

## Grip op beekslib: hoe meer aandacht voor slib de KRW-doelen dichterbij kan brengen

*Roos Loeb, Fons Smolders, Moni Poelen (Onderzoekcentrum B-WARE), Gertie Arts, Ralf Verdonschot (Wageningen Environmental Research)*

In veel beken worden ecologische KRW- en Natura2000-doelen voor waterplanten en vegetatie niet gehaald. De meeste doelsoorten prefereren matig voedselrijke omstandigheden, soms in combinatie met zacht, bicarbonaatarm water. Hoewel de fosfaatconcentratie in het oppervlaktewater van beken wel omlaag gebracht is, heeft dit op plekken met slibophoping niet geleid tot voldoende verbetering. Woekerende waterplanten kunnen gebruik maken van nutriënten en koolstof uit het slib, waarmee ze door hun snelle groei een betere concurrentiepositie hebben ten opzichte van veel doelsoorten. Dit vraagt om een aanpak waarin de rol van slib erkend wordt en sedimentatie van voedselrijk slib in beken wordt verminderd.



*Afbeelding 1. Onderzoek naar de kwaliteit van de onderwaterbodem in de Keersop. Foto: Dick Belgers.*

Erosie en sedimentatie in beken zijn natuurlijke processen die samenhangen met de afvoer en stroomsnelheid in de beek en de beschikbaarheid van sediment. Erosie van oevers en van de beekbodem vindt plaats in de snelstromende delen, zoals buitenbochten of trajecten met veel verhang, terwijl sedimentatie optreedt in de stromingsluwere delen. Erosie en sedimentatie vormen in principe een dynamisch evenwicht dat de verhanglijn van de beek volgt. Door verstoring van dit evenwicht, bijvoorbeeld doordat de hydrologie verandert (piekafvoeren, verminderde stroming of periodiek zelfs helemaal geen stroming) of plotselinge toevoer van sediment vanaf de aanliggende gronden (oppervlakkige afspoeling bij hevige regen, verandering landgebruik) kan echter overmatige sedimentatie of juist insnijding (waarbij de beek dieper komt te liggen) optreden. Niet alleen zand, maar ook slib kan sedimenteren op plekken met weinig of geen stroming. Verder kan slib deels ook autogeen worden gegenereerd, vooral wanneer een overmaat aan voedingsstoffen aanwezig is en er in de watergang een hoge productie van organisch materiaal plaatsvindt, of wanneer opgeloste ijzerdeeltjes uit opkwellend grondwater uitvlokken. Van nature sedimenteert er in de relatief

langzamer stromende benedenlopen meer materiaal dan in de bovenlopen. Er kan echter worden verondersteld dat dit slib tegenwoordig voedselrijker is dan dit in het verleden is geweest.

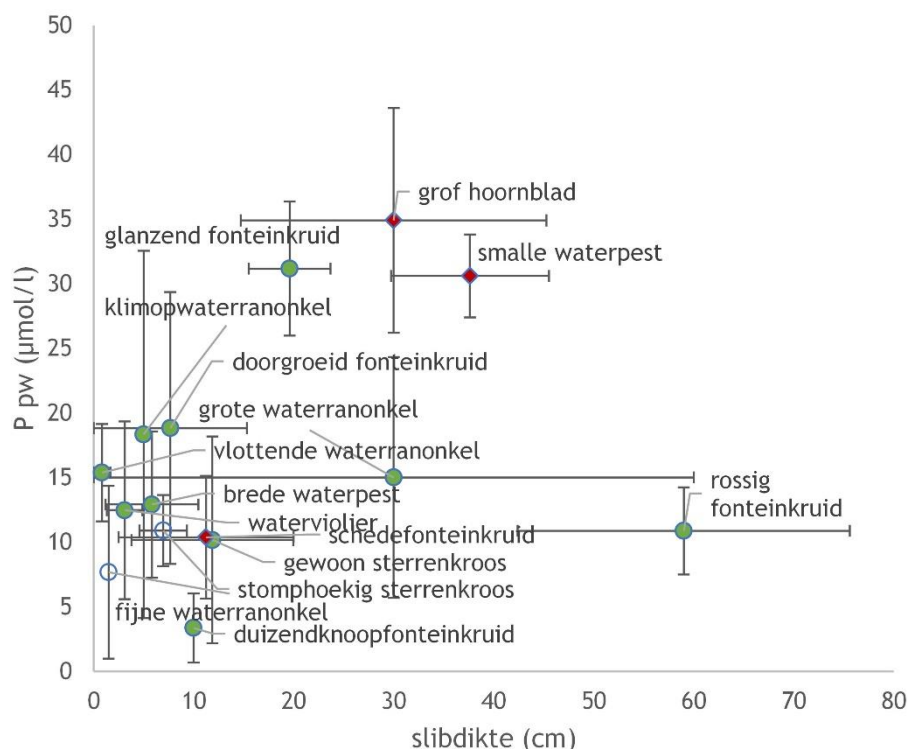
In Nederland zijn de meeste beken langzaam stromende beken, waarvan een deel gegraven is op plekken waar van nature diffuus afwaterende systemen aanwezig waren. Een lage stroomsnelheid kan komen doordat er weinig hoogteverschil is in een groot deel van de beekdalen op de hogere zandgronden, maar antropogene factoren als verstuwning van de beek en overdimensionering van het beekprofiel spelen hierin ook een belangrijke rol. Daarnaast zijn ook de grondwaterstanden in grote delen van Nederland sterk afgenomen, waardoor er in de zomer minder water via de beken wordt afgevoerd. Dit pakt nadelig uit voor het beeksysteem, omdat stroming een randvoorwaarde is voor het goed functioneren van beken. In sneller stromende beken, beektrajecten met een natuurlijker afwateringsregime (zonder verstuwning) en beken met een natuurlijkere morfologie van zowel de beek als het beekdal is minder slibophoping.

Uit het onderzoek 'Grip op Beekslib' van Kennisnetwerk Ontwikkeling en Beheer Natuurkwaliteit (OBN) [1] (afbeelding 1) bleek dat de sliblaag van beken in Nederland meer organische stof bevatte dan de onderliggende beekbodem, behalve waar de beken over een veenafzetting stroomden. Het slib bevatte doorgaans hogere concentraties ijzer, fosfor — dat goed bond aan de ijzer- en aluminiumoxiden —, organisch stikstof en calcium en soms ook meer siltdeeltjes (klei). Door de verschillen in samenstelling tussen het oorspronkelijke beeksediment en de daarop afgezette sliblaag, verschilde ook de poriewatersamenstelling — waarvan kan worden aangenomen dat concentraties een afspiegeling vormen voor de beschikbaarheid in het wortelmilieu. Zo waren de concentraties fosfor, ammonium en bicarbonaat ( $\text{HCO}_3$ ) in het poriewater van het slib veel hoger dan in de onderliggende beekbodem. Dit kan verklaard worden door de hoge anaerobe afbraaksnelheid van het organische materiaal in het vaak ijzerrijke slib. Hierbij komen nutriënten vrij. Door de zuurstofarme omstandigheden in het slib wordt ammonium niet verder geoxideerd tot nitraat en bindt fosfaat minder sterk aan ijzer. Niet alleen het wortelmilieu wordt beïnvloed door de sedimentatie van slib; de sliblaag kan ook de beschikbaarheid van fosfaat en bicarbonaat in het oppervlaktewater vergroten.

### **Effecten van slib op de beekvegetatie**

De aanwezigheid van slib in beken waarin de nutriëntenconcentraties op orde zijn heeft een duidelijk effect op de kans om specifieke doelsoorten in de beek aan te treffen of juist last te krijgen van woekering door zeer algemene soorten. Veel soorten worden specifiek aangetroffen op plekken zonder of met slechts weinig slib (afbeelding 2). Dit betreft KRW-doelsoorten voor voedsel- en koolstofarme milieus, zoals teer vederkruid, waterviolier en duizendknoopfonteinkruid, maar ook soorten voor wat voedselrijkere omstandigheden, zoals gewoon en stomphoekig sterrenkroos, glanzig fonteinkruid, brede waterpest, vlottende waterranonkel en doorgroeid fonteinkruid. Op dikke sliblagen wordt vaak een dominantie van smalle waterpest of grof hoornblad aangetroffen. Ook de doelsoort rossig fonteinkruid groeit op een dikke sliblaag, maar dit slib heeft een specifieke samenstelling: meestal is dit door kwel zeer ijzerrijk met een relatief lage beschikbaarheid van fosfor in het poriewater. Submerse macrofyten kunnen niet alleen nutriënten uit het oppervlaktewater halen, maar ook met hun wortels uit de onderwaterbodem. Welke van deze twee opnameroutes de overhand heeft, hangt mede af van de beschikbaarheid van nutriënten in beide compartimenten. De beschikbaarheid van met name fosfor is meestal tien tot honderden malen groter voor de onderwaterbodem dan voor het oppervlaktewater. De sliblagen waar smalle waterpest en grof

hoornblad op voorkomen, hebben gemiddeld zeer hoge fosforconcentraties in het poriewater. Glanzig fonteinkruid geeft ook de voorkeur aan hoge fosforconcentraties, ondanks het feit dat de soort juist op wat dunnere sliblagen voorkomt.

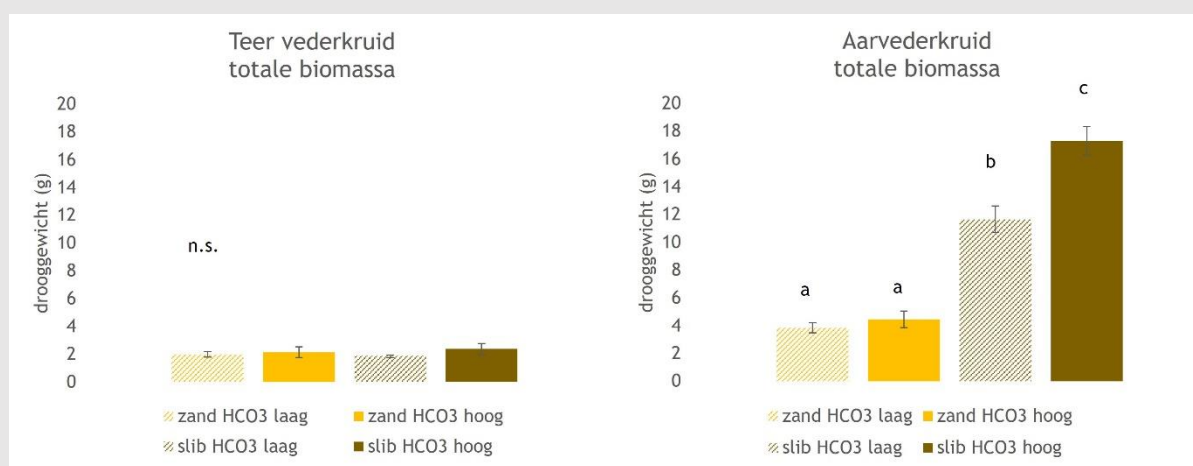


Afbeelding 2. Gemiddelde slibdikte en fosfor in het poriewater waarbij verschillende submerse beeksoorten voorkomen [1], [2], [3], [4]. Groene cirkels betreffen doelsoorten, rode ruiten algemene, woekerende soorten

Naast nutriënten kan beekslib ook hogere gehalten aan toxische substanties bevatten, bijvoorbeeld zware metalen afkomstig van (historische) industriële lozings. Zware metalen adsorberen goed aan organische stof en/of aan silt- en ijzerdeeltjes, waardoor ze met het slib in verhoogde concentraties kunnen sedimenteren. Desondanks zijn er weinig aanwijzingen dat submerse waterplanten in beken in Nederland te lijden zouden hebben van verhoogde concentraties zware metalen die met slib mee komen, in tegenstelling tot bijvoorbeeld de macrofauna in deze beken.

In drie experimenten waarin de effecten van slibafzetting zijn onderzocht [1], bleken noch de onderzochte doel- noch de woekersoorten nadelige effecten te ondervinden van de slibafzettingen. De woekersoorten bleken juist beter te groeien. Dit was duidelijk te zien in een kasproef waarin aarvederkruid en teer vederkruid op beekzand of op voedselrijk slib groeiden. De groei van aarvederkruid (woekerende soort) nam met ongeveer een factor 6 toe in aanwezigheid van slib, terwijl de groei van teer vederkruid (doelsoort) niet toenam maar ook niet afnam. Uit dit experiment bleek ook dat bij bicarbonaatgebruikende planten zowel nutriënten (in dit geval fosfor) als bicarbonaat de groei stimuleren, aangezien de groei nog verder toenam bij de combinatie van P-rijk slib en bicarbonaatrijk water (afbeelding 3). Dit is een belangrijke waarneming, omdat meestal wordt aangenomen dat koolstof niets met de waterplantengroei in beken doet en de groei door P of eventueel N beperkt wordt.

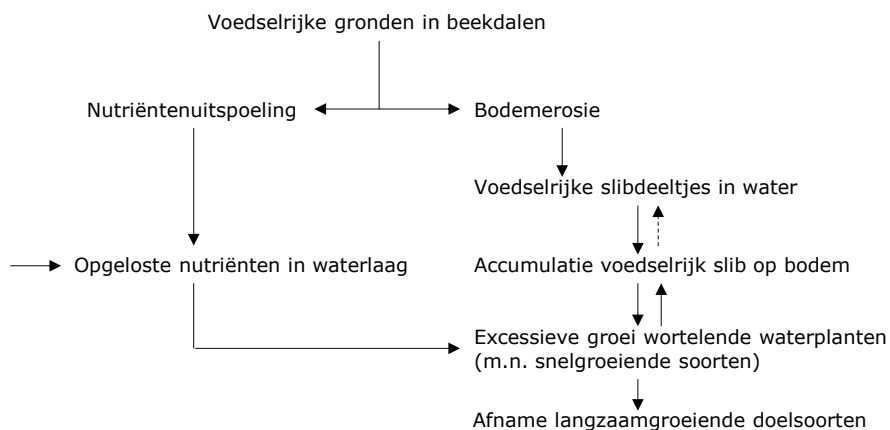
Ook bleken planten op een nutriëntenrijke sliblaag meer nutriënten te accumuleren. Daarnaast vormden zij vaak minder wortels ten opzichte van de bovengrondse delen, wat een risico vormt voor ontworteling en wegspoelen tijdens piekafvoeren.



Afbeelding 3. Experimentele biomassaontwikkeling van teer vederkruid en aarvederkruid op beekzand of voedselrijk slib onder bicarbonaatarme en bicarbonaatrijke omstandigheden

Het grootste effect van slib op de waterplantengroei verloopt vooral via eutrofiëring. Dit heeft niet direct effect op algenbloei en een hogere turbiditeit (troebelheid), zoals dat in langzaam stromende of periodiek stilstaande beken bij hoge nutriëntenconcentraties in het oppervlaktewater wel het geval kan zijn. In plaats daarvan is een effect te zien op de biomassaontwikkeling [3] of lengte van de planten én op de soortensamenstelling van de vegetatie.

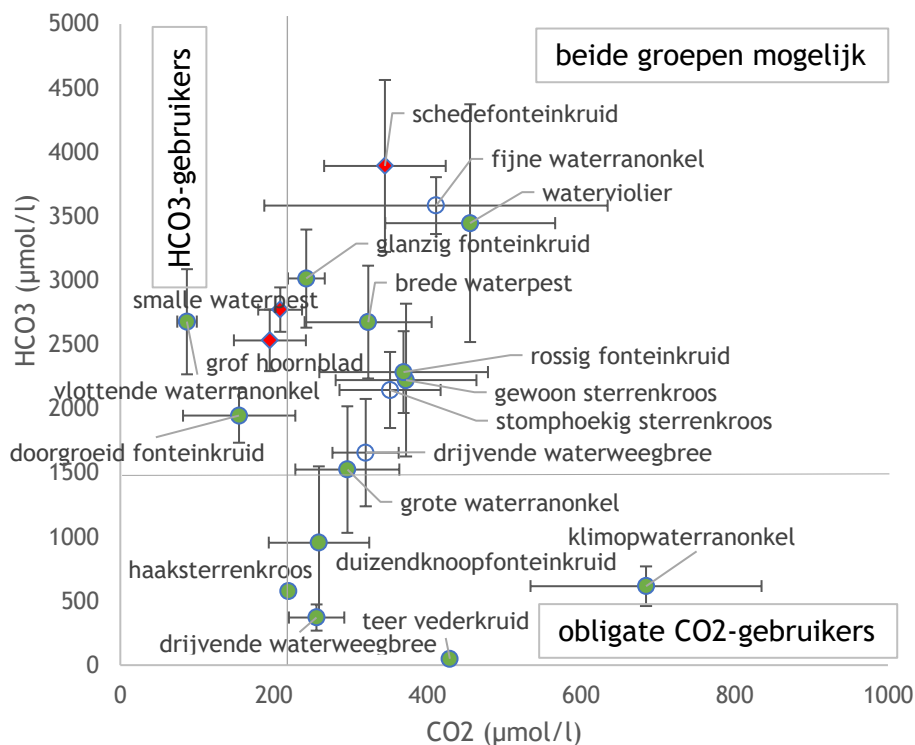
Planten die profiteren van nutriëntenrijk slib zijn de snelle groeiers. Deze snelle groeiers staan in de praktijk ook wel bekend als woekersoorten. Niet alleen een snellere biomassagroei, maar ook een snellere lengtegroei kan ervoor zorgen dat er concurrentie om licht ontstaat tussen deze snelgroeiende soorten en langzaamgroeiende soorten met eenzelfde groeistrategie, waardoor de langzaamgroeiende soorten worden verdrongen. Zogenaemde woekersoorten worden niet gezien als doelsoorten. Meer groei van snelgroeiende woekersoorten betekent dus dat doelsoorten minder kans krijgen (afbeelding 4).



Afbeelding 4. Schematische voorstelling van de effecten van slib in de beek

Een speciale categorie doelsoorten wordt gevormd door zachtwatersoorten van stromende wateren. Van deze groep is vastgesteld dat de soorten de afgelopen jaren sterk zijn afgenomen in beken in Nederland [6]. Zachtwatersoorten zijn obligate CO<sub>2</sub>-gebruikers en kunnen slecht gebruik maken van bicarbonaat, maar kunnen juist goed omgaan met relatief lage CO<sub>2</sub>-concentraties als koolstofbron. Sneller groeiende bicarbonaatgebruikers kunnen profiteren van waterverharding, waarbij in voormalige zachtwaterbeken de bicarbonaatconcentratie stijgt. Er zijn verschillende oorzaken voor waterverharding, waarvan slibophoping er één kan zijn.

In wateren met een HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> (bicarbonaat)-concentratie lager dan 1500 - 2000 µmol/l zullen ondergedoken waterplanten op CO<sub>2</sub> zijn aangewezen als koolstofbron. De CO<sub>2</sub>-concentratie moet hiervoor hoog zijn (>200 µmol/l). In deze wateren worden doorgaans de bekende obligate CO<sub>2</sub>-gebruikers aangetroffen: duizendknoopfonteinkruid, teer vederkruid, klimopwaterranonkel en haaksterrenkroos. In wateren met een CO<sub>2</sub>-concentratie lager dan 200 µmol/l is te weinig CO<sub>2</sub> om als enige koolstofbron te dienen. Als er bij deze lage CO<sub>2</sub>-concentraties wel voldoende bicarbonaat aanwezig is, dan kunnen bicarbonaatgebruikers, zoals scheidfonteinkruid, smalle waterpest, grof hoornblad en vlottende waterranonkel, dit benutten. Zijn beide C-bronnen in voldoende mate aanwezig, dan kunnen zowel obligate CO<sub>2</sub>-gebruikers aanwezig zijn als HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>-gebruikers. Vaak zijn HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>-gebruikers in het voordeel omdat deze zowel CO<sub>2</sub> als HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> kunnen gebruiken, maar ook een obligate CO<sub>2</sub>-gebruiker als waterviolier kan in dit type water worden aangetroffen (afbeelding 5).



Afbeelding 5. Gemiddelde CO<sub>2</sub>- en HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>-concentratie in het oppervlaktewater waarbij verschillende submerse beeksoorten voorkomen [1], [2], [3],[ 4], [5]. Lijnen geven de concentraties weer waarboven obligate CO<sub>2</sub>-gebruikers kunnen voorkomen (circa 200 µmol/l CO<sub>2</sub>), en waarboven er voldoende bicarbonaat is voor bicarbonaatgebruikers om in hun C-behoefte te voorzien (circa 1500 µmol/l HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>). Ligt alleen CO<sub>2</sub> boven deze concentratie, dan zijn obligate CO<sub>2</sub>-gebruikers in het voordeel; ligt alleen HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> boven deze concentratie, dan kunnen alleen bicarbonaatgebruikers voorkomen. Liggen beide concentraties boven deze grenswaarden, dan kunnen beide typen soorten voorkomen, waarbij de obligate CO<sub>2</sub>-gebruikers te maken hebben met concurrentie door HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>-gebruikers. Groene cirkels betreffen doelsoorten, rode ruiten algemene, woekerende soorten

### Implicaties voor het beheer

Slibophoping in een beek kan grote implicaties hebben voor het beheer van de watergang. Er zal bij een sterke slibophoping vaker gebaggerd moeten worden om aan de hydraulische randvoorwaarden voor waterafvoer te voldoen. Uit dit onderzoek blijkt daarnaast dat KRW- en Natura2000-doelen minder snel of helemaal niet gehaald kunnen worden door slibophoping, hoewel de oppervlaktewaterkwaliteit in veel beken verbeterd is. De grotere voedselrijkdom van het slib zorgt voor een hogere biomassa-productie [3], waardoor er ook vaker gemaaid moet worden om voldoende afvoer te behouden. Ook wordt er gemaaid om de vegetatie zodanig laag te houden dat deze minder slib vast kan houden. In sommige beken wordt vanwege de grote hoeveelheid en hoge voedselrijkdom van het slib per jaar wel vijf keer gemaaid. Dit vormt een zichzelf versterkend effect. Veel woekersoorten profiteren juist van maaien omdat ze uit fragmenten regenereren. Doelsoorten zijn juist gebaat bij extensief maai-beheer. Ook baggeren, dat in veel langzaam stromende beken eens in de circa zeven jaar wordt uitgevoerd, heeft een grote impact op de vegetatie, die zich na het baggeren opnieuw moet vestigen. Het mechanisch verwijderen van slib is echter geen duurzame oplossing als de oorzaak van de verslibbing niet wordt weggenomen.

Als er nadelige effecten van slibsedimentatie in een beektraject worden verondersteld, is het aan te raden eerst te beginnen met het opstellen van een landschapsecologische systeemanalyse (LESA). Deze LESA moet inzicht bieden in het huidige en het natuurlijke functioneren van de beek. Hiermee

kan onderzocht worden hoeveel stroming er in het beektraject te verwachten is en of er van nature veel slibafzetting te verwachten zou zijn, en ook wat de waterkwaliteit zou zijn. De hardheid, nutriëntenrijkdom en stroming van het water geven een indicatie welke soorten of plantengemeenschappen er zouden kunnen groeien en wat dus het doel zou moeten zijn. Bij zacht en nutriëntenarm water zijn dit zachtwatersoorten, maar in beken en beektrajecten die (van nature) harder water voeren, zouden juist bicarbonaatgebruikende doelsoorten voor kunnen komen.

Als geconcludeerd wordt dat de doelvegetatie ontbreekt door de ophoping van (nutriëntenrijk) slib, moet sedimentatie van slib worden voorkomen. Dit kan op twee manieren: 1) niet laten ontstaan of 2) niet laten sedimenteren. Aan de bronkant kan geprobeerd worden te voorkomen dat slib ontstaat. Daarvoor is het van belang om de herkomst van het slib te achterhalen [7]. Als er direct sediment uit aanliggende voedselrijke landbouwpercelen wordt aangevoerd, kan de inrichting zo aangepast worden dat er minder sediment in de beek terecht komt. Dit kan bijvoorbeeld door tussen de beek en het landbouwperceel een groenstrook, onderhoudspad of bufferstrook aan te leggen. In hellende beekdalen kan een walletje tussen perceel en beek voorkomen dat sediment bij hevige regenval direct de beek in spoelt. Aanvoer uit percelen via greppels of sloten kan voorkomen worden door deze niet direct op de beek uit te laten komen.

Een deel van de slibaanas bestaat uit organisch materiaal dat in de beek zelf is gevormd. Dit betekent dat het verlagen van de trofiegraad van de beek helpt, omdat er minder plantmateriaal wordt gevormd en daarmee minder organisch slib zich ophoopt. Ook hier kan het voorkomen van de inspoeling van voedselrijk bodemmateriaal uit omliggende landbouwbodems helpen. Minder voedselrijk slib betekent minder biomassa-productie en dus ook minder extra aanwas van organisch slib dat in de beek zelf wordt gevormd.

Lokaal voorkómen van sedimentatie van het slib kan worden gestuurd via aanpassingen aan de hydrologie van de beek. Hiervoor is het van belang dat de beek jaarrond stroomt en het slib zo veel mogelijk naar benedenstrooms wordt afgevoerd. Door bovenstrooms in natte periodes meer water te laten infiltreren en langer vast te houden (sponswerking) en in droge perioden wateronttrekking terug te dringen, kan de afvoer vergroot en gestabiliseerd worden en kunnen kunstwerken als stuwen worden verwijderd.

Een ander probleem voor het verkrijgen van meer stroming is overdimensionering van de watergangen. Door de profielen te verkleinen wordt de stroming in de waterloop vergroot, eventueel in combinatie met een overstromingsvlakte voor situaties met een hoge afvoer. Hierbij moeten echter ook de natuurwaarden in het (semi)terrestrische deel van het beekdal in ogenschouw worden genomen. Op voedselarmere beekdalgraslanden of in goed ontwikkelde beekbegeleidende broekbossen kan afzetting van voedselrijk slib na inundatie met beekwater zeer nadelige effecten hebben [8]. Inundatie met voedselrijk slib moet daarbij natuurlijk voorkomen worden. Bij het creëren van jaarronde stroming moet daarnaast rekening gehouden worden met de effecten die het slib heeft wanneer het in suspensie blijft. Als de turbiditeit (troebelheid) van het oppervlaktewater hierdoor toeneemt, kan dit in het groeiseizoen ook nadelig zijn voor de beekvegetatie.

Ten slotte kan het aanbrengen van structuur in de watergang in de vorm van bijvoorbeeld hout, wortels en bochten lokaal zorgen voor meer stromingsvariatie, waardoor plekken met sneller stromend water ontstaan waar slib niet wordt afgezet, en plekken achter het hout of in binnenbochten waar zich wel slib ophoopt.

In de KRW zijn nu alleen grenswaarden opgenomen voor P en N in het oppervlaktewater van beken. De meeste doelsoorten zijn in hun voorkomen beperkt tot nutriëntenconcentraties in het oppervlaktewater die in de klasse ‘zeer goed’ vallen, met name de P-concentratie. Ook woekering van bijvoorbeeld smalle waterpest wordt echter vaak aangetroffen bij lage concentraties van P in het oppervlaktewater. De poriewaterconcentratie in de onderwaterbodems waar de soort dominant is, is echter juist hoog. Ook dominantie van grof hoornblad wordt bij hoge concentraties in het poriewater van de onderwaterbodem gevonden. Niet alleen nutriënten in het oppervlaktewater zijn dus sturend voor beekvegetaties, maar ook – of soms juist – beschikbare nutriënten in de onderwaterbodem. Dit vraagt om het opnemen van normen in de KRW voor nutriënten in (het poriewater van) de onderwaterbodem.

### Referenties

1. Loeb, R. et al. (in druk). *Grip op Beekslib – sturende rol van beeksediment op de kwaliteit van beeklevensgemeenschappen*. Rapportnummer 2021/OBN250-BE, Kennisnetwerk OBN, Driebergen.
2. Roelofs, J.G.M & Geest, G. van (in voorb.). *Waterplanten en Waterkwaliteit*.
3. Smolders, A., Lucassen, E., Roelofs, J., Kramer-Hoenderboom, A., & Lenssen, J. (2017). ‘Woekering van waterplanten in beken tot op de bodem uitgezocht’. *H<sub>2</sub>O-Online*, 16 februari 2017.
4. Loeb, R., Smolders, F., & Roelofs, J. (2017). *Achteruitgang van Vlottende waterranonkel in de Swalm*. RP-16.119.17.14. Onderzoekcentrum B-WARE, Nijmegen.
5. Lucassen, E., Munckhof, P. van den, Smolders, A. & Roelofs, J. (2010). Mogelijkheden tot herstel drijvende waterweegbree. *H<sub>2</sub>O* 6: 44-46.
6. Bekenwerkgroep:  
[https://rg0.home.xs4all.nl/BWN/webpaginas/0200atlas\\_verspreidingskaarten.html](https://rg0.home.xs4all.nl/BWN/webpaginas/0200atlas_verspreidingskaarten.html), geraadpleegd 14 december 2021
7. Roskam, G.D., Penning, W.E. & Verheul, M. (in voorb.). *Herkomst van beekslib in vier stroomgebieden; Een analyses op basis van de chemische samenstelling*. Kennis-Impuls Waterkwaliteit rapport STOWA/Deltares rapport nr 11202618-000/ZWS.
8. Smolders A.J.P., Runhaar, J., Loeb, R. & Lucassen, E.C.H.E.T. (2021). ‘De terugkeer van het verdwenen hout. Randvoorwaarden voor de ontwikkeling van elzenbroekbos in beekdalen’. *Landschap* 38(3): 145-153.