



GRIP OP BEEKSLIB

Herkomst van slib in langzaamstromende beken en de rol van dit beekslib in het behalen van KRW- en natuurdoelen voor waterplanten

CONTENTS

1. Inleiding	1
2. Gerelateerde onderwerpen en Deltafacts	2
3. Strategie	2
4. Schematische weergave	3
5. Werking	6
6. Randvoorwaarden en kansrijke locaties	15
7. Praktijkervaringen	16
8. Kennisleemten	17
9. Bronnen & links	19
10. Colofon	20
11. Disclaimer	21

1. INLEIDING

De waterkwaliteit is, in termen van de mate van eutrofiëring en organische belasting, de afgelopen decennia verbeterd in veel Nederlandse laaglandbeken. Toch zien we deze verbetering niet altijd terug in de kwaliteit van de waterplantengemeenschappen. In het merendeel van de Nederlandse laaglandbeken ontbreken de gewenste doelsoorten en kan 'woekering' (overmatige groei) van ongewenste soorten optreden, vaak in één-soortige dominantiebegroeiingen. Behalve dat de nutriëntenconcentraties in het oppervlaktewater op veel van deze plekken nog niet voldoende gereduceerd zijn, speelt ook de kwaliteit van de waterbodem, die als gevolg van slibaanwas vaak zeer

voedselrijk is, een rol in deze woekering van ongewenste waterplanten (Smolders et al., 2017). Als de kwaliteit en hoeveelheid beekslib een goede ecologische kwaliteit in de weg staat, is het belangrijk om te weten hoe het slib zich heeft gevormd en waar het vandaan komt. Dit biedt namelijk handvatten voor het tegengaan van overmatige slibaanwas en het zo ecologisch gezonder maken van beeksystemen.

Deze Deltafact "*Grip op beekslib*" presenteert een overzicht van de huidige kennis rondom de invloed van beekslib op het behalen van KRW- en natuurdoelen voor waterplanten in laaglandbeken. Ook wordt ingegaan op de herkomst van dit slib. In deze Deltafact wordt uitgelegd wat de belangrijkste processen zijn die ten grondslag liggen aan de relatie tussen het voorkomen van waterplanten in laaglandbeken¹ en het voorkomen en de kwaliteit van het slib. Tenslotte wordt beschreven hoe deze kennis kan worden ingezet in het beheer van beken vanuit het oogpunt van slibaanwas en de beoogde doelsoorten.

2. GERELATEERDE ONDERWERPEN EN DELTAFACTS

Onderwerpen: Kennisimpuls Waterkwaliteit, Bouwen met natuur, Lumbricus.

Deltafacts: [Bouwen met natuur maatregelen in beken](#), Lumbricus - [Peilen en Vegetatie](#), [Lumbricus Ecologische monitoring](#).

3. STRATEGIE

Verslibbing van de beekbodem beïnvloedt het functioneren van het beekecosysteem. Het onderwaterleven ondervindt een directe impact van slib bijv. via het bedekken van het habitat, waardoor standplaatsen, voedselbronnen, schuil-, paai- en hechtplaatsen onbereikbaar of ongeschikt worden. Een belangrijk indirect effect van slib is een sterke stijging van de afbraak van organisch materiaal door bacteriën (respiratie), waardoor onder andere het zuurstofgehalte in het water daalt en de nutriëntenbeschikbaarheid toeneemt. Ook anorganische slibdeeltjes hebben een hogere nutriëntenbeschikbaarheid als zij afkomstig zijn van bemeste beekdalgronden. De hogere nutriëntenbeschikbaarheid als gevolg van de aanwezigheid van het slib is een belangrijke sturende factor voor het succes van

¹ KRW watertypen R4 – permanent langzaam stromende bovenlopen op zand en R5 - langzaam stromende middenloop/benedenloop op zand

woekerende soorten en de achteruitgang van doelsoorten in beken.

Het verbeteren van de slib-huishouding in een beek kan dus een strategie zijn om de KRW doelen positief te beïnvloeden.

4. SCHEMATISCHE WEERGAVE

Er zijn meerdere factoren van invloed op het voorkomen en de biomassa aan waterplanten in stromende wateren (Figuur 1): stroming; nutriënten; licht; algen; anorganisch koolstof; temperatuur; en substraat.

Stroming: een optimale abundantie van waterplanten wordt bereikt bij een stabiele stroming. Bij lage stroomsnelheden (tot 0,1 m/s) zal waterplantengroei worden gestimuleerd. Bij toenemende stroomsnelheden zal de waterplantengroei afnemen, maar de groei van karakteristieke wortelende waterplanten van snelstromende beken worden gestimuleerd (vooral waterranonkels), en waterplantengroei zal verdwijnen bij stroomsnelheden groter dan 1 m/s.

Nutriënten: Een algemeen aanvaard concept in stromende wateren is dat nutriënten zich stroomafwaarts spiraalsgewijs verplaatsen (zoals door de sinusvorm weergegeven in Figuur 1): waterplanten nemen nutriënten op uit het water en geven deze af aan het sediment en het water, de nutriënten worden verder stroomafwaarts getransporteerd door de stroming. Het sediment is meestal de primaire bron van fosfaat, al kunnen waterplanten ook fosfaat via hun bladeren uit de waterkolom opnemen als dit beschikbaar is. IJzer- en aluminium oxiden verminderen de beschikbaarheid aan fosfaat in het sediment.

Substraat: fijn sediment kan rijk zijn aan nutriënten maar ook aan organisch materiaal waardoor zuurstofloosheid kan ontstaan in het substraat. Planten vormen dan een kleiner wortelstelsel, waardoor ze sneller ontworteld raken bij hoge stroomsnelheden. Ook licht (beschaduwning) speelt een rol in de productiviteit van de vegetatie hoewel dit minder dominant is dan in eutrofe meren.

Licht: In beschaduwde trajecten (in bos of houtwal) staat doorgaans veel minder vegetatie dan in trajecten zonder schaduw. In diepere (gekanaliseerde) beken kan de plantengroei ook geremd worden als het water troebel is door *algen* of zwevend stof. Ook *opgelost anorganisch koolstof* behoren tot de mogelijke limiterende factoren voor groei, net zoals *temperatuur*: een hogere temperatuur zal in algemene zin de productie verhogen, maar temperatuur-optima variëren sterk per soort. Algen zijn altijd op de bladeren van waterplanten aanwezig, maar de hoeveelheid ervan

bepaalt in hoeverre opname van licht, anorganisch koolstof en nutriënten beperkt worden voor de waterplanten. In (vrijwel) stagnante beken kunnen algen ook in hoge dichtheden vrij in het water voorkomen onder nutriëntenrijke omstandigheden en op die manier de lichtinval beperken.

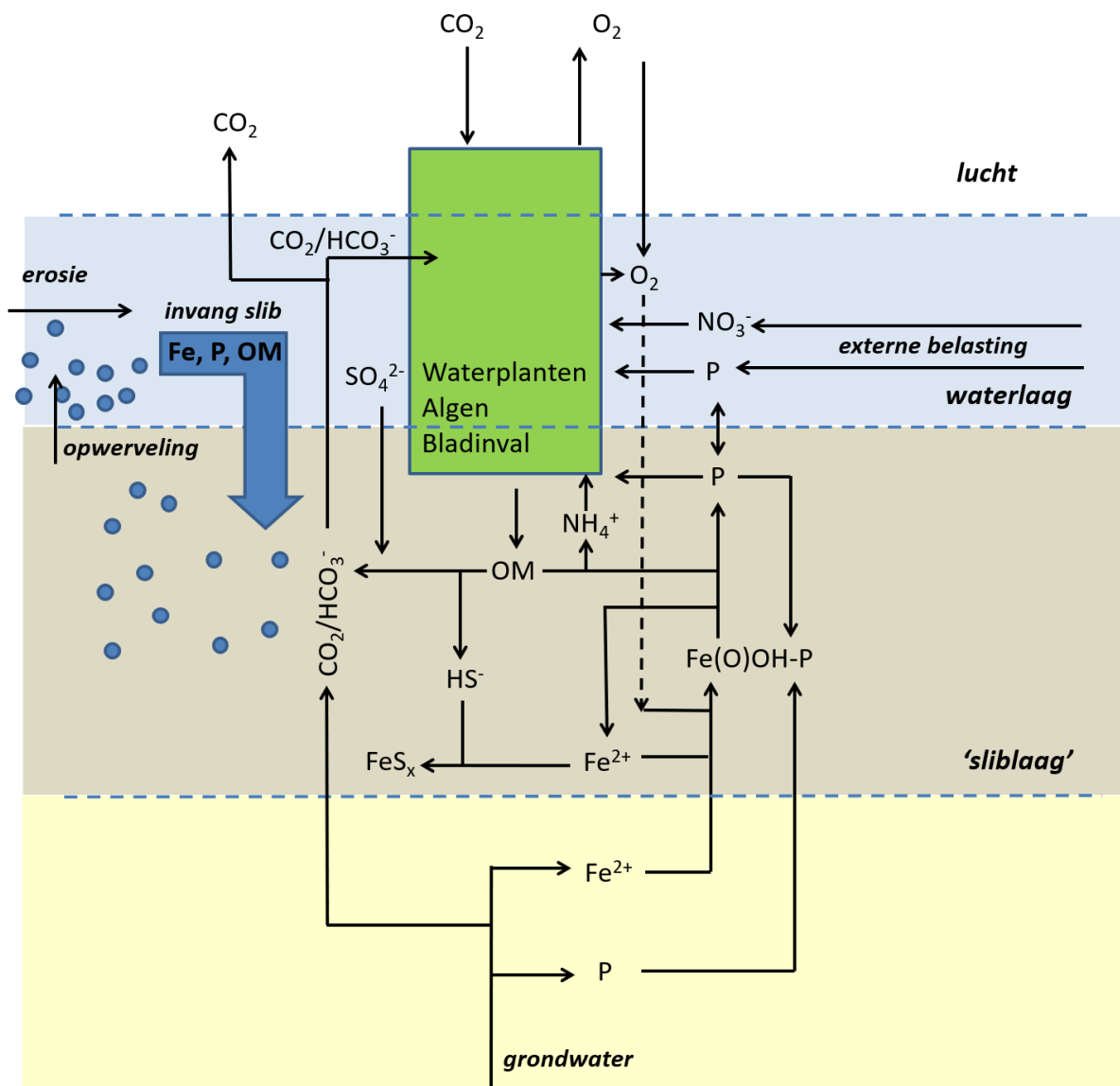


Figuur 1 Conceptueel model van factoren die de biomassa aan waterplanten beïnvloeden in stromende wateren in landbouwgebieden (aangepast van Mebane et al., 2014).

Chemisch functioneren

Slib kan een verschillende herkomst hebben (Van Gerven & Massop, 2020), maar bevat in het algemeen veel nutriënten en goed-afbreekbaar organisch materiaal. Doordat dit organische materiaal gemakkelijk afbreekt, wordt zuurstof in de sliblaag opgebruikt en is deze laag meestal anaeroob. Hierdoor zijn de concentraties van verschillende stoffen in het poriewater anders dan in de waterlaag of in een aerobe onderwaterbodem. De chemische processen die een rol spelen in de beschikbaarheid van nutriënten (N, P, C) hangen samen met de concentraties aan ijzer, zwavel en zuurstof in zowel de water-, slib als onderliggende sedimentlaag en

met de fluxen van deze stoffen over de fases (figuur 2). In de aanvoer van fosfaat naar het oppervlaktewater speelt runoff vanaf agrarische grond een rol van wisselende grootte. Eerder is voor een aantal stroomgebieden aangetoond dat de landbouw de grootste bron vormt voor fosfaat en stikstof in het oppervlaktewater (Van de Weerd & Torenbeek, 2007; Roelsma et al., 2011). De aanvoer van fosfor naar het beekstelsel vanuit het landbouwsysteem verloopt in sommige gebieden sterker via uitspoeling van fosfaat uit fosfaatverzadigde gronden als gevolg van historische bemesting (Drentse Aa) (Roelsma et al., 2011), terwijl het aandeel van run-off in de fosfaatinspoeling in andere systemen maar liefst 30 (zand) tot 70 (klei) à 80 % (zand) bedraagt (Van de Weerd & Torenbeek, 2007).



Figuur 2 Samenvatting van de belangrijkste chemische processen in beekbodems met een sliblaag. (Voor een uitgebreide uitleg bij dit figuur zie OBN rapportage, onderdeel literatuurstudie) toevoegen link naar de website waar het rapport komt te staan.

5. WERKING

Hoe beïnvloedt slib in een beek de respons van waterplanten?

De ophoping van slib in beken leidt tot voedselrijkere omstandigheden in of net boven het wortelmilieu (meer fosfaat, ammonium en anorganisch koolstof) waardoor woekering door algemene soorten als Aarvederkruid en Waterpest wordt bevorderd. De bevordering van deze soorten door een rijke sliblaag wordt ook waargenomen als de waterlaag arm is aan voedingsstoffen. Doelsoorten (zie o.a. figuur 4), die vanuit de Kaderrichtlijn Water en Natura 2000 gewenst zijn, hebben hierdoor minder kans zich te handhaven: ze zijn minder concurrentiekrachtig.

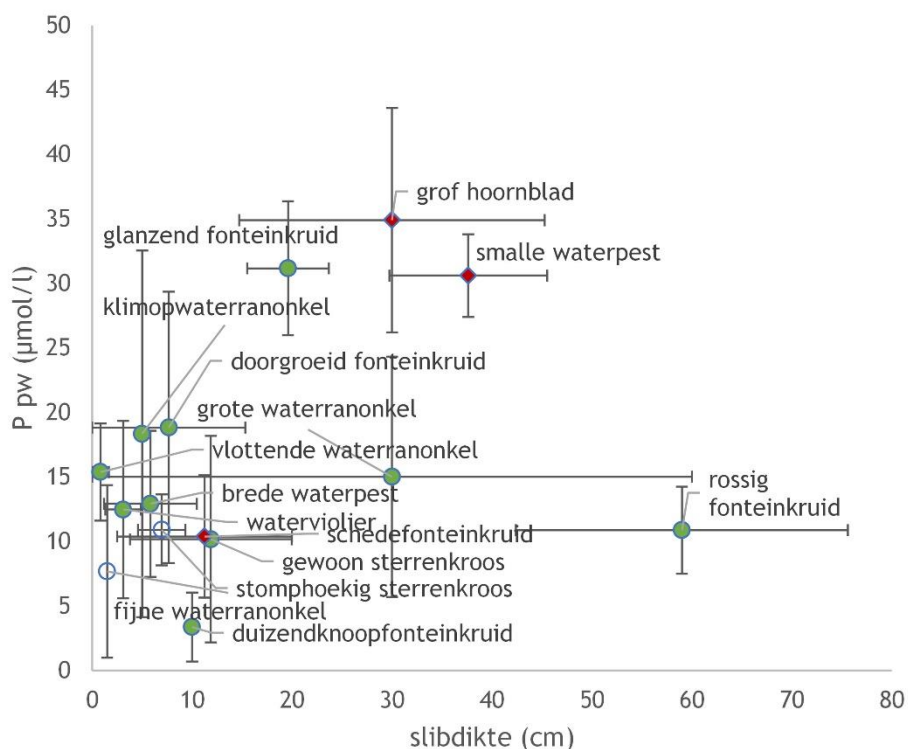


Figuur 3. Klimopwaterranonkel met veel ijzerrijke afzettingen in een beekje (Foto Ralf Verdonschot)

Sommige kunnen zonder concurrentie prima onder voedselrijkere omstandigheden groeien, maar andere hebben een zandig, hard en aerob substraat nodig en tolereren geen slibafzetting op hun bladeren, waardoor licht wordt beperkt. In de beek worden de meeste doelsoorten aangetroffen op een kale bodem of op sliblagen tot maximaal 20 cm dik. Indien ze op dikkere sliblagen voorkomen, betreft dit meestal slib met een lagere voedselrijkdom (figuur 3). De ophoping van ijzerrijk slib hoeft geen probleem te zijn voor doelsoorten. Sommige doelsoorten zijn sterk aangepast aan hoge ijzerconcentraties in kwelsituaties, zoals Rossig fonteinkruid, Klimopwaterranonkel en Drijvende waterweegbree. Ook woekersoorten kunnen nog bij hoge ijzerconcentraties voorkomen.

Uit recente experimenten blijkt dat de groei van doelsoorten in het algemeen niet

geremd wordt door een sliblaag (Loeb et al., 2021); het directe toxische effect van beekslib voor waterplanten lijkt op korte termijn dus klein. Een aantal doelsoorten vormde in deze experimenten een grotere biomassa en hadden hogere nutriëntengehalten in hun weefsel op een nutriëntenrijke sliblaag dan op een zandlaag. Dit geldt ook voor de woekerende soorten, echter, woekerende soorten lijken meer te profiteren van een sliblaag en de hogere beschikbaarheid van stikstof, fosfaat en koolstof (bicarbonaat) als gevolg van de aanwezigheid van deze sliblaag, waardoor hun concurrentiepositie veel gunstiger is ten opzichte van de doelsoorten (Figuur 4).



Figuur 4 Gemiddelde slibdikte en fosforconcentratie in het poriewater waarbij verschillende submerse beeksoorten voorkomen. Groene cirkels betreffen doelsoorten, rode ruiten algemene, woekerende soorten (uit: Loeb et al., 2021).

Een aparte categorie beeksoorten betreft zachtwatersoorten, die in beken steeds zeldzamer worden. Deze soorten zijn op CO₂ aangewezen als hun enige koolstofbron. Zij hebben te lijden onder een hogere beschikbaarheid van bicarbonaat (HCO₃⁻), dat vrij kan komen door afbraakprocessen in de sliblaag. Dit bicarbonaat wordt niet benut door zachtwatersoorten, maar kan wel door veel algemene soorten worden gebruikt als koolstofbron, waardoor de concurrentiepositie van woekerende soorten versterkt wordt en de positie van zachtwatersoorten verzwakt.

- Anorganisch van aard (zoals geflocculeerd ijzerhoudend sediment, kenmerkend voor beken met ijzerrijke kwel).
- Oeverafkalving, erosie van aanliggende (steile) oevers door water, wind of vertrapping.
- Verweking van onderliggende waterbodem.
- Bodemerosie van het omringende land, via:
 - Winderosie, via verstuiving van het land, voornamelijk voorkomend in gebieden met een open landschap en geringe plantenbedekking (zoals in akkerbouw).
 - Watererosie, via oppervlakkige afstroom van water, voornamelijk voorkomend in hellende gebieden met geringe plantenbedekking, en op gronden met geringe infiltratiecapaciteit.
- Externe processen, bijvoorbeeld puntbelastingen vanuit een RWZI of inlaatwater vanuit een kanaal.

Voor alle bronnen - behalve de verweking van de onderliggende waterbodem - geldt dat het betreffende proces zowel op het beschouwde beektraject als in het bovenstroomse gebied plaats kan vinden. Als het proces in het bovenstroomse gebied plaatsvindt, kan het gevormde materiaal in de vorm van zwevend stof of via transport over de waterbodem ('bedload') in het betreffende beektraject terecht komen.

Hoe breng je bronnen in kaart?

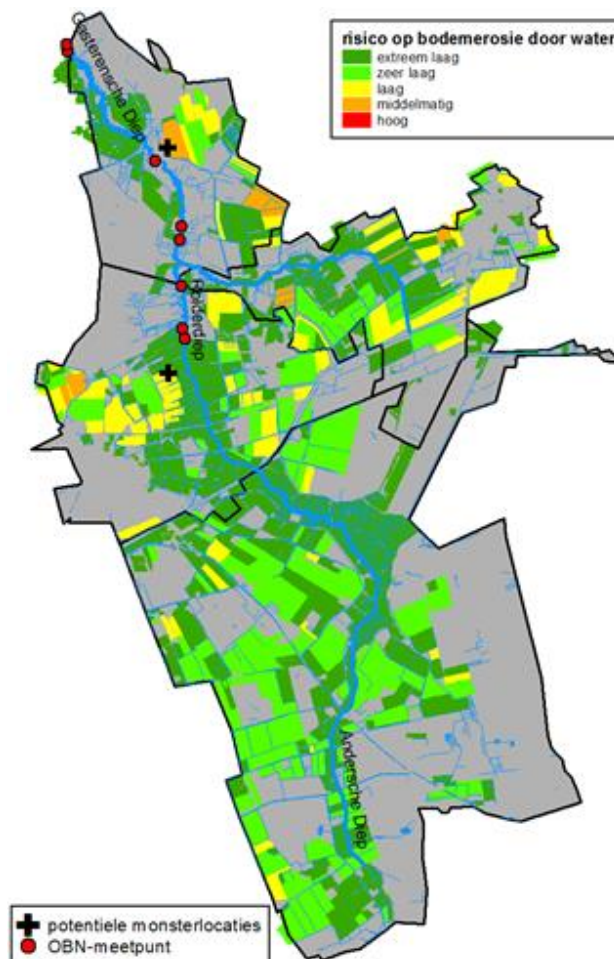
Bronnen van slib kunnen in kaart worden gebracht door gebruik te maken GIS-analyses of van veldmetingen. Voor GIS-analyses van een heel watersysteem is informatie nodig over ([Van Gerven en Massop, 2020](#)):

De eigenschappen van het watersysteem (belangrijkste aanvoerende waterlopen, afvoerregime, peilbeheer, stroomsnelheden);

- De eigenschappen van het stroomgebied (bodemtype, reliëf, landgebruik);
- Voor het effect van landgebruik is het van belang om naast de percelen die direct aan de beek grenzen, ook diegene die via een toevoerende sloot of greppel, al dan niet voorzien van een stuw, afwatert in beeld te hebben als potentiële bronnen. Ook is het belangrijk na te gaan waar bufferstroken en mogelijke slibvangen aanwezig zijn.
- De aanwezigheid van externe (punt)bronnen en hun belasting van het watersysteem (RWZI's, riooloverstorten);

- De aanwezigheid van ijzerrijke kwel;
- Potentiële bronnen van natuurlijk organisch materiaal (aanwezigheid van bos of bomen langst de beek, productie vanuit waterplanten en/of algen).

Bovenstaande informatie kan middels GIS-bewerkingen worden vertaald in overzichtskaarten van potentiële bronnen zoals in figuur 6 (zie Van Gerven en Massop voor de detailuitleg over deze methode). Voor het bepalen van de watererosie wordt daarnaast gebruik gemaakt van gegevens over de regenfrequentie en -intensiteit. Deze informatie geeft inzicht in de mogelijke bronnen van slib, de kwantitatieve bijdrage van de verschillende bronnen is lastig te bepalen op basis van de beschikbare gegevens. Of het slib vervolgens ophoopt in de beek of wordt afgevoerd in natte perioden, hangt af van de stromingscondities in de beek.

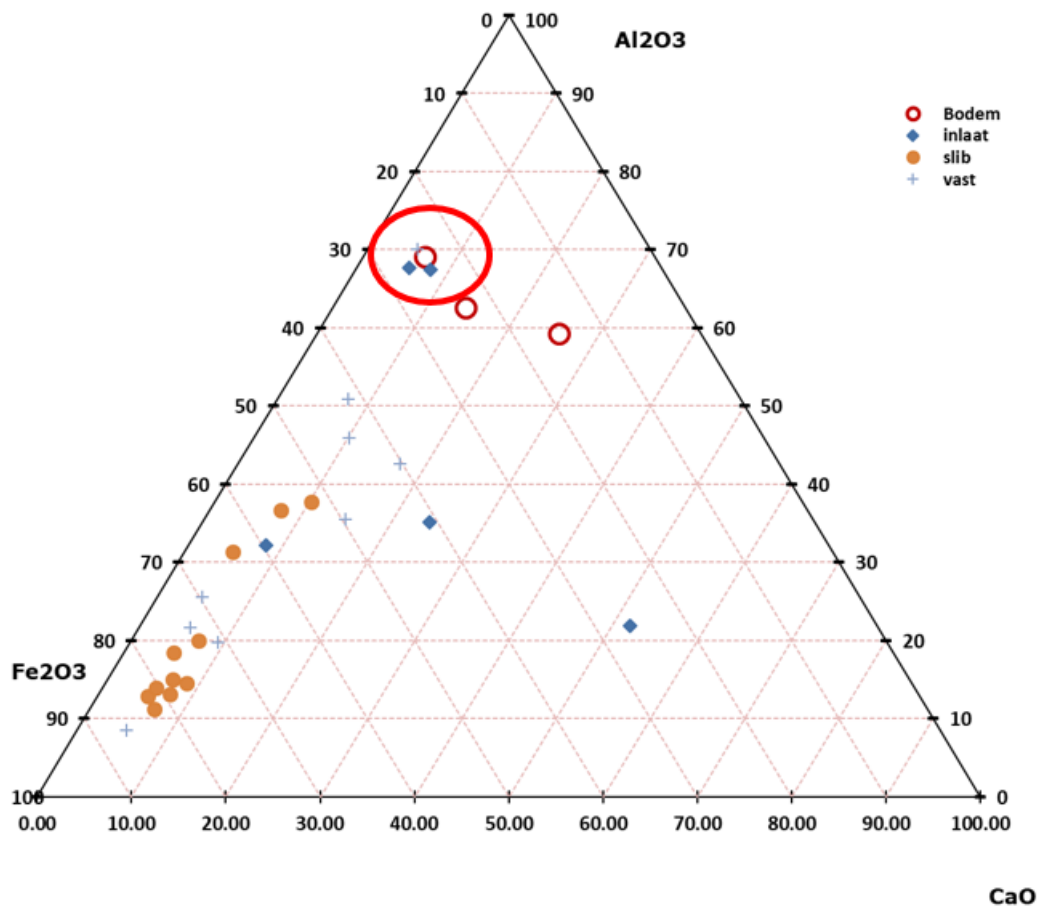


Figuur 6 Hotspots (zwarte kruizen) van wind- en watererosie in het stroomgebied van het Gasterensche Diep – deelgebied van de Drentse Aa. De watererosie-ricocokaart fungeert als achtergrond. (Bron [Van Gerven en Massop 2020](#))

Welke bronnen zie je terug in het slib?

De input van de GIS-analyse voor het hele stroomgebied kan worden gebruikt bij het kiezen van daadwerkelijke monsterpunten in het veld om op deze punten via chemical fingerprinting de samenstelling van het slib en potentiële bronnen te bemeten. In de veldbemonstering is het van belang om zoveel mogelijk de risico-volle gebieden/percelen mee te nemen samen met monsters van slib direct in de beek, waarbij zowel de beekbodem als inlaatpunten/overstorten worden bemonsterd.

Uit het Kennisimpulsonderzoek 'Grib op Slib' (Roskam et al, 2022) blijkt dat het veel inzicht geeft om van deze monster-sets de ratio Fe/Al/Ca te beschouwen. Voor de 4 beeksystemen die in dit onderzoek bemonsterd werden, werd geconcludeerd dat de droge preceelbodems vaak afweken in samenstelling van dat van het beekslib, maar dat de beekbodem veelal een vergelijkbaar karakteristiek had. Hieruit is te concluderen dat het beekslib veelal 'beekeigen' materiaal betrof en dat veelal het slib niet te relateren was aan de op het oog 'risico-volle' landbouwpercelen. Op basis van deze conclusie kan nog geen verdere doorvertaling worden gemaakt naar de invloed van de landbouwpercelen op de nutriëntenbelasting naar de beek, omdat die deels ook via het grondwater/waterfase kan gaan. Deze route van mogelijke belasting is in dit onderzoek niet verder onderzocht. In figuur 7 een voorbeeld van de Fe/Ca/Al ratio-analyse voor de Drentse Aa, waarin was aangenomen dat een landbouw-gebied (Gasterense Enk) bij het Gasterense Holt invloed zou hebben op de slibkarakteristiek, maar dit niet terug te zien was in de chemische analyses. Wel was er slib te vinden in het verzamelbasin, maar dit vertaalde zich niet in karakteristieke waarden in de beek zelf.



Figuur 7 Verhouding tussen ratio's Fe,Ca en Al in de Drentse Aa. Rode cirkel is bij de stuw tussen de hoofdbek en het landbouwgebied

De chemical fingerprinting voor andere stoffen (sporen-elementen en zeldzame aarde elementen) bleek minder nuttig te zijn en wordt afgeraden voor dit type beken op zandgronden zonder grote invloed van Rijnwater of geologische overgangsgebieden.

Slib wordt bij voldoende hoge stroomsnelheden geresuspendeerd en dynamiek in afvoeren zorgt ervoor dat slib soms in suspensie en soms op de beekbodem ligt (Evans et al, 2003). In beken die schoonspoelen bij hoge afvoeren, kunnen de bronnen alleen achterhaald worden op het moment dat op de locaties slib aanwezig is. Maar voor deze beken is het mogelijk ook de vraag of de aanwezigheid en de samenstelling van het slib bepalend zijn voor de ecologische ontwikkeling. Dit hangt

bijvoorbeeld af van de duur, frequentie en het moment van de slibbedekking. Hiermee samenhangend is de vraag hoe dynamiek van slib in ruimte en tijd veranderd. Met puntmetingen en GIS analyses is hier nauwelijks vat op te krijgen. De vrachten en volumes slib zijn met deze analyses niet in beeld te brengen. Aanvullende metingen bijv. aan veranderingen in zwevend stof en afvoeren gedurende een langere tijd (gebruikmakend van ADCPs en OBS-sensoren) kunnen hierin inzicht geven. Echter ook in deze gevallen is bronherleiding, en bepaling van het 'lot' van het zwevend materiaal niet goed mogelijk. Het geeft alleen een idee van de dynamiek in de belasting van de beek met zwevend stof, en geeft niet aan waar het materiaal mogelijk neerslaat. Het feit dat planten ter plaatse de stroomsnelheid verlagen, en daardoor deeltjes kunnen laten bezinken maakt dat bemonsteren binnen of buiten een plantenveld andere slibkarakteristieken en hoeveelheden ter plaatse in de dwarsdoorsnede zal opleveren. Het maken van een totale slibbalans, waarin ook bron-analyses worden meegenomen voor een beekstelsysteem blijven dus altijd een grote mate van onzekerheid met zich meebrengen.

Mogelijke maatregelen

Veel van de verslibde beken worden gekenmerkt door een verstuwde, en agrarisch gedomineerde stroomgebied, waarin stroming — zeker in de zomer — afwezig is. Om te beoordelen waar slib een probleem vormt, en waar slibverwijdering tot kwaliteitswinst kan leiden, kan het beste eerst een systeemanalyse van het stroomgebied worden uitgevoerd. Door te kijken naar het huidige en ook het potentieel natuurlijk functioneren (streefbeeld) van de betreffende beek kunnen de knelpunten benoemd worden. Of aanpak van slib noodzakelijk is zal blijken wanneer in kaart wordt gebracht of en hoe aanpak van de knelpunten binnen de huidige randvoorwaarden mogelijk is. Maatregelen voor dit soort systemen moeten dus gedefinieerd worden uitgaand van 'een noodzaak om het slib aan te pakken' binnen een breder stroomgebiedsbeheer, waarin ook wordt gekeken naar bijv. de totale waterbalans, nutriëntenlast en landgebruik op de flanken.

De slibproblematiek kan met behulp van brongerichte maatregelen (aanpakken stressoren) of effectgerichte maatregelen (mitigeren middels inrichting en beheer) worden aangepakt. Brongerichte maatregelen hebben daarbij de voorkeur boven effectgerichte maatregelen, maar zijn niet altijd eenvoudig uit te voeren. Voor deze groepen maatregelen worden hieronder voorbeelden gegeven:

Bronmaatregelen

- Zorg voor jaarrond voldoende stroming zodat slibophoping wordt geminimaliseerd, om dit te realiseren is een stabiele afvoer nodig via herstel van de hydrologie van het hele stroomgebied (aanpakken onttrekkingen, verwijderen drainage, zorgen voor betere infiltratiemogelijkheden in zijgebieden)
- Percelen langs de beek/in het beekdal uit productie nemen en (voedselrijke) bouwvoor verschralen
- Voorkom oeverafkalving door betreding (vee, recreanten) door afrastering en voorkom beschadiging van oevertaluds bij maaiwerk.
- Terugdringen eutrofiëring. Minimaliseer inlaat van eutroof water/slib. Eutroof water kan voor extra slibproductie in het systeem zorgen.

Inrichtingsmaatregelen

- Voorkom water- en winderosie vanuit omringend land (andere teelten/meer bodembedekking, ander patroon ploegvoren, tegengaan bodemverdichting)
- Als gebiedsbreed hydrologisch herstel niet goed werkt kunnen inrichtingsmaatregelen helpen om de stroomsnelheid bij de basisafvoer te verhogen (verkleind dwarsprofiel (accoladeprofiel), aanleg van hermeandering), laat beken vrij stromen (verander/verwijder stuwen), probeer de extremen in hoge en lage afvoer te verminderen met buffers etc.
- Creëer slibvangen / retentiegebieden ter afvang van slib/bijv.
- Het aanleggen van lop-stuwtjes in drainage sloten langs percelen
- Het aanleggen van bufferzones langs percelen die afspoelend slib invangen, eventueel met een zakslot of walletje aan de perceelszijde.

Beheermaatregelen

- Maaien van ongewenste woekersoorten. Maaien is op zichzelf geen goede maatregel om de effecten van slibophoping tegen te gaan, omdat veel woekersoorten uit fragmenten kunnen regenereren en door hun groeivorm vaak meer profijt hebben van maaien dan veel doelsoorten. Wel kan maaien van ongewenste woekersoorten voorkomen dat tussen planten veel slib ophoopt en de waterplanten de gehele beek verstoppen.
- Baggeren (bijv. met een baggerspuit om gericht en nauwkeurig baggeren mogelijk te maken)

Na herstel kan het herintroduceren van beoogde doelsoorten (vlottende waterranonkel en drijvende waterweegbree) overwogen worden wanneer deze in het stroomgebied niet meer voorkomen, omdat dispersiemogelijkheden van waterplanten vaak beperkt zijn.

6. RANDVOORWAARDEN EN KANSRIJKE LOCATIES

In de afweging waar en wanneer het zinvol is maatregelen tegen slibproductie en slibophoging te nemen moet eerst goed worden bekeken welke preventieve maatregelen het meest zinnig zijn. Immers is preventie belangrijker dan bijvoorbeeld baggeronderhoud, waarbij de bron niet wordt aangepakt.

Het is in alle gevallen nodig een beeld te vormen waar in het systeem het slib wordt geproduceerd, welke route het aflegt en waar het slib zich uiteindelijk ophoopt, en waar mogelijk dit te onderbouwen met (meet)gegevens en veldobservaties.

Naast het saneren van puntbronnen is het meer ruimte maken voor de beek in het gehele beekdal en het daarbij uit productie nemen van de aanliggende percelen een effectieve aanpak, mede omdat dit daarnaast veel kansen biedt voor het meekoppelen van andere functies (zoals klimaatadaptatie, biodiversiteit etc.). Is er minder ruimte voorhanden, dan kunnen bufferstroken tussen percelen en de beek uitkomst bieden. Daarnaast is terugdringen van eutrofiëring op stroomgebiedsschaal van groot belang om ook interne slibproductie te voorkomen, net zoals dat jaarrond voldoende stroming moet worden gefaciliteerd door het hydrologisch systeem op orde te brengen. Beide factoren vragen herstel op stroomgebiedsschaal, niet alleen in de beekdalen maar ook in de infiltratiegebieden.

IJzerrijke kwel is onderdeel van het systeem en kan de oorzaak zijn van veel (ijzerrijke) slibafzettingen in een beek (Baken et al, 2016). Dit is een natuurlijk beek-eigen proces en niet een proces dat perse stopgezet kan, moet of hoeft te worden.

Kansrijke locaties bevinden zich daar waar met relatief eenvoudige bijsturing slibophoping kan worden verminderd, of daar waar individuele bronnen makkelijk kunnen worden aangepakt.

7. PRAKTIJKERVARINGEN

Vanuit praktijkvoorbeelden zijn niet veel specifieke herstelmaatregelen bekend en gemonitord die zich toespitsen op de directe vermindering van de slibtoevoer naar het beekstelsysteem ten behoeve van de ecologische kwaliteit. Het baggeren van systemen is veelal een manier om de waterkwantiteitsdoelstellingen te halen en geen manier om de oorzaak van het slibprobleem weg te nemen.

Kijkend naar de maatregelen die tot op heden het meest zijn toegepast, dan zijn veel maatregelen vooral bedoeld om habitatdiversiteit te regenereren, en is slibvermindering daarbij niet een doel op zich. Binnen het project Grip op slib (Roskam et al 2022) zijn op verschillende meetlocaties observaties gedaan rondom praktijk ervaringen. Een aantal hiervan zijn hieronder opgenomen:

Perceelslotenbeheer kan helpen de hoeveelheid slib in de hoofdloop van een beek te verminderen. Zo bleek in de Eefse beek dat veel percelen lozen op een perceelsloot en niet op de beek zelf. Met een eenvoudig stuwkje in de perceelsloot kan mogelijk een deel van dit slib al goed worden opgevangen, al is nog weinig bekend over de verblijftijd van het slib in de perceelsloot, en onder welke omstandigheden het daar ofwel sedimenteert, of doorstroomt naar de hoofdwatergang. In principe kunnen wegverlenging en vertraging helpen als slibvang, doordat het de stroomsnelheid verlaagt en dus het sedimentatieproces kan bevorderen. Aanvullende maatregelen zoals een verondieping in het landschap kan maken dat een perceel niet afstroomt naar de beek. De verondieping fungeert daarbij als een bufferrichel – let hierbij wel op dat er tijdens grote piekbuien geen overmatige risico's ontstaan.

In de Gasterense Enk watert het landbouwgebied af via een slibvang voordat het water in de beek komt: Metingen (Roskam et al 2022) laten zien dat er geen significante bron van landbouwslib in de beek werd aangetroffen, maar juist dat in het verzamelbasin dit slib wel kon worden teruggevonden. Deze slibvang lijkt daarmee effectief in het afvangen van inkomend slib. Ook de Tongelreep heeft een slibvang aan het eind van haar loop, voor ze de Dommel instroomt, deze is zeer groot in vergelijking met die van de Gasterense Enk. De dimensies van een slibvang zal een rol spelen bij het afvangen van slib, maar hoe efficiënt een slibvang daadwerkelijk is onder wisselende afvoeren is nog niet onder praktijkomstandigheden in kaart gebracht.

Op verschillende plekken heeft beekherstel gezorgd voor het creëren van meer stromingsvariatie, via de morfologie van de beek (meanders, twee-fasenprofiel, verondieping), maar ook via het inbrengen van structuren (dood hout). Ook bij lagere afvoeren kan dit ervoor zorgen dat verslibbing van de complete bedding wordt tegengegaan en altijd verschillende substraattypen aanwezig blijven. Slibgevoelige soorten kunnen op deze manier altijd een plek vinden binnen een traject om te overleven.

Vegetatie kan ook worden ingezet als slibvang. Zo kunnen waterplanten en helofytenvegetaties werken als een filter dat slibdeeltjes kan invangen (Follet & Nepf, 2012, Jones et al, 2011). Bij een goed beheerd helofytenfilter kan deze functie een belangrijke vermindering van de hoeveelheid zwevend stof in het water opleveren (figuur 8)



Figuur 8 Helofytenvegetaties kunnen werken als een filter dat slibdeeltjes afvangt, zoals op de foto's in de Hooge Raam (Waterschap Aa en Maas) waar over een traject van ca 600 m troebel water helder wordt na passage van een helofyten traject

8. KENNISLEEMTEN

In de KRW zijn nu alleen grenswaarden opgenomen voor fosfaat en stikstof in het oppervlaktewater van beken. We zien echter dat de voedselrijkdom van de onderwaterbodem incl. de sliblaag een sturende rol heeft in het voor kunnen komen van doel- en woekersoorten als de concentraties van nutriënten in het oppervlaktewater op orde zijn. Dit vraagt om het opstellen en het opnemen van normen in de KRW voor nutriënten in (het poriewater van) de onderwaterbodem inclusief de sliblaag.

De mogelijke maatregelen om slib in beeksystemen aan te pakken zijn theoretisch

goed bekend, maar de kwantificering van de daadwerkelijke effectiviteit in tijd en ruimte blijft moeilijk. Monitoring van deze effectiviteit komt nauwelijks voor waardoor de kennis over deze effectiviteit achterblijft. In een goede monitoring van de effectiviteit van maatregelen zijn uitspoeling en erosie van bodemdeeltjes idealiter opgenomen, zodat bijv. de rol van bufferzones op percelen in hun bijdrage aan afspoelingsreductie goed gekwantificeerd kan worden.

Door het ontbreken van evaluatie blijft het onduidelijk op welke schaalgrootte maatregelen moeten worden ingezet om daadwerkelijk effectief te kunnen zijn: op lokale schaal (trajectlengte van enkele honderden meters) zijn genoemde maatregelen waarschijnlijk weinig effectief; er kan beter worden ingezet op wat grotere trajecten, bijvoorbeeld op een schaal van 5-10 kilometer.

Er is geen goed beeld van de rol van afvoerdynamiek op slibdynamiek in Nederlandse gestuwde beken en daarmee op de ecologische impact hiervan. Openstaande vragen zijn: Wat is de rol van heftige regenbuien in de toevoer van slib vanaf percelen, wanneer komt het slib de beek in, wat is de impact van een 'first flush' tijdens extreme neerslag en kan die worden afvangen of moet die worden afgevangen? Overwegingen in beheer zoals het laten schoonspoelen tijdens een hoge afvoer of overstorten tijdens een extreme bui zijn nog niet goed gekoppeld aan begrip over de resulterende slibvracht op een systeem.

Tegelijkertijd is weinig bekend over de mogelijke kansen om hydro-dynamiek in te zetten voor slibbeheer: wat kan er met schoonspoelen worden bereikt? Is de dynamiek te beïnvloeden met een andere inrichting van de beek, bijvoorbeeld een accoladeprofiel en wat voor effecten heeft dit op de accumulatie van slib op verschillende plekken binnen het profiel?

Hoewel het mogelijk is via veldmetingen de belangrijkste bronnen te identificeren is het nog niet mogelijk om de absolute bijdrage vanuit bronnen (in termen van bijv. het volume%) kwantitatief in kaart brengen (Roskam et al, 2022). Om dat te doen zijn veel meer, en ook aanvullende type metingen nodig, ten opzichte van wat in het kennisimpulsproject is gemeten. Hierdoor blijven vragen rondom bijv. de rol van het uit productie nemen van individuele percelen direct langs de beek in intensief landbouwgebied om de sliblast te verminderen onduidelijk. Immers: hoeveel levert het op 1 perceel uit productie te nemen, ten opzichte van alle overige bronnen van

slib? Of wat levert het op om een perceel om te vormen tot een andere landgebruik (bijv. omvormen naar bos). De koppeling van sliblast naar nutriënten-last is daarbij ook nog niet eenvoudig te maken, omdat nutriënten ook via de waterfase in de beek kunnen komen.

9. BRONNEN & LINKS

- [Baken S, Moensa C, Van der Grift B, Smolders E, 2016](#). Phosphate binding by natural iron-rich colloids in streams. *Water Research* 98:326-333
- [Evans D.J, Johnes PJ, Lawrence DS 2003](#). Suspended and bed load sediment transport dynamics in two lowland UK streams—storm integrated monitoring. In: *Erosion and Sediment Transport Measurement in Rivers: Technological and Methodological Advances* (Proceedings of the Oslo Workshop, June 2002. IAHS Publ. 283
- [Follet E.M. & Nepf H. 2012](#). Sediment patterns near a model patch of reedy emergent vegetation. *Geomorphology* 179: 141-151
- [J.I. Jones, A.L. Collins, P.S. Naden, D.A. Sear 2011](#) The relationship between fine sediment and macrophytes in rivers. *River Research and Application* 28(7):1006-1018
- [Lamers L., S. Schep, J. Geurts & A. Smolders, 2012](#). Erfenis fosfaatrijk verleden: helder water met woekerende waterplanten. *H2O* 2012: 33-34.
- [Loeb, R., Smolders, A.J.P., Arts, G., Belgers, D., Roskam, G., Kuiperij, R., Poelen, M., & Verdonschot, R., 2021](#). Grip op Beekslib – sturende rol van beeksediment op de kwaliteit van beeklevensgemeenschappen. Rapport nummer 2021/OBN250-BE, Kennisnetwerk OBN, Driebergen. <https://edepot.wur.nl/563338>
- [Loeb, R., F. Smolders, M. Poelen, G. Arts & R. Verdonschot, 2022](#). Grip op beekslib: hoe meer aandacht voor slib de KRW-doelen dichterbij kan brengen. *H2O-online-220110*.
- Roskam G, Penning E, Verheul M, 2022. Herkomstbepaling van beekslib in vier stroomgebieden - een analyse op basis van de chemische samenstelling - STOWA Kennisimpuls waterkwaliteit rapport xx
- [Mebane, C.A., N.S. Simon, T.R. Maret, 2014](#). Linking nutrient enrichment and streamflow to macrophytes in agricultural streams. *Hydrobiologia*, 722: 143-158.
- Reeze B., Lenssen J. 2015. Handleiding voor het monitoring van effecten van beekherstelprojecten. STOWA <https://www.stowa.nl/publicaties/handleiding->

monitoring-beekherstel

- [Roelsma, J., B. van der Grift, H.M. Mulder en T.P. van Tol-Leenders, 2011.](#) Nutriëntenhuishouding in de bodem en het oppervlaktewater van de Drentse Aa; bronnen, routes en sturingsmogelijkheden. Wageningen, Alterra, Alterra-rapport 2218. 82
- [Smolders A., E. Lucassen, J. Roelofs, A. Kramer-Hoenderboom & J. Lenssen, 2017.](#) Woekering van waterplanten in beken tot op de bodem uitgezocht. H2O-Online/16 februari 2017.
- [Van der Weerd, H. & R. Torenbeek, 2007.](#) Uitspoeling van meststoffen uit grasland. Emissieroutes onder de loep. STOWA 2007-14, Utrecht.
- [Van Gerven L., H. Massop 2021.](#) Herkomst van beekslib in vier stroomgebieden. Een verkennende systeemanalyse als onderdeel van het KIWK-project Grip op slib. STOWA Kennisimpuls water rapport 2021-02
- [Verdonschot R., P. Verdonschot, B. Knol, G. Schmidt, M. Scheepens, B. Brugmans, P. van Beers, J. Lenssen. 2020.](#) Effecten van de droge zomer van 2018 op de macrofauna in laaglandbeken. H2O online.

10. COLOFON

Dit Deltafact is gebaseerd op onderzoek uitgevoerd binnen het deelproject 'Grip op Slib' binnen de Kennisimpuls Waterkwaliteit en op het OBN-onderzoek 'Grip op Beekslib'. In de Kennisimpuls werken Rijk, provincies, waterschappen, drinkwaterbedrijven en kennisinstituten aan meer inzicht in de kwaliteit van het grond- en oppervlaktewater en de factoren die deze kwaliteit beïnvloeden. Daarmee kunnen waterbeheerders en andere partijen de juiste maatregelen nemen om de waterkwaliteit te verbeteren en de biodiversiteit te vergroten.

In het programma brengen partijen bestaande en nieuwe kennis bijeen, en maken ze deze kennis (beter) toepasbaar voor de praktijk. Hiermee verstevigen ze de basis onder het waterkwaliteitsbeleid. Het programma is gestart in 2018 en duurt vier jaar. Het wordt gefinancierd door het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, STOWA, waterschappen, provincies en drinkwaterbedrijven.

Auteurs:

Ellis Penning (Deltares), Gerlinde Roskam† (Deltares), Marc Verheul (Deltares), Roos Loeb (B-Ware), Fons Smolders (B-Ware), Moni Poelen (B-Ware), Gertie Arts (Wageningen Environmental Research), Ralf Verdonschot (Wageningen Environmental Research), Luuk van Gerven (Wageningen Environmental Research – nu: Waterschap Aa en Maas). Dick Belgers (Wageningen Environmental Research, nu: Ecologisch adviesbureau)

Versie:

Versie 1, april 2022

11. DISCLAIMER

De in deze publicatie gepresenteerde kennis en diagnosemethoden zijn gebaseerd op de meest recente inzichten in het vakgebied. Desalniettemin moeten bij toepassing ervan de resultaten te allen tijde kritisch worden beschouwd. De auteur(s) en STOWA kunnen niet aansprakelijk worden gesteld voor eventuele schade die ontstaat door toepassing van het gedachtegoed uit deze publicatie.