrichtingsprojecten van beken, sloten en kanalen zijn vaak gericht op het behalen van ecologische doelen of worden geïnitieerd vanuit een water(bergings) opgave.

- De ecologische doelen worden gevormd door de opgave vanuit de Kaderrichtlijn Water (KRW) of bijvoorbeeld vanuit een opgave voor Ecologische Verbindingszones.
- De wateropgave wordt ingegeven vanuit doelen om water vast te houden, meer ruimte aan water te geven en waterveiligheid.

Voor de ecologische opgave (vanuit de KRW) wordt naast de biologische ook de fysisch-chemische toestand beoordeeld. Deze fysisch-chemische parameters zijn: temperatuur, nutriënten (stikstof en fosfor), zuurstof, zuurgraad, chloride en doorzicht. Voor het bereiken van ecologische doelen en het behalen van een grotere biodiversiteit is de fysisch-chemische waterkwaliteit (hierna: waterkwaliteit) een belangrijke sturende factor. Toch wordt in herinrichtingsprojecten maar weinig ingezet op het verbeteren van de (fysisch-chemische) waterkwaliteit als doel op zich.

De belangrijkste stoffen in de fysisch-chemische beoordeling van oppervlaktewater voor KRW zijn stikstof en fosfor. Om fysisch-chemische doelen te halen wordt gewerkt aan de aanpak van bronnen van de stoffen. Voor veel stoffen zijn effluentlozingen van rioolwaterzuiveringsinstallaties (rwzi's) en de landbouw de grootste bronnen (zie Tabel 1.1), daarnaast worden nog veel stoffen aangevoerd vanuit het buitenland (bovenstroomse aanvoer) of via inlaat van Rijkswater.

Bronmaatregelen zijn het meest effectief en voorkomen dat stoffen in het milieu en het watersysteem terecht komen. Als bronaanpak niet afdoende of niet mogelijk is, kan bij de herinrichting van waterlopen rekening gehouden worden met een zuiverende voorziening/werking.

TABEL 1.1

Landelijke bijdrage van stikstof- en fosforbronnen over de jaren 2020-2022 (<https://data.emissieregistratie.nl/emissies/geraadpleegd-op-28-11-2024>)

BRONNEN	STIKSTOF (N)	FOSFOR (P)
Uitspoeling nutriënten landbouwgronden	42%	41%
Overige landbouwactiviteiten	2%	4%
Uitspoeling nutriënten natuurgronden	15%	17%
Rwzi's	22%	34%
Atmosferische depositie	14%	0%
Industrie	3%	3%

1.2 DOEL VAN DIT RAPPORT

Dit rapport is bedoeld om ontwerpteams van (her)inrichtingsprojecten handvatten te bieden om in een project een bijdrage te leveren aan het verbeteren van de waterkwaliteit. De rapportage geeft uitleg over het effect van gangbare inrichtingsmaatregelen op de waterkwaliteit. Hierbij ligt de focus op beeksystemen op de hogere zandgronden. De achtergrondinformatie kan helpen bij het optimaliseren van inrichtingsmaatregelen om een zo gunstig mogelijk effect op de waterkwaliteit te bereiken en bij het inschatten van de noodzaak om aanvullende waterkwaliteitsmaatregelen in te passen.

Omdat de fysisch-chemische parameters sturend zijn in het behalen van de ecologische doelen, hebben we in deze rapportage vooral gekeken naar maatregelen die de fysisch-chemische parameters verbeteren. Maar we geven ook inzicht in de effecten van de waterkwaliteitsmaatregelen op het verminderen van andere (chemische) stoffen die op dit moment nog aandacht nodig hebben om de KRW-doelen te halen. In dit rapport zijn veel voorkomende parameters opgenomen, die normoverschrijdend zijn in het oosten en zuiden van Nederland.

De lijst met stoffen die opgenomen is in deze rapportage is tot stand gekomen in samenspraak met de begeleidingscommissie en bestaat uit de volgende parameters: Temperatuur, zuurstof, organisch stof, stikstof, fosfor, ammonium, metalen, gewasbeschermingsmiddelen (gbm) en microverontreinigingen.

Uit de praktijk blijkt dat een inrichtingsproject vaak vanuit een ecologisch doel of wateropgave wordt aangevlogen, slechts in enkele gevallen wordt het projectdoel ingegeven vanuit een waterkwaliteitsdoel. Dit rapport kan gebruikt worden vanuit twee invalshoeken:

- Vanuit een gedefinieerd waterkwaliteitsdoel;
- Vanuit een bestaande inrichtingsopgave.

Door het beantwoorden van vragen wordt de gebruiker uitgedaagd om na te denken over verschillende aspecten die van invloed zijn op het beoogde effect van een waterkwaliteitsmaatregel. Deze adaptieve aanpak heeft als doel om met het ontwerpteam de juiste afwegingen te maken.



INHOUD



INTRO



ONTWERP



STAPPENPLAN



ROUTE A



ROUTE B



FACTSHEETS

➤ HOOFDSTUK 2

ONTWERPEN VOOR WATERKWALITEIT



INHOUD



INTRO



ONTWERP



STAPPENPLAN



ROUTE A



ROUTE B



FACTSHEETS

2.1 ONTWERPPROCES

Waterschappen kennen over het algemeen een aantal projectfasen die doorlopen worden bij inrichtingsprojecten. In principe is het in iedere fase mogelijk om aandacht te hebben voor waterkwaliteit, maar geldt wel “hoe eerder, hoe beter”.

In onderstaande tabel zijn de verschillende projectfasen weergegeven met daarbij de mogelijkheid voor het inpassen van waterkwaliteitsdoelen. Deze rapportage is bedoeld als hulpmiddel in de planfase, wanneer het ontwerp technisch wordt uitgewerkt.

TABEL 2.2

Fases van verkenning tot en met uitvoering van (her)inrichtingsprojecten

FASE	SCOPE	DOEL	BETROKKENEN
Verkenning	De grote lijnen van het project worden omschreven en de ecologische en waterkwaliteitsdoelen op hoofdlijnen verwoord	De ecologische en waterkwaliteitsdoelen worden op hoofdlijnen verwoord (ESF niveau)	Beleidsmedewerkers, gebiedsadviseurs, planvormers, inhoudelijk adviseur waterkwaliteit en/of ecologie
Definitie	De ruimtelijke kaders voor het inrichtingsgebied worden geschetst	Waterkwaliteitsdoelen worden concreter geformuleerd (parameters en gehalten)	Planvormers, grondaankopers, gebiedsadviseurs, projectleider, projectmedewerkers, adviseur waterkwaliteit en/of ecologie
Planfase/ontwerpfase*	Het ontwerp wordt technisch uitgewerkt	Waterkwaliteitsmaatregel wordt ingepast in het ontwerp	Projectmedewerkers, projectleider, adviseur waterkwaliteit en/of ecologie, regio- en gebiedsbeheerders, medewerkers beheer en onderhoud
Uitvoering	Het ontwerp wordt uitgevoerd	Aandacht voor waterkwaliteit bij uitvoeringsactiviteiten	Projectmedewerkers, regio- en gebiedsbeheerders, medewerkers beheer en onderhoud, soms ook adviseur waterkwaliteit en/of ecologie
Beheer, onderhoud en monitoring	Waterkwaliteitsmaatregel heeft mogelijk ander onderhoud nodig dan regulier	In stand houden en beheren, bij voorkeur ook na bepaalde periode evalueren	Regio- en gebiedsbeheerders, medewerkers beheer en onderhoud, soms ook adviseur waterkwaliteit en/of ecologie

* Dit rapport geeft handvatten om in de planfase een keuze te maken welke waterkwaliteitsmaatregel het meest effectief is

In iedere fase is het nodig om waterkwaliteit een plek te geven. Als waterkwaliteitsdoelen in de verkennings- en definitiefase geen aandacht krijgen, is het heel lastig om in de plan- en uitvoeringsfase daarvoor nog extra aandacht en budget te krijgen.

Onderstaande vragen kunnen helpen om in alle fases aandacht te besteden aan waterkwaliteit:

Verkenningfase/initiatiefase

- Is in het inrichtingsgebied of benedenstrooms daarvan aanpak van overschrijdingen van stoffen of fysisch chemische parameters gewenst?
- Is het zinvol om voor ruimtelijke afbakening rekening te houden met (extra) ruimte voor waterkwaliteitsdoelen?
- Voor welke stoffen is een aanpak gewenst? Eventueel gekoppeld aan de ecologische doelen.
- Zijn er al meetgegevens op de projectlocatie beschikbaar? Dit kan gebruikt worden als nulmeting voor effectmonitoring.
 - Wat is de herkomst van de stoffen? En is verbetering van bronnenaanpak mogelijk?
 - Is daarna/daarnaast optimalisatie via (her)inrichting wenselijk?

Definitiefase

- Is het mogelijk om het waterkwaliteitsdoel concreter te formuleren?
- Gebruik bronanalyses / Watersysteemanalyse om doelen helder te formuleren. Wat is haalbaar/realistisch?
 - Is het nuttig om aanvullende waterkwaliteitsdoelen te formuleren als ondersteuning aan de ecologische doelen?
 - Is het zinvol om voor grondaankoop en ruimtelijke afbakening rekening te houden met (extra) ruimte voor waterkwaliteitsmaatregelen?

Planfase/ontwerpfase

- Waar is ruimtelijk een waterkwaliteitsmaatregel in te passen?
- Welke waterkwaliteitsmaatregel heeft de voorkeur vanuit het perspectief van waterkwaliteitsverbetering?
 - Welk potentiële effect heeft de maatregel op de waterkwaliteit?
 - Wat zijn de juiste randvoorwaarden (dimensies, verblijftijden, etc)?

Uitvoering

- Welke materialen worden gebruikt?
- Op welk moment in het jaar wordt gewerkt?

Beheer, onderhoud en monitoring

- Is het beheer geborgd, intern of extern?
- Leg verantwoordelijkheden en afspraken ten aanzien van beheer en onderhoud vast in een onderhoudsplan, tenzij regulier onderhoud volstaat.
- Schrijf een monitoringsplan om effectiviteit te kunnen volgen.

2.2 VUISTREGELS VOOR EEN GOEDE WATERKWALITEIT

Bij herinrichting kan een aantal vuistregels gehanteerd worden die ervoor zorgen dat gebruik gemaakt wordt van natuurlijke processen die een positieve uitwerking hebben op de waterkwaliteit (Rikje van de Weerd, januari 2024). De vuistregels kunnen worden gebruikt om effecten in te schatten.

1. Zorg voor groot contactoppervlak en lange contacttijd

- Op het grensvlak tussen water en bodem of planten vinden omzettings- en adsorptieprocessen plaats. Hoe langer de contacttijd, hoe effectiever de processen.
- Een groot contactoppervlak en een langere contacttijd zorgen voor een hogere effectiviteit van maatregelen. De tijd om bodemchemische processen te laten plaatsvinden is immers langer.
- De mate waarin stoffen binden aan bodemdeeltjes hangt af van de samenstelling. Klei en organische stoffen binden stoffen goed, terwijl zand over het algemeen minder goed bindt. Wanneer om zand een ijzer- of aluminiumhydroxide coating wordt aangebracht, kan het wel stoffen binden.
- Water dat infiltreert en dus langzaam door de bodem zakt heeft een lange verblijftijd en een relatief groot contactoppervlak.

2. Zuiver water zo dicht mogelijk bij de (verontreinigings)bron

- Het wegvangen van stoffen die de waterkwaliteit verstoren voordat het in het watersysteem belandt is het meest effectief.
- Waterkwaliteitsmaatregelen kunnen daarom het beste stroomopwaarts of zo dicht mogelijk bij de bron worden ingezet.

3. Verwijder ongewenst slib

- Bij beekherstel hoort een natuurlijke dynamiek waar erosie en afkalving onderdeel van zijn. Met name langs voedselrijke oevers (zoals voormalige landbouwgronden) is er een risico dat ongewenste stoffen in het water komen door afkalving en erosie van oevers.
- Aan zwevende delen hechten zich gemakkelijk (voedselrijke) stoffen. Door ervoor te zorgen dat de stroomsnelheid snel vermindert kan een slibvang worden gecreëerd. Hier kan periodiek worden gebaggerd zodat ongewenst slib en nutriënten worden verwijderd.

4. Voorkom erosie en afkalving van voedselrijke oevers

- Bij beekherstel hoort een natuurlijke dynamiek waar erosie en afkalving onderdeel van zijn. Met name langs voedselrijke oevers (zoals voormalige landbouwgronden) is er een risico dat ongewenste stoffen in het water komen door afkalving en erosie van oevers.
- Door (natuurlijke) bescherming van oevers en het weghouden van groot vee bij steile oevers kan afkalving worden voorkomen.
- Gebruik voedselarme grond voor aanpassingen van de oever, verondiepen en versmallen van profielen. Maak, waar mogelijk, gebruik van gebiedseigen grond.

5. Zorg voor koel en stromend water met voldoende zuurstof

- Voor een goede ecologie zijn de temperatuur van het water, voldoende zuurstof en stroming belangrijk.
- Hoe warmer het water, hoe sneller de (omzettings)processen verlopen en bacteriën groeien. Dit zorgt voor grotere zuurstofvraag en daarom ontstaan zuurstoftekorten sneller bij hogere temperaturen. In de zomer zien we daarom vaker zuurstoftekorten ontstaan, waardoor vissen het moeilijk krijgen. Stroming, aanvoer van koeler water en beschaduwning kan opwarming voorkomen. Voor een goede ecologische toestand geldt in de meeste Nederlandse wateren een maximale dagtemperatuur van 25 graden.
- Voor de ecologie van stromende wateren (R-types KRW) is vooral de stroming belangrijk. Stroomsnelheid kan worden hersteld door profielen te verbreden en het stroombakje te versmallen.
- Zuurstof in het water is afkomstig van waterplanten, algen en vanuit de lucht. Planten en algen zetten koolstofdioxide om in zuurstof en geven dat af aan het water. Als water meer in contact komt met lucht kan meer zuurstof in het water oplossen (door onrustige stroming of bij een waterval of een stuw bijvoorbeeld). Ook windwerking over het water kan zorgen voor meer zuurstofopname.



INHOUD



INTRO



ONTWERP



STAPPENPLAN



ROUTE A



ROUTE B



FACTSHEETS

➤ HOOFDSTUK 3 STAPPENPLAN


INHOUD
INTRO
ONTWERP
STAPPENPLAN
ROUTE A
ROUTE B
FACTSHEETS

3.1 ADAPTIEF ONTWERPEN

Als hulpmiddel voor het inzetten van waterkwaliteitsmaatregelen maken we gebruik van adaptief ontwerpen. Deze methode helpt om, afhankelijk van het uitgangspunt en het doel, afwegingen te maken. De gebruiker wordt aan de hand van vragen uitgedaagd om na te denken over verschillende (technische) aspecten die van belang zijn voor de inpassing of voor het effect van de maatregel. Het resultaat is een overzicht van mogelijke maatregelen die bijdragen aan het waterkwaliteitsdoel.

Het gebruik van het adaptief model helpt om de juiste afwegingen te maken in het ontwerpproces. De start van het proces:

- begint vanuit een inrichtingsopgave
- begint vanuit een waterkwaliteitsdoel

3.2 GEBRUIK VAN HET STAPPENPLAN

Het stappenplan is een hulpmiddel om in de juiste volgorde na te denken over aspecten die van invloed zijn op de keuze van een waterkwaliteitsmaatregel.

Na het kiezen van een route (A: uitgangspunt beekherstelmaatregel of B: uitgangspunt KRW knelpunten) krijg je als gebruiker informatie over inpasbaarheid en effectiviteit van waterkwaliteitsmaatregelen via een overzichtstabel. Selecteer als gebruiker zelf de maatregelen die binnen het project kansrijk zijn en vervolg vervolgens het stappenplan door verder te gaan met de analyse.

Voor deze analyse dient gebruik gemaakt te worden van de factsheets en is projectspecifieke informatie nodig. De factsheets geven aan hoe de waterkwaliteitsmaatregel werkt en waar bij de inpassing op gelet moet worden.

De vragen in tabel Route A en Route B helpen bij deze analyse. Het resultaat is een prioritering van de selectie van mogelijke waterkwaliteitsmaatregelen.

TABEL 3.1.a

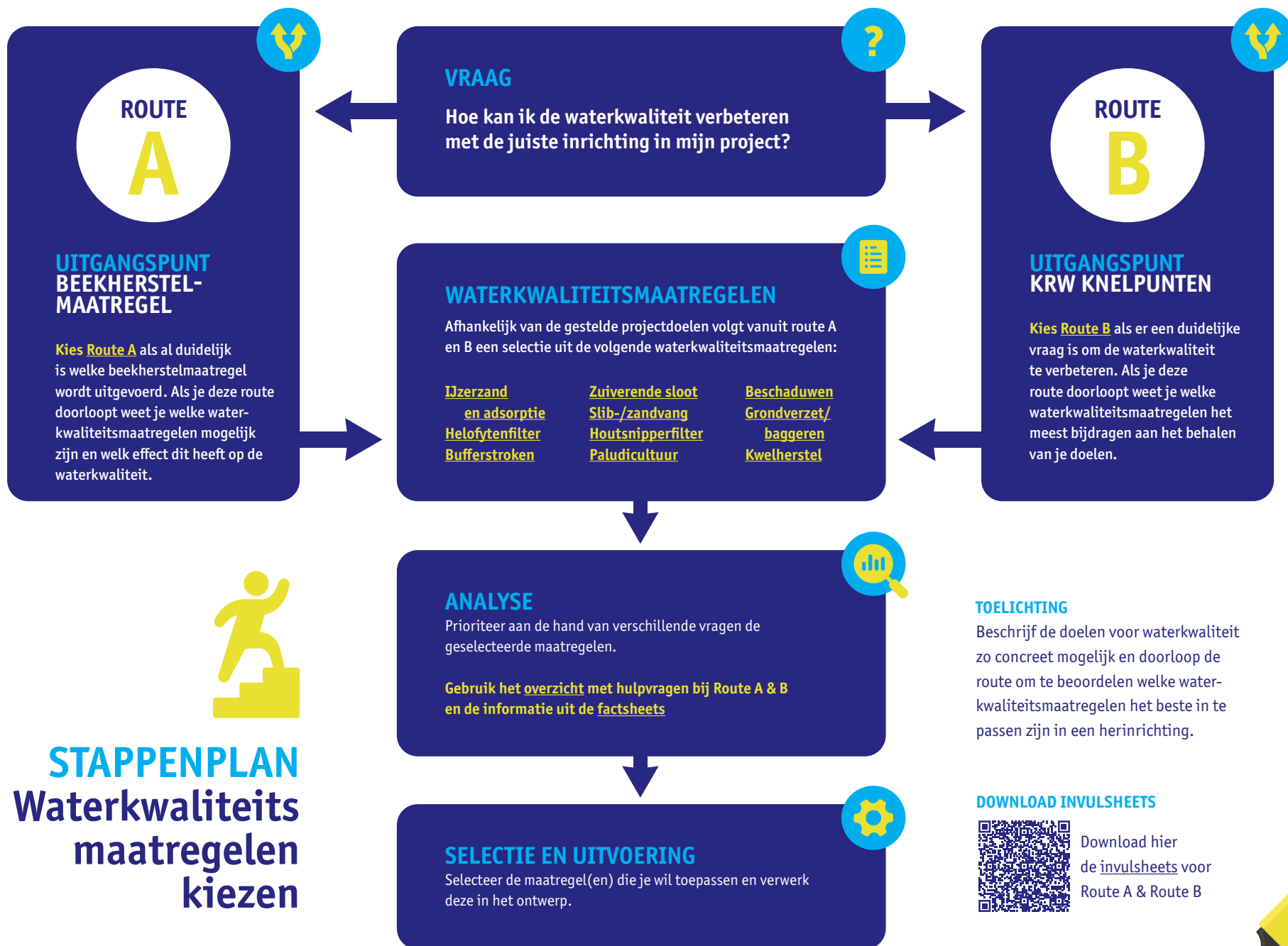
Hulpvragen voor route A

MOET DE WATERKWALITEITSMATREGEL PASSEN BINNEN EEN GEKOZEN INRICHTINGSMATREGEL?	
Hoe draagt de inrichtingsmaatregel zelf al bij aan de waterkwaliteit?	Zie de tabel op blz 19 voor de relatie tussen beekherstelmaatregelen en KRW knelpunten
Is nog meer verbetering ten aanzien van waterkwaliteit nodig?	Zie de tabel op blz. 19 voor de mogelijkheden om waterkwaliteitsmaatregelen in te passen bij diverse inrichtingsmaatregelen
Kies uit de lijst met waterkwaliteitsmaatregelen de maatregelen die het beste aansluiten bij de waterkwaliteitsdoelen	
Beoordeel of de maatregelen in te passen zijn binnen het huidige ontwerp	Zie de factsheets voor dimensies en randvoorwaarden
Bepaal de kosten-baten	Zie de factsheets voor voorbeelden en uitgangspunten ten aanzien van de kosten
Zet de maatregelen op volgorde van haalbaarheid/effectiviteit	
Pas de maatregel toe in het ontwerp	

TABEL 3.1.b

Hulpvragen voor route B

KAN DE WATERKWALITEITSMATREGEL VRIJ GEKOZEN WORDEN?	
Welke waterkwaliteitsmaatregel draagt het beste bij aan het doel?	Zie de tabel op blz 27 voor de relatie tussen waterkwaliteitsmaatregelen en KRW knelpunten
Zet de maatregelen die bijdragen aan het doel op volgorde van effectiviteit.	
Welke dimensies/randvoorwaarden zijn nodig om de maatregelen effectief te laten zijn?	Zie de factsheets
Is het mogelijk om de maatregelen te combineren met overige inrichtingsmaatregelen?	Zie de tabel op blz 27 voor de mogelijkheden om waterkwaliteitsmaatregelen in te passen bij diverse inrichtingsmaatregelen
Beoordeel of de overige inrichtingsmaatregelen ook een bijdrage leveren aan het waterkwaliteitsdoel	Zie de tabel op blz. 27 voor de relatie tussen inrichtingsmaatregelen en de KRW knelpunten
Bepaal de kosten-baten	Zie de factsheets voor voorbeelden en uitgangspunten ten aanzien van de kosten
Zet de maatregelen op volgorde van haalbaarheid/effectiviteit	
Pas de maatregel toe in het ontwerp	



⇒ HOOFDSTUK 4

ROUTE A BEEKHERSTELMAATREGELEN



INHOUD



INTRO



ONTWERP



STAPPENPLAN



ROUTE A



ROUTE B



FACTSHEETS

ROUTE A BEEKHERSTEL- MAATREGEL

1 BEEKHERSTEL- MAATREGELN

Welke beekherstelmaatregel ben je van plan om uit te voeren?
Bekijk welke waterkwaliteitsmaatregelen daarbij passen en markeer deze.

2 KRW KNELPUNTEN

Beoordeel in hoeverre de beekherstelmaatregel zelf bijdraagt aan de waterkwaliteit. Is nog meer verbetering van de waterkwaliteit nodig? Markeer de knelpunten.

3 SHORTLIST

Noteer aan de hand hiervan welke waterkwaliteitsmaatregel(en) in aanmerking komen in jouw situatie.
Noteer deze als shortlist

4 VERDIEPING

Bekijk de factsheets van de geselecteerde waterkwaliteitsmaatregelen. Prioriteer de geselecteerde waterkwaliteitsmaatregelen aan de hand van de vragen in Tabel 3.1.

WATERKWALITEITSMATREGELEN	IJzerzand	Helofytenfilter (horizontaal)	Helofytenfilter (verticaal)	Droge bufferzone	Natte bufferzone	Zuiverende sloot	Slib/zandvang	Houtsnipperfilter	Paludicultuur	Beschaduwung	Grondverzet/baggeren	Kwelherstel
BEEKHERSTELMAATREGELN												
Oeveringrepen												
Plas-draszones		X	X		X	X					X	
Droge oever				X					X	X	X	
Natte oever		X	X		X				X		X	
NVO		X	X	X	X							
Ingrepen in de waterhuishouding												
Inlaatwater/sloten	X	X	X		X	X		X				X
Peilbeheer				X	X	X	X		X			X
Verondiepen	X				X						X	X
Hermeanderen	X	X	X	X	X		X	X		X	X	
Structuur inbrengen												
Dood hout					X		X					
Vispasseerbaarheid												
Vistrap												
Natuurlijk verhang/drempels		X	X				X				X	

KRW KNELPUNTEN (reductie in % tenzij anders aangegeven)												
temperatuur	nb	+/-	+/-	0	0	0	+/-	+	0	2-4 °C	+	+
zuurstof	nb	nb	nb	0	0	+	0	-	+/-	0	+	-
organisch stof	-	>80	>90	0	+	nb	+	nb	0	+	+/-	0
stikstof	minimaal	30-50	<20	<20	40	60	<10	20-40	+/-	+/-	+/-	+/-
fosfaat	tot 90	10-20	10-20	<10	<10	50	20-50	0	+/-	+/-	+/-	+/-
ammonium	+/-	20-30	>90	0	+	>30	+/-	-	0	0	+/-	-
metalen	+/-	+	+	0	+	<10-50	+	+/-	+/-	0	+/-	+/-
gewasbeschermingsmiddelen (gbm)	+/-	+	+	70-90	+	<10-50	<10-50	+/-	+/-	+	+/-	+/-
microverontreinigingen	minimaal	+	+	0	+	<10-50	<10-50	+/-	0	0	+/-	+/-

SCORE												
Noteer welke maatregelen mogelijk geschikt kunnen zijn												

in rood: expertoordeel + positief effect verwacht +/- onder bepaalde omstandigheden positief effect mogelijk - negatief effect verwacht nb niet bekend

4.1.1 Oeveringrepen

Voor het aanpassen van oevers is het noodzakelijk om grond te herschikken, aan te brengen of juist te verwijderen. De kwaliteit van de grond heeft een direct effect op eventuele uitspoeling van stoffen naar het oppervlaktewater. De nieuwe hoogteligging van de oevers heeft effect op hoe en waar vandaan water afspoelt of dat water juist via infiltratie het oppervlaktewater kan bereiken. Inundaties met beekwater kunnen vervolgens de beekbegeleidende gronden verrijken met nutriënten of milieuvreemde stoffen (microverontreinigingen, zware metalen en bestrijdingsmiddelen) (STOWA 2012-36). Pas zoveel mogelijk gebiedseigen grond toe en maximaal licht verontreinigde bagger of grond met kwaliteit 'natuur'.

Te allen tijde geldt uiteraard het Besluit bodemkwaliteit waarin de kwaliteitsklassen en bodemfunctieklassen zijn vastgesteld. In sommige projecten kan sprake zijn van het toetsingskader voor een grootschalige toepassing (>5.000 m³).

Het is ook mogelijk om over een voedselrijke waterbodem een schone (afdek) laag van 30-50 cm aan te brengen. In dat geval hoeft minder schone grond aangevoerd te worden, maar dit werkt alleen goed als weinig tot geen erosie wordt verwacht. Een andere oplossing, in het geval van beperkte beschikbaarheid van voedselarme grond, is het slim aanbrengen van de schone grond. Bijvoorbeeld juist bovenstrooms voedselarmere grond inbrengen en de

TIP

- Denk bij grondverzet aan criteria voor nutriënten en evt. ijzer. Neem deze parameters mee bij (water)bodemonderzoek en stel er eisen aan.
- Pas maximaal licht verontreinigde bagger (voorheen klasse A) / grond kwaliteit landbouw/natuur toe, tenzij er uitgebreid naar minimalisatie risico's wordt gekeken.

voedselrijkere grond benedenstrooms toepassen (B. Brugmans, persoonlijke communicatie, 06-09-2024). Opgemerkt wordt wel dat voor natuurontwikkeling en waterkwaliteit stoffen als fosfor, stikstof en ijzer van belang zijn, welke niet zijn opgenomen in de standaard analysepakketten die worden gebruikt voor de milieuhygiënische verklaring.

Droge oever

De overgang van bodem naar water wordt bij herinrichtingsmaatregelen vaak natuurlijker gemaakt. Dat wil zeggen dat rechte en/of beschoeide oevers worden verflauwd. Hoe flauwer het talud hoe geleidelijker de overgang van droge naar natte zone en daarmee ontstaat een hogere ecologische waarde. Bij het verflauwen van taluds ontstaan vaak moeras- of plas-draszones die een filterende werking (kunnen) hebben.

Door de droge oever zo in te richten dat bosschages of beekbegeleidende bossen tot ontwikkeling komen kunnen diffuse verontreinigingen (voedingsstoffen, organisch stof en toxische stoffen) de beek moeilijker bereiken omdat deze worden opgenomen, afgebroken of gefilterd (STOWA 2017-16). Langs beken kan de vegetatie oevers beschermen tegen erosie (STOWA 2020-36) en zo de inspoeling van sediment en andere stoffen verminderen. Daarnaast levert een hoge vegetatie (mits juist georiënteerd) schaduw waardoor de temperatuur van het water wordt verlaagd en zorgt het voor toevoer van organisch materiaal naar de beek dat gunstig is voor habitatvariëaties (Verdonschot *et al.*, 28 juli 2016). Lokaal zijn kleine openingen in de oevervegetatie gunstig voor waterplantengroei en afbraak van blad (STOWA 2017-16).

Het effect van beschaduwde trajecten op verlaging van de watertemperatuur blijkt voor een groot deel afhankelijk te zijn van het type bladerdek (boomsoort, bladdichtheid, toestand bladeren) boven de beek (Verdonschot *et al.*, 28 juli 2016). Daarbij is het voor een optimale effectiviteit voor ecologie van belang dat de lengte 0,8-1,3 km bedraagt en bestaat uit bos of singel (ipv enkele bomenrij). Uit onderzoek in Brabantse beken bleek de temperatuur gemiddeld



INHOUD



INTRO



ONTWERP



STAPPENPLAN



ROUTE A



ROUTE B



FACTSHEETS

2,5 graden gedempt te worden bij een traject van ca 0,8 km beplanting. Een positief effect van beschaduwning is verder het tegengaan van overmatige vegetatieontwikkeling in de beek. Dit is echter pas effectief als een traject flink beschaduwd wordt.

Aandachtspunten voor beekbegeleidende bossen: dit is vaak bezwaarlijk voor landbouw vanwege schaduw, daarnaast wordt onderhoud vanaf de kant bemoeilijkt en een obstakelvrije zone is een wettelijke verplichting. Tot slot veroorzaakt het mogelijk een grotere baggeropgave vanwege veel bladinvall (Verdonschot *et al.*, 28 juli 2016).

TIP

- Denk bij aanpassingen aan een waterloop ook aan de inrichting van de droge oever als extra buffer voor ongewenste stoffen in het water
- Houdt bij de inrichting van de droge oever rekening met aanplant van bomen en struiken als manier om de gemiddelde zomertemperatuur te verlagen en als een extra impuls voor ecologie.

Natte oeverzone, plas-draszones, natuurvriendelijke oever (NVO)

Oeverzones die worden ingericht als moeras- of plas-draszone liggen jaarrond net onder water. Ze worden ook wel natte bufferzones genoemd en hebben een filterende werking. Naast het feit dat de planten stoffen opnemen en op die manier uit het water verwijderen, zorgt de vegetatie ook voor het invangen van sediment.

Bij lage fosforbelasting (lager dan de grenswaarde van 0,8 mg/m²/dag) kan een natuurvriendelijke oever (NVO) bijdragen aan verbeteren van de waterkwaliteit. Bij een hoge fosforbelasting kan de vegetatie meestal niet goed ontwikkelen en

zal het dus ook weinig effect opleveren (STOWA 2009-37). Bij de inrichting van de natte oeverzone/moeraszone is het van belang om voedselarme grond toe te passen om ontwikkeling van flab- en blauwalgen tegen te gaan.

Om een groter effect op de waterkwaliteit te bereiken kan een specifiek helofytenfilter (vloeiveld of zuiverende sloot) worden aangelegd. Water dat normaal gesproken via zij-instroom of een inlaat de beek bereikt kan zo doelgericht gefilterd worden voordat het water de beek bereikt.

TIP

- Natte oeverzones dragen bij aan duurzaam functioneren van het aquatisch systeem, maar moeten niet als nutriëntenherstelmaatregel worden gezien

4.1.2 Ingrepen in de waterhuishouding

Inlaatwater

Bij het inlaten van water is het van groot belang om te beoordelen welk water wordt ingelaten en wat de karakteristieken van dat water zijn (STOWA 2024-35). Dat geldt voor macroparameters zoals hardheidbepalende stoffen (calcium en magnesium), zoutconcentratie/geleidingsvermogen, sulfaat, zwevende (onopgeloste) stoffen, opgeloste organische stof, pH en bicarbonaat. Daarnaast zijn de nutriëntenconcentraties van belang en verontreinigingen (metalen, PAK, gewasbeschermingsmiddelen, industriële stoffen en (dier)geneesmiddelen).

Een veel voorkomende praktijk is dat water vanuit de Rijkswateren wordt ingelaten. Dit heeft veelal andere karakteristieken (harder water en andere - niet per definitie hogere - nutriënten- en verontreinigingsconcentraties) dan het regionale water. Dit verschil kan een grote invloed hebben voor beeksystemen.

TIP

- Als de hoeveelheid of de herkomst van inlaatwater verandert, beoordeel dan of de (wijziging in) kwaliteit voor zowel macroparameters (hardheid/bicarbonaat, sulfaat, nutriënten) en microverontreinigingen past bij de ecologische doelen van het gebied.
- Maak gebruik van het 'afwegingskader inlaat gebiedsvreemd water voor natuur' om inzicht te krijgen of het wenselijk is om gebiedsvreemd water in te laten.

Peilbeheer in de watergang/beek

In het algemeen wordt onderscheid gemaakt tussen vrij afwaterende gebieden (waar streefpeilen met beheer- en conserveringsmarges worden gehanteerd) en peilbesluitengebieden in de polders, waar de oppervlaktewaterpeilen en de manier van peilbeheer vastliggen. In peilbesluiten is waterkwaliteit en ecologie een van de integrale gebiedsopgaves waarmee rekening gehouden moet worden. Een concreet uitgangspunt daarbij is dat voor vispasseerbaarheid en waterkwaliteit zo min mogelijk peilgebieden worden opgeknipt (al zijn er uitzonderingen). Voor de KRW wordt zo veel mogelijk aangesloten bij de ecologische streefbeelden van het watersysteem. Daarnaast worden peilen in specifieke gebieden zo optimaal mogelijk beheerd voor weidevogels.

Een aantal waterschappen kiest ervoor om voor vrij afwaterende gebieden een nota peilbeheer op te stellen. Ook hier is aandacht voor ecologische streefbeelden, maar minder voor (chemische) waterkwaliteit. Peilbeheer heeft effect op de waterkwaliteit via inlaatwater voor peilhandhaving of doorspoeling, via drainage/ontwatering van percelen en via de diepte van de waterkolom in de watergang, die mede de interactie tussen (water)bodem en (grond)water bepaalt. Dit geldt voor zowel vrij afwaterende gebieden, als ook voor peilbeheerste poldersystemen.

TIP

- Als wijzigingen in het peilbeheer zijn voorzien in de directe omgeving, beoordeel dan in hoeverre dit effect heeft op de aanvoer van water naar de beek/watergang (zowel de hoeveelheid als de kwaliteit).

Aanpassingen in het peilbeheer zorgen voor verschuiving in de waterbalans. Dit heeft invloed op de stoffenbalans en de oppervlaktewaterkwaliteit. Hoe de verandering uitpakt voor de stofconcentraties verschilt per parameter en per gebied (STOWA 2012-41). De invloed van het peilbeheer op de kweldruk is afhankelijk van verschillende gebiedskenmerken zoals de schaal, de verhouding land-water, de kwel- of infiltratieflux en de doorlatendheid van de ondergrond.

Verondiepen waterloop

Door lokaal te verondiepen ontstaat meer variatie in substraat en stroomsnelheid. Dit werkt positief voor het zuurstofgehalte van het water. Kleinschalige zandsuppleties blijken geen effect te hebben op de nutriëntgehalten in de waterkolom erboven. Het aanbrengen van zand zorgt direct na het aanbrengen voor een afname van diversiteit en aanwezigheid van macrofauna door verstikking. Na stabilisatie ontstaat meer substraatvariatie en stroming waardoor een toename van macrofauna in de beek wordt gezien. Daarnaast ontstaat meer vegetatie in de natte oeverzones door ontwikkeling van nieuwe habitats (beekmoeras) (Deltafact, juni 2021).

Het inbrengen van grond zorgt voor opstuwing in een natte periode. Afhankelijk van de doelen voor het watersysteem kan dit zo worden ingericht dat dit ervoor zorgt dat de beek bovenstrooms af en toe overstroomt en voor vernatting en langere nat-droog gradiënten van de beekbegeleidende zone zorgt. Uit onderzoek blijkt dat het afgezette materiaal de belangrijkste bron van nutriënten op dalvlakte is (en niet het inundatiewater) (STOWA 2020-36).

TIP

- Denk bij het inbrengen van grond aan criteria voor nutriënten en eventueel ijzer.
- Denk ook aan slim inbrengen van grond door bijvoorbeeld voedselrijke lagen af te dekken.
- Maak gebruik van gebiedseigen grond, omdat dat qua samenstelling aansluit bij de inrichtingslocatie.

Hermeanderen

Een ingrijpende manier om stromend water van een natuurlijker profiel te voorzien is het graven van nieuwe beekprofielen. Als dit optimaal wordt ontworpen zorgen zelfregulerende processen voor een natuurlijk beeksysteem dat bijdraagt aan een betere waterkwaliteit (STOWA 2012-36). Bij hermeandering wordt zowel hydrologisch als morfologisch naar een optimale inrichting gekeken. Omdat bij deze maatregel het hele profiel van de beek opnieuw wordt ingericht is het mogelijk om zowel aandacht te hebben voor de kwaliteit van het aanvoerwater als van de beekbodem en de begeleidende oevers.

Herstel van kwelstromen

Grondwaterafhankelijke natuur is gebaat bij hoge grondwaterstanden en vaak bij aanwezigheid van kwel. Daarnaast zorgt herstel van kwel voor behoud van watervoerendheid van waterlopen in droge perioden (Deltares, 20 februari 2023). Kwelstromen kunnen worden hersteld door grondwater in een gebied vast te houden, door minder grondwater te onttrekken of door actief grondwater aan te vullen.

De toename van kwel kan een positief en negatief effect hebben op de waterkwaliteit. De chemische samenstelling van kwelwater verschilt namelijk met die van oppervlaktewater. In het algemeen geldt voor de

zandwaterschappen dat kwelwater minder zuurstof en minder fosfor bevat dan oppervlaktewater, maar wel meer kalk en ijzer. Het herstel van kwelstromen kan er dus voor zorgen dat meer ijzer in het oppervlaktewater terecht komt wat de fosfaatconcentratie verlaagt, omdat dit kan binden aan het ijzer. Maar tegelijk kan de sterkere kwelstroom ervoor zorgen dat (historische) verontreinigingen op de route worden getransporteerd naar de beek waardoor deze parameters een negatief effect hebben op de waterkwaliteit.

TIP

- Als de hoeveelheid kwel toeneemt, beoordeel dan of de (wijziging in) kwaliteit voor zowel macroparameters (hardheid/bicarbonaat, sulfaat, nutriënten) en microverontreinigingen past bij de ecologische doelen van het gebied.

4.1.3 Structuur inbrengen

Door hout in te brengen ontstaat een veel gevarieerdere bodem van substraten. Het inbrengen van hout zorgt voor ophoping van sediment en daarmee plaatselijk voor verondieping. Zand, blad, grind, fijn en grof organisch materiaal en houtdominante substraten vormen na verloop van tijd de waterbodem. De stromingsvariatie verandert daarmee sterk (STOWA 2012-36) en dood hout kan een opstuwende werking hebben. Het obstakel kan ook voor micromeandering binnen het beekprofiel zorgen. Deze variatie in stroming zorgt voor hogere zuurstofverzadiging en is goed voor de ecologische kwaliteit. Bijkomend voordeel is dat de houtpakketten overlevingsmogelijkheden bieden voor veel soorten. Ze bieden schuilplaatsen en hechttingsplaatsen en de luwe zones zijn geschikt voor ei-afzet en bieden een koel habitat voor vis (STOWA 2017-16).

Het invangen van zand kan zorgen voor bodemverhoging die leidt tot beek begeleidende natte zones. Deze zones zorgen voor vertraagde afvoer. De mate

van vertraging van afvoer en hoogte van opstuwing hangt af van het beekprofiel, het verhang en het aantal en de dichtheid van de houtpakketten (STOWA 2017-16). Met name in de zomersituatie, wanneer er een lagere waterafvoer is, heeft het houtpakket dat onder gemiddeld peil ligt een hoger hydraulisch effect (verhoging grondwaterstand en mogelijk inundatie). Afhankelijk van de wijze van toepassing zorgen houtpakketten bij een lage waterstand voor een obstakel voor vismigratie. De aanleg van structuren hebben geen direct effect op de fysisch-chemische waterkwaliteit

4.1.4 Vispasseerbaarheid

Inrichtingsprojecten hebben soms (ook) als doel te zorgen dat vis makkelijk kan migreren. Wanneer er obstakels zijn voor vissen om zich te verplaatsen kunnen vispassages worden aangelegd. Obstakels kunnen te maken hebben met de stroomsnelheid en waterdiepte/turbulentie of fysieke barrières zoals stuwen. Om migratie voor vissen mogelijk te maken kan een natuurlijke vispassage worden aangelegd of een technische oplossing worden ontworpen.

Natuurlijke vispassage kan gecreëerd worden door een bypass aan te leggen, door met de aanleg van drempels waterbekkens te maken of door een helling van stenen aan te leggen (ter Veld, juni 2015). Een bypass kan worden aangelegd om stuwen heen wanneer er voldoende ruimte beschikbaar is. Een bekkervispassage kan in midden- en benedenlopen worden aangelegd om de stroomsnelheid te verlagen. En tot slot kan in snelstromende bovenlopen een helling van stenen worden geplaatst die het water remmen (max 1 m hoogteverschil per 20-30m). De aanleg van een vispassage heeft geen direct effect op de fysisch-chemische waterkwaliteit, maar kan wel effect hebben op de hydraulische functie van het watersysteem (opstuwing).



INHOUD



INTRO



ONTWERP



STAPPENPLAN



ROUTE A



ROUTE B



FACTSHEETS

⇒ HOOFDSTUK 5

ROUTE B KRW KNELPUNTEN



INHOUD



INTRO



ONTWERP



STAPPENPLAN



ROUTE A



ROUTE B



FACTSHEETS

➤ ROUTE B KRW KNELPUNTEN

1 KRW KNELPUNTEN

Voor welke KRW knelpunten moeten maatregelen genomen worden? Bekijk welke waterkwaliteitsmaatregelen daarbij passen en markeer deze.

2 BEEKHERSTEL- MAATREGELEN

Bekijk binnen welke beekherstelmaatregelen de waterkwaliteitsmaatregelen in te passen zijn. Markeer deze.

3 SHORTLIST

Welke beekherstelmaatregelen zijn mogelijk? Hoe dragen die zelf al bij aan de waterkwaliteit? Markeer de waterkwaliteitsmaatregelen die het meest in aanmerking komen.

4 VERDIEPING

Bekijk de factsheets van de geselecteerde waterkwaliteitsmaatregelen. Prioriteer de geselecteerde waterkwaliteitsmaatregelen aan de hand van de vragen in Tabel 3.1.

WATERKWALITEITSMATREGELEN	IJzerzand	Helofytenfilter (horizontaal)	Helofytenfilter (verticaal)	Droge bufferzone	Natte bufferzone	Zuiverende sloot	Slib/zandvang	Houtsnipperfilter	Paludicultuur	Beschaduwung	Grondverzet/baggeren	Kwelherstel
KRW KNELPUNTEN (reductie in % tenzij anders aangegeven)												
temperatuur	nb	+/-	+/-	0	0	0	+/-	+	0	2-4 °C	+	+
zuurstof	nb	nb	nb	0	0	+	0	-	+/-	0	+	-
organisch stof	-	>80	>90	0	+	nb	+	nb	0	+	+/-	0
stikstof	minimaal	30-50	<20	<20	40	60	<10	20-40	+/-	+/-	+/-	+/-
fosfaat	tot 90	10-20	10-20	<10	<10	50	20-50	0	+/-	+/-	+/-	+/-
ammonium	+/-	20-30	>90	0	+	>30	+/-	-	0	0	+/-	-
metalen	+/-	+	+	0	+	<10-50	+	+/-	+/-	0	+/-	+/-
gewasbeschermingsmiddelen (gbm)	+/-	+	+	70-90	+	<10-50	<10-50	+/-	+/-	+	+/-	+/-
microverontreinigingen	minimaal	+	+	0	+	<10-50	<10-50	+/-	0	0	+/-	+/-

BEEKHERSTELMAATREGELEN

Oeveringrepen

Plas-draszones		X	X		X	X					X	
Droge oever				X					X	X	X	
Natte oever		X	X		X				X		X	
NVO		X	X	X	X							

Ingrepen in de waterhuishouding

Inlaatwater/sloten	X	X	X		X	X		X				X
Peilbeheer				X	X	X	X		X			X
Verondiepen	X				X						X	X
Hermeanderen	X	X	X	X	X		X	X		X	X	

Structuur inbrengen

Dood hout					X		X					
-----------	--	--	--	--	---	--	---	--	--	--	--	--

Vispasseerbaarheid

Vistrap												
Natuurlijk verhang/drempels		X	X				X				X	

SCORE

Noteer welke maatregelen mogelijk geschikt kunnen zijn												
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

in rood: expertoordeel + positief effect verwacht +/- onder bepaalde omstandigheden positief effect mogelijk - negatief effect verwacht nb niet bekend

In dit rapport nemen we de fysisch-chemische parameters als uitgangspunt, omdat daar 'harde' doelstellingen aan vast zitten. De blauw gearceerde sleutelfactoren voor R-typen (zie tabel 5.1) voegen geen extra elementen toe, al zijn de sleutelfactoren soms iets breder geformuleerd. Toxiciteit omvat bijvoorbeeld alle microverontreinigingen en ook sulfaat onder de natuurlijke stoffen. Voor de M-typen zijn de eerstgenoemde drie sleutelfactoren direct gerelateerd aan nutriënten. Verwijdering en belasting van natuurlijke stoffen hebben een sterke verbinding met zuurstof. In de rest van dit hoofdstuk wordt beschreven in hoeverre de score van de fysisch-chemische parameters kan worden verbeterd. Daarbij zal de kennis van sleutelfactoren worden gebruikt.

5.2 VERLAGING (ZOMER) TEMPERATUUR

De doelen rond watertemperatuur zijn erop gericht om niet te hoge temperaturen toe te staan. Hoge temperaturen (en zeker trends in de tijd) hebben negatieve gevolgen voor de biodiversiteit, aangezien veel waterorganismen alleen binnen een beperkt temperatuurtraject kunnen overleven. Hogere zomertemperaturen en mildere winters hebben geleid tot een algemene opwarming van het water, terwijl veranderingen in landgebruik, zoals verstedelijking en intensieve landbouw, de waterhuishouding verder hebben beïnvloed. Daarnaast zorgen verharde oppervlakken en een toename van lozingen van relatief warm water vanuit rioolwaterzuiveringsinstallaties en industriële processen voor extra opwarming.

Voor de meeste wateren geldt dat het 98-percentiel (indicatief voor 51 weken per jaar) van de maximale dagwaarde niet boven de 25°C mag komen. Voor R4-wateren (permanent langzaam stromende bovenloop op zand) geldt een grens van 18°C. Verder zijn er nog enkele wateren waarvoor de grenswaarde iets onder of boven de 25°C ligt. Per waterlichaam is vastgelegd of de watertemperatuur voldoet aan de norm. Dit kan worden opgezocht in de KRW-factsheets: <https://www.waterkwaliteitsportaal.nl/krw-factsheets>.

Wanneer de temperatuurnorm in het waterlichaam wordt overschreden of wanneer het om andere redenen wenselijk is om de temperatuur(pieken) te reduceren, kan gekeken worden naar de volgende maatregelen:

- Verdiepen van water.
Voordeel: dieper water warmt minder snel op.
Nadeel: diep water draineert sneller en dat is bij beekherstel vaak ongewenst.
- Beschaduwten. De lengte van het traject bepaalt hoeveel de temperatuur gemiddeld zal dalen.
Voordeel: woekerplanten krijgen minder kans.
Nadeel: bladinvallende planten zorgen voor meer opstuwing en meer organische belasting;
- Continue aanvoer van dieper grondwater/kwel;
Voordeel: continue aanvoer van koel water zorgt voor een temperatuurbuffer.
Nadeel: dit vraagt meestal een aanpak op grotere schaal en de samenstelling van kwelwater is anders dan die van oppervlaktewater
- Verminderen van thermische verontreiniging door strengere regelgeving en innovatieve koelingstechnieken.
Voordeel: aquathermieprojecten oogsten warmte uit het oppervlaktewater.
De watertemperatuur kan lokaal enkele graden zakken. Door stroming verdwijnt de verticale gradiënt sneller zodat minder zuurstofloze condities bij de bodem ontstaan (Deltafact, juni 2017).
Nadeel: er zijn nog weinig gegevens bekend over effect op andere waterkwaliteit parameters.

5.3 OP PEIL HOUDEN ZUURSTOFVERZADIGING

Zuurstof in het water is essentieel voor haast alle organismen. Het meest zichtbaar bij zuurstoftekort is vissterfte. De doelen voor zuurstof zijn uitgedrukt in de verzadigingsgraad (%), dat is de concentratie zuurstof ten opzichte van de maximaal oplosbare concentratie. Die laatste is temperatuurafhankelijk. Voor het oordeel 'goed' dient, afhankelijk van het waterlichaam, de zomergemiddelde zuurstofverzadiging minimaal 35-70% te zijn en maximaal 100-130%. Per waterlichaam is vastgelegd of de watertemperatuur voldoet aan



INHOUD



INTRO



ONTWERP



STAPPENPLAN



ROUTE A



ROUTE B



FACTSHEETS

de norm. Alle fysische-chemische doelen voor specifieke waterlichamen kunnen worden opgezocht in de KRW-factsheets: <https://www.waterkwaliteitsportaal.nl/krw-factsheets>.

Het zuurstofgehalte kan op peil gehouden worden door te zorgen voor:

- Voldoende emerse en submerse watervegetatie (en bijv. geen kroosdek);
- Lage watertemperatuur, want in lage temperatuur kan meer zuurstof oplossen;
- Voldoende stroming/waterbeweging;
- Zorgen voor minder aanvoer van organisch materiaal (organische belasting).
- Technische voorzieningen om zuurstofdips te mitigeren, zoals bellenbeluchting in de watergang of zorgen voor aanvoerwater met (continu) voldoende zuurstofgehalte (voorbeeld RWZI Eindhoven: gebruik van zuivere zuurstof in het zuiveringsproces van RWZI om ammoniumpieken in het effluent te verlagen)

Organische belasting

Het voorlaatste punt van paragraaf 3.3 (voorgaande opsomming) vraagt wat meer toelichting. Op hoofdlijnen onderscheiden we drie typen van organische belasting (STOWA 2018-30):

- een piekbelasting van snel afbrekend organisch materiaal, bijvoorbeeld afkomstig uit een riooloverstort. Dit zorgt voor een tijdelijke dip in de zuurstofconcentratie, die afhankelijk van de omvang en tijdsduur kan zorgen voor sterfte van organismen;
- een continue belasting van snel afbrekend organisch materiaal, bijvoorbeeld RWZI-effluent. De zuurstofconcentratie is hierdoor langdurig lager;
- een belasting met langzaam afbrekend materiaal. Vaak betreft dit een belasting die zich ophoopt in de waterbodem, bijvoorbeeld bladval. Deze belasting heeft ook een langdurig effect.

Het effect van organische belasting is erg afhankelijk van het systeem. Als er voldoende basisafvoer is zal door de stroming, continue verversing en goede reaeratie minder snel sprake zijn van te lage zuurstofconcentraties. Dat maakt het bepalen van een kritische grens complex. In Stowa-rapport 2018-30 is een quickscan beschreven met mogelijkheden voor nadere analyse.

5.4 VERLAGING STOFCONCENTRATIES

5.4.1 Stikstof

Stikstof is een essentiële bouwstof voor ecosystemen, maar in overmaat levert het problemen op. De KRW-stelt doelen voor de gemiddelde concentratie in het zomerhalfjaar. De onderbouwing voor deze doelen varieert (STOWA 2018-49). Voor meren is gebruikt gemaakt van de achtergrondconcentraties van fosfor. Voor regionale R-typen in 'zandwaterschappen' zijn deze doelen - op enkele uitzonderingen na - allemaal gelijk: maximaal 2,3 mg N/l. Voor M-typen is de spreiding veel groter en moet echt per waterlichaam beoordeeld worden hoeveel de concentratie omlaag moet.

Om te bepalen hoe die reductie in concentratie gehaald kan worden, is het zinvol om naar de stikstofbelasting te kijken en niet zo zeer naar de stikstofconcentraties. De ecologische sleutelfactoren richten zich juist op de belasting. Samen met de processen in het watersysteem (opname door planten, processen in de waterbodem zoals afbraak en denitrificatie) bepaalt de belasting uiteindelijk de concentratie.

Stikstof kan tijdelijk worden opgeslagen in waterplanten en sediment. In de groeifase is de retentie hoog (60-70% van de vracht), maar als de planten afsterven komt een aanzienlijk deel van de vastgelegde stikstof weer vrij (notitie Kennisimpuls waterkwaliteit, februari 2021). De zuiverende werking van waterplanten wordt met name veroorzaakt door denitrificatie tijdens de groeifase. Door denitrificatie, irreversibele sedimentatie en baggeren kan stikstof definitief uit het watersysteem worden verwijderd (notitie Kennisimpuls waterkwaliteit, februari 2021).

De landbouw is de belangrijkste bron voor stikstof. Naast de landbouw kunnen RWZI's en eventueel andere puntbronnen op lokale schaal een rol spelen. Voor de grensoverschrijdende wateren speelt de belasting uit het buitenland een rol, maar dit zijn vaak dezelfde bronnen als in Nederland.

5.4.2 Fosfor

Fosfor is een essentiële bouwstof voor ecosystemen, maar in overmaat levert het problemen op. De KRW stelt doelen voor de gemiddelde concentratie in het zomerhalfjaar. Voor regionale R-typen in 'zandwaterschappen' zijn deze doelen - op enkele uitzonderingen na - allemaal gelijk: maximaal 0,11 mg P/l (STOWA 2018-49). Voor M-typen is de spreiding in KRW-doelen veel groter en moet echt per waterlichaam beoordeeld worden welke concentratie gehaald moet worden.

Om te bepalen hoe die reductie in concentratie gehaald kan worden, is het zinvol om naar de fosforbelasting te kijken en niet zo zeer naar de fosforconcentraties. De ecologische sleutelfactoren richten zich juist op de belasting. Samen met de processen in het watersysteem (opname door planten, vastlegging in of nalevering uit de waterbodem) bepaalt de belasting uiteindelijk de concentratie.

In tegenstelling tot stikstof kan fosfor niet worden omgezet in een gasvormige fase, het kan dus niet via de lucht verdwijnen. Fosfor moet worden vastgelegd en actief worden verwijderd om reductie van de belasting naar oppervlaktewater te realiseren (Notitie Kennisimpuls waterkwaliteit; fosforbelasting, november 2020).

De landbouw is de belangrijkste bron voor fosfor. In laag Nederland speelt natuurlijke achtergrondconcentratie van fosfor een rol, maar dit is voor de hogere zandgronden geen relevante factor. Naast de landbouw kunnen RWZI's en eventueel andere puntbronnen op lokale schaal een rol spelen. Voor de grensoverschrijdende wateren speelt de belasting uit het buitenland een rol, maar dit zijn vaak dezelfde bronnen als in Nederland.

Historische fosforbelasting door langdurige toediening van mest heeft als gevolg dat de toplagen van veel landbouwpercelen verzadigd zijn geraakt met fosfor. Zolang deze boven grondwatervniveau aanwezig zijn, is de mate van uitspoeling beperkt. Bij vernatting van percelen door bijvoorbeeld beekherstel of natuurherstel wordt fosfor mobiel en spoelt uit naar het aquatisch ecosysteem met als gevolg eutrofiering van het watersysteem en verruiging van oevervegetatie waarmee doelsoorten worden verdrongen.

5.4.3 Ammonium

In tegenstelling tot stikstof en fosfor is ammonium geen fysisch-chemisch ondersteunende parameter, maar een specifieke verontreiniging. Daarvoor geldt een landelijke norm die voor alle waterlichamen gelijk is. Voor ammonium geldt zowel een jaargemiddelde milieukwaliteitsnorm (JG-MKN) als een maximale norm die nooit overschreden mag worden (MAC-MKN). De norm voor ammonium is gebaseerd op ammoniaktoxiciteit. Dat maakt het ingewikkeld, want het evenwicht tussen ammonium (NH_4^+) en ammoniak (NH_3) is afhankelijk van pH en temperatuur. In de zomer overschrijdt ammonium dus veel sneller de norm dan in de winter.

De belangrijkste bronnen voor ammonium in oppervlaktewater zijn: kwel/ grondwater, RWZI's, stortplaatsen en landbouw. Die laatste speelt vooral een rol als mest afspoelt van het land. Uitspoeling uit landbouwpercelen bevat vooral nitraat. Vooral de bijdrage vanuit grondwater en de waterbodem is tot op zekere hoogte natuurlijk, maar hangt ook weer af van peilbeheer, aanwezigheid van slib. Momenteel wordt een landelijk project afgerond over nadere analyse van de normoverschrijdingen van ammonium (rapport in voorbereiding, in opdracht van RWS).

In het oppervlaktewater zelf is de zuurstofhuishouding van groot belang. Als er veel zuurstof aanwezig is wordt ammonium relatief snel omgezet in nitraat, waardoor de toxiciteit snel afneemt. Dit proces is gemodelleerd in vergelijking C.5 in https://content.oss.deltares.nl/delft3dfm2d3d/D-Water_Quality_User_Manual.pdf.

Uitgaande van 0,5 mg N-NH₄/l een constante zuurstofconcentratie van 10 mg O₂/l (100% verzadiging) en een temperatuur van 15 graden is de afname 0,08 mg N-NH₄/l/dag (16% per dag). Bij 5 mg O₂/l en T=5 graden loopt dit terug naar 0,036 mg N-NH₄/l/dag (7% per dag). Maatregelen gericht op reaeratie (zie 3.3) zijn de belangrijkste waterkwaliteitsmaatregel die binnen een herinrichtingsproject genomen kunnen worden.

5.4.4 Metalen

Voor de beoordeling van metalen is recent een landelijk project afgerond gericht op het regionaliseren van achtergrondconcentraties (Osté *et al.*, 2024). De verwachting is dat het aantal overschrijdingen zal afnemen, maar dat verschilt per metaal. De bronnen voor metalen bestaan deels uit natuurlijke uitspoeling, maar ook uit antropogene bronnen. Voor sommige elementen (vooral Co en Ni) is het inbrengen van nitraat (via mest) van belang, vooral in Noord-Brabant en het noordelijk deel van Limburg. In die gebieden draagt verminderde mestgift op termijn ook bij aan een verminderde uitspoeling van metalen.

De mogelijkheden om metalen te verwijderen in het watersysteem zijn beperkt. In sommige watersystemen is een verdieping aanwezig waar zwevend stof en de daaraan gebonden metalen wordt afgevangen. Enkele metalen, bijvoorbeeld arseen, worden ook gereduceerd in een defosfateringsinstallaties, maar hiervoor lijken de maatregelen binnen herinrichtingsprojecten zeer beperkt.

5.4.5 Gewasbeschermingsmiddelen

In de 'zandwaterschappen' zijn de doelstellingen ten aanzien van een aantal gewasbeschermingsmiddelen nog niet behaald. Voor imidacloprid, dichloorvos, carbendazim, esfenvaleraat en pyrifproxifen worden in meer of mindere mate overschrijdingen aangetroffen (de overschrijdingen wisselen jaarlijks: zie de [bestrijdingsmiddelenatlas](#)). Bronmaatregelen lijken hier effectiever dan maatregelen in het watersysteem, maar er kan wel gekeken worden naar bufferzones in diverse varianten (NVO, teeltvrije/spuitvrije bufferstroken).

5.4.6 Overige microverontreinigingen

Microverontreinigingen is een verzamelnaam voor probleemstoffen zoals medicijnresten, microplastics, weekmakers, brandvertragers en opkomende stoffen (waarvan de schadelijke impact op mens en milieu nog niet duidelijk is). Deze stoffen komen via verschillende routes in het oppervlaktewater terecht, waaronder via riolering en rioolwaterzuivering. De stoffen breken slecht af en waterzuiveringen zijn nog niet in staat om (al) deze stoffen eruit te filteren.

In heel Nederland overschrijden gebromeerde brandvertragers in oppervlaktewater; daarnaast komt PFOS vaak in te hoge concentraties voor en ook voor tributyltin (TBT) worden af en toe normoverschrijdende concentraties gerapporteerd in binnenwateren. Het zijn vooral stoffen die sterk binden aan de waterbodem, maar alleen PFOS wordt tegenwoordig standaard gemeten als waterbodems worden geanalyseerd. Uitgangspunt voor herinrichtingsprojecten zou moeten zijn dat alleen schone grond en klasse A (in Omgevingswet 'schone grond' en 'licht verontreinigd') wordt toegepast. Matig en sterk verontreinigde waterbodem aan het oppervlak dient te worden voorkomen.



INHOUD



INTRO



ONTWERP



STAPPENPLAN



ROUTE A



ROUTE B



FACTSHEETS

➤ HOOFDSTUK 6 FACTSHEETS WATERKWALITEITSMATREGELEN



INHOUD



INTRO



ONTWERP



STAPPENPLAN



ROUTE A



ROUTE B



FACTSHEETS

6.1 GEBRUIK VAN FACTSHEETS

Om goede afwegingen te kunnen maken over de effectiviteit en de inpasbaarheid van de diverse waterkwaliteitsmaatregelen zijn de kenmerken per maatregel samengevoegd in een factsheet. Deze zijn samengesteld met informatie uit diverse bronnen (zie referentielijst). Daar waar geen informatie over effecten op geselecteerde parameters gevonden is in literatuur, is een inschatting gemaakt op basis van expert judgement. De lijst met waterkwaliteitsmaatregelen is tot stand gekomen in overleg met de begeleidingsgroep, waarbij als uitgangspunt is genomen dat de maatregel een bewezen techniek is.

Per waterkwaliteitsmaatregel is een factsheet opgesteld met daarin de volgende informatie:

- Technische beschrijving
- Effect op waterkwaliteitsparameters
- Uitgangspunten voor inpasbaarheid in ontwerp
- Meekoppelkansen en aandachtspunten
- Referenties en voorbeeldprojecten

6.2 AANDACHTSPUNTEN BIJ GEBRUIK VAN FACTSHEETS

Voor het opstellen van dit document is literatuur gezocht om de effecten van de maatregel op de waterkwaliteit te kwantificeren. Hierbij werd duidelijk dat weinig gemonitord wordt bij de toepassing van waterkwaliteitsmaatregelen. Als er bij inrichtingen of toepassingen van maatregelen wel gemeten/gemonitord is, dan slechts een beperkte set aan parameters. In de meeste gevallen is wel informatie gevonden over stikstof-, ammonium- en fosforreductie, maar andere parameters worden weinig tot niet gemeten.

De toegepaste maatregelen worden in een natuurlijke omgeving ingezet en dus niet in een afgesloten en gecontroleerde omgeving toegepast. Hierdoor is het moeilijk om de daadwerkelijk bijdrage van een maatregel aan het eventuele positieve effect inzichtelijk te maken. Meestal wordt namelijk een herinrichting uitgevoerd die op meerdere manieren en middels een samenspel een effect kan hebben op de waterkwaliteit.

6.3 ALGEMEEN

Maak afspraken over monitoring. Om beter te kunnen aantonen welke reducties van stoffen mogelijk zijn door de beschreven maatregelen in te zetten is het zinvol om een monitoringsplan op te stellen waarbij zoveel mogelijk van de parameters worden opgenomen. Het is daarbij van belang om de situatie vóór de ingreep ook in beeld te brengen. Door deze informatie te verzamelen kan zowel de effectiviteit van de inrichting beoordeeld worden als kennis worden opgedaan die ingezet kan worden bij toekomstige herinrichtingen.



FACTSHEET WATERKWALITEITSMATREGEL IJZERZAND EN ADSORPTIE

● In rood: expertoordeel

WATERKWALITEITSMATREGEL IJZERZAND EN ADSORPTIE	
beschrijving maatregel	Water infiltreert door een materiaal dat fosfaat sterk bindt, waardoor na passage de fosfaatconcentraties in het water sterk zijn afgenomen. Adsorptie en filtratie worden gecombineerd.
varianten	Filters op verschillende schaal (van drain tot rivier) en verschillende adsorberende materialen, als is met ijzerzand (restproduct drinkwaterwinning) de meeste ervaring
technische beschrijving (STOWA 2024-39)	IJzerzandfilters combineren adsorptie en filtratie in één installatie. Het zand filtert een groot deel van het particulier fosfor, terwijl de ijzer(hydr)oxiden om het zand het PO ₄ adsorberen. Daarnaast vindt er ook biologische activiteit in ijzerzandfilters plaats. Deze microben kunnen particulier fosfor omzetten naar PO ₄ , waarna het geabsorbeerd wordt. IJzerzandfilters kunnen toegepast worden met twee vormen van verticale infiltratie, namelijk upflow en downflow. Omdat de upflow-variant een voorfilter en wat meer onderhoud vraagt, is de downflowvariant bij herinrichting van natuurlijke systemen geschikter. Belangrijk voor de werking is dat de infiltratiesnelheid laag is en het filter om diverse redenen bij voorkeur af en toe droog gezet moet worden. Upflow: water wordt onder in een filter gebracht en stroomt omhoog door het filter. Om dichtslibben van het filter te voorkomen is een voorfilter nodig door middel van bezinking of filtratie. Downflow: water wordt op de filter gebracht, infiltreert en wordt via drainagebuizen afgevoerd.

KRW-KNELPUNTEN	EFFECT VAN DE MAATREGEL
temperatuur	nb
zuurstof	nb
organisch stof	- x%
stikstof	nihil
fosfaat	tot >90% reductie is mogelijk, maar (lange) verblijftijd is belangrijk en ervaring lange termijnrendement is beperkt.
ammonium	Bij verblijftijd van enkele uren, kan dat niet meer dan enkele procenten bedragen (bij 10 graden, gemiddeld 50% zuurstofverzadiging).
metalen	vooral anionen (arseen, seleen, vanadium, uranium) worden geadsorbeerd en in mindere mate metalen zoals zink, nikkel, lood en cadmium als ze aan DOC gebonden zijn.
gewasbeschermingsmiddelen	onbekend, maar zou kunnen voor gbm met (negatief) geladen groepen
overige microverontreinigingen	minimaal

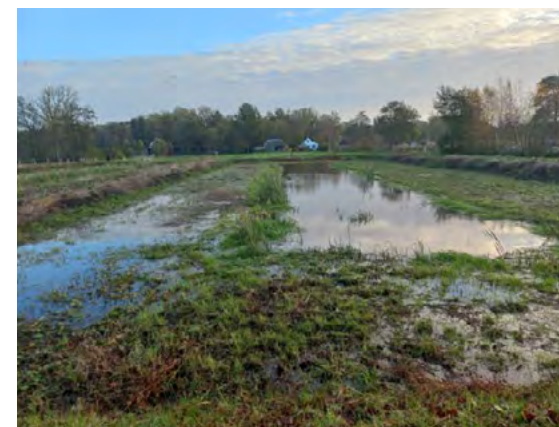
INPASBAARHEID	
ruimte	vraagt ruimte, maar kan op een natuurlijke manier worden ingericht zodat de locatie bijvoorbeeld bijdraagt aan de natuurdoelen
debiet/contacttijd	zeer belangrijke factor; contacttijd moet voor een hoge rendement minimaal enkele uren zijn.
waar in (beek)herstelontwerp	bij een belangrijk instroomvolume, in de beek/watergang zelf. Belangrijk is dat er voldoende ruimte is.
onderhoud	De downflowfilters in Nederland hebben een bezinkvoorziening en er vindt begroeiing plaats op het filter. De bezinkvoorziening is nodig om het dichtslippen van het filter te voorkomen en moet op termijn gebaggerd worden (1x per 5-10 jaar). De begroeiing moet verwijderd worden om nutriënten af te voeren en boomgroei te beperken (1-2 keer per jaar).
	momenteel meestal berekend op een levensduur van 25 jaar (downflow filter)
aanlegkosten/-posten	aanleg filter en kosten ijzerzand
beheerkosten/-posten	maaïen en afvoeren van begroeiing, periodiek (bv. vijf jaar) baggeren en indien nodig doorspuiten van de drains, maar dit is afhankelijk van het ontwerp
	filtersysteem

EXTRA	
Een downflowfilter gaat afhankelijk van het ontwerp en de belasting wel 25 tot 100 jaar mee.	
Nadeel: Gevoelig voor verstopping en kan zo obstakel vormen voor afvoer van watergang /aanvoer van water naar de beek	
Nadeel: ijzerzand kan zware metalen bevatten (arsen) die onder specifieke omstandigheden uitspoelen. Het zand wordt wel vooraf getest voor toepassing in bodem en oppervlaktewater	

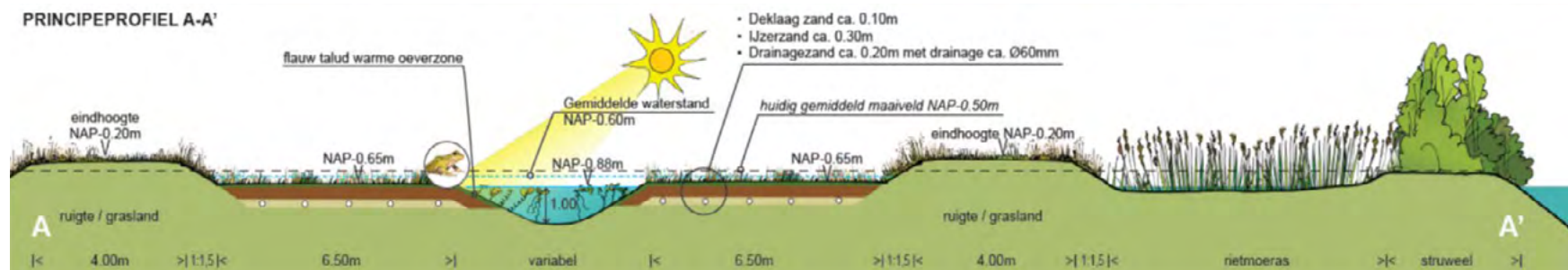


REFERENTIES EN VOORBEELDPROJECTEN

Paterswoldsemeer (fig. uit STOWA_2024-39_defosfateringstechnieken-oppervlaktewater.pdf)



PRINCIPEPROFIEL A-A'



INHOUD



INTRO



ONTWERP



STAPPENPLAN



ROUTE A



ROUTE B



FACTSHEETS

Upflowfilter bij Zwemlust in Nieuwersluis	Fosfaatfilter bij Zwemlust - Blauwalgen bestrijden en proeflocatie voor AGV Winnovatie
---	--

Bedopbouw zandfilter

- water (filtraat)
- ijzersandfilterzand (1:1) of FeOH3-granulaatfilterzand mengsel
- grind 2-4 mm
- grind 4-8 mm
- grindplaten (spleetbreedte maxima)
- kunststof pellets (2 lagen)
- beton

Groote Meer (Brabantse Delta)	Schoner water voor De Groote Meer dankzij ijzersandfilter Waterschap Brabantse Delta
	Groot filter van ijzersand zuivert watertoevoer naar Brabants ven

Grind rondom afvoer drain

Afvoerdraai $\varnothing 200\text{mm}$, omhulling PP450, minimale afstand buitenkant draai tot rand filter: 6.30m (max 67 m³/h)

Grind 10 cm dik, fractie 8-16mm

Filterzand (Ijzersand): Doorlaatbaarheid 40m/dag Porositeit 30%

Geotextiel, Doordrukweerstand $> 1500\text{N}$ Waterdoorlaatbaarheid: 0.135 m/s

Profiel A-A
Schaal 1:100

Huidig maaiveld +18.80

18.00m NAP

6.10

UIT BIJLAGE B, STOWA_2024-39_defosfateringstechnieken-oppervlaktewater.pdf				
TYPE FILTER	LOCATIE	EIGENAAR OF BEHEERDER	BRON	BESCHIKBARE MEETGEGEVENS
Adsorptie (Fe-zand) (downflow)	Ossendrecht	Brabantse Delta	Overzicht Waternet	Ja
Adsorptie (Fe-zand) (downflow)	Wouwse Plantage	Brabantse Delta	Overzicht Waternet	Beperkt
Adsorptie (Fe-zand) (downflow)	Onbekend	De Dommel	Enquête	Ja
Adsorptie (Fe-zand) (downflow)	't Twiske	Hollands Noorderkwartier	Overig	Ja
Adsorptie (Fe-zand) (downflow)	Paterswoldsemeer	Noorderzijlvest	Overzicht Waternet	Ja
Adsorptie (Fe-zand) (drainage)	Bollenstreek	Rijnland	Enquête	Ja
Adsorptie (Fe-zand) (drainage)	Spengen	Stichtse Rijnlanden	Enquête	Ja
Adsorptie (Fe-zand) + voorfilter (upflow)	Zwemlust	Amstel, Gooi en Vecht	Overzicht Waternet	Ja



FACTSHEET WATERKWALITEITSMATREGEL HELOFYTENFILTER

● In rood: expertoordeel

WATERKWALITEITSMATREGEL HELOFYTENFILTER		
beschrijving maatregel	Een zuiveringsmoeras met waterplanten die met hun wortels in de waterbodem groeien. Verwijdering van nutriënten vindt plaats door opname door planten, microbiële omzetting en vastlegging in de bodem	
varianten	HORIZONTALE HELOFYTENFILTER/VLOEIVELD	VERTICALE HELOFYTENFILTER
	een onbegroeid verdeel-/bezinkcompartiment en helofytencompartimenten met geringen waterdiepte	Infiltratieveld met helofyten. Zuivering vindt plaats via binding aan bodemdeeltjes en microbiële activiteit.
	wortelzonesysteem, horizontale doostroming	
	vloeiveld, water blijft boven de wortelzone.	
	Ook mogelijk als moerasbos	
technische beschrijving	Vloeiveld: de verblijftijd bepaalt de mate van verwijdering, organische stof zal door bezinking en biologische afbraak verminderen.	
	Vloeiveld: Gebonden aan zwevend stof wordt dit door bezinking verwijderd. Opgeloste nutriënten worden verwijderd door microbiële omzetting en groei van planten (in het groeiseizoen)	
	horizontaal en verticaal doorstroomde helofytenfilter meestal opgebouwd uit zand.	
	horizontaal & verticaal: organisch stof verwijdering door filtratie en biologische afbraak. Stikstof wordt verwijderd door filtratie van aan deeltjes gebonden stikstof. Het wordt ook opgenomen door planten en omgezet door nitrificatie en denitrificatie. Fosfaat dat gebonden is wordt door filtratie verwijderd. Opgelost fosfaat wordt geadsorbeerd en planten en micro-organismen binden fosfaat.	
	Hoogste rendement voor stoffen die opgenomen worden door planten, wordt behaald in de zomerperiode	

KRW-KNELPUNTEN	HORIZONTAAL	VERTICAAL
temperatuur	+/-	+/-
zuurstof	nb	nb
organisch stof	>80%	>90%
stikstof	20-80%	<20%
fosfaat	20-90% (de meeste fosfor wordt vastgelegd in de bodem, de fosforverwijdering neemt daarom met de jaren af, ref 06)	
ammonium	20-30%	>90%
metalen	+	+
gewasbeschermingsmiddelen	+	+
overige microverontreinigingen	+	+

INPASBAARHEID	HORIZONTAAL	VERTICAAL
ruimte	Voorbeeld: 10m ³ /min en verblijftijd van 4 dagen heeft ca 23ha nodig (STOWA_2024-39_defosfateringstechnieken-oppervlaktewater.pdf)	tenminste 1 meter diep
	om dezelfde mate van zuivering te bereiken is bij een vloeiveld een grotere ruimte nodig dan een infiltratiesysteem of wortelzonesysteem	afhankelijk van het doel is toevoegen van zuurstof nodig (ref50)
debiet/contacttijd	Vloeiveld: 0,1-0,2 m waterhoogte minimaal en max 1,0 m(kortstondig), verblijftijd 10dg (https://www.stowa.nl/publicaties/zuiverende-regenwatervoorzieningen)	gangbaar (ref50): 0,2 m ³ /m ²
waar in (beek)herstelontwerp	niet in de buurt van veel bomen, bladinvall zorgt voor zuurdere omstandigheden waardoor zware metalen mobiel kunnen worden en verplaatsen	
onderhoud (horizontaal en vertikaal)	vegetatiebeheer (maaien en afvoeren)	
	baggeren (eens in 10-20 jaar)	
	onderhoud leidingen/filter en kunstwerken	
	energiekosten (pompen)	
	voorkom dat de ondergrond wordt verdicht om de waterdoorlatendheid te behouden	
	omgewenste beplanting verwijderen	
	levensduur ca 25 jaar	
aanlegkosten/-posten	substraat aanbrengen	
	beplanting aanbrengen	
	leidingwerk	
	grondwerk	
	evt pomp om water door te pompen	

EXTRA	HORIZONTAAL	VERTICAAL
	een vloeiveld biedt kansen voor natuurontwikkeling	productie van biomassa/riet voor isolatie of biobrandstof of in landbouwsector
	een vloeiveld biedt ruimte voor waterberging	antiverdroging/stijging grondwaterpeil
	rietproductie biedt optie voor inkomsten	waterberging
	positief: kan goed omgaan met variabel debiet	biodiversiteit
	negatief: stilstaand water (te weinig doorstroming) kan muggenplagen of stank veroorzaken	
	negatief: niet goed bestand tegen grote schommelingen in waterstand	



INHOUD



INTRO



ONTWERP



STAPPENPLAN



ROUTE A

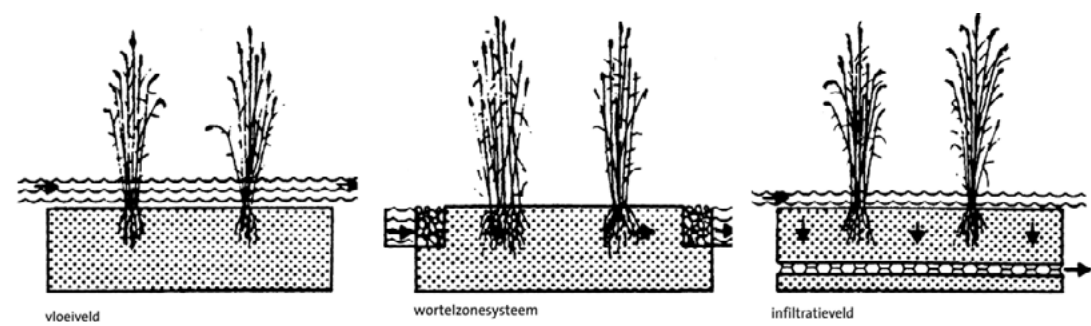


ROUTE B



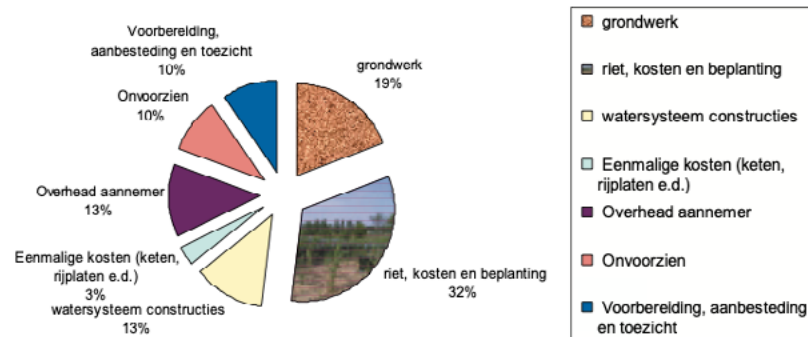
FACTSHEETS

REFERENTIES EN VOORBEELDPROJECTEN	HORIZONTAAL	VERTICAAL
STOWA_2024-39_defosfateringstechnieken-oppervlaktewater.pdf		

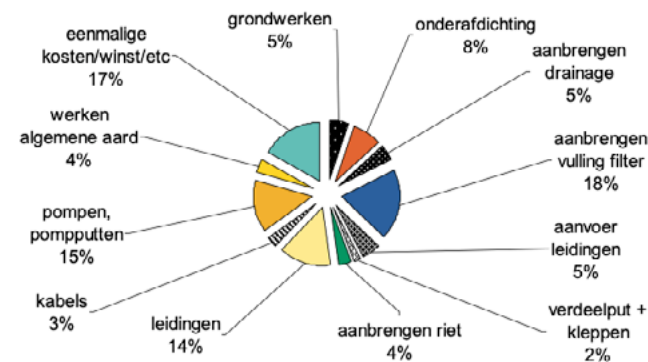


Voorbeeldlocaties Waterschap De Dommel	https://edepot.wur.nl/117600
Helofytenfilter afvalwaterzuivering - https://www.copierwater.com/producten/helofytenfilter	
Diverse voorbeelden	https://edepot.wur.nl/458979
Technische informatie	STOWA_2024-39_defosfateringstechnieken-oppervlaktewater.pdf
Specifieke informatie voor afstromend regenwater en voorbeeld kostenverdeling	https://www.stowa.nl/publicaties/zuiverende-regenwatervoorzieningen
Een opgevouwen sloot als helofytenfilter in het Land van Heusden en Altena, extra lange doorstroming doordat het water via een slotenpatroon wordt geleid.	https://www.naturetoday.com/intl/nl/nature-reports/message/?msg=25787

Kostenverdeling vloeiveld



Kostenverdeling verticaal doorstroomd



VERGELIJKING DIVERSE FILTERS TEN BEHOEVE VAN BEOORDELING OP KOSTENEFFECTIVITEIT

	Ruimtebeslag	Rendement	Kosten	Beheer
Vloeiveld	0/-	0	+	+
Infiltratieveld horizontaal	+	+	0/-	0
Infiltratieveld verticaal	+	+	-	0

Bron: <https://www.stowa.nl/sites/default/files/assets/PUBLICATIES/Publicaties%202000-2010/Publicaties%202005-2009/STOWA%202007-20.pdf>



FACTSHEET

WATERKWALITEITSMATREGELEN BUFFERSTROKEN

● In rood: expertoordeel

WATERKWALITEITSMATREGELEN BUFFERSTROKEN		
beschrijving maatregel	Langs het water wordt een strook ingericht die niet bemest en/of bespoten wordt	
varianten	DROGE BUFFERSTROOK (grasrand, faunarand, akkerflorarand)	NATTE BUFFERSTROOK (drasberm, plasberm, natuurvriendelijke oever, natte/vochtige vegetatiestrook)
technische beschrijving	Droge bufferstrook is een onbemest en onbespoten strook grond. Dit zorgt voor verminderen van verspreiding van bestrijdingsmiddelen en nutriënten naar het oppervlaktewater. De strook wordt gebruikt voor een ander gewas of ligt braak.	Natte bufferstrook is een verlaagde of aflopende strook land waar geen bemesting of GBM wordt toegepast. Directe verlies van nutriënten en GBM naar het oppervlaktewater wordt verminderd (directe emissie door drift of meebemesten en indirecte emissie door af- en uitspoeling)

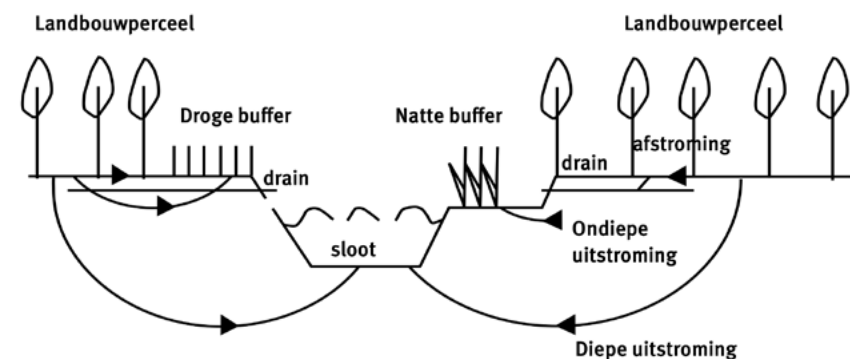
KRW-KNELPUNTEN	DROGE BUFFERZONE	NATTE BUFFERZONE
temperatuur	0	0
zuurstof	0	0
organisch stof	0	+
stikstof	15% (bij droge strook van 3 m)	40% (bij natte bufferstrook van 3 m op zandbodem)
fosfaat	8% (bij droge strook van 3 m)	8% (bij natte bufferstrook van 3 m op zandbodem)
ammonium	0	+
metalen	0	+
gewasbeschermingsmiddelen	70-90% (bij droge strook van 3 m)	+
overige microverontreinigingen	0	+

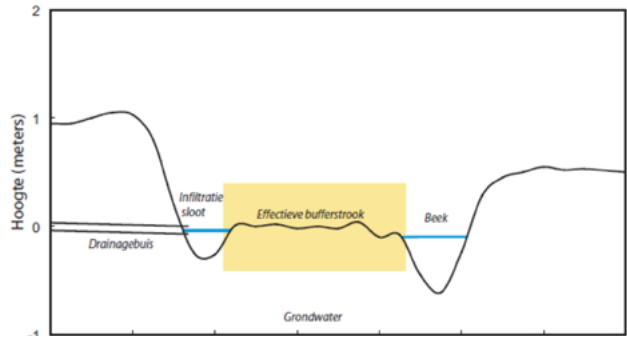
INPASBAARHEID	DROGE BUFFERZONE	NATTE BUFFERZONE
ruimte	de breedte van de strook bepaalt de effectiviteit, omdat verwaaien van gbm daarmee wordt voorkomen. De grondsoort en de hydrologische situatie bepalen het effect op verspreiding van nutriënten (ref21)	de breedte van de strook is van belang omdat een deel via verwaaiing in het water belandt. De bodemsoort, toestand van de bodem, helling, type bufferstrook, aanwezige vegetatie en het beheer zijn daarnaast bepalend voor het effect.
debiet/contacttijd	nvt	nvt
waar in (beek)herstelontwerp	overgang tussen aanliggend perceel en waterloop	overgang tussen aanliggend perceel en waterloop
onderhoud	regelmatig onderhoud (onkruid)	elke 3/5 jaar schonen en slib verwijderen om grond te verarmen
		extensief maaien

aanlegkosten/-posten	opbrengstderving/vergoeding	aankoop grond/diepte/breedte
	aangepast beheer	grondverontreiniging/afvoer- stortkosten
	inzaaien oid	aanplanten van oeverplanten

EXTRA	DROGE BUFFERZONE	NATTE BUFFERZONE
	een droge bufferstrook heeft op de Brabantse zandgronden eigenlijk alleen effect in kwelgebieden. In wegzijgingsgebieden stroomt het neerslagoverschot namelijk vooral naar het grondwater, dus kan een bufferstrook weinig nutriënten 'afvangen'.	hogere belevingswaarde
	minder erosie van de oever	hogere natuurwaarde
	plaagbestrijding (functionele agrobiodiversiteit)	plaagbestrijding (functionele agrobiodiversiteit)
	hogere natuurwaarde	hogere waterberging, verminderen van piekafvoer
	negatief: kans op onkruidruk bij aanliggend (boeren)perceel	minder erosie waterkant
		negatief: kans op onkruidruk door extensief maaibeheer bij aanliggend (boeren)perceel
		negatief: kans op afwenteling. Bij onvolledige afbraak van nitraat kan lachgas worden geproduceerd (broeikasgas)
		negatief: fosfaatuitspoeling door vernatting
		mogelijkheden voor combinatie met ijzerzand?

REFERENTIES EN VOORBEELDPROJECTEN	DROGE BUFFERZONE	NATTE BUFFERZONE
Beeld Schoon Water	https://edepot.wur.nl/117600	



Achtergronden bij informatie in de B00T-lijst factsheets	Achtergronden bij informatie in de B00Tlijst factsheets WPR rapport 842	
Diverse voorbeelden	Handboek Groene waterzuivering 	



FACTSHEET WATERKWALITEITSMATREGEL ZUIVERENDE SLOOT

● In rood: expertoordeel

WATERKWALITEITSMATREGEL ZUIVERENDE SLOOT	
beschrijving maatregel	Sloot met helofyten (riet, lisdodden, biezen, grassoorten) die nutriënten opnemen uit het water
varianten	nvt
technische beschrijving	Met name ingezet in sloten langs agrarische percelen, dit kan in zowel schouw- als leggerwaterloop ingepast worden. Het is noodzakelijk dat jaarrond water in de sloot staat. Soms is het nodig dit te bereiken door een stuw in te passen.

KRW-KNELPUNTEN	EFFECT VAN DE MAATREGEL	VOORBEELDLOCATIE AERES HELOFYTENSLOOT
temperatuur	0	
zuurstof	+	redoxpotentiaal is hoger benedenstrooms, opgelost zuurstof bovenstrooms 0 en benedenstrooms boven 0
organisch stof	nb	
stikstof	60%	som ammonium- en organisch gebonden stikstof
fosfaat	50%	
ammonium	>30%	gedurende het jaar 30-90%
metalen	expertoordeel: voor niet- en matig mobiele stoffen aanzienlijk (ca. 50%), voor mobiele stoffen beperkt (<10%), voor afbreekbare stoffen enigszins (<20%).	
gewasbeschermingsmiddelen	expertoordeel: geen bescherming tegen drift, voor niet- en matig mobiele stoffen aanzienlijk (ca. 50%), voor mobiele stoffen beperkt (<10%), voor afbreekbare stoffen enigszins (<20%)	
overige microverontreinigingen	expertoordeel: voor niet- en matig mobiele stoffen aanzienlijk (ca. 50%), voor mobiele stoffen beperkt (<10%), voor afbreekbare stoffen enigszins (<20%)	



INHOUD



INTRO



ONTWERP



STAPPENPLAN



ROUTE A



ROUTE B



FACTSHEETS

INPASBAARHEID		
ruimte	Geen extra ruimte nodig, een (deel van) de sloot wordt gebruikt als helofytenfilter. Wel beoordelen of de vegetatie geen belemmering vormt voor de afvoerfunctie van de sloot.	
debiet/contacttijd	Geen informatie over gevonden, maar de doorstroomtijd moet voldoende zijn om nutriënten op te laten nemen door planten	
waar in (beek)herstelontwerp	Sloten die water aanvoeren naar de beek kunnen worden ingericht als zuiverende sloot. Dit beperkt de aanvoer van niet gewenste stoffen naar de beek.	
onderhoud	Minder maaien en maaisel afvoeren (resulteert in geen onkruid verspreiding en voedselarmere bodem na verloop van tijd). De planten vangen waarschijnlijk ook slib in. Om de doorstroming en zuiverende functie van de planten te garanderen is het raadzaam om dit slib periodiek te verwijderen. Om de functies van de sloot te garanderen dient te worden vastgelegd wie verantwoordelijk is voor het onderhoud.	
aanlegkosten/-posten	aanleg stuw en juiste vegetatie	

AANDACHTSPUNTEN EN VRAGEN VOOR (EFFECT) MONITORING

Deze maatregel is het beste in te passen in sloten die uitkomen op het oppervlaktewater waar de waterkwaliteit aangepakt wordt. Dit vraagt aandacht voor (afspraken over) onderhoud (maaïen en baggeren) om de doorstroming te garanderen en de effectiviteit te garanderen. Is dit haalbaar voor het waterschap?

De ervaringen met de zuiverende sloot zijn gebaseerd op één onderzoekslocatie. Werkt deze maatregel op andere locaties net zo goed?

In de gemonitorde zuiverende sloot ontstond spontaan mannagras en grote lisdodde (ref1). Is het voor het waterkwaliteitseffect van belang welke soorten aanwezig zijn of worden aangeplant?

EXTRA

permanent onder water en daardoor extra aantrekkelijk voor insecten, de aanwezige vegetatie is ook belangrijk als waardplanten voor insecten, levert dekking aan zoogdieren en vogels en zaden zijn een voedselbron voor vogels

natuurlijke gewasbescherming in de vorm van insecten

vasthouden van water want voor optimaal resultaat dient de sloot jaarrond watervoerend te zijn



INHOUD



INTRO



ONTWERP



STAPPENPLAN



ROUTE A



ROUTE B



FACTSHEETS

REFERENTIES EN VOORBEELDPROJECTEN

Landbouwbedrijf van Aeres Hogeschool		De helofytensloot werkt; waar wachten we op?
		https://www.aereshogeschool.nl/-/media/aeres-hogeschool/files/dronten/onderzoek/publicaties-en-artikelen/agrarisch-waterbeheer/helofytensloot-rapportage-3.pdf?rev=06a8900885cf4ebbbc2e3da-0f6e7117a&hash=E14429BC72299DF2E1C9E737BFECAB4C



INHOUD



INTRO



ONTWERP



STAPPENPLAN



ROUTE A



ROUTE B



FACTSHEETS



FACTSHEET WATERKWALITEITSMATREGEL SLIB-/ZANDVANG

● In rood: expertoordeel

WATERKWALITEITSMATREGEL SLIB-/ZANDVANG		
beschrijving maatregel	Door het verbreden of verdiepen stroomt het water langzamer. Hierdoor bezinkt slib en zand en de aan sediment gebonden verontreinigingen.	
varianten	Verbreden of plaatselijk verdiepen	
	Stromingssnelheid omlaag brengen door schermen, stuwen of paaltjes	
	Ook technische oplossing (industriële filters zoals bij rwzi) kan worden toegepast	
technische beschrijving	Diepte doorgaans maximaal 4 meter	

KRW-KNELPUNTEN	EFFECT VAN DE MAATREGEL	KLOTPUTTEN (ZANDVANG)
temperatuur	expertoordeel: verdieping tot max. ca. 5 meter maakt water minder temperatuurgevoelig	
zuurstof	expertoordeel: geen effect	
organisch stof	+ (als het bezinkt, meer in slibvang dan in zandvang)	
stikstof	<10%	3%
fosfaat	20-50%	30%
ammonium	expertoordeel: beperkt (meer water geeft meer nitrificatie, maar minder stroming is wel minder goed)	
metalen	+	Cd 35%, Cu 16%, Ni 4%, Zn 22%
gewasbeschermingsmiddelen	expertoordeel: geen bescherming tegen drift, voor niet- en matig mobiele stoffen aanzienlijk (ca. 50%), voor mobiele stoffen beperkt (<10%), voor afbreekbare stoffen enigszins (<20%)	
overige microverontreinigingen	expertoordeel: voor niet- en matig mobiele stoffen aanzienlijk (ca. 50%), voor mobiele stoffen beperkt (<10%), voor afbreekbare stoffen enigszins (<20%)	

INPASBAARHEID		
ruimte	bij 1 m ³ /sec is 50 ha nodig voor afvang van slib, zand bezinkt sneller. Slimme vorm kan helpen om oppervlak te verminderen. De beste locatie voor de aanleg zijn de locaties waar het meeste slib aangevoerd/ingelaten wordt (bv overstorten of inlaat gebiedsvreemd water)	
	bezinkslot/plas minimaal 400m ² voor rivierwater bij 10m ³ /min (ref06)	
debiet/contacttijd	afhankelijk van debiet (max 0,3-0,5 m/sec)	
waar in (beek)herstelontwerp	bovenstrooms in het profiel	
onderhoud	regelmatig baggeren en jaarlijkse inspectie	
aanlegkosten/-posten	aankoop grond	
	afgraven	
	afzet van grond	
	onderhoud/baggeren	

EXTRA	
aanleg kan worden gecombineerd met zandwinning (voor elders in het project bv)	
bezinkplas kan worden ingericht als natuur-/recreatiegebied	
Negatief: verstoring van natuurlijk profiel van de waterloop	
effect hoogwatergolf/piekbuien	

REFERENTIES EN VOORBEELDPROJECTEN		
De Klotputten voor Eindhoven (zandvang)		https://edepot.wur.nl/117600
		meetgegevens aangeleverd door waterschap De Dommel



INHOUD



INTRO



ONTWERP



STAPPENPLAN



ROUTE A



ROUTE B



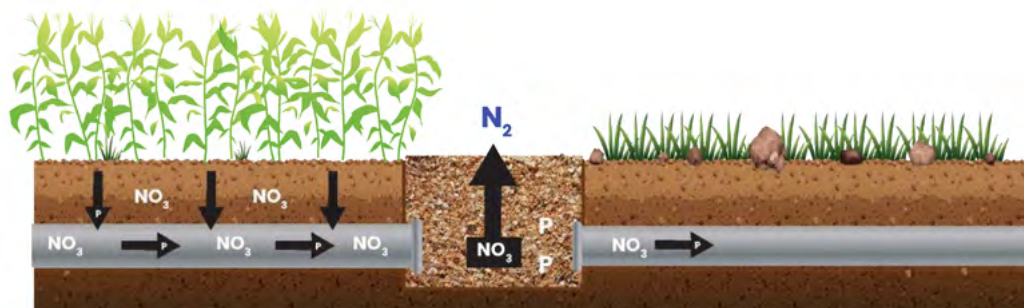
FACTSHEETS



FACTSHEET WATERKWALITEITSMATREGEL HOUTSNIPPERFILTER

● In rood: expertoordeel

WATERKWALITEITSMATREGEL HOUTSNIPPERFILTER	
beschrijving maatregel	Water wordt door een filter van houtsnippers geleid waarbij onder zuurstofloze omstandigheden nitraat wordt omgezet in stikstofgas.
varianten	Drains met houtsnippers, bioreactor met houtsnippers
technische beschrijving	Een bioreactor is gevuld met houtsnippers. Micro-organismen zetten onder zuurstofloze omstandigheden nitraat om in stikstofgas. Deze variant dient ondergronds aangelegd te worden (vanwege risico op verzakking kanten).



KRW-KNELPUNTEN	EFFECT VAN DE MAATREGEL
temperatuur	expertoordeel: positief effect (buffer)
zuurstof	Expertoordeel: negatief (opstart vraagt extra zuurstof)
organisch stof	nb
stikstof	20-40/50-80%
fosfaat	0
ammonium	expertoordeel: neutraal tot negatief effect
metalen	expertoordeel: beperkt
gewasbeschermingsmiddelen	expertoordeel: beperkt
overige microverontreinigingen	expertoordeel: beperkt



INHOUD



INTRO



ONTWERP



STAPPENPLAN



ROUTE A



ROUTE B



FACTSHEETS

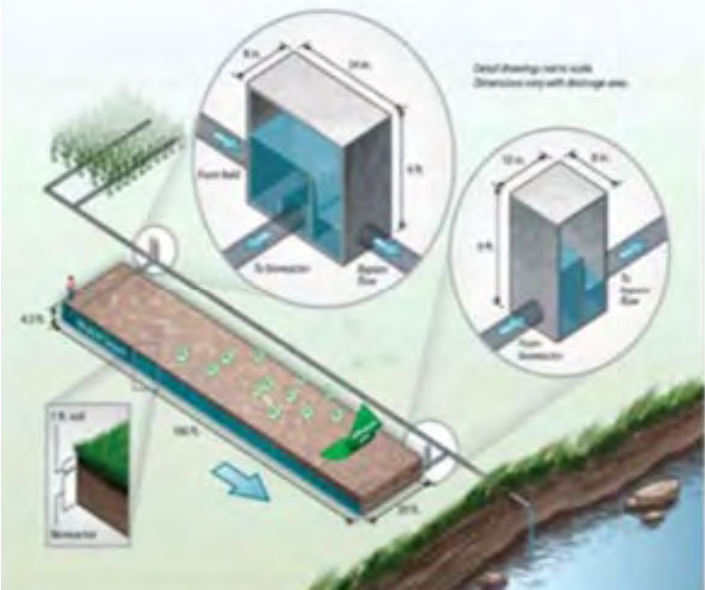
INPASBAARHEID	
ruimte	75m ³ kan het drainagewater van ca 5 ha filteren
	er is minder ruimte nodig dan bufferstroken of zuiveringsmoerassen (https://www.louisbolck.nl/sites/default/files/publication/pdf/achtergronden-bij-informatie-de-boot-lijst-factsheets.pdf)
debiet/contacttijd	verblijftijd van een halve tot een hele dag.
waar in (beek)herstelontwerp	bufferruimte/oever of instroompunt. Er zijn in Nederland nog geen ervaringen met het plaatsen in een beek/waterloop
onderhoud	het aan- en uitzetten van het systeem (met name van belang als de zomeraanvoer te laag is)
	ervaringen in de beek: sneller verstopt door kleine deeltjes
	levensduur tot 10 jaar
aanlegkosten/-posten	houtsnippers
	filtersysteem

AANDACHTSPUNTEN EN VRAGEN VOOR (EFFECT) MONITORING

bij de opstart van het systeem spoelen stoffen uit, hoe kan hier het beste mee worden omgegaan? Is het mogelijk om het eerste 'proceswater' eenvoudig af te vangen? En waar kan dat water (vol met niet gewenste stoffen) het beste heen?
Lage waterafvoer kan zorgen voor stilstaand water in het filter. De continue doorstroming met water is kritisch voor de werking van het filter. Aanbevolen wordt om te zorgen voor doorstroming binnen 48 uur om stilstaand water te voorkomen (https://thamesriver.on.ca/wp-content/uploads/Woodchip-Biofilters-Manual-UTRCA.pdf). Is het in een natuurlijk beekstelsysteem mogelijk om dit in de gaten te houden en erop bij te sturen?
Bij hoge waterafvoer zal het water sneller door/over de filter stromen en zo minder goed gezuiverd kunnen worden. Voor hoge afvoer zal dus een oplossing ingepast moeten worden in de vorm van een bypass of overflow.
Zuurstofgehalte kan lager zijn in het water dat de filter verlaat. Voordat het gefilterde water de beek bereikt zal het zuurstofgehalte aangevuld moeten worden. Welke oplossing om het zuurstofgehalte op peil te krijgen werkt het beste of is het eenvoudigste in te passen in het ontwerp?
Is een combinatie met ijzerzand oid mogelijk om de filter ook in te zetten voor fosfaatreductie?

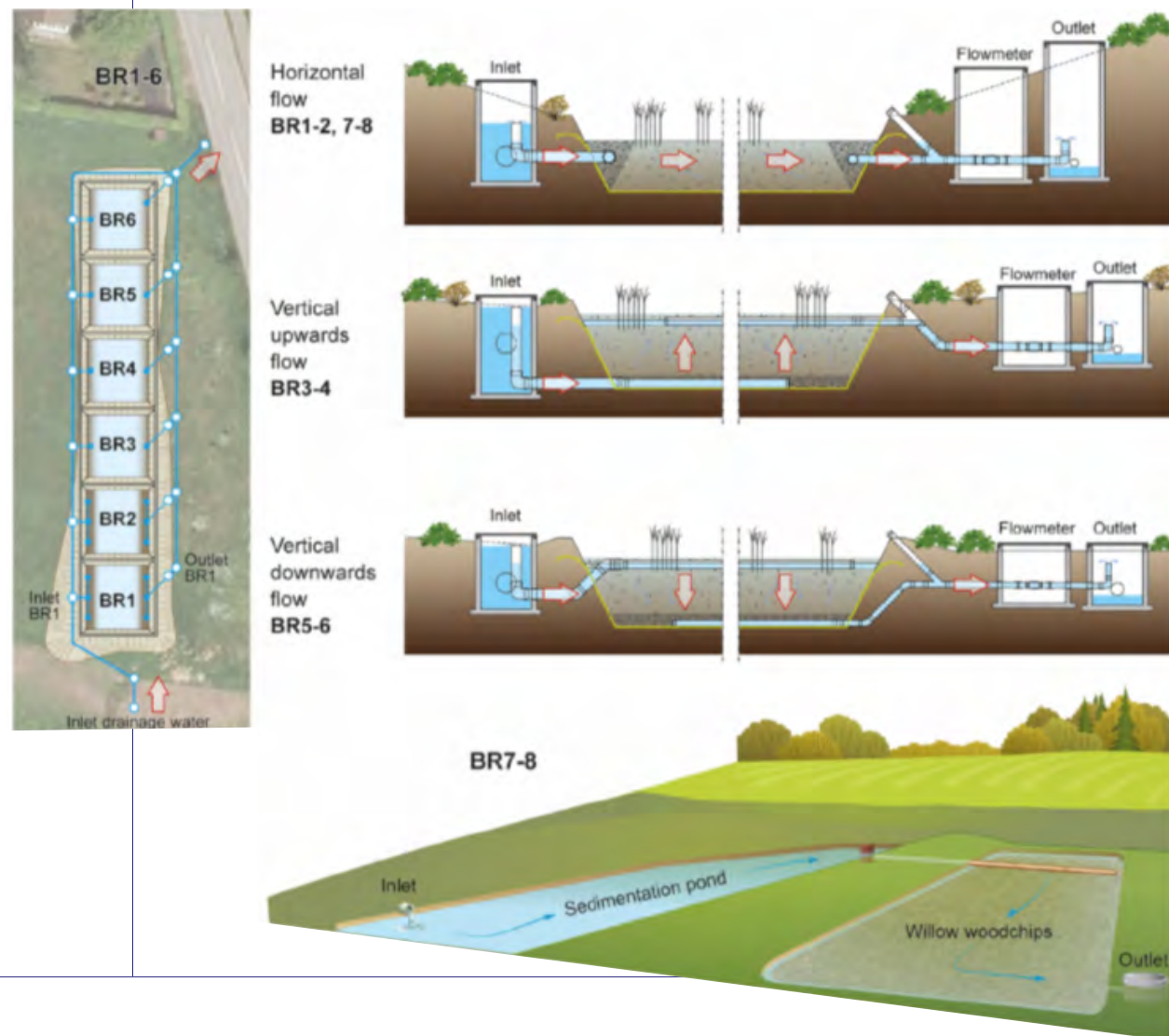
EXTRA

weinig onderhoud, maar wel aandacht bij opstarten en in de gaten houden dat voldoende water blijft doorstromen
Bij opstart spoelen stoffen uit: organisch stof, fosfaat, ammonium, metalen. Dit zorgt ook voor zuurstofvraag en dus zuurstofarm water). Het water kan dan belucht worden of door bijvoorbeeld grindbed oid weer voldoende zuurstofgehalte krijgen voordat het op oppervlaktewater uitkomt
effect vermindert na een paar jaar (van 80% in eerste jaar tot 30% in derde jaar)
P04 concentratie gaat omhoog bij hogere temperaturen en lage wateraanvoer in jaar 1 (https://edepot.wur.nl/476001)
type hout: liefst lokaal snoeihout, wilgen. Geen beukenhout.
ijzerrijk zand kan worden toegevoegd om ook fosfor vast te houden (is nog in de testfase) https://thamesriver.on.ca/wp-content/uploads/Woodchip-Biofilters-Manual-UTRCA.pdf

REFERENTIES EN VOORBEELDPROJECTEN	
Aa en Maas - Westerbeek	Minder stikstof door bioreactor met houtsnippers Deltares
Veldexperiment Noordhoek drain en Prinsenbeek drain	https://edepot.wur.nl/476001
Technische informatie	Woodchip Bioreactors (purdue.edu)
Informatie over ontwerpparameters en case studies	https://thamesriver.on.ca/wp-content/uploads/Woodchip-Biofilters-Manual-UTRCA.pdf
Reshape project	RESHAPE – Nature-inspired water system solutions for RESilient DutcH sand landscAPes
 	
Proef Waterschap Limburg	Pilotlocatie Kronenberg, tot medio 2025

Voorbeeld uit Denemarken

https://www.researchgate.net/publication/352678847_Nitrogen_removal_and_nitrous_oxide_emissions_from_woodchip_bioreactors_treating_agricultural_drainage_waters





FACTSHEET

WATERKWALITEITSMATREGEL PALUDICULTUUR

● In rood: expertoordeel

WATERKWALITEITSMATREGEL PALUDICULTUUR	
beschrijving maatregel	Natte teelt
varianten	Lisdodde, riet, wilgen, veenmos, azolla, miscanthus
technische beschrijving	Natte teelt kan worden ingezet om afspoeling, nutriëntrijk slootwater of water uit een bufferzone tussen landbouw en natuur te zuiveren van nutriënten. Een nat gewas kan ook worden ingezet als helofytenfilter. De nutriënten worden opgenomen en via oogsten van biomassa verwijderd. (ervaringen met name uit veenweidegebieden)

KRW-KNELPUNTEN	EFFECT VAN DE MAATREGEL
temperatuur	0
zuurstof	+/- als planten kans krijgen om zuurstof aan het water af te geven
organisch stof	0
stikstof	ja (afhankelijk van het gewas en icm de oogst)
fosfaat	ja (afhankelijk van het gewas en icm de oogst)
ammonium	nb
metalen	+/- (azolla kan zware metalen binden)
gewasbeschermingsmiddelen	+/- (afhankelijk van de bufferende werking tov aanliggende landbouw)
overige microverontreinigingen	0

INPASBAARHEID	
ruimte	
debiet/contacttijd	de aanvoer van stikstofrijk water verhoogt het zuiverend vermogen en de biomassaproductie (Paludicultuur houdt de polder schoon (2017))
waar in (beek)herstelontwerp	de overgang tussen aanliggend perceel en de watergang
onderhoud	oogsten (Natte teelten voor het veenweidegebied (2019))
aanlegkosten/-posten	afschrijving plantmateriaal
	teeltkosten



INHOUD



INTRO



ONTWERP



STAPPENPLAN



ROUTE A



ROUTE B



FACTSHEETS

EXTRA

Impact op het ecosysteem (afhankelijk van het gewas)

Waterberging is mogelijk, lisdodde, riet en wilg kunnen tegen overstroming en droogval.

Tegen afkalving van de oevers

Vergroten soortenrijkdom

Wanneer het doel is om het rendabel te maken, diverse toepassingen mogelijk (bio-bouwmaterialen, veevoer, biomassa, voeding, biodiesel)

Lisdodde: <500 kg N/ha/jr, 30-50 P kg/ha/jr

Azolla: vastleggen van stikstof en >100 kg P/jr/ha

Riet: <600 N kg/ha/jr, 50 P kg/ha/jr

Negatief: Miscanthus (olifantengras) is een exoot, maar kan zich niet verspreiden

REFERENTIES EN VOORBEELDPROJECTEN**Volvelds aangeplante lisdodde en lisdodde in slootkanten**[natte-teelten-voor-het-veenweidengebiet.pdf](#)

Tabel 3.5: Evaluatie van vier potentiële natte teelten op basis van expert judgement.

	Lisdodde	Riet	Miscanthus	Wilg
Opbrengst				
-20/+5 cm	0	+	-	+
+20 cm	+	+	-	-
Ruwvoer				
Als ruwvoer	0	-	-	+
Als structuurvoer	+	+	+	-
Absorptie voor strooisel	+	0	0	-*
Verbrandingswaarde	+	+	+	+
Isolatie waarde	+**	+	0	+
Diensten				
Broeikasgassen	+	+	---	0***
Waterzuivering	+	+	---	---
Waterberging	+	+	-	0
Uitmijnen	+	0	---	---
Biodiversiteit en landschap	+	+	- (Exoot)	0

* Wel als houtsnippers in vrijloopstal.

** Op basis van waarden die bekend zijn van kleine lisdodde.

*** Evaluatie bij hoog water, bij een lager waterpeil kan dit anders zijn.

Opbrengst en kansen voor natuurontwikkeling	https://edepot.wur.nl/304474
Informatie over waterkwaliteit in relatie tot snellere groei en zuiverend vermogen en optimale oogstmoment	https://repository.ubn.ru.nl/bitstream/handle/2066/179220/179220.pdf



INHOUD



INTRO



ONTWERP



STAPPENPLAN



ROUTE A



ROUTE B



FACTSHEETS



FACTSHEET WATERKWALITEITSMATREGEL BESCHADUWEN

● In rood: expertoordeel

WATERKWALITEITSMATREGEL BESCHADUWEN	
beschrijving maatregel	Beekbegeleidend bos inzetten om meer schaduw op de beek te realiseren
technische beschrijving	Bos en singels (geen bomenrijen of solitaire bomen). De vochtigheid van de oeverzone in het groeiseizoen is sturend voor de soortenkeuze. De aanwezigheid van (hogere) vegetatie zorgt ervoor dat stoffen (zoals gewasbeschermingsmiddelen) vanaf aangrenzend land niet makkelijk het water in kunnen waaien.

KRW-KNELPUNTEN	EFFECT VAN DE MAATREGEL
temperatuur	2-4 gr
zuurstof	0
organisch stof	+
stikstof	+/- (mits opgenomen door vegetatie)
fosfaat	+/- (mits opgenomen door vegetatie)
ammonium	0
metalen	0
gewasbeschermingsmiddelen	+
overige microverontreinigingen	0

INPASBAARHEID	
ruimte	beken waar stabiele koeling werd bereikt: 0,8 km beplanting nodig voor verlagen van gemiddelde temperatuur (demping gemiddeld 2,5gr) (https://edepot.wur.nl/388677)
	1,1 km beplanting nodig om de zomer-maxima te dempen (demping gemiddeld 4 gr) (https://edepot.wur.nl/388677)
	oost-west georiënteerde beek: 6-7 meter voldoende (STOWA 2017-16.pdf)
	noord-zuid georiënteerde beek: 18-20 meter noodzakelijk voor vergelijkbaar effect (STOWA 2017-16.pdf)
debiet/contacttijd	nvy
waar in (beek)herstelontwerp	stroomopwaarts, boven- of middenloop
onderhoud	mogelijk mee baggeren door inval van blad
aanlegkosten/-posten	beplanting

EXTRA	
beekbegeleidend bos heeft effect op hogere stroomsnelheid en meer substraatdifferentiatie	
meer hard substraat (hout)	
meer schaduw zorgt voor remming van (snelgroeiende) vegetatie (bij zware beschaduwing >70%)	
aandacht voor jaarrond voldoende stroming in de beek, anders kan het negatief effect hebben op diversiteit van soorten	
kan negatief zijn voor aanliggende landbouwpercelen en voor manier van onderhoud	
beekbegeleidend bos kan helpen tegen erosie (STOWA 2020-36_Handboek_beekherstelweb.pdf)	
REFERENTIES EN VOORBEELDPROJECTEN	
info over inrichting en aandachtspunten	STOWA 2017-16.pdf
	https://edepot.wur.nl/388677



INHOUD



INTRO



ONTWERP



STAPPENPLAN



ROUTE A



ROUTE B



FACTSHEETS



FACTSHEET WATERKWALITEITSMATREGEL GRONDVERZET/BAGGEREN

● In rood: expertoordeel

WATERKWALITEITSMATREGEL GRONDVERZET/BAGGEREN		
varianten	GRONDVERZET	BAGGEREN
beschrijving maatregel	Het herschikken, aanvullen of verwijderen van grond in de watergang of de oevers	Het verwijderen van de sliblaag in de watergang
technische beschrijving	De samenstelling van de grond en die van het oppervlaktewater bepaalt het risico op fosfaatmobilisatie bij vernatting van terrestrische bodems	Slib kan een bron van nutriënten vormen. Onder bepaalde omstandigheden kan fosfaataflevering naar de waterkolom plaatsvinden. Naleveringsonderzoek kan helpen bepalen tot welke diepte het gunstig is om te baggeren in relatie tot fosfaataflevering

KRW-KNELPUNTEN	GRONDVERZET	BAGGEREN
temperatuur	geen	expertoordeel: bij verdieping een positief effect
zuurstof	geen	expertoordeel: positief effect
organisch stof	afhankelijk van samenstelling	afhankelijk van samenstelling
stikstof	afhankelijk van samenstelling	expertoordeel: positief effect afhankelijk van samenstelling
fosfaat	afhankelijk van samenstelling	expertoordeel: positief effect onder meer zuurstofrijke omstandigheden (minder afbraak organisch materiaal)
ammonium	afhankelijk van samenstelling	expertoordeel: positief effect als minder organisch materiaal afgebroken wordt
metalen	afhankelijk van samenstelling	afhankelijk van samenstelling
gewasbeschermingsmiddelen	afhankelijk van samenstelling	afhankelijk van samenstelling
overige microverontreinigingen	afhankelijk van samenstelling	afhankelijk van samenstelling

INPASBAARHEID	GRONDVERZET	BAGGEREN
ruimte	afhankelijk van hoeveel grond moet worden aangebracht/vervangen moet worden	alleen daar waar het nodig is om te baggeren
debiet/contacttijd	nvt	nvt
waar in (beek)herstelontwerp	bij grondverzet	Ondieptes die snel aanslibben of specifiek gericht op verwijderen van stoffen bovenstrooms of in traject herinrichting
onderhoud	geen	kan nodig zijn om periodiek te herhalen
aanlegkosten/-posten	aanvoer van grond van een bepaalde kwaliteit	Kosten voor afzet van slib (verwerkingslocatie/depot) tenzij voor een toepassing in het ontwerp gezorgd wordt.

REFERENTIES EN VOORBEELDPROJECTEN	GRONDVERZET	BAGGEREN
voor info over effect waterbodem-waterkwaliteit	Brochure rol waterbodem waterkwaliteit 2019.pdf	
Waterschap De Dommel	Momenteel (2024) heeft WSDD een project in uitvoering waar de bodem van bestaande meanders van de Tongelreep over enkele km's lengte worden opgehoogd door middel van zandsuppleties, in combinatie met houtpakketten. Het betreft mineraal zand (zandwinput) met specifieke korrelgrootteverdeling. Doel is verder vernatten van het natuurgebied.	



FACTSHEET WATERKWALITEITSMATREGEL KWELHERSTEL

● In rood: expertoordeel

WATERKWALITEITSMATREGEL KWELHERSTEL	
beschrijving maatregel	De aanvoer van kwel weer mogelijk maken
technische beschrijving	Voor het herstellen van kwelstromen is vaak op regionale schaal aanpassing nodig in de waterhuishouding. Het kwelwater legt een langere weg af door de bodem waar mineralen zoals ijzer en kalk worden opgelost in het water. Het kwelwater is daarom vaak voedselarmer. Kwellocaties in calcium- en ijzerrijke bodems bevatten lage concentraties ammonium.

KRW-KNELPUNTEN	EFFECT VAN DE MAATREGEL
temperatuur	expertoordeel: positief effect, kwel buffert temperatuur
zuurstof	expertoordeel: neutraal tot negatief effect, kwel heeft vaak lagere O_2 -concentraties
organisch stof	expertoordeel: geen effect
stikstof	expertoordeel: hangt sterk af van kwelstroom
fosfaat	expertoordeel: hangt sterk af van kwelstroom
ammonium	expertoordeel: neutraal tot negatief effect, kwel heeft vaak hogere NH_4 -concentraties; dit kan wel leiden tot verhoogde NH_4 concentraties
metalen	expertoordeel: hangt sterk af van kwelstroom
gewasbeschermingsmiddelen	expertoordeel: hangt sterk af van kwelstroom
overige microverontreinigingen	expertoordeel: hangt sterk af van kwelstroom

INPASBAARHEID	
ruimte	dit is afhankelijk van diverse factoren
	vaak is een besluit nodig op een groter ruimtelijk schaalniveau
debiet/contacttijd	nvt
waar in (beek)herstelontwerp	vraagt om gebiedsproces
onderhoud	nvt
aanlegkosten/-posten	afhankelijk van de situatie

EXTRA	
veranderingen van waterpeilen kunnen gevolgen hebben voor de stabiliteit van de oevers.	
veranderingen van waterpeilen kunnen ervoor zorgen dat een minder stabiele of geen stabiele oevervegetatie kan ontwikkelen.	

➤ BIJLAGE REFERENTIES



INHOUD



INTRO



ONTWERP



STAPPENPLAN



ROUTE A



ROUTE B



FACTSHEETS

NUMMER	TITEL	AUTEUR	RAPPORTNUMMER	LINK	DATUM
0	Ontwerpen met maatregelen voor waterkwaliteit, handvatten voor verkenningen en planvorming	R. van de Weerd		waterschap aa en maas en Brabantse Delta	Jan-24
1	De helofytensloot werkt; waar wachten we op?	W. van der Kooij (Aeres Hogeschool)	H2O-online	De helofytensloot werkt; waar wachten we op?	1/17/24
2	Helofytensloot eindrapportage	W. van der Kooij (Aeres Hogeschool)		https://www.aereshogeschool.nl/-/media/aeres-hogeschool/files/dronten/onderzoek/publicaties-en-artikelen/agrarisch-waterbeheer/helofytensloot-rapportage-3.pdf?rev=06a8900885cf4ebbbc2e-3da0f6e7117a&hash=E14429B-C72299DF2E1C9E737BFECAB4C	Mar-22
3	Evaluatie effectiviteit natuurvriendelijke oevers	Hoogheemraadschap van Delfland	rapport 1425126	https://www.hhdelfland.nl/publish/library/43/rapport-evaluatie_effectiviteit_nvos_delfland_def_v3.pdf	Oct-19
4	Het waterpark als alternatief; MKBA aanleg multifunctioneel helofytenfilter op Waterpark Het Lankheet	A.T. de Blaeij en A.J. Reinhard	Rapport 2008-061	091002 2008-061 Het Waterpark als alternatief definitief	Sep-08
5	Zuiverende voorzieningen regenwater. Wat zijn de opties en ervaringen?	J.G. Langeveld	Presentatie Rioned/Stowa	https://www.stowa.nl/agenda/bijeenkomst-mijn-hemel-waterstelsel	11/2/23
6	Beter Defosfateren - Vergelijking defosfateringstechnieken voor oppervlaktewater STOWA	M. Nijboer, N. Nijborg & A. Buijert (Arcadis)	Stowa 2024-39	STOWA 2024-39 defosfateringstechnieken-oppervlaktewater.pdf	Sep-24
7	Woodchip bioreactors for nitrate in agricultural drainage	L. Christianson en M. Helmers (Iowa state University)	agriculture and environment extension publications, 85	Woodchip Bioreactors for Nitrate in Agricultural Drainage	Oct-11
8	Nutrient catchers: eenvoudige zuivering van landbouwwater op perceelniveau	S. Jansen (Deltares)	Memo		7/7/20
9	Passive dosing of organic substrates for nitrate-removing bioreactors applied in field margins	S. Jansen, R. Stuurman, Wim Chardon, S. Ball, J. Rozemeijer, J. Gerritse	Journal of Environmental Quality	Passive Dosing of Organic Substrates for Nitrate Removing Bioreactors Applied in Field Margins	2/1/19
10	Denitrifying bioreactor woodchip sourcing guidance based on physical and hydraulic properties	G.M. Johnson, R.D. Christianson, R.A.C. Cooke, C. Diaz-Garcia, L.E. Christianson	Elsevier - Ecological Engineering 184-106791	https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S092585742200252X/pdf?md5=f2d711742c90eb879e53c742b8c98ab9&pid=1-s2.0-S092585742200252X-main.pdf	9/12/22

NUMMER	TITEL	AUTEUR	RAPPORTNUMMER	LINK	DATUM
11	Beeld Schoon Water - voor een betere waterkwaliteit	Waterschap de Dommel - CLM onderzoek en Advies	Waterschap de Dommel	https://edepot.wur.nl/117600	2008
12	Marktverkenning Paludicultuur - kansen voor de landbouw in veenweidegebieden met behoud van veen	J. van Duursen en A. Nieuwenhuijs	Holland Biodiversity B.V. & Quivertree voor Innovatieprogramma Veen	https://www.veenweiden.nl/wp-content/uploads/2018/09/Marktverkenning-Paludicultuur.pdf	5/10/16
13	Natte teelten voor het veenweidegebied; Verkenning van de mogelijkheden van lisdodde, riet, miscanthus en wilg	M. Bestman, J. Geurts, Y. Egas, K. van Houwelingen, F. Lenssinck, A. Koornneef, J. Pijlman, R. Vroom, N. van Eekeren	2019-014 LbD	natte-teelten-voor-het-veenweidegebied.pdf	2019
14	Kennisoverzicht kleinschalige maatregelen in brabantse beken	P. Verdonshot et al.	stowa -2017-16	STOWA 2017-16.pdf	2017
15	Handboek geomorfologisch beekherstel; Leidraad voor een stapsgewijze en integrale ontwerpaanpak, herziene uitgave	B. Makaske, G. Maas, J. Candel	stowa 2020-36	STOWA 2020-36 Handboek beekherstelweb.pdf	2020
16	Inrichtingsvarianten voor waterlichamen met de opgave NVO, Oplossingsrichtingen voor beken, sloten en kanalen	B. Reeze	Waterschap Aa en Maas	https://edepot.wur.nl/572418	1/20/22
17	Ecologische effecten van nutriënten op laaglandbeken. Kennisdocument Kennisimpuls waterkwaliteit	G.H. van der Leeg en P.F.M. Verdonshot	stowa 2021-25	KIWK 2021-25-Ecologie Laaglandbeken (1).pdf	6/1/21
18	Beekdalbreed hermeanderen; Bouwstenen voor de 'leidraad voor innovatief beek- en beekdalherstel'	P. Verdonshot, A. Besse, J. de Brouwer, J. Eekhout, R. Fraaije	stowa 2012-36	STOWA 2012-36.pdf	2012
19	Woodchip Biofilters - a best management practice for reducing nutrient loss in drainage water	Upper thames river conservation authority		UTRCA Woodchip Biofilters Manual	2019
20	Woodchip Bioreactor - factsheet	L. Gosch, D. Huits, B. Lennartz	NuReDrain project	https://northsearegion.eu/media/13650/wood-chip-bioreactor-fact-sheet-200513.pdf	
21	Achtergronden bij informatie in de BOOT-lijst factsheets	K. Verloop, M. van Agtmaal et al.	Rapport WPR-842	Achtergronden bij informatie in de BOOTlijst factsheets WPR rapport 842	Oct-18
22	Presentatie Helofytenfilters voor N+P verwijdering en andere toepassingen	J. Blom (Tauw)	Studiedag Rietveldfilters in de Praktijk	Helofytenfilters voor N+P verwijdering	11/4/12
23	Effectiviteitsvergelijking helofytenveld. Behandeling hemelwater of rwzi-effluent?	R. Schilperoort (Parners4Urbanwater)	Stowa en stichting Rioned 2017-49	STOWA 2017-49.pdf	Dec-17
24	Perifytonfilter voor een zuiverende sloot	F.C.J. van Herpen (Haskoning Nederland)	rapport 9W3326/R00003/902795/AH/DenB	Microsoft Word - R00003 Defrap. Perifytonfilter voor een zuiverende sloot	10/30/12
25	Waterkwaliteitsadvies houtsnipperfilter	Waterschap Limburg	WLD0C-1663486819-336628		11/15/23

NUMMER	TITEL	AUTEUR	RAPPORTNUMMER	LINK	DATUM
26	Nitrogen removal and nitrouw oxide emissions from woodchip bioreactors treating agricultural drainage waters	J. Audet, A. Jégliot et al.	Elsevier - ecological enineering 169-106328	(PDF) Nitrogen removal and nitrous oxide emissions from woodchip bioreactors treating agricultural drainage waters	6/22/21
27	Paludicultuur houdt de polder schoon - zuiveren van oppervlaktewater en uitmijnen van fosfaatrijke bodems met riet- en lisdodde teelt	J. Geurts, C. Fritz, Lamers, et al.	H20-online	https://repository.ubn.ru.nl/bitstream/handle/2066/179220/179220.pdf	8/23/17
28	Factsheet: Helofytenfilter	K. Roest (kwr water)	Kennis actie programma water	https://edepot.wur.nl/458979	nb
29	Paludicultuur - kansen voor natuurontwikkeling en landschappelijke bufferzones op natte gronden	C. Fritz, L. Lamers, G. van Dijk, F. Smolders, H. Joosten	Vakblad Natuur Bos en Landschap	https://edepot.wur.nl/304474	May-14
30	Invloed van beekbegeleidende bomen op de ecologische kwaliteit van Noord-brabantse beken	R. Verdonschot, B. Brugmans, M. Scheepens, D. Coenen, P. Verdonschot	H20-online	https://edepot.wur.nl/388677	7/28/16
31	Flexibel peil, van denken naar doen, Flexibel peilbeheer als maatregel ter verbetering van de waterkwaliteit en bevordering van de oeervervegetatie en verlanding	S. Schep, N. von Meijenfheldt, W. Rip	stowa 2012-41	STOWA 2012-41.pdf	2012
32	Handreiking natuurvriendelijke oevers, een hulpmiddel bij het proces van ontwerp tot aanleg van een natuurvriendelijke oever	J. van Vossen en D. Verhagen (Nelen en Schuurmans)	stowa 2009-37	STOWA 2009-37.pdf	9/16/09
33	Vispassages, de keuze is reuze	D. ter Veld	H20, NR6	https://edepot.wur.nl/353657	Jun-15
34	Variantenstudie natuurlijke nazuivering rwzi Winterswijk	M. Hoek, F. Rempe, J. van den Bulk, R. Berg (Tauw)	R001-1289869MHK-V01-kzo-NL		8/24/23
35	Integrale grondwaterstudie Nederland	D. Hendriks, H. Passier et al. (Deltares)	11208092-001-BGS-0001	Integrale Grondwaterstudie Nederland	2/20/23
36	Waterkwaliteitsproblemen tot in de bodem uitgezocht, de relatie tussen waterbodem en waterkwaliteit	F. Smolders, M. van Mullekom, H. Tomassen, P. Westendorp	B-Ware	Brochure rol waterbodem waterkwaliteit 2019.pdf	2019
37	Handboek groene waterzuivering	J. Spoelstra en G. Truijten	van Hall-Larenstein	Handboek Groene waterzuivering	10/28/10
38	Effectgerichte maatregelen tegen fosfaatuitspoeling uit landbouwgronden	R.P.J.J. Rietra, P.N.M. Schipper, B.M.A. Kroonen-Backbier (Wageningen Environmental Research)	rapport 3325	Effectgerichte maatregelen tegen fosfaatuitspoeling uit landbouwgronden	Feb-24
39	Eologische sleutelfactor belasting stromend water, tussenrapportage	S. Schep, H. Tanis, R. van Ek et al.	stowa 2018-30	STOWA 2018-30 Tussenrapportage Belasting defversie.pdf	Jun-18
40	Tabel 4.4: accumulatie van stoffen in sedimentvanger "de Klotputten" in de Dommel inclusief verwijderingsrendement voor de jaren 2005, 2009 t/m 2022	Waterschap De Dommel	Toetsing waterbodems en sedimentvallen, analyses 2022		nb
41	Afgraven bij inrichting Ecologische Verbindingszones (EVZ's), advies over nut en noodzaak	R. van de Haterd en M. De la Haye (bureau Waardenburg)	rapport 23-056	22-0498 advies vergraven EVZ definitief	24-Mar-23

NUMMER	TITEL	AUTEUR	RAPPORTNUMMER	LINK	DATUM
42	Optimalisatiestudie sedimentvangen Beneden Dommel en Kleine Dommel	Witteveen+Bos	rapport BTL160-1/winb/002		3/13/09
43	Deltafact, Bouwen met Natuur bij herstel van beken; effectiviteit van maatregelen, v2,0	B. Reeze, S. Schep, S. Slob, E. Querner, E. van der kooij	stowa	Bouwen met Natuur bij herstel van beken v2 (juni 2021)-converted.pdf	Jun-21
44	Deltafact, Ecologische effecten koudwaterlozingen aquathermie	M. de Lange, C. Jacobs, P. Boderie	stowa	Ecologische effecten koudwaterlozingen.pdf	Jun-17
45	Factsheet: Ecologische effecten van stikstof op Nederlandse oppervlaktewateren	G.J. van Geest, P.F.M. Verdonshot, P.N.M. Schipper, A.J. Veraard, J.G.M. Roelofs, H.B.M. Tomassen	Notitie Kennisimpuls waterkwaliteit	KIWK Ecologie Onderzoeksrapport Stikstof oppervlaktewateren - DEF 13 april-converted.pdf	Feb-21
46	referenties en maatlatten voor natuurlijke watertypen voor de kaderrichtlijn water 2021-2027	W. Altenburg, G. Arts, J.G. Baretta-Bekker et al.	stowa 2018-49	STOWA_2018-49-Maatlatten v2024 DEF.pdf	2018
47	Factsheet: Fosforbelasting	P.F.M. Verdonshot en R.C.M. Verdonshot	Notitie Kennisimpuls waterkwaliteit	https://edepot.wur.nl/534365	Nov-20
48	Water zuiveren met drijvende planten	H. Keizer-Vlek, P. Verdonshot, R. Verdonshot, D. Dekkers (Alterra)	H2O, Waterwetenschap, toegepaste wetenschap in de watersector, nr10	https://edepot.wur.nl/338653	Oct-13
49	Aanvullende maatregelen op het pakket van het zevende Actieprogramma Nitraatrichtlijn met een gebiedsgerichte oriëntatie	P. Groenendijk, E. van Boekel, J. Rozemeijer, S. Jansen, J. Griffioen	11207723-000BGS-0001	Aanvullende maatregelen op het pakket van het zevende Actieprogramma Nitraatrichtlijn met een gebiedsgerichte oriëntatie	19-Nov-21
50	Zuiverende voorzieningen regenwater, Verkenning van de kennis van ontwerp, aanleg en beheer van zuiverende regenwatersystemen	J. Rombout, F.C. Boogaard, J. Kluck, R. Wentink	stowa 2007-20	STOWA 2007 20.indd	Sep-07
51	Nitraat in oppervlaktewater vanuit grondwater	J. van den Roovaart, J. Rozemeijer et al. (Deltares)	11205268-009-BGS-0001	Nitraat in oppervlaktewater vanuit grondwater	2/18/20
52	peilbeheer en chemische waterkwaliteit, beheergebied waterschap Aa en Maas	G. van Eertwegh (knowH2O)	KnowH2O		Feb-15
53	Afwegingskader inlaat gebiedsvreemd water voor natuur, rapportage afwegingskader	R.E. Reitsema, R. van Ek, S.A. Schep, A.J.P. Smolders, G. van Dijk	stowa 2024-35	STOWA_2024-35_Afwegingskader-inlaat-gebiedsvreemd-water-rapport.pdf	10/9/24
Websites					
53	Ecologische Sleutelfactoren voor stilstaande wateren STOWA				
54	Fosfaatfilter bij Zwemlust - Blauwalgen bestrijden en proeflocatie voor AGV Winnovatie				
55	Schoner water voor De Groote Meer dankzij ijzerzandfilter Waterschap Brabantse Delta				
56	Groot filter van ijzerzand zuivert watertoevoer naar Brabants ven				
57	ClimateScan				

➞ STOWA IN HET KORT



INHOUD



INTRO



ONTWERP



STAPPENPLAN



ROUTE A



ROUTE B



FACTSHEETS

HOE WE WERKEN

STOWA is het kennis- en innovatiecentrum voor regionale waterbeheerders in Nederland; de waterschappen en provincies. We helpen ze met het verkrijgen van nieuwe kennis en inzichten die nodig zijn om de opgaven van de regionale waterbeheerders beter te kunnen uitvoeren. Dat doen we door kennisvragen te formuleren en te selecteren in programmacommissies. We zetten ons onderzoek uit bij een keur aan experts, adviesbureaus, instituten en universiteiten, die we begeleiden tijdens hun werk. We zorgen voor de beschikbaarstelling en verspreiding van de kennis, inzichten en antwoorden aan de gezamenlijke waterbeheerders. We stimuleren de uitwisseling van kennis en ervaringen, via bijeenkomsten, werkgroepen, excursies, conferenties en communities of practice. We werken samen met onder andere ministeries, Rijkswaterstaat, gemeenten, drinkwaterbedrijven.

WAT WE ONDERZOEKEN

Inhoudelijk richt STOWA zich op alle onderdelen van waterbeheer, van waterkering en stedelijk waterbeheer tot waterzuivering en watersystemen. Belangrijke thema's daarbij zijn klimaatadaptatie, waterveiligheid, waterkwaliteit en ecologie, energietransitie en circulaire economie.

De kennisvragen die STOWA beantwoordt liggen meestal op technisch, natuurwetenschappelijk, bestuurlijk-juridisch of sociaalwetenschappelijk gebied. Onze kennis is altijd gericht op de praktijk van regionale waterbeheerders. Dat is waar we voor staan, als **Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer**.

WIE WE ZIJN

STOWA is als kennisorganisatie onafhankelijk, onpartijdig en transparant. De afnemers van onze kennis moeten erop kunnen vertrouwen dat de inhoud van onze rapporten objectief en representatief is. Alleen zo kan onze kennis worden ingezet voor beter waterbeheer en innovaties die antwoord geven op de uitdagingen van vandaag en morgen. Het is aan regionale waterbeheerders zelf te bepalen hoe ze de kennis van STOWA in de praktijk gebruiken. STOWA kan daarbij een rol spelen als adviseur, maar is geen uitvoerder of regisseur.

STOWA is een stichting die de richtlijnen volgt voor organisaties zonder winstoogmerk (RJ-640). In ons jaarverslag is daarom naast de cijfermatige jaarrekening onder meer ook een directieverslag over de stichting, haar activiteiten en kentallen opgenomen.

STOWA

Postbus 2180
3800 CD Amersfoort

BEZOEKADRES

Stationsplein 89, vierde etage
3818 LE Amersfoort

033 460 32 00
stowa@stowa.nl
www.stowa.nl

stowa

STICHTING
TOEGEPAST ONDERZOEK WATERBEHEER



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