

Handreiking Ontwikkeling Waterlopen (HOW)

INHOUDSOPGAVE

inleiding, doel en gebruik

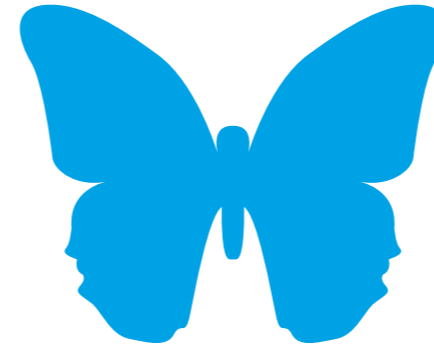
Ervaringen en overwegingen
Een koffer vol instrumenten
pagina 3



instrument A
Top 10
pagina 9



instrument B
Doelenscan
pagina 12



instrument E
Sleutel voor stuurfactoren
en hydromorfologische doelen
pagina 24

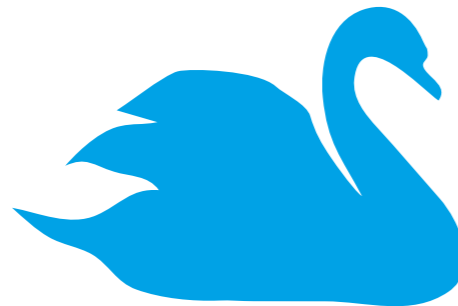
instrument C
Verwachtingenanalyse
pagina 15



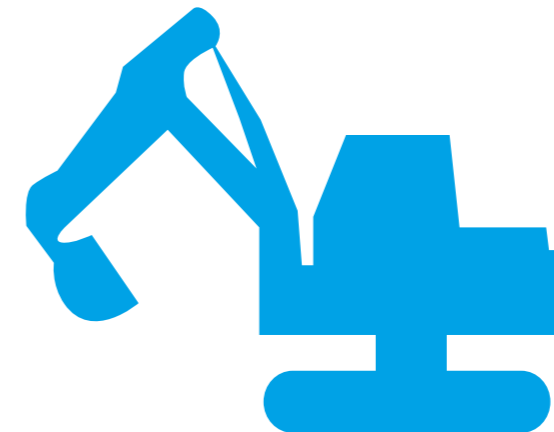
instrument F
Handvat voor ontwerp waterlopen:
conceptueel ontwerp
pagina 38



instrument D
Gebiedsspecifieke analyse
pagina 18



instrument G
Toetsing en detaillering ontwerp
pagina 42



instrument H
Beheer en onderhoud van waterlopen
pagina 48

BIJLAGEN

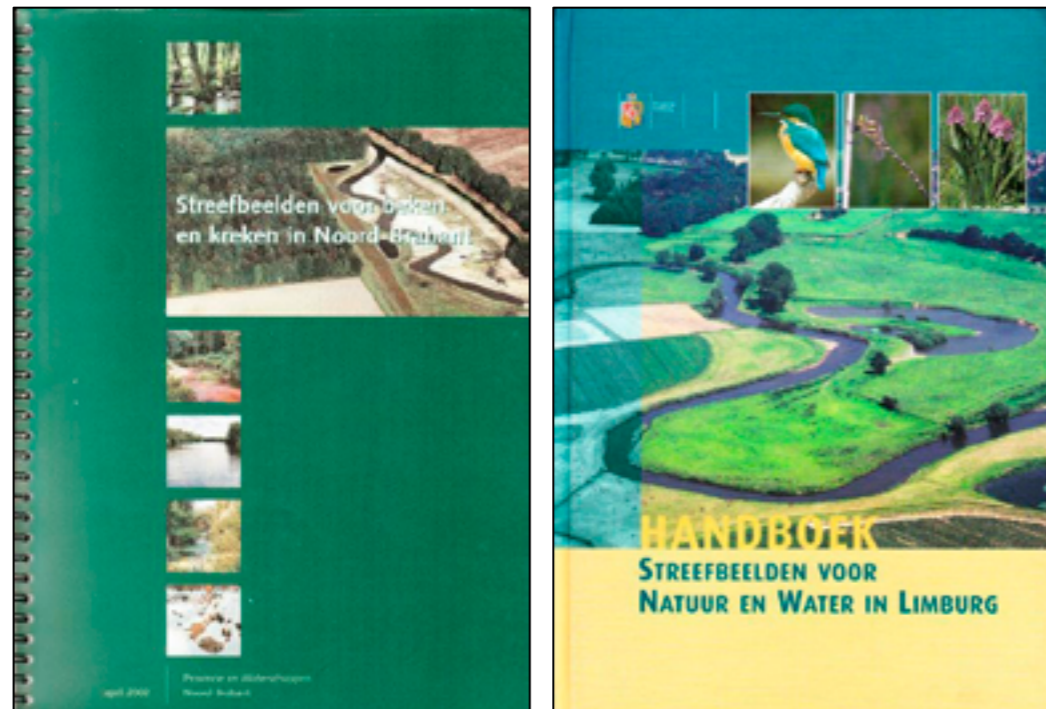
- ▶ 01 Leerervaringen verwachtingenanalyse bij Waterschap Rivierenland pagina 59
- ▶ 02 Hydromorfologische doelen en stuurfactoren pagina 60
- ▶ 03 Keuze-overzicht dwarsprofielen (A) en geschiktheidsbepaling (B) pagina 61
- ▶ 04 Inrichtingsbeelden voor waterlopen met hydromorfologische doelen en stuurfactoren pagina 63
- ▶ 05 Overzichtskaart KRW-doelen pagina 87
- ▶ 06 Ervaringen met ontwerpen van waterlopen in Noord en Midden Limburg pagina 88
- ▶ 07 De aanpak bij toepassing van neuraal netwerk pagina 90
- ▶ Colofon pagina 92



Literatuur
pagina 56

inleiding, doel en gebruik

Sinds het begin van de jaren negentig zijn tal van waterlopen heringericht onder de noemer beekherstel, kreekherstel, ecologische verbindingzone of anderszins. In 1995 verscheen een leidraad voor ecologisch beekherstel: beken stromen (Verdonschot et al., 1995). In 2001 werd voor Noord-Brabant het document streefbeeld voor beken en kreek (Buskens & De Wilde, 2001) opgesteld en uitgebracht door de werkgroep Beek- en Kreekherstel van waterschappen en provincie. Dit is opgesteld in het kader van de Reconstructie van het landelijk gebied. Doelstelling van dit rapport was het bieden van een referentiekader voor al diegenen die te maken hebben met de realisatie van beek- en kreekherstel in Brabant. Het rapport was zowel een naslagwerk als een inspiratiebron. In Limburg verscheen in 2003 het Handboek streefbeeld voor natuur en water in Limburg (Krekels et al. 2003). Dit handboek had een vergelijkbare functie. Daarmee kwamen streefbeelden en handvatten beschikbaar, om de ideevorming over en het ontwerp van meer natuurlijke waterlopen te faciliteren.



Sindsdien zijn de nodige projecten uitgevoerd, is het beleidskader veranderd (met name vanwege de Kaderrichtlijn Water), zijn 'gemakkelijke' trajecten uitgevoerd en vele ervaringen opgedaan.

In Brabant en Limburg (stroomgebied Maas) hebben de waterbeheerders de afgelopen jaren gezamenlijk opgetrokken bij het formuleren van de KRW-doelstellingen voor oppervlaktewater. Om te voorkomen dat de bereikte afstemming bij het opstellen van de doelen, wordt losgelaten bij de uitvoeringsfase ligt het voor de hand om de ontwerpcriteria gezamenlijk op te stellen. Elk waterschap hanteert momenteel hier zijn eigen werkwijzen voor. Ondertussen blijkt het ecologisch rendement van inrichting niet altijd aan de verwachtingen te voldoen en veranderen inzichten (Runhaar, et al., 2011). Daarnaast is uit een inventarisatie onder de waterschappen gebleken dat er behoefte is aan een nadere uitwerking en validatie van ontwerpcriteria voor de inrichting van beken en kreek met het oog op de KRW-doelen.

Denk aan vuistregels of rekenregels voor het ontwerpen van waterlopen en het aanvullen van de streefbeelden met handvaten voor beheer en onderhoud in de praktijk.

Er ontstond bij de waterschappen in Zuid-Nederland gaandeweg de behoefte aan een actualisatie van een leidraad voor ecologisch herstel voor waterlopen. Om in deze behoefte te voorzien is deze handreiking ontwikkeld.

Doel en doelgroep

De handreiking heeft als doel het bieden van ondersteuning en richtlijnen aan projectleiders, adviseurs en planvormers bij de uitvoering van beek- en kreekherstelprojecten. Het gaat om ontwerp, inrichting en beheer. Het geeft daarbij aandacht over de wijze waarop KRW doelen en provinciale doelen voor waterlopen vertaald kunnen worden in concrete plannen. Projectprocedures, monitoring en communicatie komen niet of zijdelings aan de orde.

De handreiking gaat uit van doelen en streefbeelden die al zijn opgesteld en beleidsmatig vastgelegd. Deze zijn dus niet gewijzigd of aangepast. Wel zijn beeldbeschrijvingen opgenomen, om te gebruiken en om derden te tonen hoe herstel en natuurvriendelijke inrichting van waterlopen er uit kan zien. Daarbij is in eerste instantie uitgegaan van het voorbeeldenboek KRW van Waterschap Aa en Maas.

Gezamenlijke uitwerking

De handreiking is tot stand gekomen met werkateliers. Van begin af aan was het de opzet om met de deelnemers van de begeleidingsgroep (zie colofon) de gebruikswensen, ervaringen, praktijkvoorbeelden en toepassingsmogelijkheden op te sporen, te delen en op bruikbaarheid te toetsen. In het eerste werkatelier lag het accent op inkadering en omgaan met doelen, normen en ambities. Het tweede werkatelier richtte zich op het beproeven van eerste versies van de handreiking. In het derde werkatelier werden ook projectleiders uitgenodigd en is het gebruik van de verder ontwikkelde handreiking getest aan de hand van casussen.



De Handreiking (HOW) is het resultaat van een 'open ontwikkelingsproces' van waterbeheerders en adviseurs.

ervaringen en overwegingen

De handreiking is gebaseerd op een aantal belangrijke ervaringen en overwegingen. Deze liggen ten grondslag aan de aanpak en de samenstelling van de instrumentenkoffer (zoals daarna in de volgende paragraaf zal worden behandeld).

1. *Herstel van waterlopen is niet terug gaan naar het verleden, maar vooruit denken in de toekomst.* Dit werd al in 1995 in 'beken stromen' geponeerd, maar is nog bijzonder actueel. In herstelprojecten wordt vaak teruggerepen op historische tracés voor meandering en profielen en als vertrekpunt gebruikt bij het ontwerp van waterlopen. De omstandigheden zijn in de loop van de jaren dusdanig veranderd, dat herstel niet zondermeer haalbaar is. In bepaalde gevallen zoals bij lastig haalbare doelen is het vaak beter een andere benadering te verkiezen (zie alvast figuur 1).
2. *Water beweegt en beken stromen, maar niet altijd en overal.* De normalisatie van beken en bouw van stuwen, leidde tot de stelling van Tolkamp (1980): 'beken stromen'. En het vormde de titel in de leidraad voor ecologisch beekherstel van 1995. Nu verschijnen sinds de herintroductie op diverse plaatsen bevers, herbezinnen we ons op de rol van watermolens of opteren we voor een stroomdalbrede benadering. Niet alle macrofaunasoorten in het beekdal zijn gebaat met alleen maar stroming (Moller Pillot, 1999). Allerlei bovenlopen zijn gegraven in voormalige moerassen en venen. Dat betekent dat het overal en altijd vasthouden aan stroming of meandering niet altijd en overal wenselijk is. Beekherstel heeft in bepaalde gevallen ertoe geleid dat rechte goten nu slingerende goten zijn geworden. Omdat met de uitgevoerde maatregelen niet de juiste sleutelfactoren zijn beïnvloed, is de ecologische kwaliteit in de waterloop niet toegenomen.



Van rechte goot naar slingerende goot. De komende jaren zal de ecologische kwaliteit na zo'n herinrichting weinig veranderen. Vooral opgaande begroeiingen worden echt gemist.

3. Het devies is en blijft: *zoek altijd naar gebiedseigen én duurzame oplossingen.* Aanpassing van waterlopen is maatwerk! De leidraad is een hulpmiddel met instrumenten en vraagt kundig gebruik; het is geen receptenboek.
4. *Behoud wat waarde heeft en systeemeigen is. Waardevol gaat voor herstel. Herstel gaat voor nieuw ontwikkelen,* maar mits de systeemvoorwaarden het nog toelaten. Het laatste zindeel na de komma is nadrukkelijk toegevoegd. Het besef dringt steeds meer door dat herstel niet zomaar mogelijk is. Dat heeft niet alleen te maken met randvoorwaarden en doelen vanuit andere belangen (kun je de waterloop wel krappert maken ten gunste van vernatting in natte natuurparels en ter vergroting van stroomsnelheid in de waterloop, gegeven de andere functies in het dal?). Of met het feit dat afvoersituaties tegenwoordig anders zijn door bijvoorbeeld snellere afvoer en door klimaatverandering nog verder zullen wijzigen.



Er wordt nog te veel uitgegaan van het dominante beeld van een meanderende middenloop. Dit leidt onvoldoende tot het herstel van natuurlijke lengtegradiënten in beeksystemen (Runhaar et al., 2011 in Leefgebiedsplan Beekdalen).

Ook het gegeven dat:

- a. waterlopen nog vele jaren voedselrijk en daarmee hoogproductief zijn én daarop afgestemd beheer vragen;
- b. gronden in de laagte of het beekdal vaak fosfaatverzadigd zijn;
- c. kwelstromen zijn veranderd;

kan nopen tot een andere benadering of herbezinning op doelen.

De herinrichting van de rechtgetrokken en genormaliseerde Geeserstream in een groot natuurontwikkelingsgebied in Drenthe leidde tot een 'natuurbeek' zonder stroming in een open landschap zonder moerasontwikkeling en daarmee niet tot de gewenste ecologische ontwikkeling (Duursema, 2011). Het is een voorbeeld dat laat zien hoe lastig het kan zijn

om goed in te spelen op de combinatie van ecologische ontwikkeling van bepaalde natuur of moeras op laaggelegen gronden, de ecologische voorwaarden die bepaalde waterdieren stellen en de landschappelijke en cultuurhistorische aanknopingspunten. Zulke gevallen vragen expertise van meerdere disciplines, zoals hydrobiologie, ecohydrologie, landschap en cultuurhistorie, hydrologie en geomorfologie.



Een aanbeveling die voor alle typen beeklopen geldt met een ecologische doelstelling is om dode bomen en takken te laten liggen. Dit kan bijdragen aan de verondieping van beken en schept tal van micro-habitats die voor beeksoorten van levensbelang zijn (Runhaar et al., 2011, Leefgebiedsplan Beekdalen).

5. *Pak bij voorkeur oorzaken aan; niet of in veel mindere mate effecten* (Verdonschot et al. 1995). De motivering hiervoor is dat aanpak van effecten in plaats van een brongerichte benadering leidt tot een tijdelijke oplossing en daardoor telkens dient te worden herhaald. En het kan bovendien leiden tot nieuwe knelpunten.

Maar wijk zonedig af van deze regel, als effectgerichte oplossingen soelaas bieden en op de korte of middellange termijn geen uitzicht is op de haalbaarheid van brongerichte maatregelen. In bepaalde gevallen is later nog correctie mogelijk met inbreng van zand (zandmotor), dood hout of aanpassing van het beheer.

6. Maak de argumenten duidelijk voor de keuze van de aan te passen waterloop of het traject. *Bezin op de locatie*. Is dit de plek voor verandering van de waterloop? En levert het de beoogde rendement of haalbaarheid op? Voer zonedig een verwachtingenanalyse uit. Het effect kan afhangen van een hot spot van waaruit kolonisatie kan plaatsvinden (vergelijk de benadering op basis van 'Strahlwirkung' in Duitsland; Wurzel e.a. 2008).
7. *Zorg voor goed overleg en kom met één visie*. Alvorens een ontwerp te maken, wordt sterk aanbevolen om eerst een visie uit te werken. Met name als er verschillende doelen en ambities aan de orde zijn die op elkaar inwerken of lastig zijn te verenigen.

Bovenstaande overwegingen hebben geleid tot de uitwerking van een aantal instrumenten. Ze zijn genoemd in figuur 1. De aanleidingen voor de instrumenten in relatie tot de overwegingen zijn als volgt te benoemen.

Kan het wel? Bezinning op de doelen en hun verenigbaarheid wordt vaak vergeten (zie ook overweging 1). Het **instrument doelenscan** [Instrument B] kan hierbij helpen en zorgt ervoor dat een afweging van doelen tijdig gebeurt en niet pas als het ontwerpproces in volle gang is. Het gaat niet alleen om stroming (overweging 2 en 5). Een goed besef van de stuurfactoren bij het ontwerp en de reikwijdte (invloedsfeer) (zie **Instrument E handvat beïnvloeding stuurfactoren**) kan leiden tot een meer integrale scope of tot bijstelling van de ambitie of tot een fasering van doelrealisatie.

Herstel van waterlopen lijkt gemakkelijk en er wordt wel gesteld dat dit onderhand op gestandaardiseerde wijze zou kunnen worden uitgevoerd. Toch is de opgave vaak complex. Een **gebiedsspecifieke analyse** [instrument D] kan, uitgebreid of kort, ertoe leiden dat een goede basis voor visie en ontwerp wordt gelegd (zie overweging 3, 4, 6 en 7). Voer zonedig een **verwachtingenanalyse** [instrument C] uit op een hoger schaalniveau om de mogelijk effecten van oplossingen in relatie tot doelen te verkennen (zie overweging 1, 5 en 6). Er is een aanpak (**conceptueel ontwerp** [instrument F]) uitgewerkt om lastig haalbare doelen te tackelen. Hierbij wordt onderscheid gemaakt tussen ontwerpen op hoofdlijnen en ontwerpen in detail.

Het gebruik

Voor projectleiders is vooral [instrument A], [instrument B] en [instrument H] van belang. Voor planvormers kan [instrument C] en [instrument D] helpen bij het tot stand komen van de visie op hoofdlijnen samen met adviseurs. [instrument F] en [instrument E] zijn bedoeld voor de ontwerpers en adviseurs bij het conceptueel ontwerp. Vervolgens zijn [instrument G] en [instrument H] voor hen van belang bij de detaillering van het ontwerp en het afstemmen van het beheer.

Deze Handreiking omvat niet alleen een aantal instrumenten maar ook een stappenbenadering (procesaankpak. De instrumenten zijn apart uitgewerkt en er is aangewezen waar in het stappenplan de diverse instrumenten gebruikt kunnen worden. Het stappenplan komt in de volgende paragraaf aan de orde.

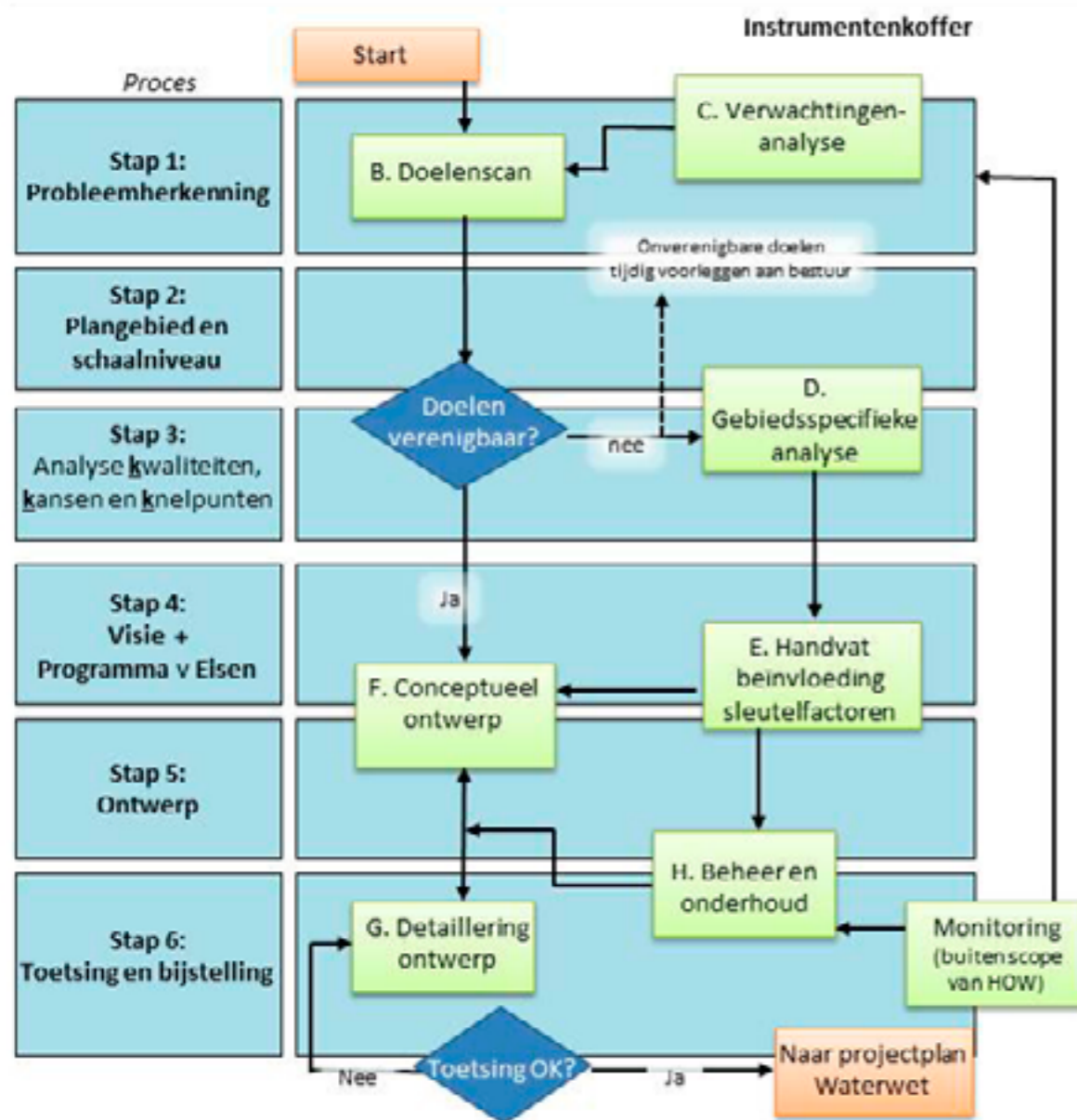
een koffer met instrumenten

Het proces van herinrichting op hoofdlijnen

De voorbereiding van de aanpassing van waterlopen geschiedt via een reeks van stappen. De belangrijkste worden hieronder benoemd en besproken. Op verschillende plaatsen wordt verwezen naar de **instrumenten**. De stappen zijn elk apart beschreven en uitgewerkt.

Stap 1. Probleemherkenning

Inventariseer welke doelen, wensen, eisen en ambities aan de orde zijn en hoe ze zich verhouden tot elkaar.



Figuur 1: Instrumentenkoffer: Overzicht van instrumenten en de inpassing in stappenplan voor de ontwikkeling van waterlopen. Instrument A vormen aanbevelingen voor het geheel.

Gebruik de **Doelenscan [instrument B]** indien er twijfel is over de verenigbaarheid van doelen. Vooral als er én rekening moet worden gehouden met landbouw én met natuur en met meerdere beleidslijnen, is het van groot belang om vooraf te bezien of tegenstrijdigheden kunnen ontstaan gedurende het planproces, oplossingen beschikbaar zijn of de afweging misschien bestuurlijk voorgelegd moet worden. In deze stap wordt duidelijk in hoeverre een 'stroomdalbrede' benadering mogelijk is.

Overweeg het gebruik van de **Verwachtingenanalyse [instrument C]** indien er twijfel is over de relatie tussen het doel en de mogelijkheden voor herstel. Dit instrument kan meer duidelijk bieden over welk rendement er te halen valt c.q. wat de zwakste schakel of het minst gemakkelijk aan te pakken knelpunt is als het gaat om herstel of ontwikkeling van de waterloop. De verwachtingenscan is vooral bruikbaar als het voor meerdere waterlichamen of stroomgebieden tegelijk wordt uitgevoerd. Daarmee maak je beter inzichtelijk waar bepaalde maatregelen wel en niet zinvol zijn tegen de achtergrond van een grotere verscheidenheid aan wateren.

Stap 2. Begrenzing plangebied en schaalniveau

Het plangebied en het probleem bepalen in hoge mate de te kiezen schaalniveaus. De ecologische en hydrologische reikwijdte is vaak ruimer dan die waarop het uiteindelijke project gestalte krijgt.

Daarnaast verdient het aanbeveling om na te gaan in hoeverre ontwikkelingen op langere termijn aandacht vragen.

- Dient rekening te worden gehouden met gevolgen van klimaatverandering, nieuwe ontwikkelingen of ruimtelijke plannen?
- Hoe belangrijk is een aanpassing van (het traject van) de waterloop gelet op de ruimtelijke omgeving? Wat is de betekenis van project op een hoger schaalniveau? Houd je rekening met de systemen die de hoedanigheid van de waterloop mede bepalen? (fig. 2)

Intermezzo plangebied en schaal



Figuur 2: Een in te richten traject tussen een meanderend (hoge hydrobiologische waarden) en een heringericht beektraject (Beerze nabij Kampina; Waterschap de Dommel; gepresenteerd tijdens eerste werkatelier). Bovenstrooms (ten zuiden van het getoonde kaartbeeld) zijn overstromingsvlaktes gecreëerd waar water kan worden geborgen. Het her in te richten traject stroomt door een agrarisch gebied. Al deze zaken vragen aandacht in stap 2.

Stap 3. Beschrijf uitgangssituatie, watersysteem, knelpunten en kansen

In deze stap is nodig om ten minste de (ecologische) kwaliteiten en knelpunten in beeld te brengen waar de huidige toestand niet voldoet aan de gedefinieerde doelstellingen.

Vaak is er meer nodig en verdient het aanbeveling om de huidige toestand van het watersysteem goed te beschrijven of in een model te brengen.

Daarnaast kan het verhelderend werken om een historische scan, een systeemanalyse en/of een SWOT¹-analyse toe te passen.

Bezint u op een standaardaanpak wel kan volstaan. Bij twijfel of als het geen standaard aanpak is, raadpleeg of doorloop dan de **gebiedsspecifieke analyse [instrument D]**. Doe dat zeker als de aanpassing van de waterloop gevolgen heeft die verder reiken dan de waterloop en de aanliggende zone.

Sterkte: <ul style="list-style-type: none"> Bovenstrooms meanderend en soortenrijk traject aanwezig Waterberging bovenstrooms 	Zwakte: <ul style="list-style-type: none"> Geringe mogelijkheden voor grondruil
Kansen: <ul style="list-style-type: none"> Functie waternatuur Element in robuuste verbinding Budget beschikbaar Benedenstrooms al hersteld Stijging grondwater mogelijk in natuurgebied (Natura 2000) 	Bedreigingen: <ul style="list-style-type: none"> Kans op opbrengstderving en waardeverlies woningen bij ringdrainage in geval vernatting

Figuur 3: Eenvoudige SWOT-analyse voor in te richten beektraject zoals aangegeven in fig. 2.

Stap 4. Visievorming en programma van eisen

Op basis van de voorgaande stappen wordt de opgave van de aanpassing van de waterloop uitgewerkt. Pas nu komt het programma van wensen en eisen tot stand voor het ontwerp van de waterloop. De wensen, doelen en eisen zoals die zijn geïnventariseerd in stap 1 worden op elkaar afgestemd en waar nodig bijgesteld tot een visie. Zo nodig wordt onderscheid gemaakt in een visie voor de lange termijn en een programma van eisen om nu te komen tot een ontwerp.

Maatschappelijke randvoorwaarden, planologische bestemmingen en ontwikkelingen worden meegenomen, zodat een haalbaar concept voor aanpassing van de waterloop tot stand komt. Dit betekent dat er keuzes over inpassingen moeten worden voorbereid en gemaakt, al of niet samen met belanghebbenden of de 'streek'. Ook de beschikbare of benodigde ruimte voor aanpassing wordt betrokken bij de uitwerking.

Indien doelen niet verenigbaar blijken of ambities te hoog zijn, ga dan terug naar stap 1.

Stap 5. Ontwerp van de waterloop

Het **handvat voor conceptueel ontwerp [instrument F]** geeft een voorzet voor het maken van een eerste ontwerp van een waterloop. In deze fase worden bij voorkeur geen modellen gebruikt. Het maken van een ontwerp wordt gebaseerd op stap 4: visie en programma van eisen.

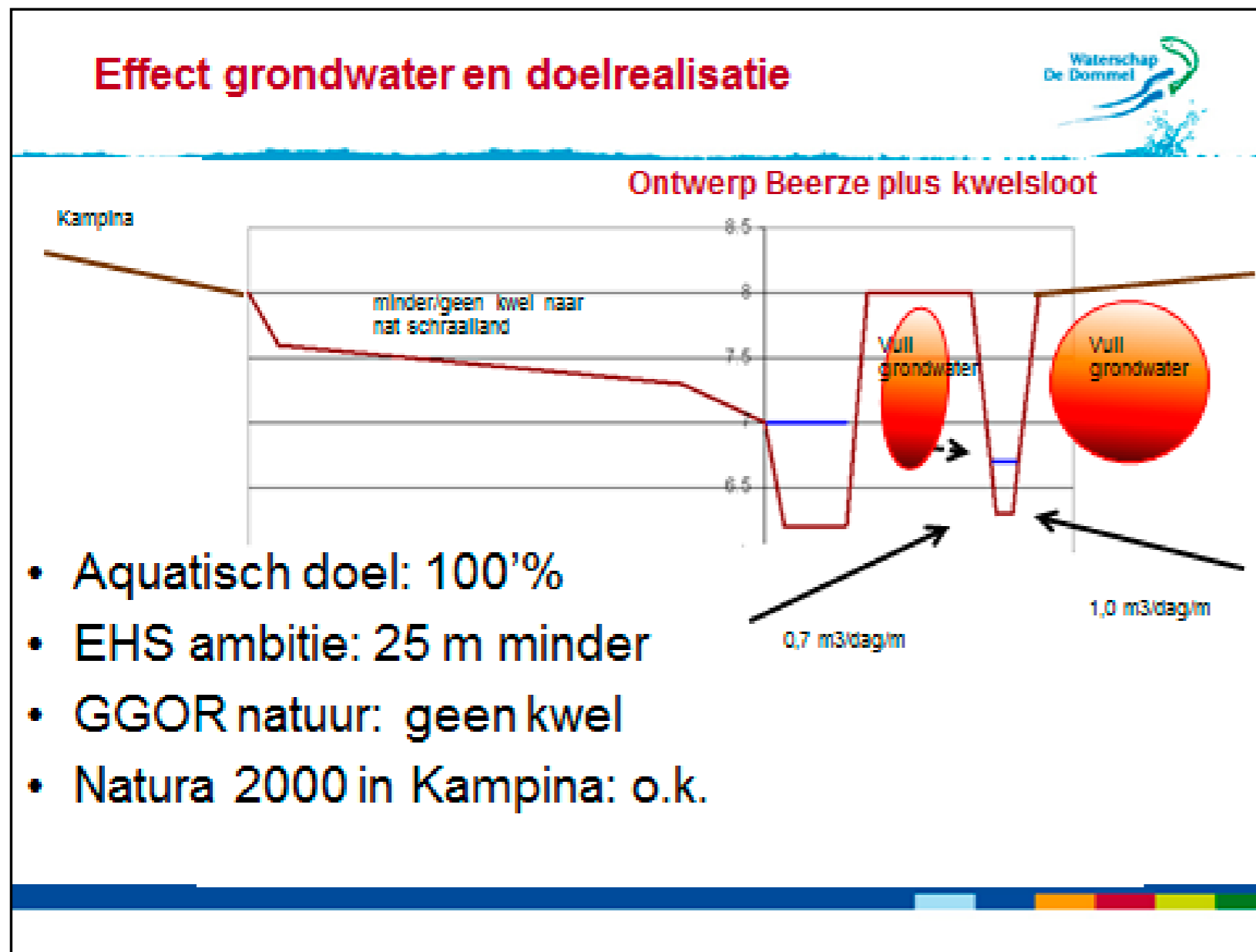
Bij het ontwerp worden bepaalde stuurfactoren beïnvloed. Voor begrip van de werking van stuurfactoren wordt verwezen naar het **Handvat voor stuurfactoren [instrument E]**. Het resultaat van deze stap is een ontwerpschets dat vervolgens kan worden gedetailleerd en getoetst (stap 6).

Stap 6. Toetsing, bijstelling en detaillering van het ontwerp

Het ontwerp uit stap 5 kan nu worden getoetst aan het programma van eisen (zie stap 4). Leidt het ontwerp tot passende stroomsnelheden en waterstanden? Nu kan indien gewenst het hydrologisch modelinstrumentarium worden toegepast. Op basis van de uitkomsten wordt het ontwerp bijgesteld en zo nodig opnieuw doorgerekend.

Begeleiden beekontwikkeling (beheer en onderhoud)

Na het ontwerp van de waterloop wordt deze ingepast in het Projectplan Waterwet (inrichtingsplan), worden vergunningen aangevraagd, bestek opgesteld en het project uitgevoerd. Er ligt dan een heringericht of een nieuw traject van de waterloop. De ecologische en morfologische ontwikkeling van de waterloop moet dan nog beginnen. De begeleiding van de ontwikkeling door beheer en onderhoud wordt van groot belang. Zie hiervoor [instrument H beheer en onderhoud](#). Ontwerpen en inrichten is dus één, maar veel aandacht besteden aan het beheer is essentieel voor het behalen van de ecologische en andere waterhuishoudkundige doelen. Overigens is voor herstel lang niet altijd eerst inrichting nodig, en kunnen aanpassingen in het onderhoud voldoende zijn om de doelen te bereiken.



Figuur 4: Bovenstaande uitwerking voor ontwerp (beek met kwelsloot) voor het beektraject in fig. 2 bleek onbevredigend en doelen waren niet verenigbaar (Beerze Kampina, Waterschap de Dommel, gepresenteerd tijdens eerste werkatelier). Aanleiding om terug te gaan naar stap 1. In dit voorbeeld zouden de compenserende maatregelen uiteindelijk een lagere doelrealisatie in het beekdal teweeg brengen.



instrument A

instrument A: Top 10 - aanbevelingen voor inrichting en beheer van waterlopen

1. Zorg voor ruimtelijke verscheidenheid in alle opzichten. Maak er geen 'goot' van, door hetzij inrichting hetzij beheer. Werk kleinschalig en koester heterogeniteit. Denk bij de inrichting drie dimensionaal: varieer (ook in de lengterichting van de beek) bijvoorbeeld in profielbreedte en hoogte van het winterbed / de omgeving.

[instrument F]

2. Lever maatwerk.

Ga niet zonder meer uit van een algemene richtlijn! Geen enkele beek is hetzelfde of vraagt dezelfde aanpak. Ook binnen watertypen bestaan veel verschillen, dan wel zouden die er kunnen zijn.

Pas op voor het 'beken moeten stromen / meanderen / passeerbaar zijn'-syndroom. Het kan zijn dat een moeras eerder valt te verkiezen dan het behoud of herstel van een waterloop. Niet alle waterlopen moeten voor alle vissen worden ontsloten.

[instrument B, instrument D]



Ruimtelijke verscheidenheid en maatwerk zijn belangrijke ingrediënten voor ecologische ontwikkeling van waterlopen met biodiversiteit.

3. Anticipeer op waterkwaliteit en waterplanten.

Waterlopen moeten (uiteraard) schoon zijn of worden. Maar houd er rekening mee dat het aanbod aan voedingsstoffen in bodem of door bovenstroomse aanvoer nog lang zeer groot kan zijn. Wees bedacht op verruiging en overmatige groei van water-, oeverplanten of exoten.

Dichtgroei van een waterloop met meer dan 50% over grote lengte kan nopen tot tijdig (!) schonen ten gunste van waterdieren met een grote zuurstofbehoefte. Vraag je af of overstroming in het winterhalfjaar met voedselrijk water wel zo erg is, als er geen bijzondere levensgemeenschappen in het geding zijn, de bodem fosfaatverzadigd is of als er tegelijkertijd juist een vernatting kan worden bereikt.

[instrument E]

4. Doe niet alles overal en altijd hetzelfde.

Werk niet netjes bij uitvoering van inrichting of beheer. Een inrichting of beheer op de 'grootste gemene deler' kan gunstig zijn voor de gewone soorten, maar ongunstig voor de meer bijzondere soorten. Pas niet altijd dezelfde inrichting toe, maar varieer en probeer uit.

[instrument H – ecologische uitgangspunten]

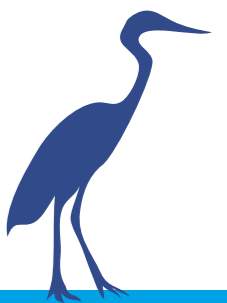
5. Speel in op dynamiek.

Dynamiek zorgt voor habitatdifferentiatie. Erosie maar ook sedimentatie op bepaalde plaatsen horen erbij. De beek "weet het beter" en zoekt idealiter zelf zijn weg. Ondersteun morfologische processen met gerichte, liefst natuurlijke bouwstenen (dood hout, bomen). Maar teveel dynamiek (teveel verplaatsing van sediment, te grote afvoerwisselingen) kan juist leiden tot verarming van levensgemeenschappen.

[instrument E – dwarsprofielontwikkeling]



Realiseer je dat waterlopen niet overal even vanzelfsprekend zijn. Veel waterlopen zijn gegraven op plaatsen waar ooit moerassen en venen domineerden (zie ook Runhaar et al., 2011 en Stortelder, 2011).



6. Kennis delen: weet wat je hebt.

Benut de informatie over de aanwezigheid van kwaliteiten. Kwaliteiten kunnen betrekking hebben op soorten of op historische, morfologische of landschappelijke kenmerken.

Maar ook aanwijzingen voor processen in waterloop of stroomdal zijn van belang. Wees voorzichtig bij uitvoering en beheer. Een soort of leefgebied of beginnend proces is gemakkelijk vernietigd of uitgeroeid.

[instrument D]

7. Aanpassing van waterlopen is vaak complex.

Bezin je op de doelen (zijn ze wel juist toegekend?), de locatie, het stroomgebied en op de processen die gaande zijn of te ontwikkelen zijn. Een integrale aanpak met oog voor én hydrobiologie én ecohydrologie én waterkwaliteit én morfologie én ... is moeilijk, maar kan wel leiden tot een mooi resultaat. Probeer te streven naar een stroomdalbrede benadering.

[instrument B]

8. Stuur op ontwikkeling

Maak je vertrouwd met de doelen en streefbeelden. Gebruik veldkenmerken die het mogelijk maken om ontwikkelingen te volgen. Raadpleeg zo nodig deskundigen als de gewenste ontwikkelingen of resultaten niet worden bereikt.

[instrument H – figuur H1]



Inrichting van een waterloop met een gevarieerde bedding vormt de basis van ontwikkeling van het water zelf. Maar het project is nog niet af. Nu is de opgave om de ontwikkeling te volgen en zo nodig bij te sturen.

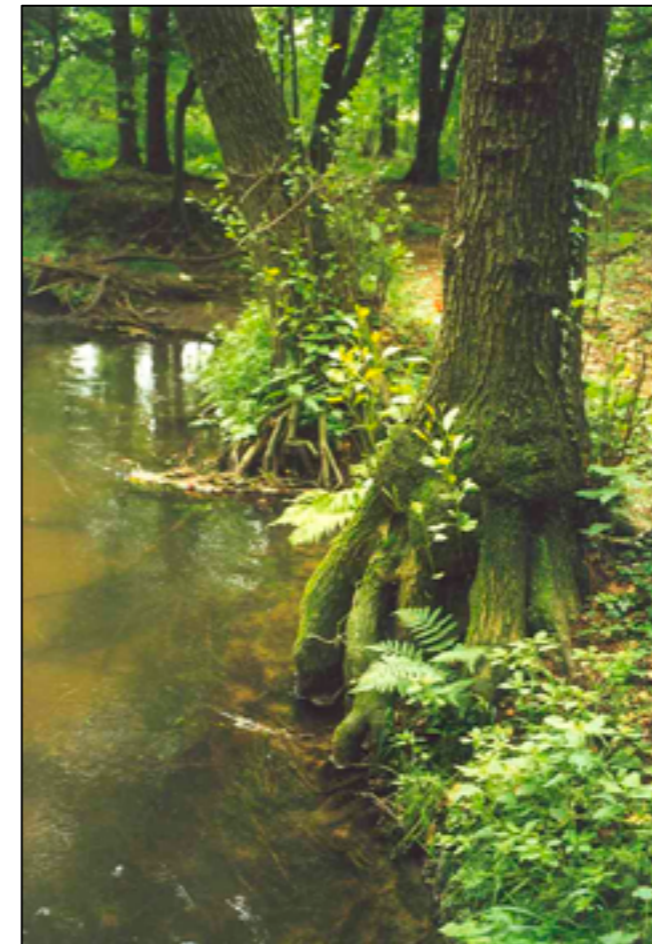
9. Monitoring: leer van het beheer

Na uitvoering is het herstelproject nog niet af, het begint het juist pas. Controleer na aanleg het resultaat. Door de kale uitgangssituatie staan waterpeilen bijvoorbeeld lager dan gepland. De vegetatie-ontwikkeling moet nog komen en beïnvloedt de morfologie. Misschien is bijsturing nodig, maar doe dat niet te snel. Het resultaat valt in het begin vast tegen. Vooral de herkolonisatie van meer bijzondere soorten kan lang duren. Kleinschalige ingrepen (takkenbos in waterloop, zand inbrengen, gedifferentieerd en laagfrequent schonen) bevorderen het zelfherstellend vermogen van de waterloop. Het onderdeel monitoring is in deze Handreiking niet nader uitgewerkt, wel biedt instrument H handvaten welke zaken belangrijk zijn voor het bijsturen van beheer en onderhoud.

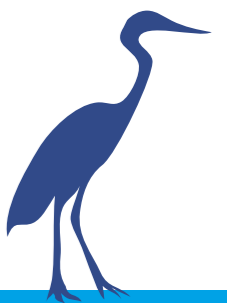
[instrument H]

10. Communicatie: verspreid de boodschap

De optimalisatie van waterlopen (ecologisch, morfologisch, landschappelijk) is niet alleen van belang omdat het 'moet' (KRW, beleid), maar maakt het gebied mooier en aantrekkelijker met meer biodiversiteit. Met name dit laatste is belangrijk in de communicatie. Draagvlak intern (is beheer en onderhoud erbij betrokken?) en extern is belangrijk en kan worden bevorderd door samen te werken en successen te delen.



Bomen hebben in stromende waterlopen een ecologische rol boven water (schaduw, bladval, oriëntatiepunt voor paarvluchten van insecten, inval dood hout) én onder water (verminderde erosie door beworteling, schuilplaats voor waterdieren, aanleiding tot meandering bij omval). Dat kan alleen als bomen ook echt langs de waterlijn staan.



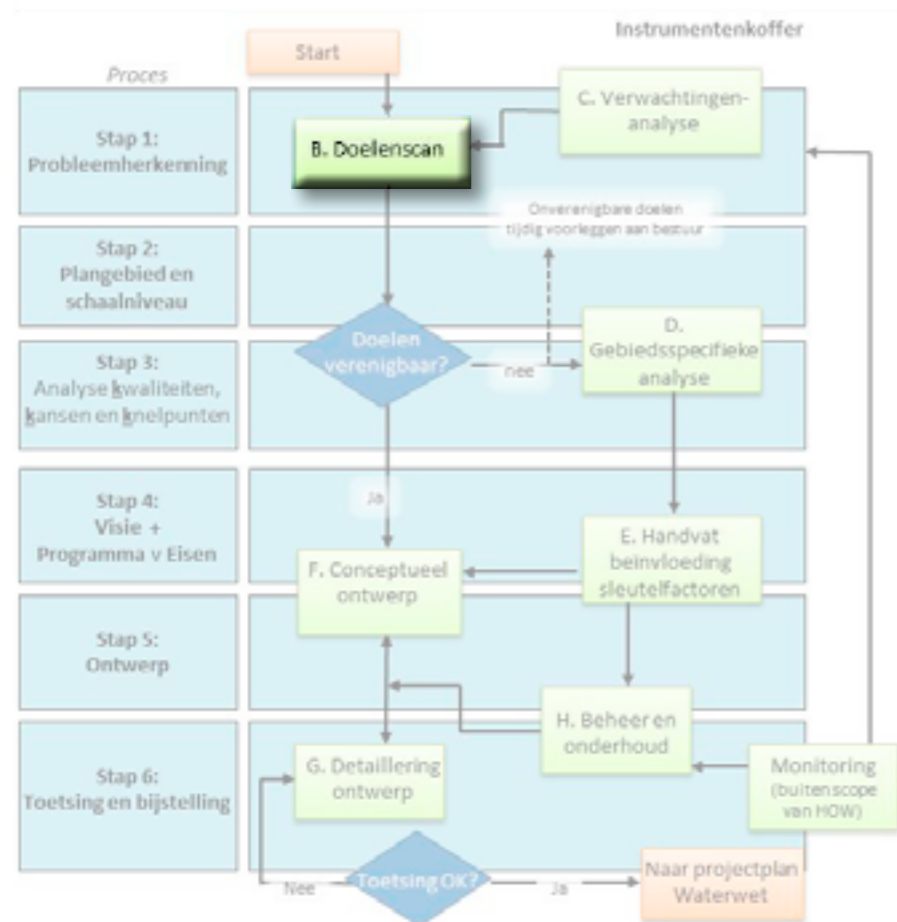


instrument B

instrument B: Doelenscan

Doelenscan

Terug naar aanpak op hoofdlijnen

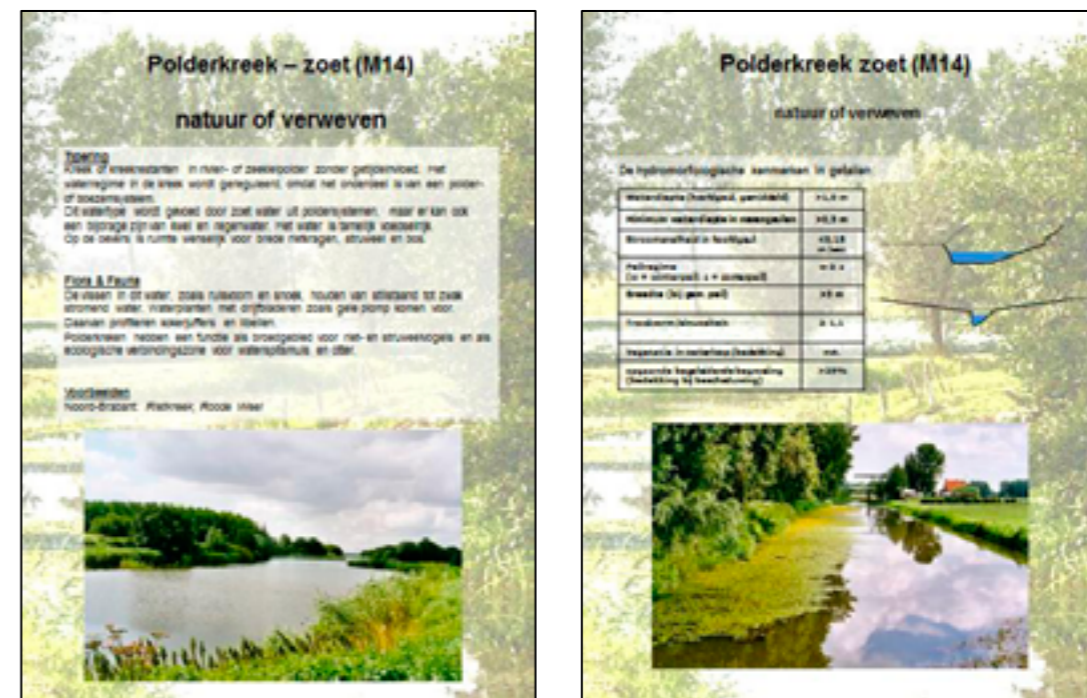


Allesbepalend zijn de doelen en ambities die aan de orde zijn bij een herinrichting van waterlopen. Het gaat immers niet alleen maar om de doelen en maatlaten vanuit de Kaderrichtlijn Water. Ook andere opgaven en doelen kunnen relevant zijn. Denk hierbij aan GGOR/NNP of Nieuw Limburgs Peil, Nationaal Bestuursakkoord Water-normen, landbouw, Natura2000, cultuurhistorie/aardkunde.

Over ecologische doelen en inrichtingsbeelden

Voor veel waterlopen zijn ecologische doelen voortvloeiend uit de Kaderrichtlijn water (KRW) van belang. De KRW streeft in principe naar een zo natuurlijk mogelijke levensgemeenschap in een oppervlaktewater. Die zijn voor elk watertype via zogenaamde referenties uitgewerkt voor natuurlijke wateren (Van der Molen & Pot, 2007). Bedacht moet worden dat veel wateren sterk veranderd zijn en hiervoor een afgeleid doel geldt. Die afgeleide doelen – er wordt dan gesproken over Goed Ecologisch Potentieel (GEP) – geven een bepaald ambitieniveau weer; veelal afhankelijk van de functies (landbouw, bebouwd, natuur) om de waterloop. In een polderkreek zal de levensgemeenschap een andere samenstelling, structuur en dynamiek hebben dan in het watertype waar van het is afgeleid (M14 = ondiep zoet meer) en zijn de natuurlijke kenmerken van het watertype M14 niet meer allemaal relevant voor de kreek. Bij

stromende wateren is dat net zo. In een bovenloop met de typering 'sterk veranderd' en een niet al te hoge ambitie kan onder bepaalde voorwaarden een deel van de beeksoorten van natuurlijke bovenlopen leven. Dat kan misschien prima in een vrij rechte waterloop waar andere voorwaarden (bijv. waterkwaliteit, continue stroming dood hout) zorg dragen dat een aandeel van de beeksoorten stand houdt. Het doel vanuit de KRW en een bepaalde inrichting van een waterloop liggen dus niet noodzakelijkerwijs in elkaars verlengde.



Figuur B1: In de Handreiking zijn inrichtingsbeelden opgenomen met hydromorfologische kenmerken en aandachtspunten.

In deze Handreiking zijn inrichtingsbeelden opgenomen voor alleen sterk veranderde of kunstmatige waterlopen. Welk type voor welke waterloop in Noord-Brabant en Limburg geldt, is te vinden op de kaart met watertypen. In de inrichtingsbeelden zijn hydromorfologische kenmerken en aandachtspunten opgenomen die kunnen leiden tot levensgemeenschappen van het betreffende type (KRW-type) en ambitie (natuur, verweven of landbouw, evt. bebouwd gebied). De beeldbeschrijvingen zijn dus niet gelijkwaardig aan een KRW-doel, want die richt zich op de gehele toestand van het water en dan bij uitstek de levensgemeenschap (waterplanten, ongewervelden, vissen en evt. algen).

Overige doelen

De opgenomen inrichtingsbeelden zijn richtinggevend, maar niet maatgevend. Er kunnen namelijk nog meer doelen zijn die inrichting en beheer van een waterloop bepalen, zoals droogleggingseisen voor de landbouw, gewenste grond- en oppervlaktewaterregimes, ecologische doelen van naast gelegen natuurgebied of ecologische verbinding, cultuurhistorische waarden en landschappelijke beelden. De daadwerkelijke ontwikkeling van een traject van de waterloop vraagt maatwerk en kan dus op onderdelen uiteindelijk afwijken van de beeldbeschrijving.



Omgaan met doelen

Bedenk dat herinrichting van waterlopen op basis van meerdere doelen vooral lastig is als het gaat om:

- een sterk veranderd watertype in een overwegend agrarisch gebied.
- in hoeverre is bijvoorbeeld meandering eigenlijk wel aan de orde of heeft dat wel zin?
- een waterloop langs laaggelegen gronden met agrarisch gebruik of bebouwing. Vooral als de waterloop relatief weinig verhang heeft, wordt de kans op hoge waterpeilen en ongewenste vernatting groter bij aanpassing van de sinuositeit of verkleining van het profiel.

Aanbevolen wordt om eerst een antwoord te zoeken op de volgende vragen:

- Welke** doelen voor zowel waterloop als omgeving zijn aan de orde bij herinrichting van waterlopen?
- Welke **reikwijdte** of invloedssfeer hebben de maatregelen voor het behalen van de relevante doelen?
- In hoeverre is er een (on-)verenigbaarheid in doelen? En in welke mate?

TIP. Een manier waarop dit op snelle wijze (quickscan) kan worden gedaan, toont onderstaande tabel.

Tabel B1: Doelenscan voor casus Kruislandse kreken

	Doel?	Peilbeheer	Waterkwaliteit	Oeverzone
Beek-/kreekherstel	Ja	Natuurlijker peil	Niet te voedselrijk	Ruimtevrage, natuurlijke oever
KRW	Ja (verplichtend)	Sterk veranderd water, dus?	Niet te voedselrijk	Ruimtevrage, natuurlijke oever
NNP (GGOR)	Nee	XXXXXXXXXXXX	XXXXXXXXXXXX	XXXXXXXXXXXX
NBW-normen	Ja?	In winter niet te hoog (bergingsruimte)	N.v.t.	Overcapaciteit is voordeel
Landbouw (GGOR)	Ja	Tegengesteld peilbeheer	Niet brak	Geen verlies binnen agrarische hoofdstructuur
Natura 2000	Nee	XXXXXXXXXXXX	XXXXXXXXXXXX	XXXXXXXXXXXX
Cultuurhistorie/ Aardkunde	Ja	N.v.t.	N.v.t.	Aardkundige waarde
Recreatief medegebruik	Ja?	Behoud doorvaart-hoogte	Niet verontreinigd	(Half-) natuurlijke oever
Eindresultaat		<i>Onverenigbaar. Eventueel nader onderzoeken</i>	<i>Niet te voedselrijk en niet brak</i>	<i>EHS, EVZ is prioritair gebied, mits aardkundige waarde beperkt</i>

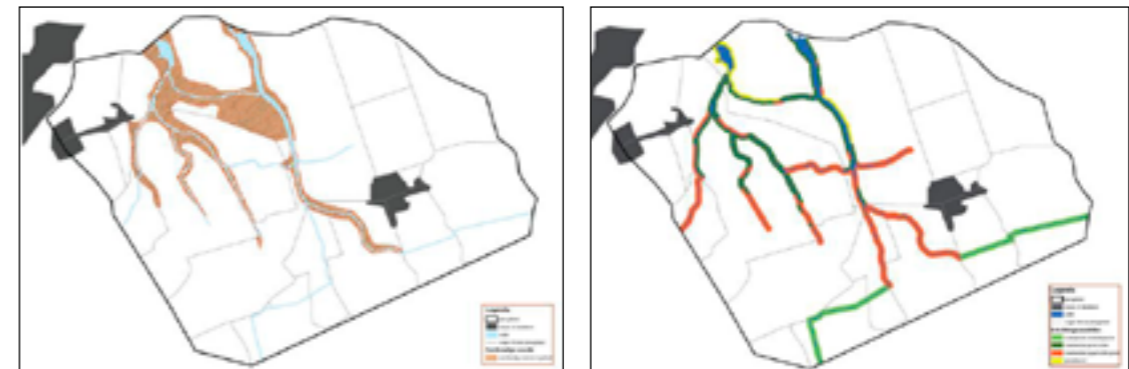
Afhankelijk van het resultaat van de quickscan is een **bezinning** op de (on-)verenigbaarheid van doelen nodig. Het verdient aanbeveling om daarbij de volgende aandachtspunten te betrekken. Ga na of:

- Een **rangorde c.q. prioriteit** in doelen valt te benoemen.
- Vooraf een **terugvaloptie** kan worden benoemd. Waar is eventueel een lager ambitieniveau denkbaar? Bezie ook de achtergrond van de eis. Gaat het bijvoorbeeld eerder om ontwatering van een bepaald moment dan om een vast peil?

- De ambities wel op **de goede plek** liggen. Beschouw het project daarvoor op een hoger schaalniveau. Hoe verhoudt het projectgebied zich tot het aangrenzende stroomdal en het overige deel van het stroomgebied?
- Er verschil is in de mate van **vervangbaarheid**. Als voorbeeld: aanwezig soortenrijk schraalland laat zich moeilijk vervangen en de eisen met betrekking tot grond- en oppervlaktewaterregime zijn dan als zeer bepalend te beschouwen.
- Ingespeeld kan worden op **nieuwe ontwikkelingen**.

Overweeg om zo ambitieus mogelijk te beginnen. Maar betrek dan wel alle eisen vanuit alle doelen bij de uitwerking.

TIP. Een visualisatie met kaartbeelden van de reikwijdte van doelen kan helpen (zie voorbeeld in Figuur B2). Nog beter is het om een gebiedsspecifieke en systeemgerichte analyse te doen [zie instrumentenkoffer fig. 1].

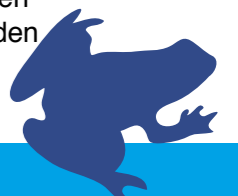


Figuur B2: Omgaan met onverenigbare doelen in casus Kruislandse kreken (Waterschap Brabantse Delta, gepresenteerd tijdens eerste werkatelier). Verandering peilbeheer bleek niet mogelijk. Aardkundige waarden leken beperkend (links) maar nader onderzoek wees uit dat veel kreekoevers waren veranderd en opgehoogd. Inrichting van de oever bleek nu wel op meerdere trajecten haalbaar (rechts), uitgaande van de begrenzing van EHS + EVZ. Kanttekening: er is wel een minder groot (aquatisch-)ecologisch resultaat te verwachten van herinrichting, zolang een omgekeerd waterpeil wordt gehandhaafd.

De bezinning op de haalbaarheid van de doelen hangt ook samen met de mogelijke oplossingen. De gesignaleerde onverenigbaarheid aan te pakken door:

- Technische oplossing; bijvoorbeeld maaiveldverhoging, extra drainage of peilenclave (met eventuele negatieve bijeffecten) van een toekomstig te nat landbouwperceel.
- Financiële oplossing zoals vergoeding van natschade; of doordat natschade wordt gecompenseerd door opheffing van droogteschade.
- Gefaseerde oplossing, zoals eerst inrichten en pas in later stadium peilverandering doorvoeren; bijvoorbeeld door gebruik te maken van inbreng van zand (zandmotor) of van dood hout (figuur F4).
- Communicatie met betrokkenen en belanghebbenden.
- Bestuurlijke oplossing met bijvoorbeeld een kosten-batenanalyse.

Belangrijk is dat deze bezinning of afweging tijdig gebeurt zodat men hier niet pas in het detail-ontwerpproces tegen aan loopt. Bedenk op welk niveau deze afweging moet plaats vinden. Sommige afwegingen kunnen door het projectteam worden gedaan, maar wanneer doelen echt onverenigbaar blijken zal dit expliciet gemaakt moeten worden en bijvoorbeeld worden terug gelegd bij het bestuur.





instrument C

instrument C: Verwachtingenanalyse

Verwachtingenanalyse

Terug naar aanpak op hoofdlijnen



1. De aanleiding

Voor de Kaderrichtlijn Water, maar ook vanuit andere natuurdoelen, waterkwantiteit, veiligheid en landschapsontwikkeling, staan de komende jaren veel maatregelen gepland voor de waterlopen in Brabant en Limburg. De teruglopende budgetten maken het extra moeilijk om het doelgat op te kunnen lossen. Het uitvoeren van ingrepen die uiteindelijk weinig op blijken te leveren, is daarmee een nog groter spookbeeld voor de waterbeheerder dan het al was. De kansrijke maatregelen moeten dus op de juiste plek worden genomen. Daarnaast dienen ze uiteraard op de juiste manier te worden uitgevoerd. Een ingreep zoals hermeanderen heeft veel verschil in effect afhankelijk van de exacte uitvoering. Een zeer langzaam stromende, slingerende bedding heeft onder (zeer) voedselrijke omstandigheden relatief weinig meerwaarde vergeleken met de bestaande rechte goot. Een meanderende beek met een wat krappere profiel en veel stromingsdiversiteit kan ecologisch veel meer opleveren, maar kan aanleiding geven tot ongewenste vernatting.

Een beschouwing van ingrepen van verschillende aard in relatie tot de gestelde doelen is een lastige opgave. Er zijn instrumenten beschikbaar, waarmee het effect van ingrepen op het ecologisch doel (maatlat KRW) van de waterloop kunnen worden bepaald. Onderstaande instrumenten kunnen helpen om de haalbaarheid van doelen beter in beeld te krijgen.

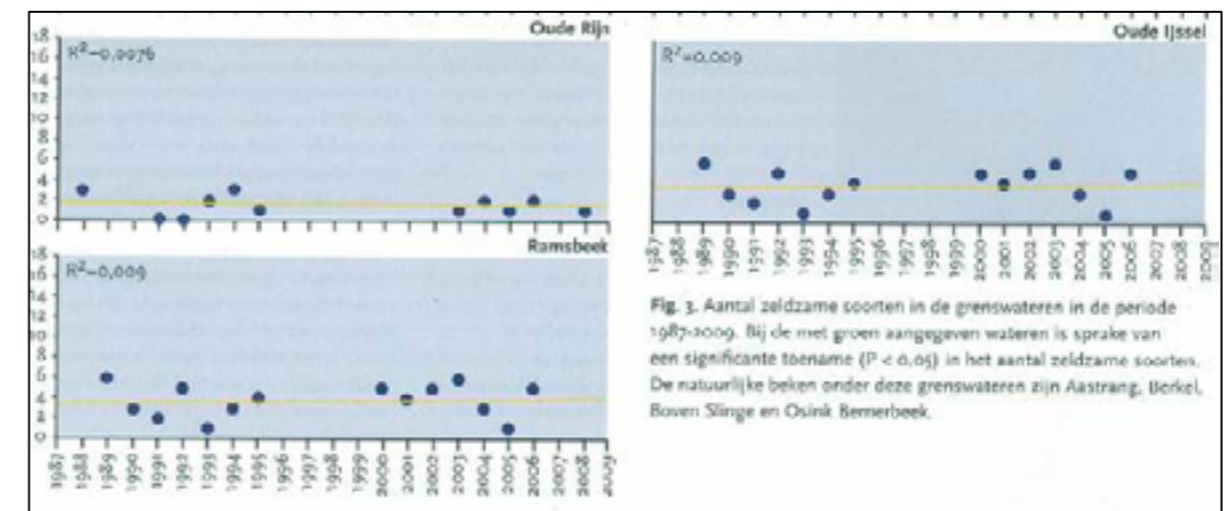
2. De uitdaging en de oplossing

De KRW-doelen zijn op dit moment meestal de leidende doelstellingen vanuit het waterbeheer op het gebied van waterkwaliteit en aquatische ecologie. Om deze doelstellingen te kunnen halen, uiterlijk in 2027, hebben de waterschappen veel maatregelen voorgesteld (eind 2009 vastgesteld in het Stroomgebiedsbeheersplan Maas). Echter, in de meeste gevallen was toen een goede kwantitatieve onderbouwing van deze doelen en maatregelen niet mogelijk. De KRW-Verkenner was hiervoor bedoeld, maar die was daar op dat moment nog niet geschikt voor. De maatregelen zijn daarom vooral op basis van expert judgement en bestuurlijke haalbaarheid vastgesteld. Daarnaast is het hele proces van doelafleiding en maatregelkeuze onder grote tijdsdruk doorlopen. Zeker nu de budgetten krappere worden, moeten keuzes worden gemaakt welke maatregelen eerst worden uitgevoerd. Daarnaast blijft de vraag of de afgeleide doelen wel haalbaar zijn. Het KRW-planproces biedt ruimte om hier in 2012-2013 opnieuw naar te kijken en eventueel aanpassingen te doen voor het volgende SGBP.

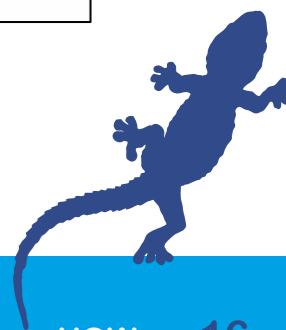
Er zijn meerdere mogelijkheden voor toepassing van een verwachtingenanalyse.

De eerste is aan de hand van een **trendanalyse**. Als voorbeeld een studie van Lenssen et al. (2011) voor beken in Oost-Gelderland. Zij hebben met trendanalyse onderzocht of een verbetering van de waterkwaliteit doorwerkte in verandering in de soortensamenstelling van macrofauna. Verbetering van de waterkwaliteit (minimalisatie van zuurstofverbruik) blijkt een belangrijke sleutel bij aanpassing van beken die bij lage afvoeren blijven stromen. In sterk gereguleerde beken is verbetering van de waterkwaliteit onvoldoende om stroominnende diersoorten terug te krijgen.

Feitelijk worden met dergelijke methodes hypothesen getoetst op basis van bestaande gegevens en met toepassing van extrapolatie.



Figuur C1: Voorbeeld van trendanalyse van waterlopen in de Achterhoek (bron: Lenssen et al. 2011)



Een tweede aanpak is het toepassen van de **Delphi methode** bij het maken van voorspellingen. De kern van de Delphi methode is het herhaald bevragen van een expert panel over een onderwerp waarover geen consensus bestaat. In een aantal rondes wordt geprobeerd tot consensus te komen door de antwoorden van de anderen anoniem terug te koppelen. De Delphi methode is prima toe te passen om trends in te schatten. De methode is echter minder geschikt voor het maken van complexe voorspellingen met meerdere factoren.

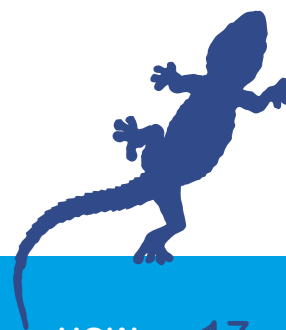
Een variant hierop is expert judgement. Dit is toegepast bij het bepalen van de afgeleide KRWdoelen voor regionale wateren.



Uit het onderzoek van Lensen et al. (2011) blijkt dat verbetering van de waterkwaliteit onvoldoende is om in sterk gereguleerde beken stroomminnende diersoorten terug te krijgen.

Een derde methode die wel met meerdere factoren en onbekenden kan omgaan en kan bepalen waar welke ingrepen met bijbehorende omvang zinvol zijn, maakt gebruik van een **neuraal netwerk**. Royal Haskoning (Knoben et al. 2008) heeft voor de Ex ante Evaluatie KRW van het Planbureau voor de Leefomgeving (PBL) een rekentool ontwikkeld die dat kan: Expertsysteem Ecologische Effecten, waarvan inmiddels versie 2 beschikbaar is (EEE2, zie kader 1). Deze rekentool is gebruikt voor landelijke analyses naar de effecten van KRW-maatregelen op de EKR's (Ecologische Kwaliteitsratio). Aan de hand van waarden voor stuurvariabelen voorspelt het EEE2 de bijbehorende EKR. Door het bepalen van de waarden voor de stuurvariabelen in de huidige situatie en na uitvoering van de maatregelen kan het systeem berekenen welke maatregelen wel en niet effectief zijn voor het betreffende waterlichaam.

Dit geeft veel informatie over de kansrijkheid van een specifieke ingreep in een bepaald waterlichaam en wat er nog meer moet gebeuren om het effect van een maatregel zo hoog mogelijk te krijgen. Bijvoorbeeld dat de waterkwaliteit moet verbeteren om een herinrichting effectief te kunnen laten zijn. Zie bijlage x voor nadere uitleg over EEE2.



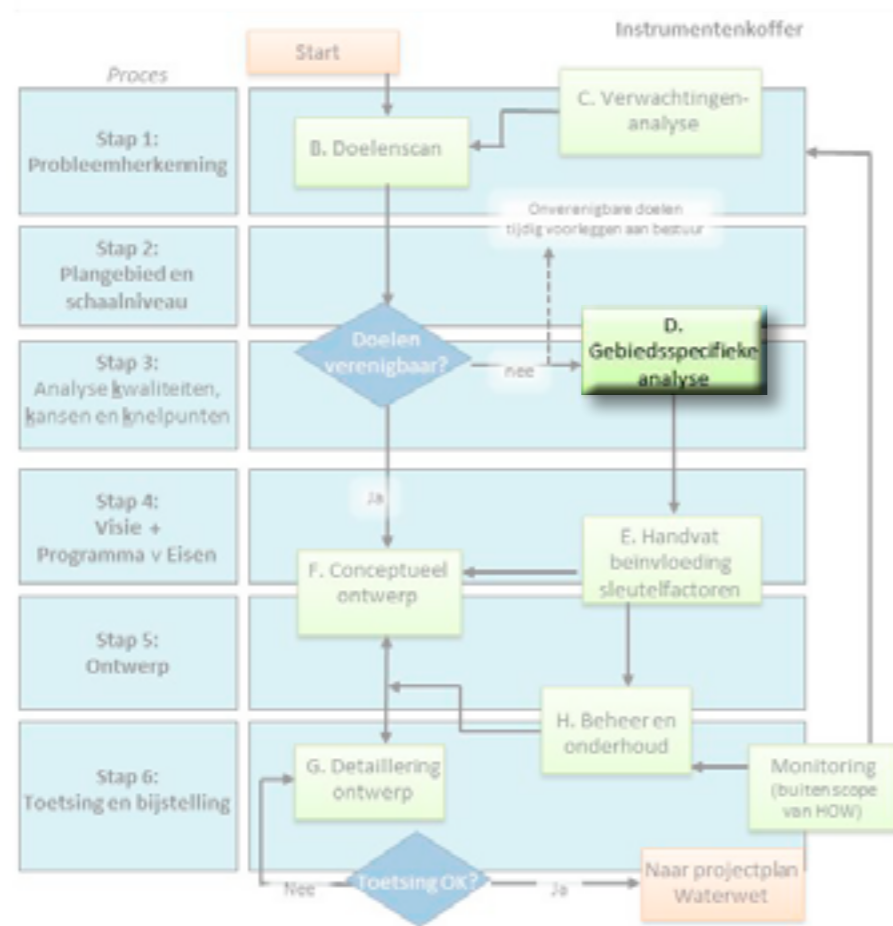


instrument D

instrument D: Gebiedsspecifieke analyse

Gebiedsspecifieke analyse

Terug naar aanpak op hoofdlijnen



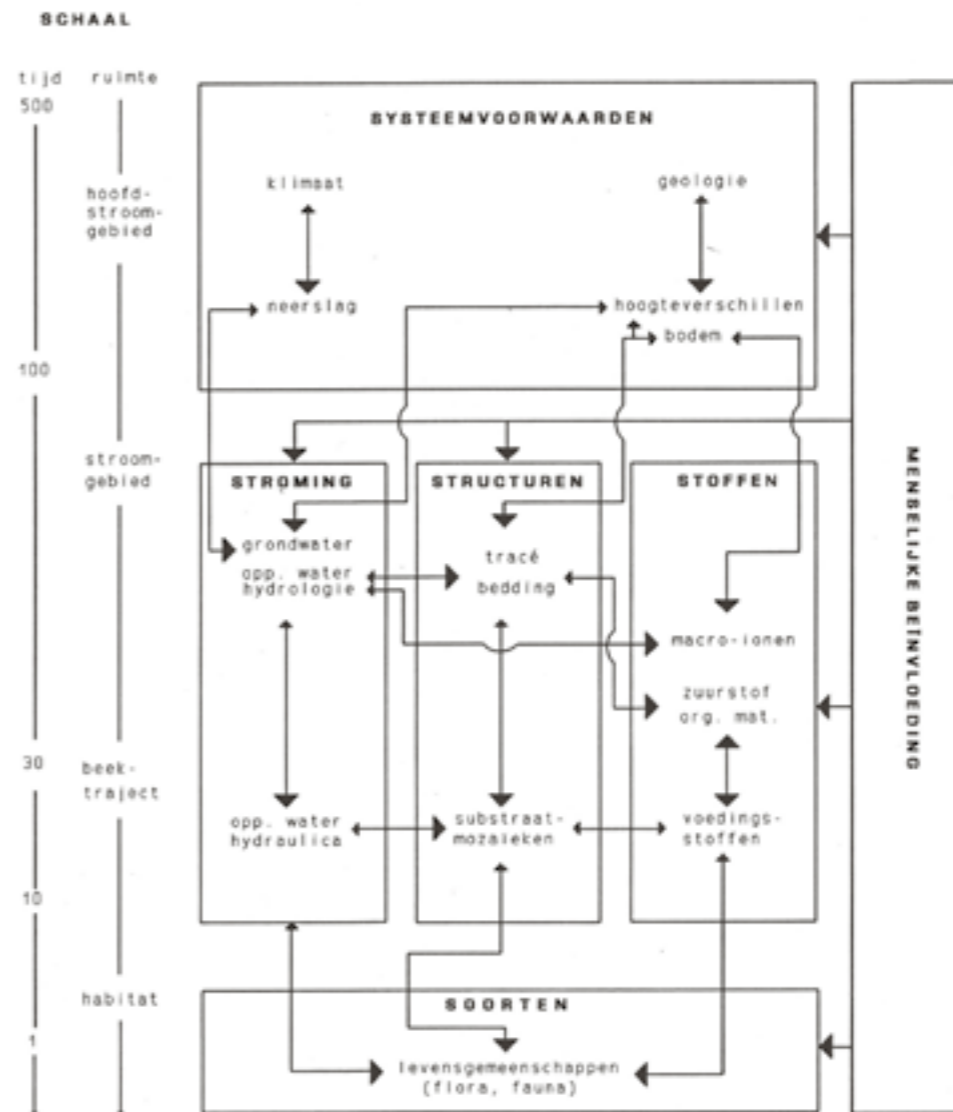
De gebiedsspecifieke analyse richt zich op de kenmerken, kwaliteiten, kansen en knelpunten die zich in het gebied manifesteren. Ieder gebied is weer anders, afhankelijk van de abiotiek (ondergrond, bodem, reliëf), het schaalniveau, de historie en de ontwikkelingen die hebben plaats gevonden en de (nog) aanwezige kwaliteiten.

De volgende onderdelen zijn onderscheiden:

1. Systemanalyse. Dit is inclusief beschouwing van de huidige toestand.
2. Historische analyse.
3. Analyse kwaliteiten, kansen en knelpunten (3 k's).

Elke analyse kan op meerdere schaalniveaus (van stroomgebied, waterlichaam tot projectgebied of tracé) worden uitgevoerd, uiteraard voor zover dat gewenst is. Het omgaan met schaalniveaus is een belangrijk punt van aandacht. Vooral ook om grip te krijgen op processen.

Als basis voor de systeembeschouwing is de 5-S benadering een handig vertrekpunt (Verdonschot et al., 1995).

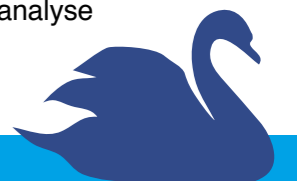


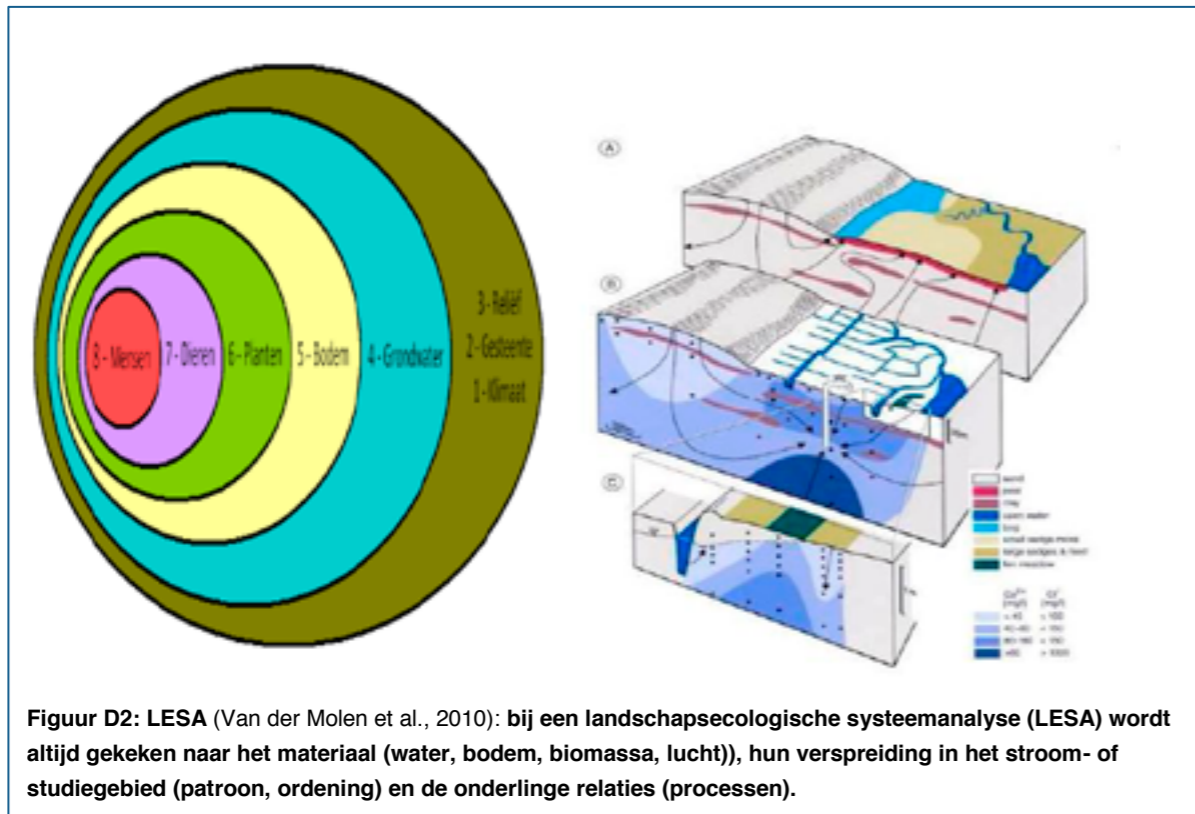
Figuur D1: De 5 S-benadering: geef aandacht aan systeemvoorwaarden, stroming (waterhuishouding), structuren, stoffen (waterkwaliteit) en soorten (levensgemeenschappen). De factoren staan in een hiërarchische verhouding tot elkaar (zie de pijlen). Bron: Figuur: Verdonschot et al., 1995.

Ad 1. Systemanalyse

Een systemanalyse heeft meerdere oogmerken. De eerste is bepaling van de huidige situatie. Dit is van belang als referentie voor een nieuwe toestand. Bijvoorbeeld als modelberekeningen worden uitgevoerd voor scenario's of voor het uiteindelijke ontwerp. Daarnaast vergroot de systemanalyse het inzicht in de stuurfactoren en levert het met de beschouwing van de huidige situatie aanknopingspunten op voor de wijze van herinrichting/ te nemen maatregelen.

Het accent bij de beschrijving van de huidige situatie ligt bij de abiotische toestand in combinatie met de interpretatie van landschap, cultuurhistorie (zie historische scan) en ecologische informatie. Een stroomdalbrede benadering vraagt daarbij om een uitgebreidere analyse als een herstel van alleen de waterloop zelf (beek, kreek of wetering zie tabel). Zie hiervoor Van Der Molen et al. (2010) voor een uitgebreide landschapsecologische analyse (LESA) (fig. D2).





Landschap, natuur, cultuurhistorie en bodemgebruik vragen daarnaast om een waardering teneinde de mogelijkheid van behoud of ontwikkeling goed te kunnen afwegen bij herinrichting. Dit wordt apart behandeld (zie 3 K's bij ad 3).

Tabel D1: Belangrijke aandachtsvelden voor de gebiedsspecifieke analyse bij herstel van de waterloop (linkerkolom) of bij een stroomdalbrede benadering (rechterkolom)

Herstel waterloop	Stroomdalbrede benadering
bodemopbouw	Bodemopbouw én ondergrond
Reliëf, tracé, verhang	Reliëf, tracé, verhang
Waterloop (profielen, kunstwerken)	Waterloop (profielen, kunstwerken)
Afvoer en weerstanden	Afvoer en weerstanden
	Grondwaterstromingen en -systeem
	Ruimtelijke ordening
Interpretatie natuur, landschap, historie	Interpretatie natuur, landschap, historie
Aquatisch ecologische indicatoren	Ecologische indicatoren aquatisch én (semi-)terrestrisch

De verschillende aspecten worden hieronder nader toegelicht met accent op benodigde informatie, het belang waarom en wanneer te beschouwen en de aandachtspunten.

Bodemopbouw

Informatie: Raadpleging bodemkaart en historische kaarten.

Belang: Vooral aan de orde als er aardkundige, archeologische of ecologische waarden in het geding kunnen zijn.

Aandachtspunten:

- aanwezigheid van veen, klei- of leemlagen, ijzeroer (veenlagen kunnen een aanwijzing zijn, dat in het dal eerder een moerassige laagte dan een beek aanwezig was);
- aanwezigheid van esdekken (vanwege cultuurhistorische en archeologische betekenis);
- bodemtype geeft informatie over hydrologische condities (infiltratie, stagnatie, intermediaire toestand, kwel); zie [instrument E: grondwaterstroming](#)
- aanwijzingen of beekdal- of kreekbodems zijn opgehoogd.

Ondergrond, grondwatersysteem en -stromingen

Informatie: geologische profielen, isohypsenkaart, peilbuisgegevens.

Belang: dit vooral doen als niet alleen de waterloop zelf in het voetlicht staat, maar een stroomdalbrede of stroomgebiedbrede aanpak wordt voorgestaan. Sommige eigenschappen dienen op een hoger schaalniveau bekeken worden, zoals infiltratie-kwelsystemen.

Aandachtspunten:

- Huidige en gewenste grond- en oppervlaktewaterregime van grondwatergevoelige natuur. Zie verder Instrument E: [peilfluctuatie](#).
- Kwel nabij of aan maaiveld. Zie verder Instrument E: [grondwaterstroming](#).
- Samenstelling van het grond- en oppervlaktewater (zuurgraad, kalkgehalte, chloridegehalte of EGC en andere parameters die aanwijzing kunnen geven over herkomst van het water) Zie verder Instrument E: [neerslaglens](#).
- Ecologische indicatoren voor natte milieus, kwel (zie verderop).

Reliëf, tracé, insnijding en verhang

Informatie: Raadpleging AHN (houd hierbij rekening met bekende afwijkingen) en lengteprofiel bestaande waterloop. Zie verder Instrument E: [verhang](#)

Belang: bepalen van het potentiële verhang en de variatie hierin in de lengterichting van het beekdal.

Aandachtspunten:

- Volgt de waterloop wel of niet de laagste delen (en indien niet waarom?).
- Areaal waar overstroming zou kunnen optreden.
- Breedte van het dal en daarmee de eventuele ruimte voor overstroming, sedimentatie (maar niet overal, indien het dal breed genoeg is) en voor gradiënten in watertypen van flank naar waterloop.

Waterloop (profielen, kunstwerken)

De huidige toestand van de waterloop met betrekking tot profielen, locatie en dimensies van kunstwerken, duikers, stuwstanden en bemalingsgegevens wordt in beeld gebracht.

Informatie: legger van waterschap.

Belang: profielen, duikers en regelwerken hebben veel invloed op het gedrag van het water in de waterloop. [instrument E [connectiviteit](#)]

Aandachtspunten:

- Profielen zijn ook toepasbaar om verhang te bepalen in combinatie met AHN (zie eerder).



Afvoer en weerstanden

Informatie: meetgegevens over afvoeren (voor zover beschikbaar), maaifrequentie of mate van beschaduwing van waterloop. [instrument E [beekbegeleidende begroeiing](#)]

Belang: afvoeren en weerstanden in de waterloop zijn bepalend voor het peilregime (Coenen, 2011: 'beekherstel = Manning oplossen').

Aandachtspunten:

- Bij aanwezigheid van meetgegevens is sortering en afleiding van afvoeren mogelijk naar maatgevende, gemiddelde, lage afvoeren enz.
- Bij afwezigheid van meetgegevens over afvoeren, kan de maatgevende afvoer worden afgeleid uit kaarten met grondwatertrappen of uit het oppervlakte van het betreffende stroomgebied (*0,5-0,67 l/s/ha). Er zijn vuistregels te gebruiken voor afleiding van andere afvoersituaties (zie tabel D2).
- Plantengroei en klinkhout (samengedreven hout) in de waterloop vergroot de weerstand bij afvoer. De plantengroei wordt beïnvloed door de trofiegraad (voedselrijkdom) en beschaduwing van de waterloop. Samen met het huidige beheer van de waterloop geeft dit een indruk van de weerstand die na herinrichting verwacht kan worden.

Tabel D2: Vuistregels voor afleiding van afvoersituaties (bron: Coenen, 2011)

	Grote beek / wateraanvoer	Kleine beek	Temporaire beek
Zomerafvoer (<11 mnd/jr)	10% MA	5% MA	0% MA
Voorjaarsafvoer (> 3 mnd/jr)	30% MA	20%	15%
Maatgevende afvoer (1-2 dgn/jr)	100% MA	100% MA	100% MA

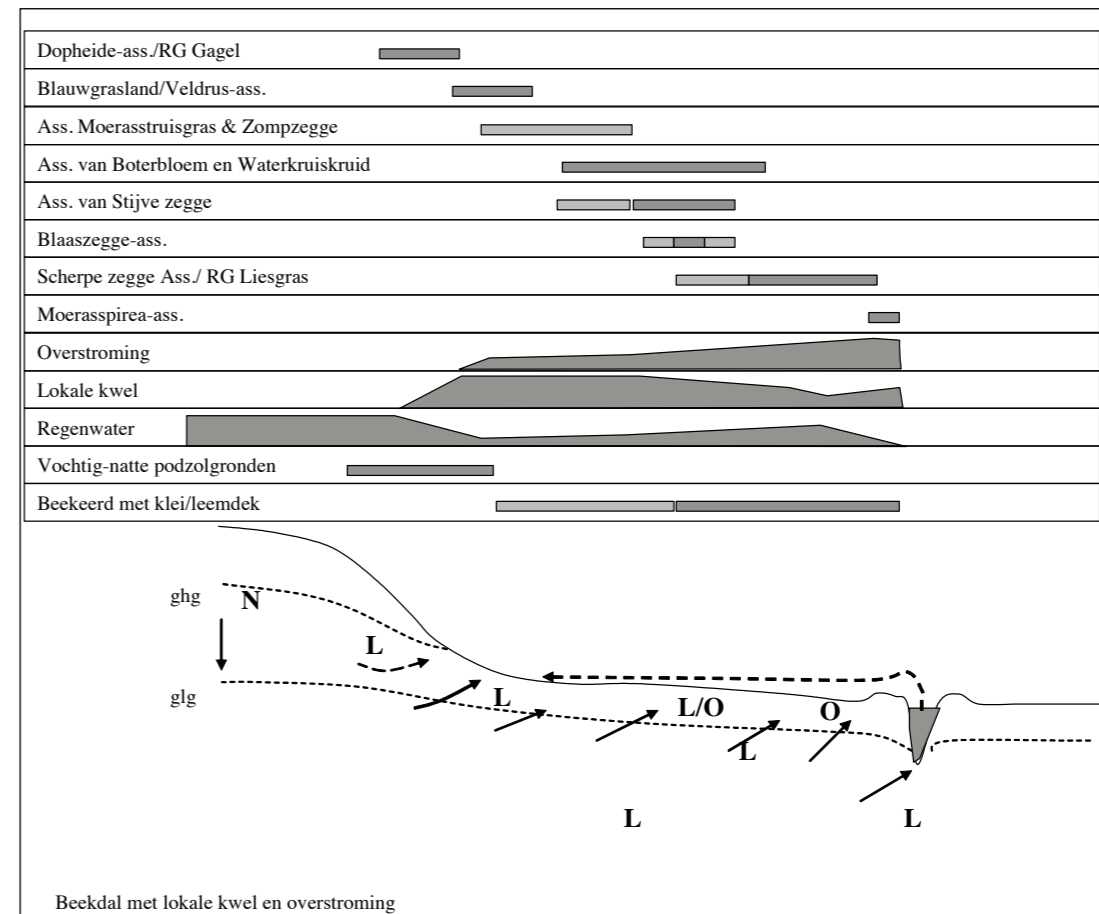
MA = maatgevende afvoer.

Ecologische en landschappelijke indicaties

Informatie: Landschappelijke indicaties of verspreidingsgegevens van ecologische indicatoren of levensgemeenschappen kenmerkend voor kwel, moeras, veenvorming, enz. Zie instrument E [landgebruik](#)

Belang: dit vooral doen als niet alleen de waterloop zelf in het voetlicht staat, maar een stroomdalbrede of stroomgebiedbrede aanpak wordt voorgestaan.

TIP: Gebruik bij een stroomdalbrede benadering een ecohydrologisch profiel (zie figuur D3) om zicht te krijgen op gradiënten en op effecten en ruimte voor vernatting, overstroming (Jalink et al., 2005).



Figuur D3: Voorbeeld van een ecohydrologische doorsnede van een beekdal met aandacht voor bodemkenmerken, watertypes en te verwachten vegetatietypen (Jalink et al., 2005).

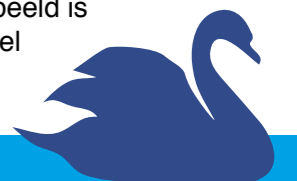
Ad 2. Historische scan

Terugblik zonder nostalgie. Het raadplegen van historische informatie en in het bijzonder historische kaarten geeft informatie over het ontstaan of de ontwikkeling van landschappelijke kenmerken zoals landgebruik, patroon van waterlopen, gebruik van water (aanvoer, bevoeiing, watermolens, enz.). Zie voor bevoeiingssystemen <http://www.stromendlandschap.nl/>.

Het maakt het mogelijk om antwoorden te zoeken op vragen als:

- Hoe natuurlijk was de waterloop ten tijde van de historische kaart? Heeft de waterloop ooit geslingerd of gemeanderd gedurende de laatste paar honderd jaar? Was het ooit een moerasgebied met een diffuse ontwatering?
- Zijn er aanwijzingen voor bevoeiing, watermolens of het opleiden van de waterloop? Het tracé van een waterloop volgt in principe de laagste delen; maar niet altijd. Een historische analyse kan duidelijk maken waarom dat is.
- Zijn oevers en oeverlanden veranderd door ophogen, bezanding, opbrengen van grond?

Het tracé van een waterloop volgt in principe de laagste delen; maar niet altijd. Een historische analyse kan duidelijk maken waarom dat is. Historische kenmerken worden behouden en kunnen worden benadrukt of hersteld ter promotie van het inrichtingstraject. Een voorbeeld is de discussie over herstel van bovenlopen. Hier kun je verschillend tegen aankijken. Veel



bovenlopen van laaglandbeken zijn niet oorspronkelijk, maar gegraven in natuurlijke laagten. Dit geldt ook voor de Elsbeek. Hier moest een keuze gemaakt worden tussen het herstel van een cultuur-historische loop en een doorstroommoeras. Zie het intermezzo op pagina 35.



De Oude Leij in het Riels Laag bij Goirle ligt niet zonder reden niet op het laagste punt in het beekdal. Een historische analyse heeft duidelijk gemaakt waarom dat zo is. In het opgestelde plan voor beekontwikkeling is hierop geanticipeerd: geen meandering, maar kleinschalige maatregelen.

Ad 3. Bepaling kwaliteiten, kansen en knelpunten (3 k's)

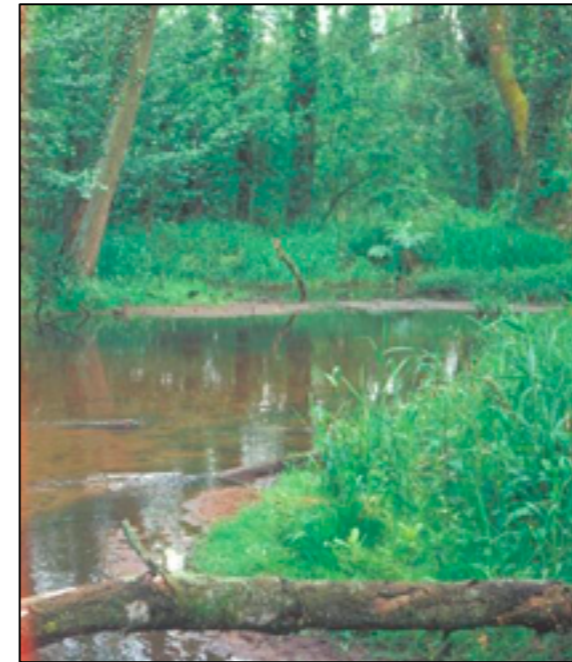
In deze stap wordt onderzocht wat de te behouden of te ontwikkelen kwaliteiten zijn, wat de knelpunten en onderliggende problemen zijn en wat oplossingsrichtingen zouden kunnen zijn voor aanpassing van de waterloop.

De systeemanalyse met de beschouwing van de huidige toestand maakt het al mogelijk om ten minste een deel van de kwaliteiten en knelpunten boven tafel te krijgen. Vooral als de huidige toestand wordt vergeleken met streefbeeld en doelen. Als de afstand tussen doel en huidige toestand klein is, is er waarschijnlijk al sprake van een kwaliteit (in de zin van waarde, betekenis). En als die afstand groot is in kwaliteit en/of kwantiteit van de parameter is er zicht op een knelpunt.

Voorbeelden van kwaliteiten:

- morfologisch weinig aangetaste tot gave bedding of oevers van trajecten van waterlopen;
- venige bodems met weinig veraarding;
- locaties met soortenrijke, zeldzame of karakteristieke levensgemeenschappen van oppervlaktewater of natte bodems;
- weinig of niet antropogeen beïnvloed water.

De historische analyse (zie ad 2) kan informatie opleveren over landschapselementen of gebruiksvormen die mogelijk een bepaalde betekenis hebben en voor zover nog aanwezig wellicht als kwaliteit kunnen worden opgevat. Historische kaarten kunnen zicht bieden op potenties, die in de huidige situatie verborgen liggen maar wel als kans zijn te duiden.



Veel waterlopen hadden vroeger een kleiner afwateringsgebied met minder zijlopen, sloten en greppels en een ondiep profiel. Als voorbeeld de Wienbach bij Wenge (Duitsland); merk op dat de waterloop weinig is ingesneden en de lage oevers 'nat' zijn. Tegenwoordig moet rekening worden gehouden met andere afvoercharacteristieken sinds verandering in grondgebruik, drooglegging, enz.

Feitelijk gaat het in deze stap (3 k's) om een antwoord te vinden op vragen zoals:

- Hoe ver liggen het streefbeeld en de huidige situatie uit elkaar?
- Gelden de abiotische omstandigheden die vroeger een rol hebben gespeeld nog steeds? (zie foto).
- Wat zijn de oorzaken van dit verschil?
- Hoe werken de knelpunten in op het systeem?
- Wat zijn de (ecologische) mogelijkheden, kansen, sterkten en zwakten (SWOT-analyse)?

Deze stap genereert dus oplossingsrichtingen en locaties van te behouden en te ontwikkelen kwaliteiten voor het ontwerp.

TIP: Maak een werkkaart waarop locaties en aanwijzingen van bestaande kwaliteiten, potenties, kansen en knelpunten worden verzameld gedurende de gebiedsspecifieke analyse. Deze werkkaart vormt vervolgens de basis voor de visievorming en het ontwerp.

D INTERMEZZO Elsbeek beekherstel bij een bovenloop in een oud cultuurlandschap

De Elsbeek is een kleine zijbeek van de Grootte Molenbeek ten westen van Venlo. De beek ligt in het beekdalreservaat "Bovenlopen Grootte Molenbeek". De beek is in 2005 heringericht. Tegen herinrichting van bovenlopen kun je verschillend aankijken. Veel bovenlopen van laaglandbekken zijn niet oorspronkelijk, maar gegraven in natuurlijke laagten. Dit geldt ook voor de Elsbeek.

Elsbeek in oud cultuurlandschap

Op kaarten uit de 19^e eeuw ligt de Elsbeek vrijwel recht in een overwegend kleinschalig beekdal met grasland. Het tracé van de beek lag op vrijwel dezelfde plaats als voor de herinrichting in 2005. In Noord- en Midden-Limburg is dit beekdalreservaat het best bewaarde beekdal met het oude cultuurlandschap. Het beheer van Staatsbosbeheer heeft behoud en herstel van dit landschap dan ook als uitgangspunt. Daarvoor worden de graslanden gehooïd. De afvoer van de Elsbeek is beperkt. In de zomer is er vaak geen afvoer. Het water is sterk ijzerhoudend. Bij de herinrichting zijn de toevoersloten uit landbouwgebied afgeleid. Hierdoor wordt de Elsbeek helemaal gevoed door water uit het natuurgebied waar deze in ligt. Een heel bijzondere situatie.



Elsbeek rond 1840



Elsbeek na herinrichting 2005

Keuze streefbeeld bij bovenlopen

De natuurlijke situatie is veelal dat er een (doorstroom)moeras is. Vaak is er geen hoofdloop. Deze optie moet serieus overwogen worden waar dat mogelijk is. Bij Peel en Maasvallei wordt dat bij voorbeeld toegepast langs het hoogterras ten oosten van de Maas (Schelkensbeek, Kroonbeek, Molenbeek van Well).

Een andere mogelijkheid is aansluiten bij het oude cultuurlandschap. Hierbij past respecteren van het historische tracé, dat deel van de cultuurhistorische waarde is. Een natuurlijke beek met meandering heeft zich hier vaak van nature niet ontwikkeld en zal dat na herinrichting ook niet doen door onvoldoende water met te lage stroomsnelheid voor beekvorming.

Streefbeeld bij Elsbeek

Bij de Elsbeek ligt gezien de ligging in een beekdalreservaat met een waardevol cultuurlandschap voor de hand de cultuurhistorische variant te kiezen. Elders in Noord- en Midden-Limburg is het oude cultuurlandschap vrijwel verdwenen. Dan is de keuze voor een natuurlijk streefbeeld een goede mogelijkheid.

Bij de herinrichting is echter gekozen voor een meanderende beek. Uiteindelijk is er gekozen voor beperkte meandering/slingering. Alleen bij de oorsprong is gekozen voor moerasvorming (broekbos).

Resultaten herinrichting

Als snel bleek dat een permanent stromend beekje niet mogelijk was. Daarom is het streefbeeld min of meer omgezet in doorstroommoeras. Plantensoorten en macrofauna van stromend water zijn afgenomen. Toetsing aan een KRW-type is niet mogelijk. De herinrichting heeft wel sterk bijgedragen aan vernatting van het gebied. In de zomer is er overwegend sprake van stilstaand water.

Het onderhoud is nog niet uitgekristalliseerd. De beek groeit zonder onderhoud dicht, waardoor in 2011 een intensieve onderhoudsbeurt nodig was. Zonder beek kan het maaien van de graslanden problematisch worden.

Landschappelijk past de beek nu minder goed vanuit de cultuurhistorie dan voor de herinrichting.



Elsbeek dichtgegroeid in zomer (rechts, strook met oa pitrus). Het grasland is met ijzerrijk water vernat



Elsbeek droog in juli 2010. De beek is hiervoor gemaaid.





instrument E

instrument E: Sleutel voor stuurfactoren en hydromorfologische doelen

Sleutel voor stuurfactoren en hydromorfologische doelen

Terug naar aanpak op hoofdlijnen



Hydromorfologische doelen en stuurfactoren

Er zijn vele variabelen te benoemen, die van belang kunnen zijn bij het ontwerp van een waterloop. Figuur E1 geeft hiervan een beeld. In [doelen en stuurfactoren \(bijlage 2\)](#) is een selectie opgenomen van variabelen, die zijn benoemd als hydromorfologisch kwaliteitselement en/of zijn te gebruiken als stuurfactor.

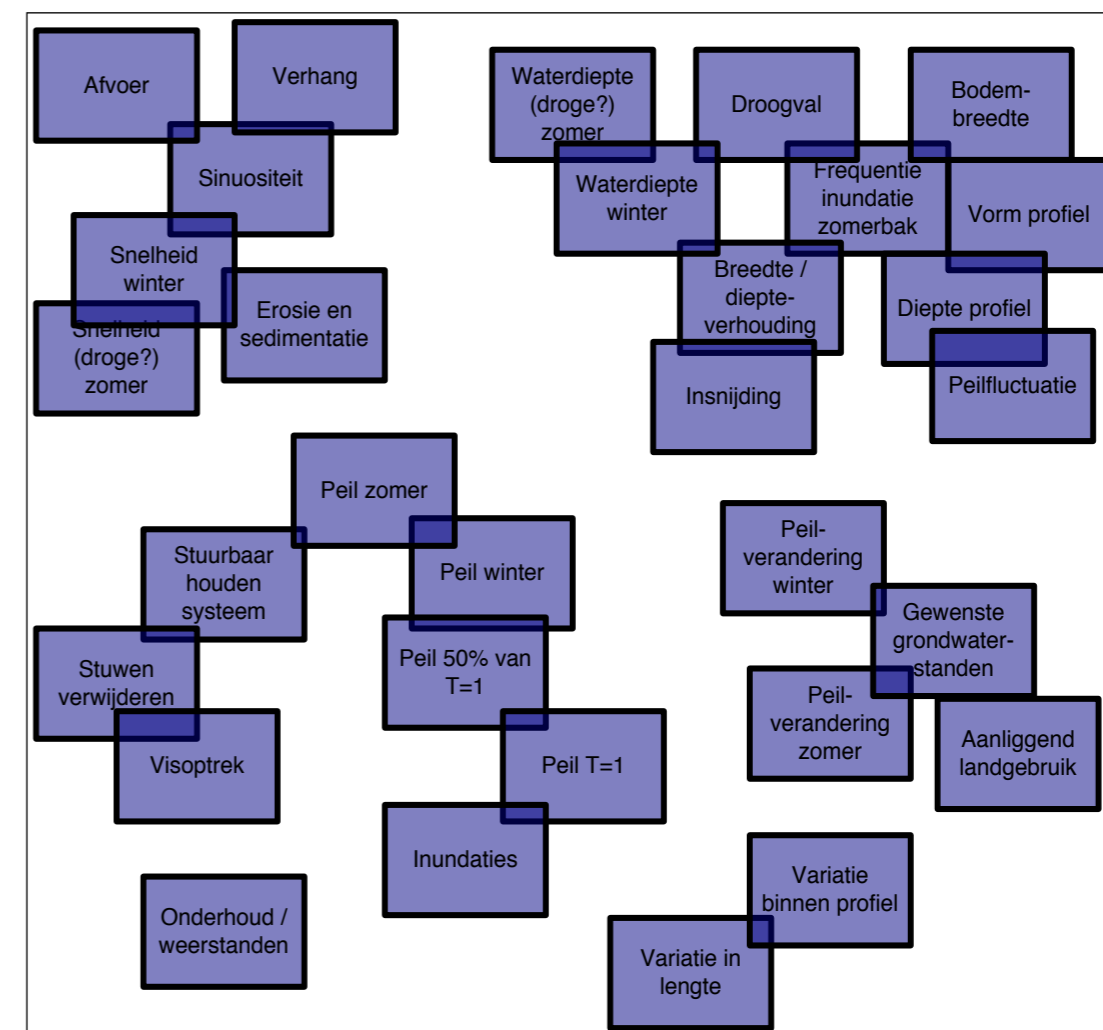
Hydromorfologisch kwaliteitselement

De parameters die zijn benoemd als hydromorfologisch kwaliteitselement spelen een rol bij de goed ecologische toestand zoals bedoeld in de Kader Richtlijn water. Hydromorfologische monitoring ondersteunt de interpretatie van het ecologisch functioneren van watersystemen. Binnen de KRW-beoordeling bepaald de hydromorfologie het verschil tussen een goede of een zeer goede toestand in natuurlijke wateren. In de beoordeling van sterk veranderde wateren speelt beoordeling van de hydromorfologie feitelijk geen rol, aangezien de morfologie van genormaliseerde waterlopen per definitie onvoldoende is. Uiteindelijk is het altijd de biologie die leidend is bij de ecologische beoordeling (Van Dam et al., 2007): als de biologische waarde van een beek voldoende is, is een verdere beoordeling of verbetering van de hydromorfologie niet relevant.

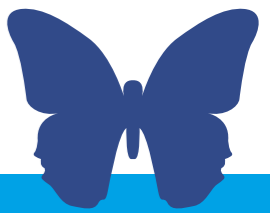
De tabel in [doelen en stuurfactoren \(bijlage 2\)](#) geeft de hydromorfologische doelen voor watertypen met verschillende ambities zoals die zijn vermeld in:

- Buskens & De Wilde (2001). Streefbeelden voor beken en kreken.
- Krekels et al. (2003). Handboek streefbeelden voor natuur en water in Limburg.
- Molen, D.T. van der & R. Pot (2007). Referenties en maatlatten voor natuurlijke watertypen voor de Kaderrichtlijn water.
- Arcadis (2008). Ecologische maatlatten defaults MEP/GEP Maasstroomgebied, Van Praag via Vught naar Brussel.

In alle gevallen is het bijpassende watertype volgens de KRW-systematiek aangegeven. Daarmee is een overzicht beschikbaar van de doelen voor de R-typen en de M-typen (waterlopen) inclusief de kreken. Deze komen terug in de [inrichtingsbeelden in bijlage 4](#).

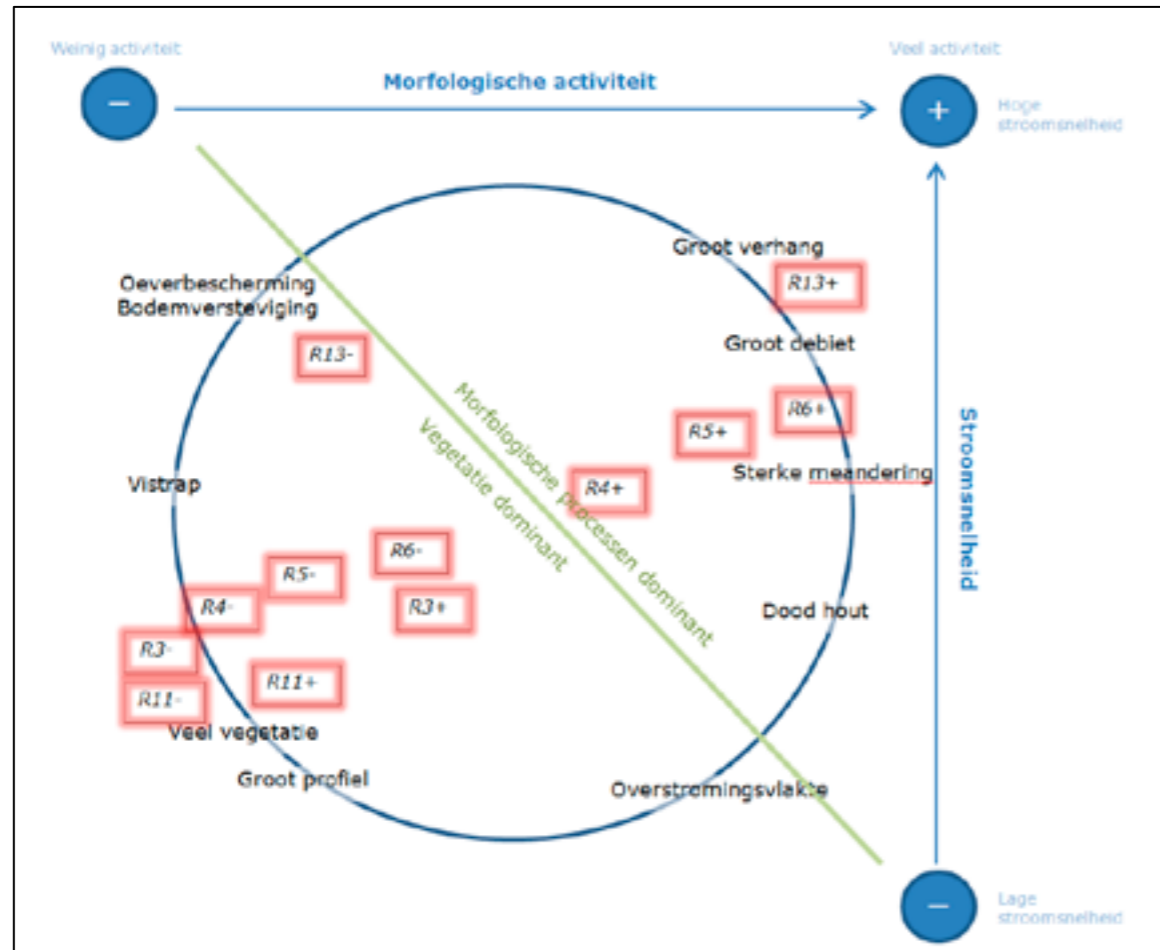


Figuur E1: Overzicht van vele variabelen bij verandering van waterlopen (bron figuur: Waterschap Aa en Maas)



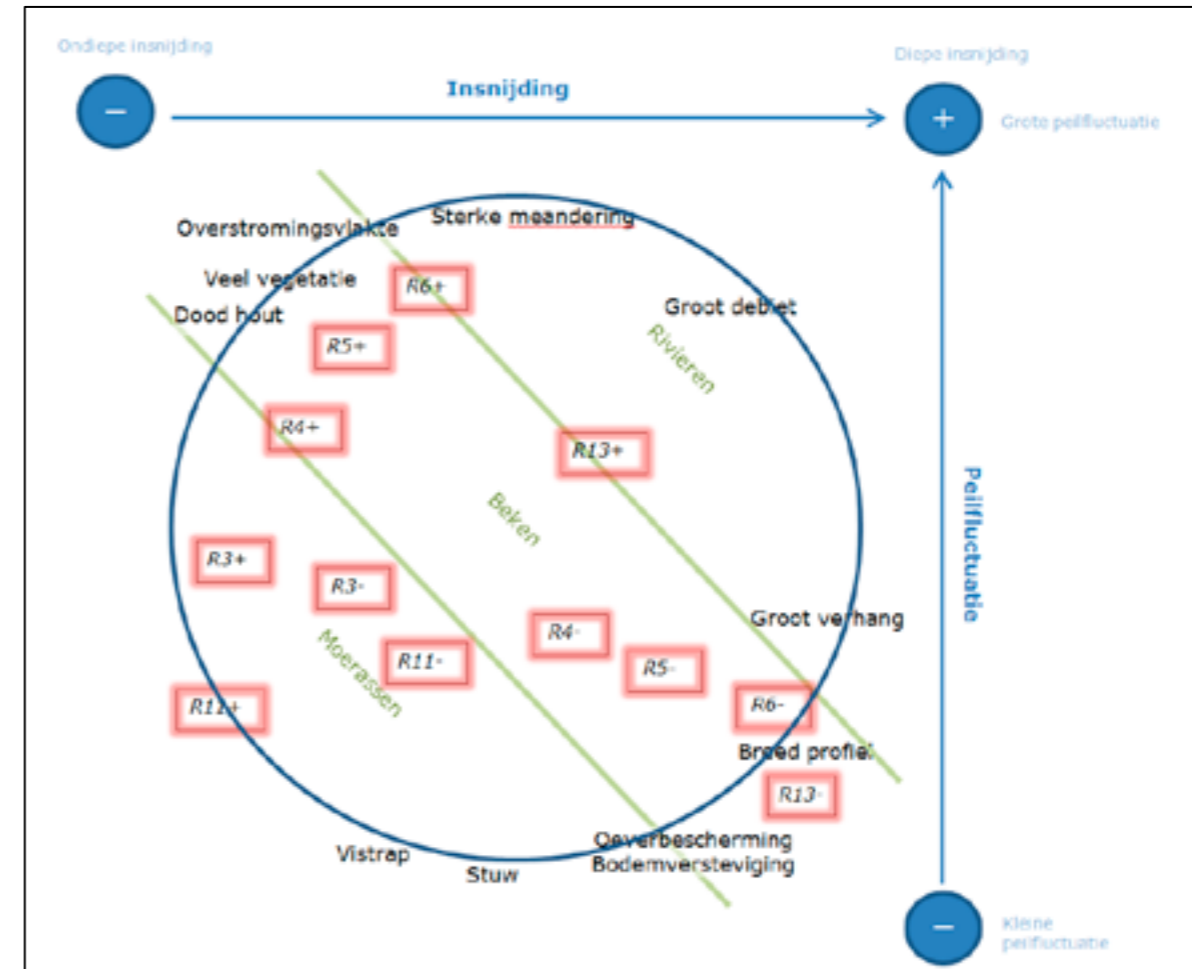
Relevantie van stuurfactoren bij het ontwerp van waterlopen

Niet alle doelen en stuurfactoren zijn even belangrijk bij het ontwerp van een waterloop. Voor het ene watertype is stroomsnelheid, debiet of morfologische activiteit meer bepalend dan bij een lagere ambitie of voor een ander watertype (fig. E2 en E3). Bovendien kunnen stuurfactoren met elkaar interfereren. Denk bijvoorbeeld aan waterkwaliteit - aandeel waterplanten (ruwheid) – stroming.



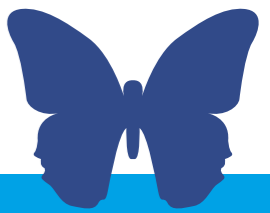
Figuur E2a: Effect van parameters op de morfologische activiteit en stroomsnelheid en de afhankelijkheid van verschillende beektypen van de parameters.

R3: temporair (boven)loopje; R4: bovenloop laaglandbeek; R5: middenloop laaglandbeek; R6: benedenloop laaglandbeek; R11: moeraslandbeek/ traagstromende beek; R13: snelstromende laaglandbeek/terrasbeek; +: hoog ambitieniveau; -: laag ambitieniveau (bron figuur: Waterschap Brabantse Delta).



Figuur E2b: Effect van parameters op insnijding en peilfluctuatie en de afhankelijkheid van verschillende beektypen van de parameters. Verklaring afkortingen als bij vorige figuur (bron figuur: Waterschap Brabantse Delta).

Om de relatieve importantie van stuurfactoren in samenhang met watertype en ambitie te bepalen, heeft een raadpleging van experts plaats gevonden (Delphi methode). De expert is gevraagd om een indruk te geven van het belang van hydromorfologische doelen en stuurfactoren in verschillende beektypen. Het resultaat is opgenomen in de tabel in [bijlage 2](#). Maar let op: binnen de typen bestaan veel verschillen. Die zijn niet in extenso bekend. Ruimtelijk verschil/variatie in een waterloop is prioriteit 1! De tabel kan gemakkelijk verkeerd worden gebruikt. En ruimtelijk verschil in structuur en stroming is in alle watertypen van het allergegrootste belang.



Bespreking meest belangrijke stuurfactoren

De stuurfactoren zijn hierna uitgewerkt. Per stuurfactor wordt ingegaan op:

- Een korte omschrijving van de werking van de stuurfactor.
- Een duiding van de condities waarbij de stuurfactor optimaal werkt.
- Welk positief effect wordt bereikt bij begunstiging van de betreffende stuurfactor.
- Een omschrijving van het negatief effect bij te grote toename van de stuurfactor of bij aanwezigheid de verkeerde plek.
- De toepasbaarheid en de eventuele risico's gezien het landgebruik bij de waterloop.

Op meerdere plaatsen zijn er aandachtspunten of vuistregels opgenomen. In Bijlage 6 staan diverse ervaringen met ontwerpen opgenomen.

Tabel E1: Overzicht van stuurfactoren voor waterlopen (indien cursief: alleen stromende wateren). Zie voor breedte -> [dwarsprofielontwikkeling](#) en voor waterdiepte -> [dwarsprofielontwikkeling](#) of [watervoerendheid](#).

<u>Stroming, afvoer</u>	<u>Grondwaterstroming</u> , kwel, aanvoer ijzer en/of kalk
<u>Sinuositeit, meandering</u>	<u>Neerslaglens</u> (dalbodem)
<u>Dwarsprofielontwikkeling; breedte/diepteverhouding</u>	<u>Nevenwateren</u> (poelen, oude stroomarmen)
<u>Watervoerendheid, permanentie</u>	<u>Connectiviteit</u> , seminatuurlijke stuw
<u>Ruwheid waterloop; ontwikkeling waterplanten en beheer</u>	<u>Verplaatsing stroombed</u> ; <u>actieve meandering</u>
<u>Begeleidende begroeiing; schaduwwerking</u>	<u>Anastomosen</u>
<u>Verblijftijd in stagnant water; watertypen; aandeel voedselrijk water versus neerslag</u>	<u>Peilfluctuatie</u> , peilregime
<u>Verhang; insnijding</u>	<u>Landgebruik</u>
<u>Overstroming</u>	

Stroming, afvoer

Stroming brengt zuurstof in het water en veroorzaakt diversiteit in vegetatie en in substraat door erosie en sedimentatie. In stromende wateren kunnen andere soorten leven dan in stilstaand water. Stroming is een bepalende factor voor veel R-typen, maar lastig direct te beïnvloeden. De keuze van [sinuositeit](#), [breedte-diepteverhouding](#), taluds, [ruwheid](#) (begroeiing en/of dood hout in de waterloop) en stuwbeheer hebben veel invloed op stroming.

Stroming en afvoer zijn [hydromorfologische kwaliteitselementen](#) bij R-typen. De stroming wordt als een bandbreedte weergegeven, waarbinnen die moet voldoen bij zomer- of winterafvoer. Hierbij is geen rekening gehouden met extremen. Een extreme afvoer met hoge stroomsnelheid kan toelaatbaar zijn in een beek met veel beddingvariatie, maar kan in een genormaliseerde, uitgemaakte loop desastreus uitpakken voor organismen in de beek.

In de [inrichtingsbeelden](#) zijn richtgetallen voor stroomsnelheden opgenomen zoals gegeven in de gebruikte basisdocumenten met referenties. Het gaat om 'gemiddelde' situaties, zonder precieze aanduiding van welke periode, welk maximum en minimum of welke afvoersituatie. Dit komt omdat stroomsnelheid a) afhankelijk is van allerlei factoren (bijv. voedselrijkdom) en b) bij voorkeur varieert in dwars- en lengteprofiel, c) niet in alle beken van het type precies zo

zou moeten zijn en d) het leidt tot schijnexactheid waarmee de gewenste levensgemeenschap zich niet zomaar laat 'vangen' (de stroomsnelheid is immers niet het echte doel).

In het [beheer](#) is vooral het beekonderhoud, de mate van dood hout in waterloop (en daarmee samenhangend het toelaten en beheer van de [beekbegeleidende begroeiing](#)) en activiteiten van bevers bepalend op stroming en de variatie daarin.

Optimum?	Vooraf een regelmatige afvoer (matige stromingsdynamiek) met stabiele, maar gevarieerde beekbedding kent een rijke biodiversiteit. N.B. hermeandering is dan wellicht niet nodig.
Kans op positief effect bij begunstiging van deze stuurfactor?	toename stroomminnende soorten en inbreng van zuurstof (effect op maatlat KRW). Geen slibaanwas.
Kans op negatief effect bij te grote toename of indien op verkeerde plek?	Kans op toename erosie, insnijding beekbedding en vervolgens afname substraatdiversiteit en peilverlaging in waterloop en daarmee van omgeving. Kans op drift/wegspoelen van (macro)fauna.
Toepasbaarheid stuurfactor?	in principe overal toepasbaar bij alle functies op de hoge zandgronden mits stuwen verwijderd kunnen worden.

Aandachtspunt: De mate van stroming vertoont een relatie met voedselrijkdom (en beschaduwing).

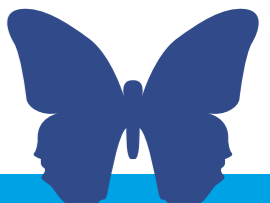


In voedselrijke beken is het behoud van een goede doorstroming (en het niet volledig dichtgroeien) van belang voor stroomminnende fauna

Vuistregel: Hoe voedselrijker de beek (hoe meer de beek zomers dichtgroeit met waterplanten), hoe minder verstuwing gewenst is. Reden:

- Verstuwing van of lage stroomsnelheden met voedselrijk water geeft aanleiding tot explosieve groei van waterplanten in het zomerhalfjaar.
- Zowel de verstuwing als de groei van waterplanten remmen de stroming en beïnvloeden de zuurstofhuishouding negatief waardoor stroomminnende soorten (beekfauna) minder overlevingskansen hebben.
- Omgekeerd geldt dat hoe schoner het water (= zo min mogelijk zuurstofverbruik) is, des te meer stroomminnende diersoorten kunnen overleven bij een in het algemeen lagere stroomsnelheid of zelfs tijdelijke stagnatie.

Aandachtspunt: Variatie in beddingkenmerken is afhankelijk van de afvoer. Piekafvoeren kunnen leiden tot verandering van de beekbedding vanwege erosie en sedimentatie, maar kunnen ook aanleiding geven tot drift en wegspoelen van organismen.



Vuistregel: Naarmate er meer ruimtelijke variatie is en structuren aanwezig zijn in de bedding, neemt de gevoeligheid van organismen voor piekafvoeren af.

Sinuositeit, meandering

Zie [verplaatsing stroombed](#) voor actieve meandering. Meandering is geen must! Enige slinging over een zekere lengte van een waterloop moet in ieder geval overwogen worden. Een recht tracé van een waterloop is vooral bij verhoging van stroomsnelheden funest, omdat dan de bodem met alles wat leeft wordt weggespoeld ('catastrophic drift'). Een vergroting van de sinuositeit leidt tot ruimtelijke variatie, maar bedenk dat variatie ook door vegetatie of invallend of dood hout in de waterloop kan worden bereikt.

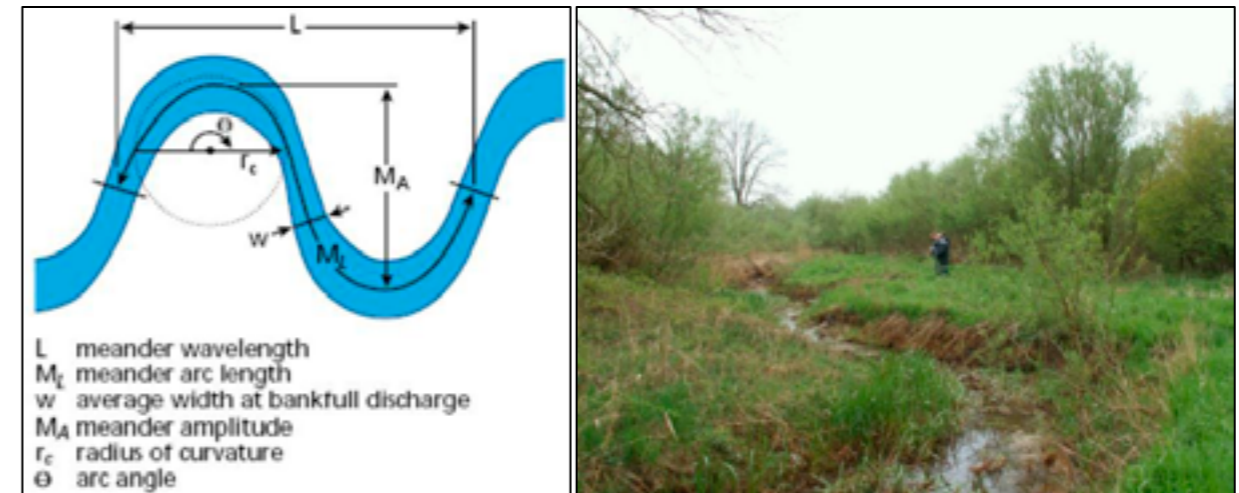
Indien er ruimte is voor meandering, vernatting en/of overstroming dan zijn tracés van waterlopen op historische kaarten als een referentie te gebruiken. Maar het afvoerregime is vaak veranderd en er kunnen kwaliteiten aanwezig zijn, die aanleiding kunnen geven om af te wijken van de historische meandering (zie figuur D1).



Links: beken zoals de benedenloop van de Swalm (Waterschap Peel en Maasvallei) vertonen van nature een sterke neiging tot meandering. Historische kaart c. 1840 (rechts): kleine beken met veel verhang vertonen een meandering met veel korte slingers.

De meanderuitslag en meanderlengte is onder ander afhankelijk van het verhang, de (bedvormende) afvoer en het substraat in de bedding van de beek. Een kleine beek met veel verhang maakt bijvoorbeeld korte slingers, die nooit meer dan 90° van de thalweg afwijken (zie figuur E3). Een grote beek met weinig verhang maakt daarentegen meanders met een grote uitslag en lengte, die wel meer dan 90° kunnen terugdraaien. Ieder type beek zoekt op die manier naar een evenwichtstoestand. Als een gegraven meander niet bij de beek past, vindt er juist geen enkele morfologische ontwikkeling plaats (bij te grote meanders wil de stroomdraad niet tegen de oevers botsen), of kan juist sterke erosie en sedimentatie ontstaan (bij een te sterke meandering). Een voorbeeld hiervan is een tracé van de Eckeltsebeek nabij Bleijenbeek (foto E4). De gegraven meanders waren hier dusdanig scherp en kort dat er sedimentatie in de buitenbocht heeft plaatsgevonden terwijl de binnenbochten erodeerden. De beek corrigeert op deze manier haar sinuositeit tot een evenwichtssituatie wordt bereikt.

De mate van meandering kan berekend worden aan de hand van vuistregels. Zie http://www.wikibeekherstel.nl/images/5/55/Bouwknegt_en_Gelok_1992_-_Hydraulische_aspecten_van_beehmeandering.pdf



Figuur E3: Kenmerken van een meander in een rivier. Traject van de Eckeltsebeek waarvan de gegraven meanders te kort zijn. Hier treedt sedimentatie op in de buitenbocht en erosie in de binnenbocht.

Optimum?	Meandering van laaglandbeken (met name middenloop) met ten minste lokaal stroomkuilen in buitenbochten. N.B. Maar in vlakke dalen of kommen van nature eerder vertakte, vlechtende of diffuse systemen voor (zie anastomosen)
Kans op positief effect bij begunstiging van deze stuurfactor?	Meer variatie in oevers, substraat en daarmee meer biodiversiteit. Toename zelfreinigend vermogen door langere weg waarover afbraak en (de-)nitrificatie op treedt.
Kans op negatief effect bij te grote toename of indien op verkeerde plek?	Afname stroming en daardoor minder stroominnende soorten
Toepasbaarheid stuurfactor?	In principe overal toepasbaar bij alle functies mits ruimte gereserveerd en beschikbaar

Aandachtspunt 1: de stuurfactor meandering c.q. lengteprofiel vertonen een zekere afhankelijkheid van trofie.

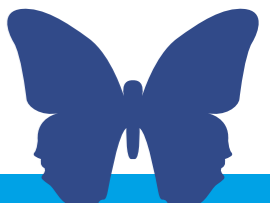
Vuistregel: In waterlopen of bovenstroomse trajecten met een voeding voornamelijk van grondwater of schoon water is er minder noodzaak voor meandering en verandering van het verhang of lengteprofiel ten behoeve van beekfauna.

Reden:

Een grote grondwatervoeding betekent in het algemeen

- Een betere waterkwaliteit (weinig aanvoer nutriënten; fosfaatbinding door ijzer) en daardoor minder kans op langdurige woekering van waterplanten.
- Een continue aanvoer van water (voldoende waterdiepte, geen droogval, weinig of geen onnatuurlijke afvoerpieken).

Het behoud en overleven van beekfauna is bij deze condities gunstig (hogere biodiversiteit). Zeker in geval er reeds zeldzame macrofauna in een beektraject voorkomt, kan variatie in stroming en substraat het best bereikt worden met kleine ingrepen. Dit kan hier en daar een



groepje bomen langs de waterloop in het talud zijn, zeker als deze op termijn mogen omvallen, of het toepassen van stromingsdeflectoren (dood hout, vlechtwerkwandjes, jute zandzakjes).

Voorbeeld: Kroon-, Tielebeek in Noord-Limburg onderaan stuwwal bij Mook. Iets dergelijks doet zich feitelijk ook voor bij de Beekloop in ZO-Brabant, dankzij continue aanvoer van schoon en gebufferd kanaalwater.

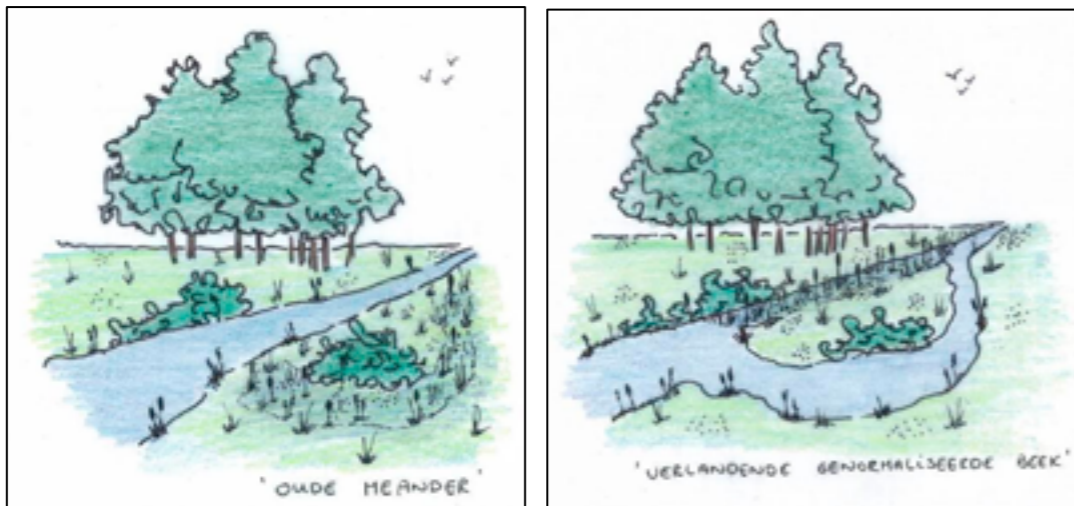
Aandachtspunt 2

Overweeg bij aansluiting van een voormalige meander in een sterk veranderde of halfnatuurlijke waterloop het behoud van de kortsluiting (maar met een drempel); met name in voedselrijke, intensief beheerde waterlopen.

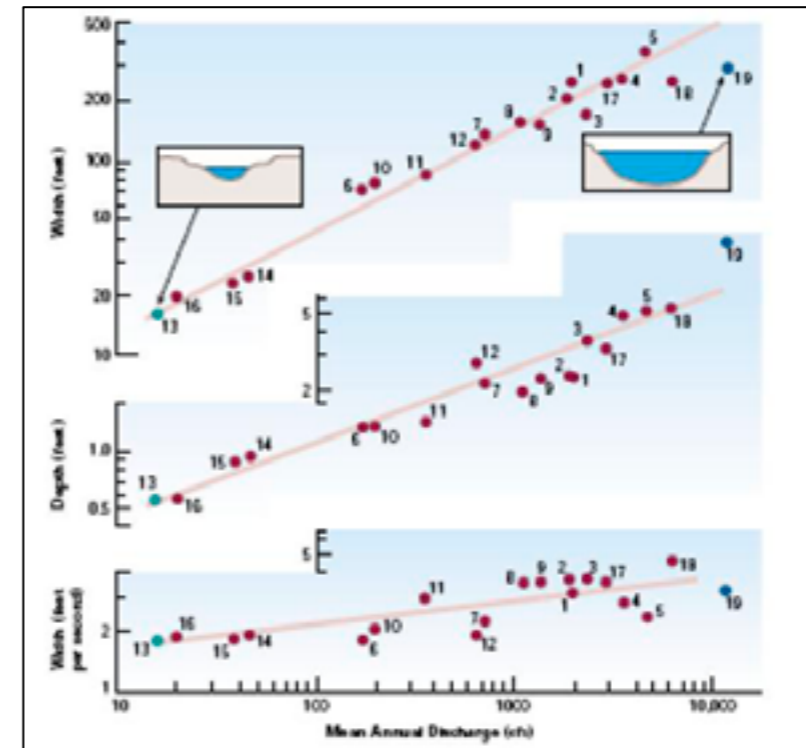
Reden:

Feitelijk is dit een vorm van overdimensionering (vergroting berging) van het beekstelsel waardoor:

- de kans op wateroverlast beperkt blijft omdat bij hoge afvoeren (drempel) het water ook via de kortsluiting kan;
- er geen overmatige oevererosie ontstaat door onnatuurlijk hoge piekafvoeren;
- er ruimte ontstaat om het beheer te extensiveren (ook in voedselrijk, dus vegetatierijke waterlopen of;
- er ruimte ontstaat om de aanwezigheid van dood hout ergens in zomerbed (bijv. in de aan te sluiten meander) toe te laten.



Figuur E5: Aansluiting van een voormalige meander waarbij de bestaande waterloop (kortsluiting) behouden blijft en voorzien wordt van een drempel



Figuur E6: Natuurlijke breedte en waterdiepte in ft als functie van het jaargemiddelde debiet in cfs (Leopold & Maddock, 1953)

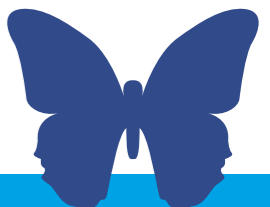
Dwarsprofielontwikkeling; breedte/diepte verhouding

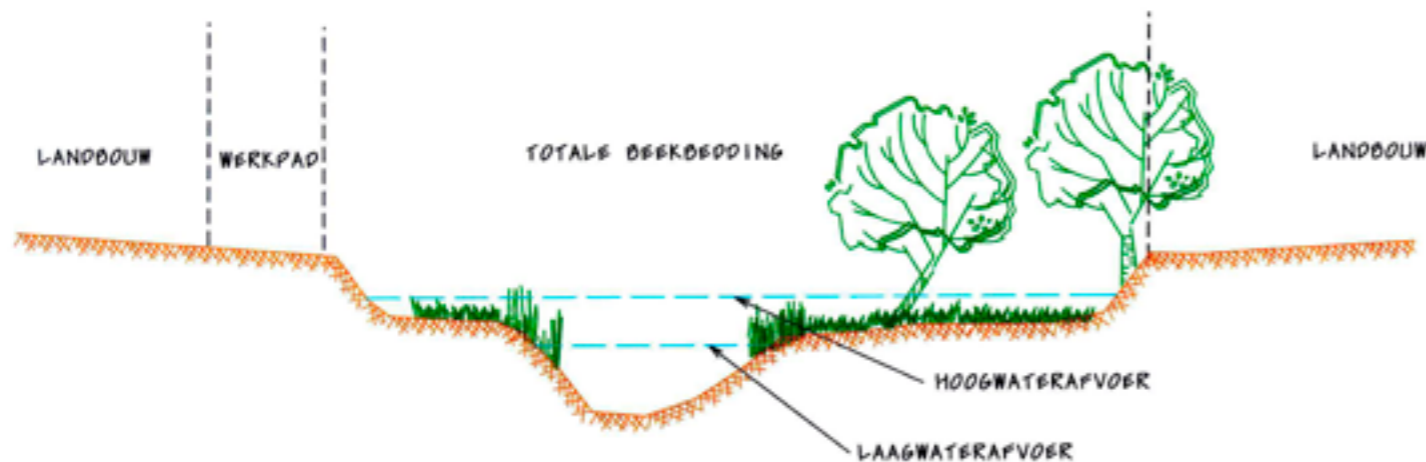
De natuurlijke breedte en diepte van een waterloop is onder meer afhankelijk van het (bedvormende) debiet. Het bedvormende debiet of morfologische afvoer is doorgaans het debiet waarbij het zomerbed van de waterloop vrijwel vol staat met water. De breedte-diepte verhouding is van nature 1:10 in grotere beken en riviertjes en 1:6 in kleinere beken. In een genormaliseerde waterloop is de verhouding meestal 1:3. Hoe meer het dwarsprofiel dat van een goot benadert, hoe groter de kans op het wegspoelen van organismen bij hoge afvoeren. Aan de hand van figuur E6 kan worden bepaald, wat de evenwichtsdiepten en breedten zijn bij een bedvormend debiet ('bank full discharge').

Een asymmetrisch profiel geeft meer oevervariatie. Toepassing van een accoladeprofiel of twee-fasenprofiel in een waterloop van een sterk veranderd watertype biedt de mogelijkheid om variatie in en demping van stroming te creëren bij hoge afvoeren. En ook om de insnijding van de waterloop en daarmee het verdrogend effect beperkt te houden. Het Intermezzo van de Grote Molenbeek geeft een voorbeeld van toepassing van het tweefasenprofiel.

Hoe krappere en ondiepere het profiel hoe meer vernatting en overstrooming (zie aldaar voor effecten) mogelijk wordt in een dal met een natuurfunctie.

Breedte waterlichaam en helling oeverprofiel zijn hydromorfologische kwaliteitselementen bij M-typen.





Figuur E7: Voorbeeld van een accolade of tweefasenprofiel (Bron: waterschap Peel en Maasvallei).

Optimum?	Eerder brede dan diepe bedding (beperkte insnijding); asymmetrisch in tenminste de bochten. Bij M-typen: breedte is type-afhankelijk. Een zeker aandeel van flauwe of moerassige oevers is gewenst.
Kans op positief effect bij begunstiging van deze stuurfactor?	meer variatie in oevers, substraat en daarmee meer biodiversiteit. Toename zelfreinigend vermogen indien moerassige zone langs waterloop. Bij een ondiepe en brede beek: meer zuurstof op de bodem en minder peilfluctuatie.
Kans op negatief effect bij te grote toename of indien op verkeerde plek?	te breed profiel geeft aanleiding tot afname stroomsnelheden en sedimentatie en daardoor minder kans op stroomminnende soorten. Te diepe insnijding leidt tot verdroging winterbed of dal
Toepasbaarheid stuurfactor?	Beperkt vanwege landbouw, bebouwing en bij aanvoer van verontreinigd slib. Te krap profiel vergroot kans op wateroverlast.

Aandachtspunt

De oevervorm heeft een afhankelijkheid met stroming en verhang.

Vuistregel: Hoe langzamer de waterloop stroomt, hoe meer aanleiding om ruimte te geven voor flauwe oevers, eeuwkanten of moerasstroken.

Reden: Bij (te) langzame stroming is er minder kans voor stroomminnende organismen, vergroot de kans op sedimentatie en is de biodiversiteit van de waterloop vooral te begunstigen in de oeverzone.

Keuze dwarsprofiel

Het bepalen van een dwarsprofiel is afhankelijk van een aantal factoren:

- **Type waterloop**
 - Bij een beek is het belangrijk dat het dwarsprofiel bijdraagt aan meer stroming en variatie; vooral onder water. Zo hebben veel beken van nature een grotere breedte/diepte –verhouding dan de huidige genormaliseerde beken. De breedte-diepte-verhouding is overigens afhankelijk van de locatie in het landschap en de plaats in het lengteprofiel. Op bepaalde lokaties kan een beek juist dieper ingesneden zijn.
 - Bij een wetering of kreek wil je zoveel mogelijk moeraszone creëren, dus zones met een waterdiepte van 1 meter tot natte oever met diepte grondwaterstand van 30cm. Flauwe oevers of plasdraszones zijn dan wenselijk.
- **Beschikbare ruimte**; het principe zou moeten zijn dat de natuurlijke omstandigheden bepalen hoeveel ruimte de beek nodig heeft. In de praktijk is de beschikbare ruimte nog al eens beperkt. Dan moet naar andere oplossingen worden gezocht. Zo is het

accoladeprofiel (2 fasen) een manier om met beperkt beschikbare ruimte om te gaan en overstromingen te beperken.

- **Randvoorwaarden omgeving**

- Gewenste grondwaterstanden. De verandering van breedte-diepte-verhouding is wellicht aan beperkingen gebonden in het geval functies strenge eisen stellen aan dwarsprofiel vanwege drooglegging en voorkomen van inundaties.
- Historisch/landschappelijke wensen. Bijvoorbeeld in een turfvaart is het vanuit historisch oogpunt onwenselijk om te kiezen voor flauwe oevers.

In de tabel in [bijlage 3a+b](#) zijn diverse vormen van dwarsprofiel weergegeven met hun voor- en nadelen.

Uiteindelijk is de keuze van een dwarsprofiel per waterloop maatwerk. En kan ook goed een tussenvariant tussen genoemde opties zijn.



Natuurlijke oevervormen in het Gelders-Nierskanaal. Links een stootoever; rechts aan de ene zijde een grindbank en aan de andere zijde een bewortelde oever.

Watervoerendheid, permanentie

Watervoerendheid speelt om te beginnen al op stroomgebiedniveau. Het landgebruik zoals aandeel bos in infiltratiegebied van grondwater (bepalend voor verhouding tussen verdamping en inzigging van neerslagoverschot), de intensiteit van drainage voor functies zoals landbouw en bebouwd gebied en het gebruik en de winning van grond- of oppervlaktewater zijn van invloed op de basisafvoer via waterlopen. Maatregelen gericht op het vasthouden van water hoeven dus niet alleen betrekking te hebben op de waterloop zelf.

Permanentie speelt in zowel stromende als stagnante waterlopen een belangrijke rol. Bij tijdelijke waterloopjes is niet te lang droogvallen het belangrijkste.

In droge zomers kan in een bovenloop of beek met klein stroomgebied de watervoerendheid in het gedrang komen en de stroomsnelheid afnemen. In dat geval is het aandeel neerslag versus voedselrijk water van belang ([zie aldaar](#)).

Waterdiepte is voor M-typen een [hydromorfologisch kwaliteitselement](#).

Optimum?	Voldoende zwemruimte voor vissen (tenminste 0,2 a 0,3 m diep water) in (semi-) permanente wateren. Waterdiepte is zodanig dat geen lichttekort op bodem van waterloop ontstaat voor kieming van waterplanten. Geen droogval (uitgezonderd tijdelijke beken na mei gedurende maximaal 6 weken)
Kans op positief effect bij begunstiging van deze stuurfactor?	kieming waterplanten, verplaatsing vissoorten, overleven beekfauna met name van belang voor soorten met meerjarige larvenstadia (o.a. libellen)
Kans op negatief effect bij te grote	Te grote waterdiepte (> 0,75 m) of bij te geringe aanwezigheid van flauwe oever

toename of indien op verkeerde plek?	vermindert de kans op ontwikkeling van waterplanten in troebel water. Te grote waterdiepte leidt tot lagere stroomsnelheid (minder rheofiele soorten bij niet optimale zuurstofhuishouding)
Toepasbaarheid stuurfactor?	In principe overal toepasbaar bij alle functies. Maar in bovenloopsituaties kan wateraanvoer de beperkende factor zijn (en daar is diepe insnijding in principe niet gewenst)



Na droogval is de variatie in bedding en oever fraai zichtbaar in een natuurlijke, tijdelijke beek

Aandachtspunt

Vuistregel: Ontwikkeling of aanleg van beekkuilen of een voorziening om waterafvoer te vertragen door opstuwing (drempel, beverdam) is beter ter voorkoming van droogteproblemen dan leegloop en droogval of een inrichting met een diepere insnijding van de waterloop.

Reden:

Behoud van stroming en passeerbaarheid zo lang mogelijk in stand houden, is gewenst. Maar te diepe insnijding bevordert verdroging (grondwateronttrekking). Achterblijvend oppervlaktewater vergroot de overlevingskans van beekfauna.

Aandachtspunt 2

Vergroting van de watervoerendheid is te bereiken door verhoging van de drainagebasis. Denk hierbij aan verondiepen en verkleinen van het profiel van de waterloop, maar ook aan verwijdering van drainagemiddelen (drainagebuizen, greppels en sloten) in de laagte.

Ruwheid waterloop; ontwikkeling waterplanten en beheer

Ontbreken van watervegetatie of dood hout is in het algemeen negatief, omdat veel waterdieren belang hebben bij structuur zoals vegetatie. Teveel vegetatie (> 50%) is echter negatief voor veel soorten van stromend water, omdat dan teveel opstuwing optreedt. Tijdig schonen voordat het dichtgroeit, is van belang maar dan niet te rigoreus uitvoeren. En daarbij natuurlijk gevarieerd in ruimte werken.

Denk aan éénzijdig schonen, alleen de middenbaan schonen of in afwisselende blokken maaien. Beekbegeleidende begroeiing kan door schaduwwerking een (te sterke) ontwikkeling van vegetatie verhinderen. Zie verder instrument D [afvoer en weerstanden](#).

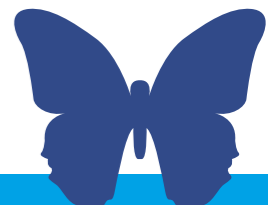


Dichtgroeï van de beek kan leiden tot sterfte van stroominnende fauna.

Bedenk dat naarmate er vaker geschoond moet worden, de levensgemeenschap in de waterloop verarmt. Vooral bij waterplanten is dit duidelijk merkbaar (Bruinsma, 2011). Een onderhoud vaker dan 1 à 2x per jaar is vanuit ecologisch oogpunt niet meer acceptabel.

Optimum?	o.a. ondergedoken waterplanten op weinig/geen beschaduwde trajecten. N.B. > 50% bedekking in zomer kan aanwijzing zijn voor te voedselrijk water en kan aanleiding geven tot (ongewenste) verhoging van de maaifrequentie.
Kans op positief effect bij begunstiging van deze stuurfactor?	vertraging zomerafvoer; langer water in waterloop ² ; beter behoud substraatdifferentiatie en biodiversiteit.
Kans op negatief effect bij te grote toename of indien op verkeerde plek?	sedimentatie slib; beïnvloeding zuurstofhuishouding; afname van stroominnende fauna
Toepasbaarheid stuurfactor?	beperkt vanwege landbouw, bebouwing en indien aanvoer (te) voedselrijk water of verontreinigd slib. Te veel waterplanten (o.i.v. overmaat aan voedingsstoffen, lozingen) vergroot de kans op wateroverlast. In overgedimensioneerde wateren kan minder of gevarieerd beheer gunstig uitpakken.

² Bij Waterschap Roer en Overmaas spreekt men in dit verband over de 'vegetatiestuw'.



Begroeiing

In Limburg werden bij het ontwerp van Grootte Molenbeek, Uffelsebeek en Roggelsebeek relatief kleine zomerbeddingen toegepast. Oorspronkelijk werd standaard de Q20 als ontwerpcapaciteit van het zomerbed gebruikt en werd als hydraulische weerstand een Ks van 20-22,8 gebruikt. Bij de Grootte Molenbeek werd verondersteld dat de beek zichzelf zou open houden door stroming. In de praktijk bleek deze volledig dicht te groeien met als gevolg hoge waterpeilen en wateroverlast. De Uffelsebeek had een overcapaciteit gekregen zodat in de toekomst de Aa in België op de Uffelsebeek aangesloten zou kunnen worden. In de praktijk werd de overcapaciteit als het ware opgesoupeerd vanwege een sterke vegetatiegroei. Uit metingen bleek de hydraulische weerstand in het voorjaar terug te lopen tot <5. Zelfs de Roggelsebeek (kern Roggel) met een groot verhang groeide 's zomers volledig dicht, waardoor het winterbed met enige regelmaat onder stond en het wandelpad daar niet te gebruiken was. Ook in de Eckeltsebeek (bovenstreams de ruïne) bleek de hydraulische weerstand veel verder terug te lopen dan de ontwerpweerstand van 18.



Dit vormde aanleiding om in volgende projecten een Q30 als ontwerpcapaciteit voor het zomerbed te gebruiken (Tungelroysebeek) en uit te gaan van hydraulische weerstanden van 18 (Eckeltsebeek) en 15 (Tungelroysebeek). Bij de Rode Beek (in de Maasuiterswaard bij Arcen) is een weerstand van 5 gebruikt vanwege het kleine debiet, het zeer groot verval, afwezigheid van onderhoud en ontbreken van beschaduwing.

Zie voor meer ervaringen met ontwerpen van waterlopen in Noord-Limburg Bijlage 6

Beekbegeleidende begroeiing

Beekbegeleidende begroeiing met schaduwwerking op de waterloop vermindert de ontwikkeling van watervegetatie en vermindert de opwarming. Vooral voor bronnen en bronlopen waar koudstenotherme soorten³⁾ leven, is het van belang dat de beek koel blijft.

Veel soorten insecten waarvan de larven in water opgroeien, leven niet of juist wel in bos vanwege eisen aan substraat (bijv. boomwortels), voedsel, zwermen (paarvlucht bij bomen), enz. Voor sommige soorten is een enkele struik of boom in open landschap al essentieel. Anderzijds is het volledig in hout zetten en daarmee vastleggen van beekoevers, zoals in de Achterhoek is gebeurd, ook niet ideaal voor veel soorten insecten, omdat het te donker (weinig bezonning), of de vliegruimte te beperkt wordt.

Bijkomend belang is dat beekbegeleidende begroeiing door inval van dood hout en in de herfst door bladval flink kan bijdragen aan variatie in stroming en variatie. Een enkele ingevallen boom op een beektraject kan al verrijkend werken op biodiversiteit.



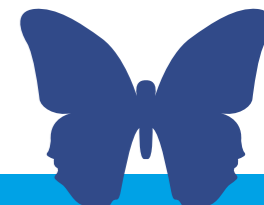
Een enkele ingevallen boom op een beektraject kan al verrijkend werken op biodiversiteit

Optimum?	Een waterloop passend in het landschap waarbij af en toe een struik of boom in het talud staat; tot een beek die op allerlei plaatsen beschaduwd is maar plaatselijk in zonlicht ligt.
Kans op positief effect bij begunstiging van deze stuurfactor?	De waterloop blijft langer koel bij beschaduwing. Invallend dood hout in de waterloop vergroot de structuur en heeft daarmee een positief effect op de soortensamenstelling van beekfauna. Vermindering van de intensiteit van schoning dankzij beschaduwing, kan het overleven van soorten begunstigen.
Kans op negatief effect bij te grote toename of indien op verkeerde plek?	Vliegruimte voor paarvluchten van bepaalde insecten wordt beperkt en allerlei soorten mijden te dicht bos vanwege te weinig bezonning.
Toepasbaarheid stuurfactor?	Eventueel beperkt vanwege weerstand bij agrariërs of omwonenden (hinder van zichtlijnen). Bemoedigen of beperken van de onderhoudsmogelijkheden van het zomerbed.

Aandachtspunt

Beekbegeleidende begroeiing in afhankelijkheid van trofie, lengteprofiel. Vuistregel: Ontwikkeling beekbegeleidende begroeiing voor zover passend in het landschap langs boven- en middenlopen vermindert de noodzaak van sterke meandering. Maar ruimte voor oeververandering blijft noodzakelijk! [Hoe kleiner de beek (dus R4 of R3) en hoe voedselrijker, des te meer schaduw door beekbegeleidende begroeiing wenselijk is.

³⁾ met smalle temperatuurrange onder koele omstandigheden



Reden:

- Bomen in talud geeft beworteling in oever en daarmee stevigheid, oevervariatie en biotoop voor bepaalde beekfauna.
- Ruimte is nodig zodat bomen kunnen vallen. De oeververvorming die daarbij optreedt, is een vorm van meandering.
- Bomen geven schaduw, houden de beek koel (betere zuurstofhuishouding bij warm weer) wat leidt tot minder groei van waterplanten.



Dode bomen of takkenbossen leiden tot meer variatie in structuur en begunstigen het zelfreinigend vermogen (bron foto links: Alterra, P.Verdonschot)

Aandeel voedselrijk water versus neerslag (verblijftijd in stagnant water)

Naarmate het water meer stroomt, vermindert de gevoeligheid voor instroom van voedselrijk water, belasting met voedingsstoffen of afbreekbaar organisch materiaal. Vooral is dit het geval als de beek een zekere mate van beschaduwing kent en daardoor woekering van water- en oeverplanten beperkt blijft.

Bij trage stroming of stagnatie gaat voedselrijkdom en zuurstofhuishouding van het water een belangrijke rol spelen op levensgemeenschappen! Hoe groter het aandeel neerslag ten opzichte van aanvoer voedselrijk water in een waterloop, hoe minder de kans dat voedselrijkdom en zuurstofhuishouding verslechteren. Het afnemen van watervoerendheid en stroming in een droge zomer kan vooral in voedselrijke, organische of in venige waterlopen een ecologisch probleem vormen. De gewenste verdunning met neerslagoverschot treedt dan minder op.

In het algemeen is deze stuurfactor lastig te beïnvloeden. Voorbeelden zijn vermindering van de afstroom door het dichtmaken van sloten en greppels of anderszits voeden van waterlopen met schoner kanaalwater, zodat én watervoerendheid verbetert en meer verdunning plaats vindt.

Verblijftijd is een hydromorfologisch kwaliteitselement voor wateren behorende tot M-typen.



In een onbeschaduwde omgeving (links) is een groter effect te verwachten van aanvoer van voedselrijk beekwater

Optimum?	Naarmate er minder sprake is van stroming en verblijftijd zou het aandeel aan voedselrijk water geringer moeten zijn.
Kans op positief effect bij begunstiging van deze stuurfactor?	Watervoerend en/of stromend houden van waterlopen vermindert de kans op lokaal uitsterven van soorten.
Kans op negatief effect bij te grote toename of indien op verkeerde plek?	Te lange verblijftijd = minder doorspoeling kan leiden tot verslechtering waterkwaliteit (zuurstofhuishouding) en tot algenbloei
Toepasbaarheid stuurfactor?	Beperkt

Verhang, insnijding

Verhang hangt sterk samen met stroomsnelheid en sinuositeit. Aanpassing van verhang kan nodig zijn om stroomsnelheid te optimaliseren en het meest voor de hand ligt dan om de sinuositeit (mate van meandering) te veranderen.

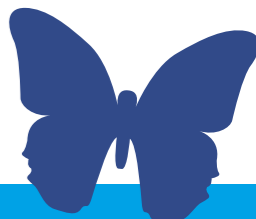
Een beek ligt normaal gesproken op de laagste delen in het landschap. Het leiden van waterlopen langs of door een hoge rug in het landschap kan aanleiding geven tot verdroging.

Daarnaast is bij een diep ingesneden beek de laterale connectie met het beekdal of de omgeving beperkt: er is weinig ruimte voor een nat-droog gradiënt (voor de vegetatie; zie fig. D3) en de beek is minder goed bereikbaar (voor de fauna).

Optimum?	In principe streven naar 'evenwichtig' verhang (passend bij watertype). Echter bij breuken en in terrasbeken zijn 'sprongen' in verhang van waterlopen mogelijk.
Kans op positief effect bij begunstiging van deze stuurfactor?	stroomminnende soorten, zuurstofinbreng
Kans op negatief effect bij te grote toename of indien op verkeerde plek?	Een onregelmatig verhang kan leiden tot instabiel stroombed met negatieve invloed op beekorganismen (zie bij verplaatsing stroombed)
Toepasbaarheid stuurfactor?	in principe overal toepasbaar bij alle functies

Overstroming

Overstroming is gewenst bij een aantal typen wateren, zelfs als het water voedselrijk is. Bedoeld wordt een overstroming gedurende het winterhalfjaar die meerdere weken aanhoudt. Een incidentele, kortdurende overstroming heeft ecologisch geen meerwaarde. Een belangrijke voorwaarde is, dat het overstroomde gebied heterogeen is (gevarieerd reliëf) en



dat de overstroming plaats heeft in het winterhalfjaar. Bij aanwezigheid van voedselarme standplaatsen en vegetaties is bezinning op overstroming nadrukkelijk aan de orde (zie hiervoor Beoordeling Overstroming Beekdalen van Beumer, 2010). Overstroming is vooral te beïnvloeden door verandering van de breedte-diepteverhouding van de waterloop.

Optimum?	overstroming in winterhalfjaar in zone langs midden- of benedenloop van laaglandbeek, kreek met voldoende breed winterbed of dal (breder dan 25 m)
Kans op positief effect bij begunstiging van deze stuurfactor?	meestromende berging (waarbij water en slib minder achterblijft), getemperde drift van soorten en drift van geaccumuleerd organisch materiaal
Kans op negatief effect bij te grote toename of indien op verkeerde plek?	sedimentatie van slib indien opgeladen met nutriënten en/of verontreinigingen én wanneer ontvangende bodem relatief voedselarm en schoon is. In ander gevallen is er weinig op tegen om overstroming meer en vaker toe te laten (zeker op gronden die toch al fosfaatverzadigd zijn), mits wateroverlast beperkt blijft.
Toepasbaarheid stuurfactor?	beperkt vanwege landbouw, bebouwing en bij aanvoer van verontreinigd slib



Overstroming: lust of last?

Grondwaterstroming, kwel, aanvoer ijzer en/of kalk

Een stuurfactor die zich niet gemakkelijk laat beïnvloeden bij het ontwerp van waterlopen. De mate van insnijding (zie verhang en zie dwarsprofiel) is in deze eerder van belang. Maak zo nodig gebruik van een ecohydrologische verkenning (zie figuur D3) om meer grip te krijgen op relaties via grond- en oppervlaktewater, zeker bij een stroomdalbrede benadering.

Een afgeleide stuurfactor is het grondgebruik in infiltratiegebied, waarbij het uitmaakt voor de samenstelling van het grondwater of er vooral landbouw of natuur aanwezig is. Verder is het van belang of de natuur in infiltratiegebied wordt gedomineerd door open of gesloten begroeiingen (verdampingsfactor en daarmee invloed op grondwaterstroom).

Kwel is een hydromorfologisch kwaliteitselement bij M-typen.

Optimum?	kwel met ijzer- of kalkrijk grondwater naar beekbodem c.q. maaiveld vergroot de fixatie van fosfaat
Kans op positief effect bij begunstiging van deze stuurfactor?	meer kans voor kritische water- en moerasplanten. Drijvende waterweegbree (Natura 2000 richtlijnsoort) komt vooral voor bij ijzerrijke kwel in de waterloop.
Kans op negatief effect bij te grote toename of indien op verkeerde plek?	In te ijzerrijke waterlopen is de macrofauna vaak verarmd.
Toepasbaarheid stuurfactor?	Begunstiging van kwel naar het maaiveld (dus tegelijkertijd ondiepe grondwaterstand) in natuurgebied is beperkt mogelijk indien veel landbouw in het dal aanwezig is.

Neerslaglens (dalbodem)

Neerslaglens kunnen ontstaan op plaatsen waar kwel ontbreekt. Sinds de tachtiger jaren wordt vooral waarde gehecht aan kwel en bijbehorende gemeenschappen in beekdalen. Maar ook plekken waar neerslaglens in de dalbodem ontstaan, kunnen aanleiding geven tot gradiënten of kansen bieden voor veenvormende planten.

Optimum?	in lage plekken aanwezig in brede dalen of kommen
Kans op positief effect bij begunstiging van deze stuurfactor?	biedt perspectief voor veenvormende planten bij een stabiele waterhuishouding
Kans op negatief effect bij te grote toename of indien op verkeerde plek?	verzuring van locaties met bestaande grondwaterafhankelijke Levensgemeenschappen (helocrene ⁴ , dotterbloemgrasland, enz.)
Toepasbaarheid stuurfactor?	mogelijk indien veel ruimte voor natuur



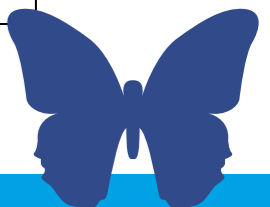
Bij waterstagnatie in het stroomdal ontstaat perspectief voor veenvormende vegetaties

Nevenwateren (poelen, oude stroomarmen)

Allerlei soorten komen niet alleen in waterlopen voor maar ook in nevenwateren zoals poelen en oude stroomarmen. Daarnaast zijn bepaalde soorten juist afhankelijk van de nevenwateren. Zie hiervoor het onderzoek van de Roodloop van Moller Pillot (1999).

Optimum?	(half-)natuurlijke nevenwateren aanwezig met en zonder aansluiting op beek en met of zonder overstroming
----------	--

⁴ Bronmoeras



Kans op positief effect bij begunstiging van deze stuurfactor?	voortplanting amfibieën (mits geïsoleerd of met brede oeverrand), biodiversiteit beekdalsoorten,
Kans op negatief effect bij te grote toename of indien op verkeerde plek?	migratie, dispersie naar verkeerde locaties (sink)
Toepasbaarheid stuurfactor?	in principe overal toepasbaar bij alle functies (indien nevenwateren)

Connectiviteit, seminatuurlijke stuwing

Voorals voor vissen is de connectiviteit binnen een waterlichaam en tussen waterlichamen van belang waardoor vissen kunnen migreren tussen belangrijke habitats, of wateren kunnen koloniseren. Hierbij kan onderscheid gemaakt worden tussen laterale en longitudinale connectiviteit.

Laterale connectiviteit betreft de verbinding tussen de hoofdstroom en aangrenzende ondiepe habitats in of nabij de oeverzone (nevengeulen, oeverzones en inundatiegebieden). De longitudinale connectiviteit gaat over migratiemogelijkheden in de lengterichting van de beek of rivier; hierbij kan de aanwezigheid van stuwen een beperkende factor zijn.

Optimum?	niet-passeerbare obstakels zijn afwezig. Stroomluwe zones of opstuwings door passeerbare obstakels (bijv. beverdammen) of tijdelijke obstakels (bij heel laag debiet, takkenbossen etc) is ecologisch gezien geen probleem of zelfs gewenst als opgroeiplek voor jonge vis.
Kans op positief effect bij begunstiging van deze stuurfactor?	vooral voor vissen groot effect, maar altijd durende passeerbaarheid is vaak niet nodig
Kans op negatief effect bij te grote toename of indien op verkeerde plek?	weghalen van stuw, obstakel of aanleggen van nevengeul kan verdrogend effect hebben, tenzij anticiperende maatregelen worden getroffen.
Toepasbaarheid stuurfactor?	in principe overal toepasbaar bij alle functies



Seminatuurlijke stuwing is oplossing voor ontstuwings, voorkomt insnijding en is passeerbaar voor vissen

Verplaatsing stroombed, actieve meandering

Verplaatsing van het stroombed zal vooral op kunnen treden als bomen in het water mogen vallen (zie de ervaringen bij de Geul in Zuid-Limburg), dood hout in de waterloop samendrijft, oeverbekleding wordt verwijderd of bij activiteit van bevers. In laaglandbeken is de kans op verlegging van de beek in het algemeen beperkt, omdat de stroomkracht niet groot genoeg is en de oevers begroeid zijn. Zie verder [morfologische toetsing](#)



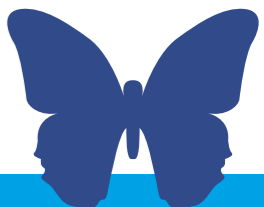
Verplaatsing van het stroombed vindt regelmatig plaats in snelstromende beken met het formaat van Aalsbeek tot Geul (links) of lokaal in beken waar bomen omgaan (rechts) of dood hout samendrijft.

Optimum?	vooral in beken met flink verhang (o.a. terrasbeken) of niet-gestuwde trajecten van riviertjes
Kans op positief effect bij begunstiging van deze stuurfactor?	Bij beekfauna, echter alleen wanneer het proces traag verloopt en niet overal optreedt
Kans op negatief effect bij te grote toename of indien op verkeerde plek?	drift van beeksoorten en daardoor afname beekfauna, beekvegetatie
Toepasbaarheid stuurfactor?	In principe overal toepasbaar bij alle functies (mits beken met flink verhang en voldoende ruimte voor de verplaatsing)

Anastomosereren

Onder zeer natte omstandigheden zoals in bronmoeras en doorstroommoeras treedt een diffuse afwatering op en verdeelt het water zich in meerdere stroompjes. Dit heet anastomosereren. Het is een situatie die tegenwoordig nauwelijks meer waarneembaar is, maar wel door natuurontwikkeling op de juiste plaatsen zou kunnen worden begunstigd.

Optimum?	In vlakke dalen of kommen met ruimte voor natuur
Kans op positief effect bij begunstiging van deze stuurfactor?	tragere veranderingen in waterlopen (van belang voor o.a. macrofauna met meerjarige larvenstadia). Biedt perspectief voor moerasontwikkeling en veenvormende planten.
Kans op negatief effect bij te grote toename of indien op verkeerde plek?	Verzanding van zijgeulen en kans op boomsterfte of wateroverlast.
Toepasbaarheid stuurfactor?	mogelijk bij voldoende ruimte voor natuur in vlakke dalen of kommen





Anastomoseran: diffuse afstroming door moeras of broekbos

Peilfluctuatie

Een vast, maar omgekeerd peilregime waarbij winterpeil lager is dan zomerpeil is een onnatuurlijk fenomeen. De meeste planten en dieren in een waterloop zijn hier dan ook niet op aangepast of kunnen er zelfs schade door ondervinden. Eén van de effecten is dat opgehoopt organisch materiaal in en langs de oever 's winters niet gaat opdrijven en weggevoerd wordt.

Het waterpeil is van nature 's winters gemiddeld hoger dan in de zomer. In bepaalde gevallen is het waterpeil weinig fluctuerend tot stabiel. Denk aan bronlopen, kwelmoerassen, kanalen of grachten. Dit begunstigt planten en dieren van permanent natte bodems en mosbegroeiingen (ook op bijvoorbeeld kademuren boven de waterlijn: spatzone).

Als de amplitudo groot is doordat zomers waterpeilen flink wegzakken, dan neemt het risico op droogtestress van eventueel grondwatergevoelige vegetaties of veraarding van veen toe.

Optimum?	Waterpeil 's winters hoger dan in de zomer; Amplitudo niet te groot (doorgaans < 1m)
Kans op positief effect bij begunstiging van deze stuurfactor?	Biodiversiteit en vitaliteit van oeverzone neemt toe met minder verzuuring indien omgekeerd peil natuurlijker wordt. Vermindering verdrogend effect (droogtestress) op grondwatergevoelige vegetaties.
Kans op negatief effect bij te grote toename of indien op verkeerde plek?	Kans op droogtestress
Toepasbaarheid stuurfactor?	Beperkt mogelijk indien landbouw aanwezig is

In natuurlijke waterlopen en in sterk veranderde waterlopen met ambitie natuur is het streven naar:

- een ongestuwde situatie met natuurlijke fluctuaties in waterpeil; of
- een hoger winterpeil dan zomerpeil indien stuwing noodzakelijk blijkt.

In sterk veranderde waterlopen met verweving van natuur met andere functies kan een gestuwde situatie noodzakelijk zijn, is het winterpeil hoger dan het zomerpeil (20 cm of meer) en is geen sprake van jaarlijks langdurige of grootschalige overstromingen.

Is de ambitie landbouw of bebouwd dan kan een gestuwde situatie noodzakelijk zijn met een zomerpeil gelijk aan of hoger dan het winterpeil. Zie verder [inrichtingsbeelden](#).

Landgebruik; aandeel nat (half)natuurlijk grasland, moeras, nat loofbos in winterbed of beekdal

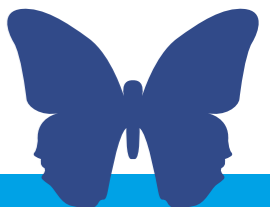
Het gebruik van de aanliggende gronden en de beschikbaarheid van gronden voor verandering van gebruik of waterbeheer zijn bepalend voor de reikwijdte van herinrichting van een waterloop. Meandering vraagt ruimte, vooral bij beken met grotere debieten (midden-, benedenlopen). Maar ook overstroming, nevenwateren en natte natuur zijn van belang voor een goed ecologisch functioneren van een laagte voor soorten van beekdal, beek of kreek.

De natte natuur in de laagte of het stroomdal kan betrekking hebben op nat (half)natuurlijk grasland, moeras, nat loofbos of een combinatie. De verschillende vegetatietypen hebben elk een eigen specifieke randvoorwaarden voor bodem, grond- en oppervlaktewater. Bedenk dat bij de toekenning van natuurdoeltypen of beheertypen vaak geen rekening is gehouden met veranderde hydrologische condities, veraarding van veen of fosfaatverzadiging van de bodem. Het kan nopen tot bijstelling van de ambitie voor terrestrische natuur.

Domineert agrarisch gebruik dan zijn er minder mogelijkheden voor herinrichting van de waterloop. Het komt er dan op aan op de beschikbare ruimte zo goed mogelijk te gebruiken voor nevenwateren (zie hiervoor ook Moller Pillot, 1999), moeras en bosjes zodat water- en oeverplanten, libellen, amfibieën, Waterspitsmuis en Bever kunnen overleven en zich zo goed mogelijk kunnen verspreiden.

Landgebruik beekdal is een [hydromorfologisch kwaliteitselement](#) bij R-typen.

Optimum?	schaalafhankelijk en afhankelijk van positie in stroomgebied; aanwezigheid van moeras en bos is ecologisch van belang
Kans op positief effect bij begunstiging van deze stuurfactor?	meestromende berging, paai- en opgroeigebied voor vis, amfibieën, larven van grote insecten
Kans op negatief effect bij te grote toename of indien op verkeerde plek?	sedimentatie van slib indien opgeladen met nutriënten en/of verontreinigingen en indien ontvangende bodem voedselarm en schoon
Toepasbaarheid stuurfactor?	Alleen mogelijk bij voldoende ruimte voor natuur



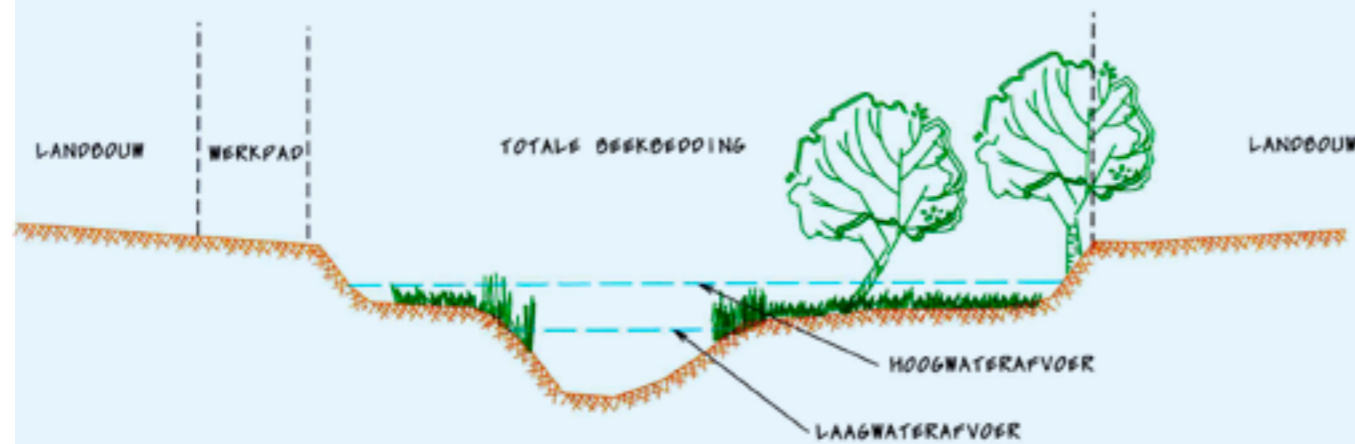
E INTERMEZZO Grote Molenbeek breed tweefasenprofiel als voorbeeld robuust ontwerp

Delen van de middenloop van de Grote Molenbeek zijn in 1996 en 2000 heringericht in de Ruilverkaveling Melderslo. Dit was het eerste meer grootschalige beekherstel bij Waterschap Peel en Maasvallei. Het is een middenloop van de grootste beek in Noord-West Limburg, met een maatgevende afvoer van 3 m³/s en een gemiddelde afvoer van 600 l/s. De beek ligt in een ondiep dal in een overwegend intensief gebruikt landbouwgebied.

Groei ontwerpconcept

Begin jaren '90 was er nog weinig ervaring met beekherstel, zeker buiten natuurgebied. Door DLG is toen voor de Grote Molenbeek in de Ruilverkaveling Melderslo het tweefasenprofiel of accoladeprofiel als nieuw concept toegepast. Belangrijk onderdeel van dit concept is dat hiermee berging van piekafvoeren niet meer in de hoogte, maar in de breedte kan gebeuren. In het rond de nieuwe beek (het zomerbed) te graven winterbed kan dit water geborgen worden. Tevens geeft dit winterbed ruimte voor natuurlijke ontwikkeling. Eerst is een smal tweefasenprofiel aangelegd in 1996. Het zomerbed slingert hierbij in het winterbed. De breedte hiervan (18 m) was vergelijkbaar met een cultuurtechnisch profiel. Het voorziene onderhoud was twee maal per jaar maaien van het zomerbed en 1-2 maal van het winterbed.

In 2000 kwam er op veel plaatsen meer ruimte langs de beek beschikbaar en zijn daar de smalle tot brede (45 m) tweefasenprofielen heringericht met echte meandering. Inmiddels waren de ideeën voor het onderhoud grondig veranderd. Het zomerbed wordt in beginsel niet meer onderhouden. Van het winterbed wordt een strook van 10 meter gemaaid vanaf het werkp pad. Verder is er spontane ontwikkeling. Hier heeft zich in 15 jaar een wilgen en plaatselijk elzenbos ontwikkeld. Het gemaaide deel heeft een vegetatie van vochtige graslanden tot zeggemoeras. In het natuurgebiedje 't Ham zijn winterbed en zomerbed ruimtelijk gescheiden en is er sprake van een "Keersopmodel".



Tweefasenprofiel zoals bij Grote Molenbeek bij 't Ham toegepast. De breedte is veelal nog groter.

Robuust ontwerp

Door de aanwezigheid van het winterbed en het niet te hoge beekpeil is er weinig wateroverlast, ondanks het niet onderhouden van de beek (het zomerbed). Door bevers omgeknaagde wilgen en een dam leveren geen wateroverlast op. Een ongelukkigerwijze net bovenstrooms van het natuurgebiedje aangelegde vispassage is permanent verdrongen zonder dat dit tot problemen leidt. Wateroverlast die er net na de aanleg was, bleek niet door het tweefasenprofiel, maar door niet aangepaste bruggen te komen. Het gebied is geschikt om meer actief als hoogwaterbuffer in te zetten.



Breed tweefasenprofiel bovenstrooms van 't Ham. Onderhoud gebeurt in een strook van 10 m breed vanaf de wegberm op de rechteroever.

Resultaten ecologische ontwikkeling

De eerste jaren was er vrij veel natte pioniervegetatie met bijzondere planten als snavelzegge, vlottende bies, dwergviltkuid. Door de bosvorming is in dat deel de botanische waarde klein. Het gemaaide deel is overwegend waardevol met veel zeggevegetaties. De KRW-score voor vegetatie is voldoende. De macrofauna heeft zich goed ontwikkeld en scoort deels al voldoende op de natuurlijke KRW-maatlat. Voor vissen is het beeld niet positief. De KRW-score is zelfs afgenomen.

Een belangrijk punt is de morfologische ontwikkeling. De eerste jaren was er veel zandtransport. Er ontwikkelden zich kleine oeverwallen op het winterbed en zandbanken in het zomerbed. Plaatselijk verplaatste de beek zich over meters. Hoe de ontwikkeling van de onderwater morfologie gaat, is niet duidelijk. Mogelijk komt teveel zand op het winterbed in plaats van in zandbanken in het zomerbed terecht.

Landschappelijk en als totaalbeeld is er sprake van een ware herleving van de Grote Molenbeek als beek. Er is nu een "levende beek" met veel spontane ontwikkeling. Landschappelijk is de beek nadrukkelijk als natuurlijke structuur aanwezig.



Meander in een bosstrook met door bever omgeknaagde elzen. Deze bomen leiden niet tot wateroverlast door de robuustheid van het systeem. In de bosstrook groeien weinig waterplanten, wat de stromingsweerstand sterk

instrument F



instrument F: Conceptueel ontwerp

Handvat voor ontwerp waterlopen: conceptueel ontwerp

Terug naar aanpak op hoofdlijnen



Inleiding

Het eerste ontwerp geschiedt bij voorkeur zoveel mogelijk zonder gebruik te maken van oppervlakte- en grondwatermodel. Modellen worden in een later stadium desgewenst gebruikt voor de toetsing van het ontwerp bij de volgende stap.

Vertrekpunt is de systeem- en gebiedsanalyse en andere al gemaakte stappen (zie bovenstaande figuur). Deze stap moet leiden tot een ontwerp dat kan worden getoetst zonder direct gebruik te maken van complexe computermodellen. Aanpak bepalen op grond van de notie: is de aan te passen waterloop natuurlijk of sterk veranderd en wel/niet gelegen in een voornamelijk agrarisch gebied, zone met aanduiding verweven, enz.

Er zijn vele variabelen te benoemen, die van belang kunnen zijn bij het ontwerp van een waterloop. Om inzicht te geven in de werking van de stuurfactoren, is een **sleutel voor stuurfactoren (instrument E)** beschikbaar. Voor elke stuurfactor is in die sleutel indicatief aangegeven:

- De condities waarbij de stuurfactor optimaal werkt.
- Welk positief effect wordt bereikt bij begunstiging van de betreffende stuurfactor.

- Een omschrijving van het negatieve effect bij te grote toename van de stuurfactor of bij aanwezigheid de verkeerde plek.
- De toepasbaarheid en de eventuele risico's gezien het landgebruik bij de waterloop.

Deze informatie kan helpen bij de keuze van de te veranderen stuurfactoren bij het ontwerp van de aan te passen waterloop. De kenmerken van de waterloop spelen daarbij een belangrijke rol (zie figuur F1).



Figuur F1: Belangrijke stuurfactoren voor een waterloop als ecosysteem zijn stroming, watersamenstelling, waterpeil en de morfologie. In een snelstromende bovenloop is stroming meer bepalend (links) en in een kreek het waterpeil en de waterkwaliteit (rechts). Belangrijk is om te bepalen welke stuurfactor(en) vooral aandacht vragen bij inrichting of beheer.

Ontwerpmogelijkheden

Er zijn allerlei ontwerpmogelijkheden denkbaar. Hier wordt een aanpak geschetst, die kan worden gebruikt bij aanpassing van waterlopen in dalen waarin agrarisch gebruik en natuur aanwezig is (functie 'verweven' in Noord-Brabant). Het ontwerp vraagt ten minste inzet van hydroloog én ecooloog. Modellen worden in deze aanpak in principe niet gebruikt, het gaat in hierbij om een voornamelijk kwalitatieve benadering waardoor een conceptueel ontwerp wordt gemaakt in vier stappen.

Stap a. Tracé en verhang

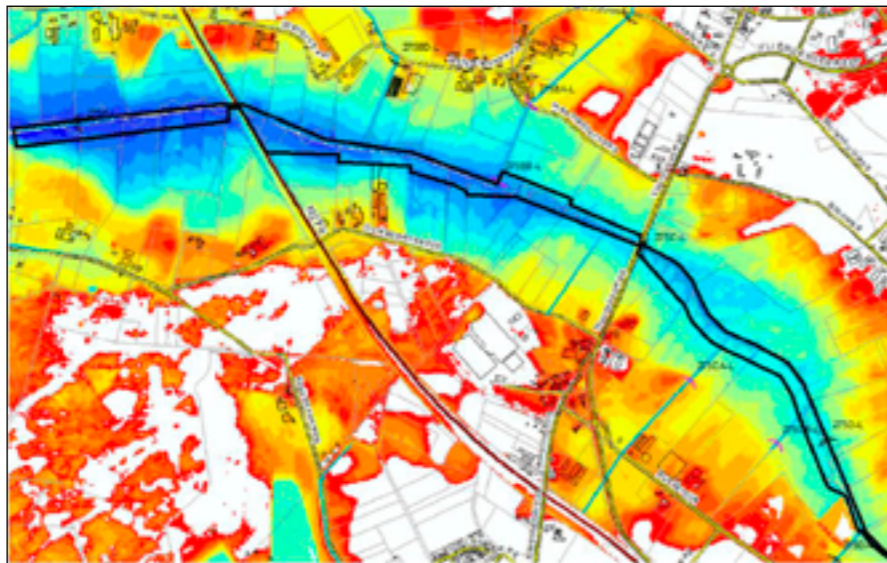
Tracé passend maken gelet op de beschikbare ruimte. Kies voor stromende wateren in eerste instantie een tracé met een sinuositeit zowel past bij de afmetingen en het verhang van de beek en die bovendien de beschikbare ruimte goed kan opvullen. Een bepaalde sinuositeit is namelijk noodzakelijk. Een historisch tracé, voor zover aan de orde, kan hierbij nuttig zijn. Historische meanders kunnen daarbij binnen het beekdal verschoven of gespiegeld worden. De historische kaart is immers een momentopname en meanders kunnen in het verleden ook op andere locaties in het beekdal gelegen hebben. [instrument D]. Vertrekpunt is echter de visie met de (eventueel bijgestelde) doelen, waarin is uitgewerkt in hoeverre hermeandering wel aan de orde is. In de volgende stappen kan blijken dat de sinuositeit beter kan worden bijgesteld of dat bepaalde meanders beter kunnen vervallen. Een en ander hangt samen met de voedselrijkdom van de waterloop en daarmee het belang van stroming (zie ook instrument E bij stroming).

In deze stap ook nagaan of een waterloop kan of moet worden opgesplitst in verschillende trajecten. Is een wisseling van kenmerken aan de orde vanwege een geologische breuk, watermolen, reliëfsprong (bijv. bij terrasbeken), ...?

Hier ook keuze maken of in het ontwerp wel of niet rekening wordt gehouden met bestaande regelwerken. In het algemeen is de voorkeur voor zo min mogelijk regelwerken. Het verwijderen maar ook het handhaven van bestaande regelwerken heeft invloed op het ontwerp die in een vroeg stadium moet worden meegenomen.

Afhankelijk van de gekozen sinuositeit en de eventuele wisseling van kenmerken wordt duidelijk welk **verhang** de waterloop in het projectgebied zal hebben. Bepaal het maaiveldverhang met de AHN en corrigeer voor de meanderfactor.

Vergelijk het berekende verhang met de karakteristieken (doelen) voor beektypen. Een constatering van afwijking kan aanleiding zijn om deze stap opnieuw te doen, maar het kan ook zijn dat de afwijking voor het traject juist passend is (eventueel daartoe bezinning naar verschillende schaalniveau's: traject - waterlichaam - stroomgebied).

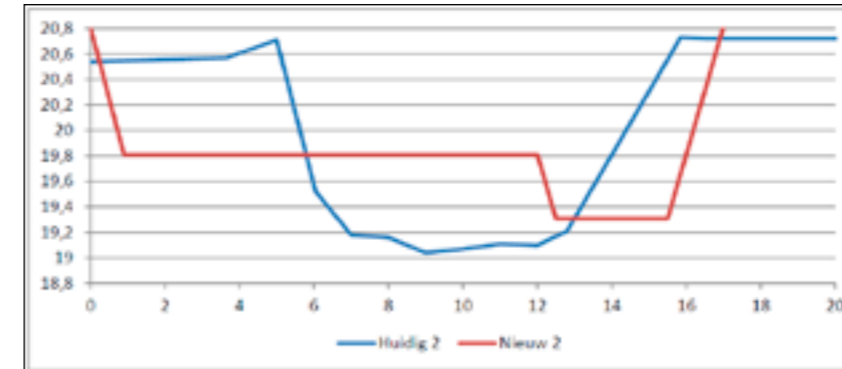


Figuur F2: Middenloop laaglandbeek Astense Aa (met verhang $\approx 0,5$ m/km, $T=1$ is $2,7$ m³/s; winter $0,7$ m³/s en zomer $0,25$ m³/s) in agrarisch gebied en beschikbare zone van 40-60 m. Geen wisseling van kenmerken; wel ruimte voor meandering; in ontwerp vooralsnog uitgaan van verwijderen van stuwen (bron figuur: Waterschap Aa en Maas).

Stap b. Mate van vernatting

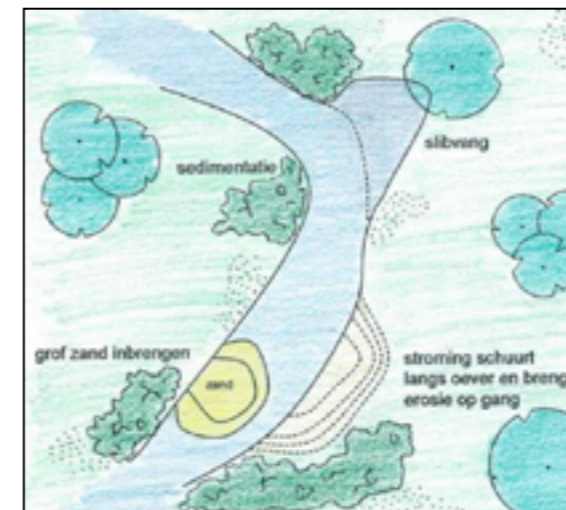
Ruimte bepalen voor peilverandering. In de visievorming is duidelijk geworden in hoeverre overstroming in laagtes toelaatbaar is en hydrologische eisen worden gesteld vanwege het landgebruik of aanwezigheid van (delen van) natte natuurgebieden.

In deze stap moet worden bepaald, hoe kritisch het peilbeheer is in relatie tot grondgebruik op lage gronden of GGOR van natte natuur. In hoeverre wordt (het laagste deel van) het beekdal verworven, kunnen stuwen eruit (zie keuze bij stap a) of zou het **dwarsprofiel** van de waterloop ondieper, smaller, kleiner kunnen ten gunste van stroming én vernatting?

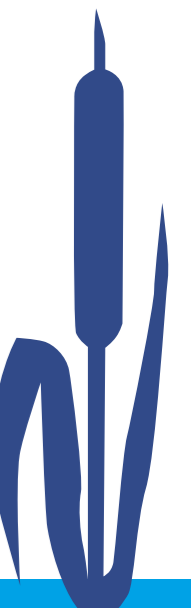


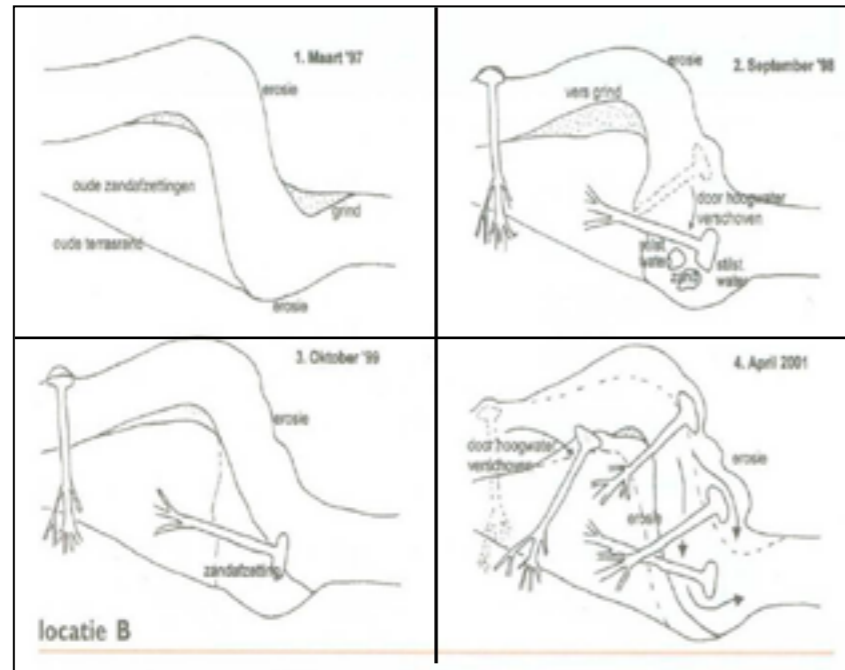
Figuur F3: Middenloop laaglandbeek Astense Aa. Vanwege agrarisch gebruik zijn er weinig mogelijkheden voor vernatting (zie fig. F.2: blauwe zones tot ver in agrarisch gebied). Vooralsnog werd uitgaan van een dwarsprofiel met een vergelijkbaar nat oppervlak (rode lijn in figuur), maar wel met een andere vorm (bron figuur: Waterschap Aa en Maas).

Indien er weinig ruimte is voor peilverandering, dan (voorlopig) uitgaan van een profiel met een vergelijkbaar nat oppervlak en eventueel met een andere vorm (bijv. **tweefasenprofiel**). De waterloop heeft dan mogelijk nog een overdimensionering, maar dat is i) later in het ontwerpproces bij te stellen (stap d) of ii) biedt na de aanleg of na verandering van grondgebruik de ruimte voor vermindering onderhoud, meer dood hout, verzanding of inbreng van zand (zandmotor, zie figuur F4) in de nieuwe waterloop.



Figuur F4: De Zandmotor; inbreng van zand waardoor de tegenoverliggende oever verandert en zand wordt verplaatst en verspreid over de beekbodem (verondieping)





Figuur F5: Verandering van de oever en de beekbedding door omvallen van bomen weergegeven in vier situaties gedurende maart 1997 tot en met april 2001

Stap c. Inspelen op waterkwaliteit, weerstand en stroming

Waterkwaliteitsperspectief bepalen (hoe voedselrijk is de waterloop); en daarmee belang van stroming bepalen (zie ook [instrument E](#)).

De begroeiing en de biomassa/tijd in de waterloop staat onder invloed van de voedselrijkdom van de waterloop. De begroeiing en mate van onderhoud bepalen de weerstand en dat werkt weer door op stroming, de overleving van stroomminnende fauna en de waterpeilen. In deze stap wordt het effect op de stroomsnelheid kwalitatief in beeld gebracht en getoetst aan de karakteristieken voor het betreffende watertype c.q. doel.

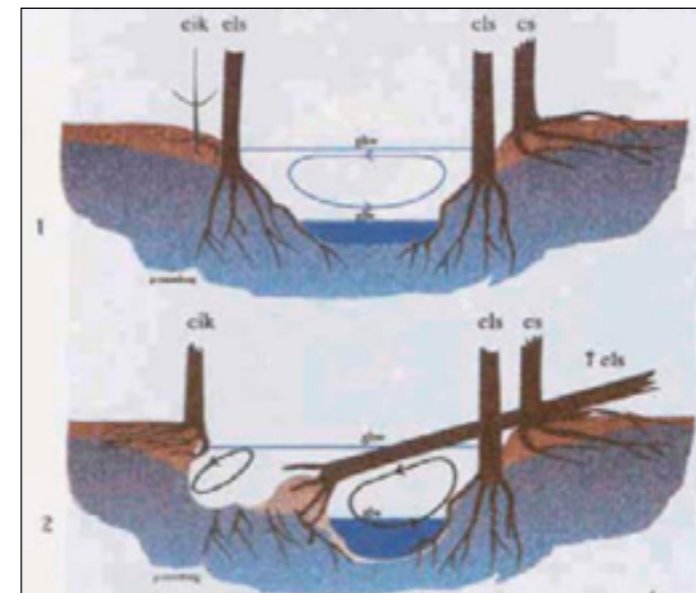
Het kan zijn dat de aannames in stap a en b leiden tot teveel verlies van stroming, mede vanwege het voedselrijke of weinig beschaduwde karakter in de te ontwerpen waterloop. Dit kan aanleiding zijn om beekbegeleidende begroeiing in het ontwerp op te nemen of de sinuositeit alsnog kleiner te maken of bepaalde meanders alleen te gebruiken als hoogwatergeul (of te laten vervallen). Het verhang van de beek bepaalt namelijk ook in grote mate de stroomsnelheid. Het oogmerk zal namelijk eerder het begunstigen van de stroomminnende levensgemeenschap zijn en niet per se het meanderen van de waterloop!!

Stap d. Dwarsprofielen bepalen

Na uitvoering van de ontwerpstappen a) t/m c) met de bijbehorende keuzes is het tracé, het verhang, de aard van de begroeiing op de oever en de te verwachten weerstand bekend en kunnen de dwarsprofielen met breedte –diepte verhouding en de taluds goed worden afgestemd. De breedte-diepte verhouding wordt getoetst aan de karakteristieken voor het betreffende watertype c.q. doel, maar bedenk daarbij dat een afwijking toelaatbaar kan zijn op grond van de eerder gemaakte afwegingen.

Vervolgens wordt met de formule van Manning ($Q = A \cdot R^{2/3} \cdot kM \cdot S^{1/2}$) in een iteratief proces een principe profiel ontworpen (zie [breedte-diepte verhouding in instrument E](#)).

Een eventueel te ruime waterloop biedt mogelijkheden voor extensivering van onderhoud, inbreng van dood hout of zand of creëren van lokale vernauwingen. Een te ruime waterloop brengt echter risico's als een gebrek aan stromingsdiversiteit en sedimentatie van slib met zich mee. Belangrijk is te vermijden dat de nieuwe waterloop gaat lijken op een goot. Een te krappe waterloop kan leiden tot te hoge stroomsnelheden, te veel erosie en wateroverlast. Onderdimensionering kan worden toegepast als er ruimte is voor een sterke morfologische ontwikkeling, de beek voldoende verhang en afvoer (stromingsenergie) kent en er geringe kans is op wateroverlast. Beekkuilen, lokale verbredingen of vernauwingen in de waterloop, overstroombare laagtes, hoogwatergeulen, nevenwateren kunnen de biodiversiteit in een waterloop verhogen. Creëer condities waarbij dit op termijn kan ontstaan (bijvoorbeeld door aanplant van bomen in beekoevers in bochten), liever dan dit trachten te maken door inrichting.



Figuur F6: Bomen in oevers geven op lange termijn aanleiding tot verandering van het beekprofiel, waardoor de variatie in dwarsprofielen toeneemt





* N.A.P.

6M

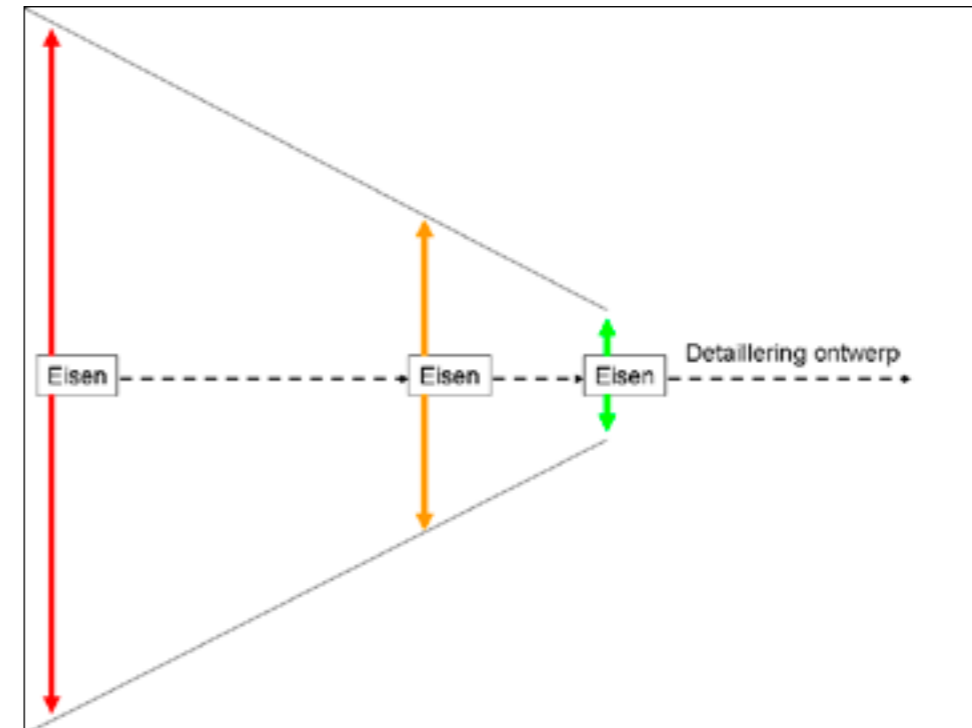
90

instrument G

instrument G: Toetsing en detaillering ontwerp

Toetsing en detaillering ontwerp

Terug naar aanpak op hoofdlijnen



Figuur G1: Convergentie van eisen voordat met detaillering en toetsing ontwerp wordt gestart

Inleiding

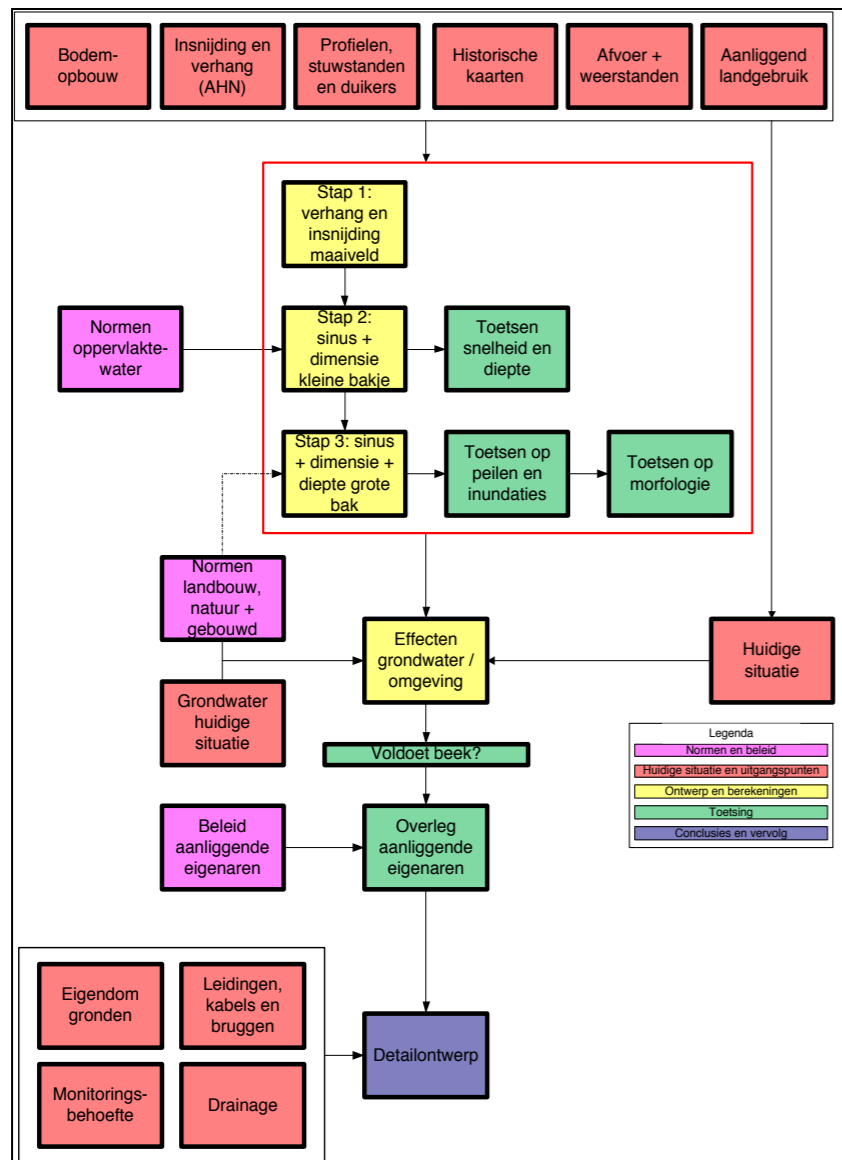
Het conceptueel ontwerp van een waterloop (zie [instrument F](#)) bestaat uit een tracé, principe profielen, verhang en overige kenmerken. Dit concept wordt als vertrekpunt gebruikt voor de verdere detaillering, optimalisatie en voor toetsing van het te maken ontwerp.

Bij detaillering en toetsing van het ontwerp biedt een hydraulisch oppervlaktewatermodel een grote meerwaarde. In de praktijk blijkt dat vaak (te) vroeg in het ontwerpproces een modelstudie wordt uitgevoerd. Er zijn dan nog teveel knoppen (stuurfactoren) waaraan kan worden gedraaid. De modellering kan dan verzanden in teveel verschillende scenario's. Een modelstudie is vooral effectief wanneer de hoeveelheid eisen aan het ontwerp is ingeperkt (figuur G1) en er geen breed scala aan ontwerp mogelijkheden is. Het doorlopen van de processtappen (zie figuur) zorgen voor de noodzakelijke convergentie van eisen, waarna hydraulische modellering en berekeningen effectiever kunnen worden uitgevoerd.

TIP: In de bijlage is een INTERMEZZO opgenomen met ervaring met ontwerpen van waterlopen in Noord en Midden Limburg



Een hydraulisch model is een flauwe afspiegeling van de werkelijkheid, vooral voor waterlopen met de ambitie natuurlijk



Figuur G2: Voorbeeld ontwerpschema (bron figuur: Waterschap Aa en Maas)

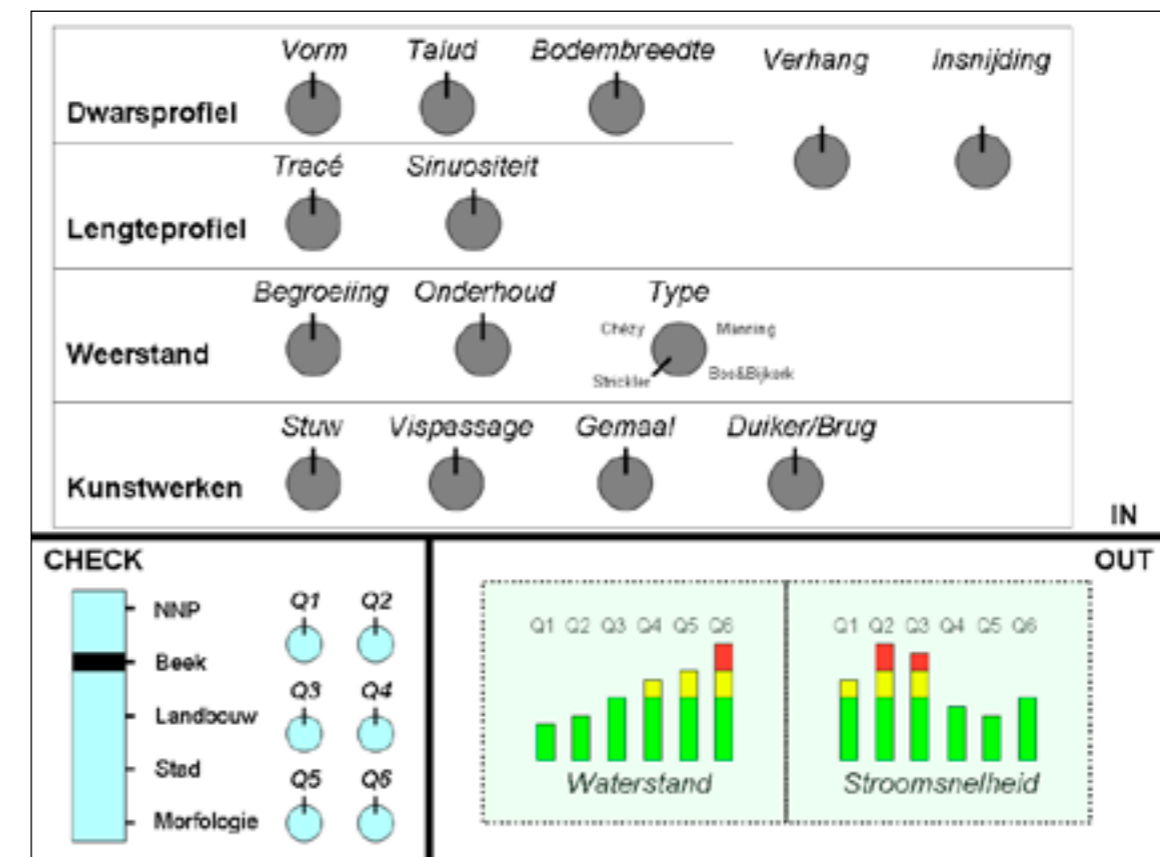
Ontwerpparameters

Hydraulisch modelleren is een iteratief proces waarbij (tussen)resultaten worden getoetst. Het iteratieve karakter volgt ook uit de ontwerpstappen in figuur G2.

Een groot aantal parameters spelen een rol bij het hydraulisch modelleren van waterlopen. En daarbij vertonen ze veel onderlinge afhankelijkheid. Weliswaar vraagt aanpassing van waterlopen het omgaan met een reeks van stuurfactoren, maar op detailniveau verschillen de parameters in ieder project. Zo zijn de afvoersituaties die als essentieel worden beschouwd, niet voor ieder project gelijk. Maar ook het wel of niet aanwezig zijn van bepaalde landgebruiksvormen kunnen aanleiding geven tot een verscheidenheid in parameters (wel of niet rekening houden met bepaalde waterpeilen, enz.).

Voorafgaand aan de modellering moet duidelijk zijn welke stuurfactoren worden veranderd en wat het verschil is tussen input parameters, toetsingsparameters en output (resultaat) parameters. Dit kan in beeld worden gebracht aan de hand van een mengpaneel (figuur G3).

Bij **IN** wordt het conceptueel ontwerp met tracé, dwarsprofielen, regelwerken in het model opgenomen en wordt bepaald welke “knoppen” gedurende het ontwerp zo nodig zullen worden veranderd. Het gaat om één of meer van de parameters zoals vorm, talud en bodembreedte van het dwarsprofiel en ligging en sinuositeit van het lengteprofiel. Het zal duidelijk zijn dat parameters zoals verhang en insnijding hierbij zowel op het dwars- als lengteprofiel invloed hebben.



Figuur G3: Het ‘mengpaneel’. Bij IN zijn de stuurfactoren en parameters aangegeven, waarvoor de ‘stand van de knop’ kan worden ingevoerd in het model op basis van het conceptueel ontwerp of die zal worden gevarieerd. Bij CHECK zijn de doelen opgenomen waaraan zal worden getoetst. Dit kunnen doelen (bijv. voor stroomsnelheid) zijn voor de beek (= beeklevensgemeenschap) maar ook voor de morfologie. OUT geeft de resultaten voor waterpeilen en stroomsnelheden en de mate waarin de doelen worden bereikt bij verschillende afvoersituaties.

Bij **CHECK** staan de toetsingsparameters. Dit zijn enerzijds de doelen die gekoppeld zijn aan gebruiksfuncties van de beek, maar ook van het omliggende gebied. Immers als gebruiksfunctie kunnen TOP-gebieden, Natte Natuurparel (NNP), landbouw maar uiteraard ook de beek zelf worden beschouwd. Per gebruiksfunctie worden verschillende eisen aan stroomsnelheid en waterstanden gesteld.

Voorafgaand aan een hydraulische modellering is het ook van belang te weten welke afvoersituaties worden beschouwd. In het voorbeeld in de figuur zijn dit Q1 t/m Q6 waarvoor berekeningen worden uitgevoerd en resultaten beschikbaar komen.

OUT geeft het resultaat van de hydraulische berekening weer in termen van waterstand (diepte en drooglegging) en stroomsnelheden. Dit wordt per afvoersituatie (Q1 t/m Q6) bekeken. Daarbij wordt getoetst of een toetswaarde wordt over- of onderschreden en een knelpunt aanwezig is. In het onderstaande voorbeeld (figuur G3) is de waterstand een probleem bij afvoersituatie Q6 en in de gevarenzone voor Q4 en Q5. De stroomsnelheid is juist voor de afvoersituaties Q2 en Q3 een knelpunt.

De resultaten van de hydrologische modellering kunnen voor verschillende scenario's worden doorgerekend. Figuur G4 geeft een voorbeeld hoe de hydrologische en ecologische toetsing in beeld zouden kunnen worden gebracht (toegepast op de Aa bij Heeswijk-Dinther).

criterium	AGOR	Autonoom (referentie)	Scenario 2	Scenario 3	Scenario 4	Scenario 5
Stroomsnelheid bij afvoer 14 dagen per jaar onderschreden	Voldoet niet	Voldoet niet	Voldoet	Voldoet	Voldoet	Identiek scenario 4
Stroomsnelheid bij gemiddelde zomerafvoer (juli en augustus)	Voldoet niet	Voldoet	Voldoet deels	Voldoet	Voldoet	Identiek scenario 4
Stroomsnelheid bij afvoer 50% van de tijd overschreden	Voldoet deels	Voldoet	Voldoet	Voldoet bijna	Voldoet bijna	Identiek scenario 4
T=10 golf geen inundatie op landbouwgrond	Voldoet niet	Voldoet bijna, wél verbetering	Voldoet niet	Voldoet niet	Verbeterd	Identiek scenario 4
GHG	Geen criterium	Geen criterium	Geen criterium	Geen criterium	Geen criterium	Geen criterium
GLG	Voldoet	Voldoet	Voldoet	Voldoet	Voldoet	Voldoet
GVG	Voldoet niet	Verbeterd, maar voldoet nog niet	Verbeterd, maar voldoet nog niet	Voldoet deels	Voldoet deels	Verbeterd maar voldoet nog niet
Beschikbaarheid kwelwater voor vegetatie*	Voldoet niet	Voldoet deels	Voldoet	Voldoet	Voldoet	Voldoet niet
Kweldruk*	Voldoet	Voldoet	Voldoet	Voldoet	Voldoet	Voldoet
Herkomst van kwel*	+	Referentie (NUL)	-	-	-	-

Figuur G4: Voorbeeld van een overzicht van de hydrologische en ecologische beoordeling per scenario van een ontwerp van een waterloop. Criteria met * zijn kwalitatief beoordeeld.

Voor waterlopen waar verandering van de bedding of zelfs meandering wordt beoogd, is een morfologische toetsing mogelijk. Het ontwerp kan namelijk er toe leiden dat de beek te veel en te snel gaat meanderen. Daardoor wordt mogelijk te veel land aangetast en kan dit nopen tot ingrijpen. Ook kan hierdoor (te) veel sedimenttransport optreden dat op een andere (wellicht niet gewenste) locatie zorgt voor aanzanding en aanslibbing. Een andere mogelijkheid is dat de beek niet doet wat wordt verwacht.

Bijvoorbeeld de gewenste meandering treedt juist niet op en het gewenste eindbeeld met meanders, ondieptes en steile oevers wordt nooit bereikt.

Met een morfologische toets wordt een beeld geschetst van de mogelijkheden en onmogelijkheden in het betreffende systeem. Dit gebeurt door het verschaffen van inzicht in de dynamiek van het systeem. In het (eind)ontwerp kan hiermee vervolgens rekening worden gehouden. Bijvoorbeeld door het toepassen van aan te brengen morfologische 'controllers' naast het slim gebruiken van natuurlijke vaste punten als klei- en leembanken, het eventueel beperken van de afvoer en het nemen van maatregelen om de sedimentlast te beperken.

De te verwachten dynamiek in het traject wordt onderzocht aan de hand van de volgende vragen:

- Wat zijn de te verwachten stroomsnelheden in relatie tot de gesteldheid van bedding en oevers?
- Waar valt erosie en sedimentatie te verwachten?
- Wat is de verwachte meandering van het systeem, ook in relatie tot omgevingsfactoren?
- In hoeverre zijn de gemaakte aannames voor meandering logisch?
- Wat zijn de morfologische gevolgen van het gekozen profiel?

De resultaten van de toetsing kan aanleiding zijn om de morfologie te beïnvloeden. Daarbij kan onderscheid worden gemaakt in de volgende typen aanpassingen en/of ingrepen:

1. Grootschalige hydraulische/hydrologische beïnvloeding.
2. Grootschalige profielaanpassingen.
3. Lokale profielaanpassingen.
4. Beïnvloeding van de vegetatie in de waterloop.
5. Aanbrengen van natuurlijke en kunstmatige elementen.
6. Beïnvloeding van de gesteldheid van bodem en oevers.

Het uiteindelijke doel van deze ingrepen is het verkrijgen van een zekere gewenste dynamiek waarbij de morfologische effecten toelaatbaar, dan wel gewenst zijn.

Hierna volgen praktische voorbeelden van aanpassingen en ingrepen.



Ad 1. Grootschalige hydraulische/hydrologische beïnvloeding:

- Betere waterhuishouding: minder waterverbruik/onttrekking vanuit het systeem, beter vasthouden van water in de bovenloop. Door een verbeterde waterhuishouding ontstaat een grotere 'baseflow' waardoor de lagere afvoeren toenemen en zo ook de dynamiek bij lagere afvoeren [[Instrument E watervoerendheid](#)]. Daarentegen kan bijvoorbeeld door vasthouden van water in de bovenloop de piekafvoer worden verminderd, waardoor de kans op te extreme morfologische effecten tijdens zeer hoge afvoer worden verminderd (als ook de overstromingskans).
- Groter verval bij lagere afvoeren door het verwijderen van stuwen of het toepassen van een minder stringent of meer flexibel stuwbeheer, waarbij grotere waterstandsfluctuaties worden toegelaten.
Bij flexibel stuwbeheer kan bijvoorbeeld worden gedacht aan het 'pulseren' van de afvoer in perioden die hiervoor geschikt zijn. Hierdoor neemt de stroomsnelheid tijdelijk toe en ontstaat er meer dynamiek in het systeem, maar ook kans op 'catastrophic drift' van beekfauna [[instrument E stroming](#)]. Overigens zullen er dan ook perioden zijn met lagere stroomsnelheden.



Foto G2: Een hoge, steile oever in een buitenbocht van een riviertje is het resultaat van erosieprocessen en biedt onderdak aan holenbroeders zoals de Oeverwaluw. Verhang, stroming, afvoerdynamiek maar ook de hoedanigheid van de bodem bepalen de mate waarin steile oevers ontstaan.

- Meer beschaduwing [[instrument E; beekbegeleidende begroeiing](#)]: hierdoor ontstaat er in droge tijden minder verdamping en wordt de baseflow vergroot.

- Beïnvloeding interactie met het grondwater: minder inzijging vanuit de beek in inzijgingsgebieden (de afvoer in de beek blijft hierdoor op een hoger peil) en betere drainage naar de beek in afwateringsgebieden. Een en ander moet wel passen in duurzame gewenste grondwaterregiems.

Ad 2. Grootschalige profielaanpassingen:

- Grootschalige meandering: het vergroten van de [sinuositeit](#) levert meer variatie in het systeem en daarmee ook in lengte en dwarsrichting meer variatie in stroomsnelheid. Wél neemt de gemiddelde stroomsnelheid af als een gevolg van de grotere lengte. Het netto effect op de dynamiek zal echter doorgaans wel positief zijn.
- Micromeandering: hierbij geldt het bovenstaande maar wordt de meandering vooral gezocht door een kleinschalige slingering van het diepere profiel van de geul. Hierdoor ontstaat een afwisseling in binnen- en buitenbochten en ondiepe overgangen over korte afstanden.
- Verkleinen van het profiel: verondiepen en versmallen van de beek onderin het [dwarsprofiel](#). Hierdoor wordt de gemiddelde stroomsnelheid en daarmee ook de dynamiek vergroot. Als de geul ook grote hoeveelheden water moet kunnen vervoeren (normaliter moeten extreme afvoeren zonder waterstandsverhoging kunnen worden afgevoerd) moet het nieuwe smalle 'zomerbed' onderin het profiel worden gecompenseerd met een sterke verruiming aan de bovenzijde (bijvoorbeeld door een accoladeprofiel waarmee een soort winterbed wordt gerealiseerd).

Ad 3. Lokale profielaanpassingen:

- Ecologische lokale aanpassing: bijvoorbeeld realisatie van poelen, steile nauwe bosbeektrajecten, afgewisseld door wijdere open gedeelten, sterke stroomversnellingen ten behoeve van paaiplaatsen. Door lokale aanpassingen zullen stuwkrommen ontstaan (negatief of positief) die de bovenstroomse waterstanden over geruime lengte kunnen beïnvloeden. Ook kunnen morfologische veranderingen optreden die zowel naar benedenstrooms als naar bovenstrooms kunnen doorwerken;
- Morfologische lokale aanpassingen: bijvoorbeeld om lokale erosie of sedimentatie tegen te gaan of juist te bevorderen, compensatie van lokale effecten (zoals bij samenvloeiingen en vertakkingen).

Ad 4. Vegetatiebeïnvloeding:

- Een vegetatiedoel kan onderdeel zijn van beekontwikkeling [[instrument H](#)]. Daarbij wordt doorgaans niet een link gelegd met de morfologie. Vegetatie beïnvloedt de morfologie echter wel degelijk door verandering van de weerstand van de beekoevers en beekbodem, door de mate van cohesie van bodem en oevers, door verhoging van de sedimentinvang en door beïnvloeding van de uitwisseling van oppervlaktewater en grondwater in de bodem en oeverzone (hyporeïsche uitwisseling).



Ad 5. Aanbrengen van natuurlijke en kunstmatige elementen:

- Plaatsen van obstakels: palendammetjes, steendrempels, kribjes, dood hout (zorgvuldig geplaatst om extra dynamiek te realiseren, dan wel via natuurlijke sterfte van bomen langs de beek).
- In plaats van lokale obstakels kunnen er ook correctieve of beheersmatige elementen worden geplaatst in lengterichting van de beek, zoals: teenverdedigingen en/of oevervastleggingen en bodemfixatie door aanbrengen grover materiaal of een volledige bodemvastlegging, stuwen en regelwerken; veel van deze maatregelen zullen echter niet gewenst zijn vanuit een meer natuurlijke dynamiek van de beek tenzij deze onomstotelijk nodig zijn om bijvoorbeeld een beekbegrenzing te handhaven.

Ad 6. Beïnvloeding van de hoedanigheid van bodem en oevers:

- Afgraven cohesieve grondlagen: door op aangrenzende percelen de cohesieve bovengrond te verwijderen kan de beek gemakkelijker gaan meanderen mits de snelheden daar hoog genoeg voor zijn. Anderzijds kunnen cohesieve dekgronden, waar ze ontbreken, worden aangebracht om verplaatsingen van de beek in horizontale richting te beheersen of in elk geval te beperken;
- Bij aanleg van nieuwe beektracé's kan bewust worden gestreefd naar een bepaald type bodem- en oevergesteldheid door hier met het tracé rekening mee te houden. Vaak wordt wel een bepaald type grondgesteldheid nagestreefd, maar niet altijd wordt daarbij de morfologie (bijvoorbeeld mate van transporteerbaarheid en erodeerbaarheid) goed in meegenomen.

Enkele jaren na oplevering zien de meeste beekherstelprojecten er prachtig uit: de beek slingert door het landschap en het landschap heeft duidelijk meer variatie gekregen. Misschien is er zelfs een leuk voetgangersbrug aangelegd en staan er bankjes. Maar toegenomen natuurwaarden voor het landschap leiden niet altijd tot toegenomen natuurwaarde van de beek zelf. Er zijn minder zichtbare randvoorwaarden die het 'onderwater' succes van de herinrichting mede bepalen, bijvoorbeeld het dwarsprofiel en het verhang van de beek. De morfologie onder water wordt hierdoor bepaald; de diversiteit in stroming, vegetatie en substraten. Er is nog te weinig zicht op de ecologische ontwikkeling onder water.

Als voorbeeld voor deze problematiek kunnen we een prachtig traject in de Tungalroysebeek (midden-Limburg) gebruiken. Dit herstelde traject in de Tungalroysebeek (Raam-Wisbroek) ziet er landschappelijk prachtig uit. Het traject heeft wel veel problemen gekend met betrekking tot wateroverlast. Deze werd veroorzaakt door aanzanding van de beekbodem en het dichtgroeien van de beekloop met Kleine Egelskop. Tijdens een latere evaluatie kwam aan het licht dat er verschillen waren tussen de ontwerpprofielen en de profielen die daadwerkelijk in het veld zijn aangelegd. Een belangrijk knelpunt bleek het bodemverhang; aangelegd is 20 cm/km, terwijl met 30 cm/km in het ontwerp is gerekend. Hierdoor is er in de praktijk weinig stroomsnelheid en veel slibsedimentatie. Ondanks dat iedere 2 weken (!) werd gemaaid ontstonden er hoge peilen (bij gemiddelde tot zomerse afvoeren) en wateroverlast bij een agrariër.



Als korte termijn maatregel is gekozen voor verdiepen en plaatselijk verbreden van het zomerbed. Als lange termijn maatregel is Zwarte els aangeplant op de zuidoever.

Landschappelijk gezien, ligt er een prachtige meanderende beek met een strook natuur ernaast (winterbed). Echter, de resultaten met betrekking tot de 'waternatuur' vielen 5 jaar na herinrichting tegen. Alhoewel het aantal algemene soorten libellen verdubbelde en de typische vegetatie van de beek iets verbeterde, bleven meer kritische parameters achter. De soortensamenstelling van de macrofauna geeft aan dat nog steeds sprake is van een soortensamenstelling vergelijkbaar met een genormaliseerde beek. Het aantal kenmerkende beeksoorten is weinig veranderd door de herinrichting. Een gebrek aan stroomsnelheid (te ruim dwarsprofiel, te weinig bodemverhang) leidt ertoe dat de beekbodem monotoon is en weinig diversiteit kent. Het herstelde traject wordt hier in kaderrichtlijnwater-termen 5 jaar na herinrichting nog steeds beoordeeld met de 'ontoereikende ecologische toestand' voor macrofauna.

Zie voor meer ervaringen met ontwerpen van waterlopen in Noord en Midden Limburg Bijlage 6.





instrument H

instrument H: Beheer en onderhoud van waterlopen

Beheer en onderhoud van waterlopen

Terug naar aanpak op hoofdlijnen



Natuurlijke beken kunnen zichzelf onderhouden, half-natuurlijke beken en kunstmatige wateren niet.

Door herinrichting (hermeandering, natuurvriendelijke oever of verondieping) wordt een bepaalde uitgangssituatie gecreëerd en een ontwikkelingsproces op gang gebracht dat op termijn moet leiden tot het bereiken van de gestelde doelen voor de watergang en de directe omgeving. Maar daarna is het nog niet klaar. Na uitvoering is onderhoud in de meeste gevallen noodzakelijk om de doelen te benaderen. Het onderhoud wordt dan een essentiële factor in de ontwikkeling van de natuur in en langs de watergang. Goed nadenken over het onderhoud, al tijdens de planvorming, is dus essentieel.

De waterschappen hebben inmiddels 10-15 jaar ervaring met het inrichten en onderhouden van heringerichte waterlopen. Uit de opgedane ervaring blijkt dat het herinrichten van waterlopen gezien moet worden als een proces dat niet stopt na de uitvoering, maar doorloopt totdat zich een evenwichtige toestand heeft ontwikkeld.

Veel waterschappen staan aan het begin van een traject om de onderhoudsdienst beter te ondersteunen bij de ontwikkeling van de waterloop. Dit betekent enerzijds het opstellen van betere onderhoudsplannen, al tijdens het inrichtingsproces. Maar betekent vooral ook zorgen dat na uitvoering niet alleen de onderhoudsdienst, maar ook de betrokken ecoloog en hydroloog verantwoordelijk is en blijft voor de ontwikkeling van de waterloop.

Dit instrument is bedoeld als hulpmiddel voor diegenen die in de planvorming en uitvoering betrokken zijn bij het onderhoud: planvormers, onderhoudsmedewerkers, ecologisch en hydrologisch adviseurs, maar ook de projectleider.

Wat is beheer?

Onder beheer wordt verstaan: het planmatig uitvoeren van onderhoudsvormen, waarbij niet alleen wordt voldaan aan waterstaatkundige voorwaarden, maar ook aan de eisen die horen bij (deel)functies zoals recreatie en natuur en bij de lokale kenmerken van die watergang.

De meest essentiële middelen die het waterschap heeft om beheer en onderhoud uit te voeren zijn: peilbeheer, technisch onderhoud en handhaving. Onderhoud betreft o.a. maaien, herprofilen en baggeren (sedimentbeheer).

Veel waterschappen zijn momenteel bezig met integrale beheer- of onderhoudsplannen. Hierin wordt met zowel waterhuishoudkundige en ecologische doelen rekening gehouden, maar ook met de organisatie van het beheer.

Relatie ecologisch onderhoud en waterbeheer

Een waterloop die is heringericht (of anders gaat worden beheerd) heeft een nieuw ontwerpprofiel waarbij is rekening gehouden met 'ruimte voor vegetatie-ontwikkeling', dood hout (ruwheid in modelleringstermen) of met verandering van het profiel door erosie en sedimentatie. Een heringerichte waterloop zal zich qua peilen anders gaan gedragen, met name beken. Bij beekherstel is peilbeheer met stuwen vaak vervallen. In dat geval is vegetatiebeheer de enige mogelijkheid om te sturen in peilbeheer. Dit vraagt om inzicht in óf en wanneer hierop ingegrepen moet worden en in welke mate beschaduwning van de voedselrijke beek (en daarmee onderdrukking van de ontwikkeling van waterplanten) is te verkiezen. Daarnaast vraagt het een omslag in denken wanneer de waterbeheerder traditioneel gewend is om één of meerdere keren per jaar de waterloop 'schoon' te maken. Hydrologische en ecologische ondersteuning van de beheerder/buitendienst wordt daarmee erg belangrijk (zie verderop bij afstemming en communicatie).

Algemene uitgangspunten

Beheer en onderhoud van herstelde watersystemen is erop gericht om waterhuishoudkundige (aan- en afvoer) en ecologische functies te ondersteunen en te bevorderen.

Natuurlijke beken hebben gewoonlijk geen onderhoud nodig. Ze zijn goed in staat zichzelf in stand te houden. Bij half-natuurlijke en sterk veranderde beken en kreken (veelal in landbouwgebied) is niet altijd voldoende ruimte om processen als inundatie of meandering te laten plaatsvinden. Sturing op beheer en onderhoud blijft daarom noodzakelijk. Kunstmatige wateren (sloten en weteringen) zijn voor hun voortbestaan altijd afhankelijk van onderhoud.

Algemene uitgangspunten en randvoorwaarden die vaak gelden bij het onderhoud van een waterloop, zijn de volgende:

- Waterhuishoudkundig: de watervoerende functie (aan- en/of afvoer) blijft gehandhaafd:



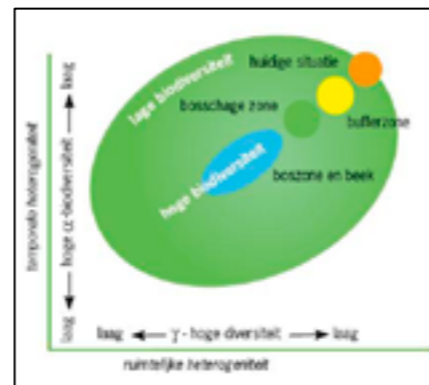
- Indien de waterloop in landbouw- of bebouwd gebied ligt, betekent dit dat de natuurdoelstellingen zijn afgestemd op mensgerichte activiteiten (veelal agrarisch of bewoning). Dit kan door te beschrijven bij welke afvoersituaties er een bepaalde drooglegging moet zijn of geen inundatie zal optreden (werknorm NBW⁵).
- Beheer en onderhoud is gericht op het behalen van de ecologische doelstellingen; bijvoorbeeld die van de doelen van het KRW-type of ecologische verbindingzone.
- Randvoorwaarden over de toegankelijkheid ten behoeve van onderhoud, ontsluiting (stuwen, verdeelwerken, lozingspunten) en eventueel recreatief medegebruik. Herinrichting maakt een bezinning mogelijk over toegankelijkheid: wat dient waar en voor wat toegankelijk te zijn en moet dat door een werkpad of obstakelvrije zone aan één of beide zijden of kan dat op andere wijze.
- Daarnaast gelden er vaak uitgangspunten vanuit afspraken met aangrenzende eigenaren, onderhoud van rasters en/of recreatieve voorzieningen.

Hieronder worden de uitgangspunten vanuit ecologisch oogpunt nader toegelicht.

Ecologische uitgangspunten

Voor elke waterloop zijn ecologische doelen opgesteld (KRW-typen). Meestal zijn deze in een visie of inrichtingsplan vertaald tot een streefbeeld (of gebruik de [inrichtingsbeelden](#) in deze handreiking als basis). Het beheer dient in het teken staan van ontwikkeling in de richting van het streefbeeld of het bereiken van dit streefbeeld. Hieronder wordt een aantal ecologische uitgangspunten genoemd die belangrijk zijn bij het beheer aanvullend op de top 10 aanbevelingen in [handreiking A](#).

- **Streefbeeld is sturend**
Vaak zijn meerdere doelen in het spel. Doelen kunnen betrekking hebben op ecologische doelen (KRW, natuurbeheertype, bepaalde doelsoorten), een landschapsbeeld, morfologische doelen, ontwateringseisen of een bepaald grond- en oppervlaktewaterregime. Deze doelen, die zijn bepaald of uitgewerkt in het herinrichtingsplan, zijn medebepalend voor welke vorm van onderhoud gekozen wordt (zie volgende paragraaf). Na de uitvoering van de herinrichting is het belangrijk dat het streefbeeld voor de onderhoudsdienst voldoende duidelijk is. Bij hun ligt de belangrijke taak om het realiseren van het streefbeeld te begeleiden en ongewenste ontwikkelingen te signaleren en eventueel bij te sturen.
- **Creëren van variatie**
Belangrijk uitgangspunt bij natuurontwikkeling is het streven naar variatie en geleidelijke overgangen (nat/droog, hoog/laag, zon/schaduw). Voor alle groepen fauna, en in zekere mate ook voor de flora, geldt dat er gestreefd wordt naar het doorbreken van eentonigheid. Kleinschalig afwisselend reliëf en structuurrijke begroeiing zijn de beste garantie voor een hogere biodiversiteit, zowel bij de inrichting als het vervolgbeheer van de waterloop.
Door gefaseerd onderhoud stimuleer je variatie en structuur in ruimte (breedte, lengte) en tijd. Dit betekent een consequent beheer met een



Bron: Verdonchot 2010

⁵ NBW: Nationaal Bestuursakkoord Water waarin vastgelegd is hoe vaak wateroverlast in de vorm van overstroming mag voorkomen

goede maaifrequentie en fasering door bij elke onderhoudsbeurt delen te laten staan. Dus werk niet netjes bij waterlopen met een ecologische doelstelling. Ook het laten liggen van dood hout draagt bij aan het verhogen van de variatie in de beek en op de oever.

- **Zo veel mogelijk spontane ontwikkeling**
Speel in op dynamiek. Hierdoor wordt een gevarieerde en gebiedseigen vegetatie gestimuleerd. Bij beken geldt dit ook voor morfologische processen (waar mogelijk toelaten van erosie en sedimentatie zoals oeverafkalving en vorming van zandbanken). Spontane ontwikkeling van houtopslag langs de waterloop heeft de voorkeur boven het (in rijen) aan planten van bomen en struiken. Stimuleer ontwikkeling van vegetatie zoveel mogelijk spontaan zonder inzaaien en aanplanten.
- **Toelaten van overstroming**
In het winterbed van beken en kreken waar overstroming toelaatbaar is, is overstromen langer dan enkele dagen van belang voor:
 - verspreiding van soorten (veel ongewervelden en zaden van planten worden meegevoerd met water);
 - het doen ontstaan van plekken met kale bodems waar weer kolonisatie door pioniersoorten mogelijk wordt;
 - het beïnvloeden van de vegetatie-ontwikkeling (op zeer voedselrijke gronden is langdurige overstroming namelijk de enige manier om een grote verandering in de vegetatie te bewerkstelligen; uiteraard naast verruiging en verbossing).

Overstroming kan gepaard gaan met erosie en sedimentatie van zand tot slib. In principe zijn deze processen langs midden- en benedenlopen en kreken juist gewenst. Weliswaar kan het slib rijk zijn aan voedingsstoffen. Maar zolang de oorzaken hiervan niet zijn weggenomen, is dit te beschouwen als een gegeven voor de betreffende waterloop.

- **Verschraling of voorkomen van verruiging (waar en voor zover dat zinnig is)**
Verwijderen van maaisel of bagger is nodig:
 - Om verruiging te voorkomen op schrale of te verschralen bodem. Op rijkere (klei)gronden kan het afvoeren van maaisel een belangrijk middel zijn. Niet om te verschralen, maar om tegen te gaan dat de onderliggende vegetatie zal verstikken en verruigd met ongewenste ruigtekruiden als brandnetel, akkerdistel of ridderzuring.
 - Op plaatsen waar meer bijzondere (bloemrijke) vegetaties aanwezig zijn of kunnen worden ontwikkeld. Bij botanische doelstellingen is maaien en afvoeren eigenlijk de enige wijze om hoge waarden te krijgen, mits de bodem niet te voedselrijk of fosfaatverzadigd is en de bodem niet langdurig inundeert met overmatig voedselrijk water.
- **Fauna- of florabeheer**
Onderhoud wordt zoveel mogelijk ingestoken op beheer van het watersysteem. Toch kunnen bepaalde soorten specifieke aandacht vragen. De eisen van flora en fauna zijn niet altijd hetzelfde, waardoor soms echt gekozen moet worden. Het kan nodig zijn om onderscheid te maken tussen structuurvariatie gericht op faunabeheer (dus delen laten staan) en floristisch beheer dat meer gericht is op verschralen en soms gebaat is bij wat vaker maaien en afvoeren. In het inrichtingsplan kan deze keuze worden vastgelegd, waardoor tijdens het onderhoud duidelijk is welk doel voorrang heeft. Aanvullend kan het zijn dat er vanuit de Flora- en Faunawet specifiek randvoorwaarden voor bepaalde beschermde soorten zijn.



Verder geldt dat bestrijdingsmiddelen zeer natuuronvriendelijk zijn en in principe niet moeten worden toegepast.

TIP. Bij ontbreken van *zaadbronnen* is te overwegen om maaisel te verspreiden uit geschikt gebied; bij voorkeur uit hetzelfde stroomgebied.

- **Uitbreiding ecologisch beheer naar nabijgelegen niet ingerichte trajecten**
Ecologisch goed ontwikkelde trajecten van waterlopen hebben een uitstralingseffect van waaruit de gewenste soorten zich kunnen verspreiden (Würzel e.a., 2008). Heringerichte trajecten met een juist beheer en een voldoende lange ontwikkeling kunnen dit uitstralingseffect ook vertonen. In waterlopen waar zulke soortenrijke trajecten aanwezig zijn, heeft het veel meerwaarde om ook in de niet-ingerichte delen het nieuwe ecologische beheer toe te passen.



Intermezzo: Effecten van extensivering van het onderhoud in de Lage Raam (Waterschap Aa en Maas)

De Lage Raam is een traag stromende beek, die het stroomgebied aan de oostzijde van de Peelhorst afwatert richting Maas. De beek stroomt afwisselend door agrarisch en natuurgebied.

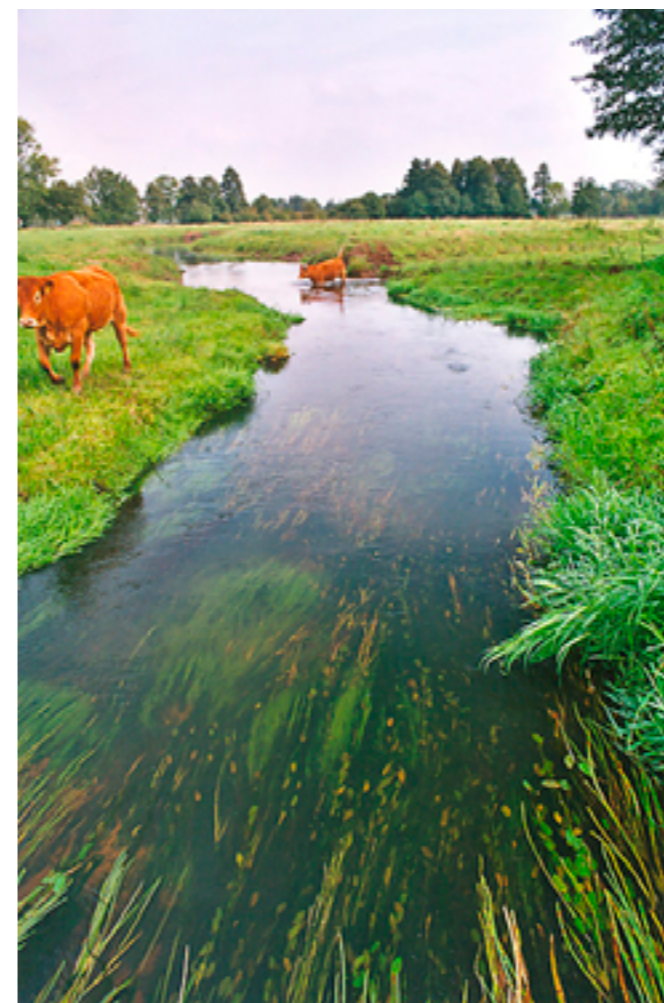
Sinds 1997 wordt is het onderhoud geëxtensiveerd op de sterk overgedimensioneerde Raam. Tot 2004 werd nagenoeg geen onderhoud gepleegd. Vanaf 2005 wordt jaarlijks een kort deeltraject (1 van de 13 km) onderhouden. In 1996 zijn pleksgewijs een aantal oevertrajecten van de beek verflauwd en is in het achterland natuur ontwikkeld. In 2008 zijn de effecten van dit jarenlange zeer extensieve onderhoud onderzocht.

De maatregelen leiden tot bredere oeverbegroeiingen en meer watervegetatie. Hierdoor is de vegetatie volgens de KRW-maatlat in een 'goede' ecologische toestand, terwijl deze voorheen in een 'matige' ecologische toestand was. De oevervegetatie is overigens vrij uniform (riet en liesgras). De toename van vegetatie leidt tot hogere aantallen libellen en vissen. Het zijn echter de soorten van stilstaand water die toenemen, niet de stroominnende, die typisch zijn voor beken. Doordat die soorten niet profiteren draagt dit niet bij aan het bereiken van de KRW-doelen. Bij de macrofauna is er een licht positieve trend, maar ook hier onvoldoende om de doelen te halen. Voor het halen van de faunadoelen van de KRW vraagt het verminderen van trofie en belasting en/of het verhogen van de stroomsnelheid (vooral op momenten met lage afvoer) aandacht. Erosie en sedimentatie komen in de Raam weinig voor. De bodem bestaat voor een groot gedeelte uit slib. Over de gehele breedte vindt afzetting van slib plaats, met plaatselijk slibophoping in de helofytengordels. Qua morfologie is er nog te weinig structuur en bestaat het substraat uit te veel slib terwijl zandig gewenst is.

Aanvullende (inrichtings)maatregelen lijken hiervoor de enige optie en ook het stuwbeheer moet waarschijnlijk worden bijgesteld (behouden van doorstroming).

De afvoercapaciteit van de Raam is bij de huidige vegetatieontwikkeling overal groot genoeg om opstuwung te voorkomen. Op het benedenstroomse deel is dit ook bij maximale vegetatie-ontwikkeling het geval; op het bovenstroomse deel kon dit door gebrek aan gegevens niet worden beoordeeld.

De toename van vegetatie leidt dus niet tot onbeheersbare situaties en deze worden ook niet verwacht. Wel is de plaatselijke sterke vegetatie-ontwikkeling met riet over de volledige breedte van de watergang reden geweest om in 2005 het beheer te hervatten. Daarnaast is in 2012 voor het eerst een volledige stroombaan in de beek uitgemaaid. Dit omdat de waterbeheersing in gevaar zou kunnen komen. Het beheer is echter veel extensiever dan vroeger.



Begrazing van het winterbed en een rijke ontwikkeling aan waterplanten in 't Ham Groote Molenbeek

Sturing door onderhoud

Een ecologisch streefbeeld bestaat vaak uit een aantal vegetatietypen en gewenste doelsoorten/levensgemeenschap. Het streefbeeld bepaalt welke vorm van onderhoud het meest in aanmerking komt. De gewenste vegetatietypen in combinatie met bepaalde eisen van doelsoorten bepalen de keuze voor een onderhoudsvorm.

Bedenk dat onderhoud positieve en negatieve effecten kan hebben op vegetatie, fauna en de (water)bodem. Onderhoud is noodzakelijk om halfnatuurlijke vegetaties (bijvoorbeeld grasland) in stand te houden. De onderhoudsvorm bepaalt welke vegetatie (bos, ruigte of grasland) zich ontwikkelt en daarmee ook welke fauna. Onderhoudsmaatregelen hebben direct effect op de vegetatie of fauna, doordat zij worden verwijderd of beschadigd. Indirect betekent onderhoud het verwijderen of het verstoren van leefgebied (bijvoorbeeld planten, zandbanken). Het effect van maaien en schonen wordt niet alleen bepaald door het 'knippen' en afvoeren van de vegetatie, maar ook door bijkomende effecten als rijschade en verdichting. De onderhoudsmethode is ook bepalend, met name voor schade aan fauna (klepelen sterft voor veel sterfte onder insecten).

Wat er met het vrijkomend materiaal gebeurt (maaisel of bagger) heeft ook veel effect. Op de oever zorgt achterblijvend maaisel voor verrijking.



Indien maaisel en slootvuil in stilstaand of langzaam stromend water achterblijft, zal het gaan rotten. Dat kost zuurstof en kan leiden tot zuurstofloosheid. Dus maaisel moet zo snel mogelijk uit het water ook als het met de maaiboot afgemaaide waterplanten betreft.

Uitgangspunt is dat het maaisel wordt afgevoerd of wordt gedeponerd op een lokatie waar het geen kwaad kan. Zo kan er ook voor gekozen worden om het maaisel op het onderhoudspad te leggen (indien dit geen botanische functie heeft), of in overhoeken die mogen verruigen.

Op hoofdlijnen zijn er zes onderhoudsvormen (of combinaties daarvan) mogelijk in en langs een waterloop: maaien, begrazen, beheer van bomen en bos, niets-doen, sedimentbeheer (waaronder baggeren en schonen) en bestrijden van ongewenste soorten.

MAAIEN

Maaien is het afknippen van de begroeiing. Dit kan zowel water- als landvegetatie zijn. Maaien is één van de meest voorkomende onderhoudsvormen in en langs het water. Op het land is maaien een belangrijke manier om kruidachtige vegetaties (graslanden en ruigten) te onderhouden. Overigens is de manier waarop er wordt gemaaid (keuze materieel, uitvoering, tijdstip, fasering) cruciaal voor de kwaliteit van de uiteindelijke vegetatie.

Het voordeel van maaibeheer op het land is dat het goed stuurbaar is. Daarnaast is het tijdstip van maaien zodanig te kiezen, dat óf de afvoer van nutriënten maximaal is óf dat de dominantie van bepaalde grassen wordt doorbroken óf dat het overleven van bepaalde diersoorten wordt vergroot. De maaifrequentie hangt dus niet alleen af van de hoeveelheid biomassa en de botanische doelstellingen. Als voorbeeld: vegetaties met witbol kunnen 'doorbroken' worden door vóór de zaadzetting al te maaien' (eind mei). Laat maaien (na juli) is goed voor de fauna, maar kan botanische ontwikkeling verhinderen. Het moment van maaien is dus cruciaal.⁶

Maaien resulteert in een qua structuur nogal eenvormige vegetatie. Na elke maaibeurt moet de vegetatie opnieuw opgroeien vanaf bodemniveau. Meestal bestaat de begroeiing volledig uit grassen (en bij afgestemd maaibeheer op termijn ook kruidachtige planten) waarvan veel soorten tot vergelijkbare hoogte uitgroeien. Meer variatie kan worden bereikt door fasering en/of een combinatie met nabeweiden.

⁶ Gedragscodes voor de flora- en faunawet spelen hier niet altijd goed op in.



Links: Onderhoud is bepalend in hoeverre een ecologische ontwikkeling optreedt in de waterloop. Foto rechts: als het onderhoud intensief is, zijn er weinig overlevingskansen voor plant en dier.

Dit ligt bij watervegetatie anders. Maaien vindt nagenoeg altijd vanwege waterhuishoudkundige redenen plaats; om dichtgroeien te voorkomen. Watervegetaties zijn over het algemeen kwetsbaarder voor maaien dan landvegetaties. Bij vaker dan 1 keer maaien in het water heeft dit bijna altijd een negatief effect op de vegetatie. Sommige waterplanten komen zelfs al niet meer voor bij 1 keer per jaar maaien (waterranonkels zijn bijvoorbeeld erg gevoelig; Bruinsma, 2011). Anderzijds kan niet of te laat maaien in voedselrijke beken leiden tot dichtgroeien en daardoor tot sterfte van beekorganismen (zie voetnoot).

Het gebruik van een sleep- of veegmes⁷ voor onderhoud van watervegetatie en dat over de bodem wordt getrokken waarbij de waterplanten als het ware los worden 'geschoffeld', heeft als grootste nadeel de opwoeling van bodemmateriaal. Dat leidt tot vertroebeling, voedselverrijking en soms zelfs tot zuurstofgebrek, met vissterfte (en mogelijk macrofauna) als gevolg. Ook de samenstelling van waterplantenvegetaties worden hierdoor negatief beïnvloed (Bruinsma, 2011).

BEGRAZEN

Begrazen betreft het kort houden van vegetatie door de inzet van grazers als runderen, paarden en/of schapen. Net als maaien beoogd begrazen het behoud of ontwikkeling van (ruigere) graslanden. De effecten zijn echter anders als bij maaibeheer.

Begrazing kan een goede vorm van ecologische beheer zijn bij een voldoende groot oppervlak, maar is dat zeker niet altijd. Begrazing is selectief, waarbij bepaalde plantensoorten intensiever worden afgevreten en bepaalde terreindelen vaker worden bezocht. Vooral oevervegetaties met moerasplanten en rietvegetaties worden meestal opgeruimd. En door favoriete looproutes en rustplekken ontstaat bij beweiding al snel een structuurrijke begroeiing. Soorten die niet aantrekkelijk zijn voor de grazer worden minder of niet afgevreten. Bij extensieve begrazing is daardoor vrijwel altijd sprake van de vorming van ruigte en (doorn)struweel. Voor grazers smakelijke soorten en door hun groeiwijze gevoelige soorten verdwijnen of weten in slechts in lage dichtheden te overleven bij beweiding. Doorgaans is zo

⁷ Er zijn tegenwoordig goede alternatieven zoals een flexi-bodemmes.



een vegetatie weinig bloemrijk, omdat bloeiwijzen voedzaam zijn en dus graag worden afgevreten.

De tijdsduur van begrazing van begrazing heeft een sterk effect op de structuur en samenstelling van de vegetatie. Ook de keuze van beweidingvorm heeft verschillende effecten:

- Extensieve jaarrondbegrazing: begrazing als meest natuurlijke beheervorm (begrazingsdichtheden van ± 1 GVE per 3 hectare). Hiervoor zijn echter grote aaneengesloten begrazingseenheden nodig, percelen van enkele hectares komen hier niet voor in aanmerking.
- Kleinere begrazingseenheden komen in aanmerking voor seizoensbeweiding. Hiervan is het aanzienlijk lastiger te bepalen/sturen hoeveel dieren en welke perioden er begraasd moet worden.
- Een goede optie is ook nabeweiding. In de vroege zomer vindt dan een maaibeurt plaats en in de nazomer wordt nabeweid.
- Ook een goede optie is begrazen met een (schaaps)kudde. Een kudde kan gericht worden ingezet en gestuurd worden (het nadeel van begrazing valt daarmee deels weg).

Daarnaast wordt het effect ook bepaald door het type grazer: schapen hebben andere effecten dan runderen.



MAAIEN VERSUS BEGRAZEN (landvegetatie)

Met beide vormen van onderhoud worden bepaalde grasland- en ruigtevegetaties in stand gehouden. Beide vormen hebben elk hun eigen voor- en nadelen voor vegetatie, flora en fauna. Ook praktisch en landschappelijk gezien verschillen deze twee vormen van elkaar. Overigens is de manier waarop één van beide onderhoudsvormen wordt uitgevoerd (keuze materieel, in te zetten grazer, uitvoering, tijdstip, fasering) cruciaal voor de kwaliteit van de uiteindelijke vegetatie. Onderstaande tabel geeft puntsgewijs de verschillen weer tussen maaien en begrazen.

Maaien	Begrazen (extensief)
Voordelen	Voordelen
efficiënte verschaling	gevarieerde vegetatiestructuur
geen struweel- of ruigtevorming	minder contrasten in milieucondities
gunstig kiemmilieu voor kortlevende soorten	minder uitloging van de bodem
bloemrijkdom voorzomer	landschappelijk beeld grazers (belevingswaarde)
Nadelen	Nadelen
doden en afvoeren van dieren en zaden	struweel- en ruigtevorming
grote, plotselinge contrasten in milieucondities	selectieve begrazing
eenvormige vegetatiestructuur	vegrasping
grootschaligheid	veeziekten en besmettingsgevaar
mogelijke bodemverdichting (indien insporing door machines)	severeffect ontwormingsmiddelen (giftig)
Aandachtspunten	Aandachtspunten
maaielafvoer	permanent of periodiek
maaihoogte	ingerastert of rondtrekkend
zaadtransport door machines	zaadtransport
aantal maabeurten en maaijdstip	soort grazer
Mitigerende maatregelen	Mitigerende maatregelen
gegrast maaien	hoien en nabeweiding
aangepaste maaiapparatuur	

Bron: Beheerplan ecologische verbindingzones (Waterschap Aa en Maas).

BEHEER VAN BOMEN EN BOS

Begeleidende begroeiing en houtopslag moet passen binnen het streefbeeld voor de gehele waterloop. Doorgaans heeft de bovenloop een meer beboste omgeving dan de midden- en benedenloop. In polders kan juist ook gestreefd worden naar een open landschap zonder bomen (weidevogelgebieden).

Het toelaten van opslag van bomen of de aanwezigheid van dood hout in de waterloop zal niet overal toelaatbaar zijn vanwege veiligheid of het voorkomen van wateroverlast. Juist hier komt het aan op de bekwaamheid en bewustheid van de beheerder om goede keuzes te maken (zie ook handreiking A).

Bomen, met name in het talud van de oever, zijn vooral langs beken van groot belang voor beekorganismen vanwege beschaduwing, bladval, boomwortels als schuilplaats en voor dood hout in de beek. Bomen die omvallen, beschadigen de oever en dragen zo bij aan meandering.

Bomen dienen, ook na sterfte, zoveel mogelijk gespaard te blijven. En opslag van bomen in oevertaluds van beken levert de bomen van 'morgen'.

Bij niet-vrij afstromende beken, kreken in polders en bij waterlopen buiten natuurgebieden vraagt een ontwikkeling van oeverlanden met opslag of jong bos een zekere bijsturing door bosbeheer om een meer gevarieerd karakter te bereiken of om de ruwheid van het winterbed bij hoge afvoeren beperkt te houden. Bosbeheer is dus niet hetzelfde als niets doen.





Bomen in het talud geven de waterloop karakter en zijn ecologisch van groot belang. Het toelaten van opslag van bomen of de aanwezigheid van dood hout in de waterloop zal niet overal toelaatbaar zijn vanwege veiligheid of het voorkomen van wateroverlast. Juist hier komt het aan op de bekwaamheid en bewustheid van de beheerder om goede keuzes te maken.

TIP. Stem zo nodig af met de terrein- of bosbeheerder op nabijgelegen gronden. Hij heeft de gebiedspecifieke ervaring van bosontwikkeling.

NIETS DOEN-BEHEER

Bij niets doen gaat het om het volledig spontaan laten ontwikkelen van de vegetatie en de bodem in een bepaald gebied. Dit is een optie in grootschalige natuurgebieden, maar zeker ook in zeer natte of vaak overstromde zones of langs vrij afstromende beken en kreken met vloedbos.

Langs dergelijke waterlopen is het een optie waar wordt gestreefd naar moeras, verlandingsvegetaties of waar een al tamelijk natuurlijk bos of bosje aanwezig is. Het vormt hier een essentieel onderdeel van natuurlijke processen zoals erosie, sedimentatie en vegetatie-ontwikkeling.

OMGAAN MET SEDIMENT

Het omgaan met erosie en sedimentatie vraagt net als het beheer van bomen in oeverdialds goede keuzes maken door de beheerder (zie ook [handreiking A](#) en [morfologische toets](#)). Moet de door erosie beschadigde oever wel worden hersteld? Is het nodig om de geconstateerde sedimentatie te verwijderen? Is het beter om ergens een oever in te drukken of zand in te brengen?

Een belangrijk effect van baggeronderhoud en herprofilen kan namelijk zijn dat planten, dieren en leefgebieden worden aangetast en dat natuurlijke (morfologische) processen zoals oevererosie, sedimentatie en ontstaan van zandbankjes worden stil gelegd. Vooral na herinrichting zal erosie en verplaatsing van zand optreden. Zodra de beek begroeid raakt en er een nieuw evenwicht in zandtransport optreedt, nemen de processen af.

Een noodzaak tot ingrijpen in deze processen, kan zijn dat:

- veranderingen te langzaam gaan en indrukken van een oever of inbreng van zand (zandmotor) een impuls geeft aan morfologische processen;
- een afkalvende oever dichtbij andermans eigendom komt;
- een gevaarlijke situatie ontstaat, omdat bijvoorbeeld een brug of weg in dreigt te storten of een gevaarlijke onderhoudssituatie ontstaat;
- zandbanken aanleiding geven tot ongewenste opstuwing bovenstrooms;
- toegankelijkheid voor ingrijpen bij calamiteiten onmogelijk wordt.

De ongewenste erosie in bijvoorbeeld een gevaarlijk afkalvende buitenbocht wordt in eerste instantie gekeerd door vastleggen van de oever op een ecologisch verantwoorde wijze. Denk hierbij aan (in volgorde van wenselijkheid):

- boomstronken aanbrengen in de oever of vastketenen van hout;
- gebruik van doorgroeibare matten (kokosrollen);
- gebruik van stortstenen, bij voorkeur van elders (hergebruik).

TIP. Beter is het natuurlijk om vooraf bij of na herinrichting hierop te anticiperen en bomen aan te planten zoals zwarte els op kwetsbare geachte locaties.

Is er een noodzaak voor baggeren, dan gaat het om het verwijderen van opgehoopt slib of zand tot het gewenste niveau van de waterbodem over een nader te bepalen traject waar de minste ecologische en morfologische schade valt te verwachten. Baggeren gebeurt nagenoeg altijd vanuit waterhuishoudkundig oogpunt of vanwege het belang als vaarweg. Een aanwas van slib of zand kan namelijk de waterafvoer of –aanvoer belemmeren. Door baggeren wordt de waterloop weer op ‘legger’ afmetingen gebracht. Een andere reden om te baggeren in waterlopen kan zijn uit het oogpunt van waterkwaliteit; een dikke sliblaag heeft een negatief effect op de waterkwaliteit. In kunstmatige wateren (M-typen) is baggeren een noodzakelijke maatregel, omdat sloten en weteringen anders uiteindelijk verlanden en/of waterkwaliteitsproblemen krijgen door slibophoping.

In stromende wateren (R-typen) moet baggeren zoveel mogelijk worden vermeden. In waterlopen met een ecologische functie is het ontstaan van bodem en oeverstructuren door erosie en sedimentatie een essentieel onderdeel voor de ontwikkeling van een beek.

BESTRIJDING VAN ONGEWENSTE SOORTEN

Vooraf na herinrichting is er kans op vestiging van exoten of van soorten die ongewenst zijn uit ecologisch of maatschappelijk oogpunt. In het laatste geval denk aan akkerdistel, brandnetel en andere als onkruid beschouwde soorten. Bij natuurontwikkelingsprojecten wordt het onderhoud geëxtensiverd (ten opzichte van het gebruik voorheen). In de nieuwe situatie zullen grassen en kruiden in ieder geval hoger mogen groeien dan in de voormalige landbouwsituatie. Dit levert regelmatig de vrees voor ongecontroleerde onkruidontwikkeling en -verspreiding. Toch komen de meest bekende exoten en onkruiden (distel, brandnetel, ridderszuring, jacobskruiskruid) in de natuur slechts in enkele situaties of tijdelijk massaal voor. Het betreft planten- en diersoorten die vooral in verstoorde (pionier)situaties voorkomen. Meestal gaat het door de mens verstoorte situaties zoals: omgewelde grond, zeer voedselrijke plekken, plekken waar groenafval blijft liggen of plekken waar het grondwater onnatuurlijk fluctueert.

Bij de inrichting is het van belang hierop in te spelen door de ingreep beperkt te houden en zorgvuldig te graven (natuurtechnische uitvoering): de nieuwe bodem wordt zo min mogelijk



geroerd achtergelaten. Op plaatsen waar de bodem blijvend kan worden verschaald, zullen de voedselminnende onkruiden minder kans krijgen.

In het onderhoud is het mogelijk om de verspreiding van onkruiden in de eerste jaren na aanleg beperkt te houden door tijdig te maaien om bloei- en zaadvorming te voorkomen. Voor exoten in het water (planten en dieren) is dat lastiger en kan het toegepaste middel erger zijn dan de kwaal. In bepaalde gevallen is gerichte bestrijding mogelijk op basis van speciale protocollen, zoals de Interreg-protocollen voor grote watervlinder en parelvederkruid en het Werkprotocol Probos voor Japanse duizendknoop.

Afstemming en communicatie

Afstemming over beheer en onderhoud is van belang tijdens de voorbereiding van de herinrichting of wanneer er aanpassing nodig is van het beheer of onderhoud na evaluatie of bij wijziging van doelen.

Bij de voorbereiding van de herinrichting is bereikbaarheid en de eventueel nieuwe richtlijnen voor beheer en onderhoud reden om te komen tot afstemming met de medewerkers van beheer en onderhoud. Hydroloog, ecooloog en beheerder maken dan gezamenlijk keuzes en afspraken. In richtlijnen, protocol of onderhoudsplan worden deze vervolgens vastgelegd en waar nodig uitgewerkt. Denk hierbij aan:

- doelen met termijn en eventuele prioritering;
- hoe en wanneer handhaven van welke waterpeilen (breng ontwerppeilen en ingreeppeilen in beeld in bijvoorbeeld een peilenplan);
- onderhoud: waar wordt wat en hoe vaak en met welke omvang gedaan?
- omgaan met toegankelijkheid en ontsluiting;
- faunabeheer en omgang met beschermde soorten, exoten en ongewenste soorten;
- afstemming (hoe en wanneer; wat te doen bij calamiteiten).

Het volgen van de ontwikkeling van een waterloop in relatie tot beheer en onderhoud kan vergemakkelijkt worden met een methodiek die wordt ontwikkeld door Waterschap Peel en Maasvallei in samenwerking met Royal Haskoning.

Het Waterschap Peel en Maasvallei heeft de afgelopen 10-15 jaar gewerkt aan beekherstel binnen haar beheergebied. Inmiddels zijn tientallen kilometers beek natuurlijk ingericht. Uit monitoring blijkt dat de beekontwikkeling niet altijd voldoet aan het streefbeeld uit het Inrichtingsplan. Dit heeft onder andere de volgende oorzaken:

1. Het streefbeeld uit het inrichtingsplan is te hoog gegrepen. Tijdens het proces van herinrichting moeten vaak concessies worden gedaan aan het oorspronkelijke (ecologisch hoge) streefbeeld. Vaak wordt hierbij vergeten het streefbeeld naar een lager ecologisch niveau bij de stellen,
2. Het streefbeeld uit het inrichtingsplan is niet concreet uitgewerkt naar een landschapsbeeld. Hierdoor is het voor de buitendienst onvoldoende duidelijk hoe het streefbeeld op een lokaal beektraject moet worden geïnterpreteerd.

Het Waterschap heeft in 2012 in samenwerking met Royal Haskoning het raamwerk voor een **BeekOntwikkelPlan (BOP)** opgesteld om bovenstaande problemen in de toekomst te voorkomen.

Het BOP bestaat uit twee onderdelen: het achtergronddocument en het beeldenboek. Het doel van het achtergronddocument is om zo concreet mogelijk het eindbeeld van de heringerichte beek te beschrijven, zodat bijsturing (door onderhoud of op beleidsniveau) tijdig kan plaatsvinden. Daarnaast is het BOP een levend document waar alle relevante afspraken, ontwerp-aanpassingen en onderhoudsevaluaties in bijgehouden worden (= logboek).

Het beeldenboek is opgesteld om op basis van veldkenmerken een beeld te geven van de (on)gewenste ontwikkeling in en langs de beek. Het is een middel om de ontwikkeling van de beek te kunnen beoordelen. De veldkenmerken worden per beektraject afgeleid uit de doelen en in beeld gebracht voor de stuurfactoren die zijn te beïnvloeden met beheer en onderhoud: waterpeil, morfologie (oever en bedding) en vegetatie in water en op de oever. Het doel hierachter is, dat het beeldenboek een aanleiding vormt voor de buitendienst om (onduidelijke) situaties in het veld met de opstellers van het inrichtingsplan (o.a. ecooloog en hydroloog) te evalueren. Op deze manier wordt de beekontwikkeling op de juiste koers gehouden.



De buitendienst signaleert dat de Eckeltsebeek lokaal dicht groeit met Egelskop. Het streefbeeld van een stromende beek wordt niet gehaald.



Evaluatie buitendienst en opstellers van het inrichtingsplan over mogelijke oplossingen.



Onderhoud op maat: de 'proppen' met egelskop zijn lokaal uit de Eckeltsebeek verwijderd (en afgevoerd).



literatuur



Arcadis (2008). Ecologische maatlatten defaults MEP/GEP Maasstroomgebied, Van Praag via Vught naar Brussel. Project in opdracht van projectbureau KRW Maas.

Arcadis, Royal Haskoning & Deltares (2010). Evaluatie KRW-maatlatten en doelafleiding.

Bruinsma (2011). Waterplanten. In : Buskens et al. (red.). Dommel – stroming door tijd, natuur en landschap. Pictures publishers, Wijk en Aalburg.

Bureau Waardenburg (2009). Effecten van extensiever waterbeheer op ecologie en hydrologie; Een pilot in het stroomgebied van de Raam. Rapport in opdracht van Waterschap Aa en Maas, 's Hertogenbosch.

Buskens, R. & A. de Wilde (2001). Streefbeeld voor beken en krekens. Royal Haskoning in opdracht van waterschappen en provincie Noord-Brabant.

Coenen, D. (2011). Schr. Mededeling.

Dam, O. van, A.J. Osté, B. de Groot, M.A.M. van Dorst (2007). Handboek hydromorfologie - Monitoring en afleiding hydromorfologische parameters Kaderrichtlijn Water. RWS Waterdienst rapportnummer: WD 2007.006

Evers, N. en A. Schomaker (2009). Verdere ontwikkeling Expertsysteem Ecologische Effecten en evaluatie gebruik in de Ex ante evaluatie KRW. Rapport Royal Haskoning, 's Hertogenbosch.

Evers, N., F. Keukelaar en T. Schomaker (2009). Verbeteren datasets en afleiding ecologische rekenregels voor de KRW-Verkenner. Op basis van Regressieboom-analyse en Neuraal netwerk. Rapport Royal Haskoning, 's Hertogenbosch.

Jalink, M.H., J.C.J. de Hoog & M. Marcek (2005). Methodebeschrijving Quick scan natuur natuurparels – werkdocument. KWR 05.032, Nieuwegein

Knoben, R., N. Evers en J. Jansen (2008). Ontwikkeling en toepassing ecologisch expertsysteem voor regionale wateren. Achtergronddocument Ex ante evaluatie KRW. Rapport Royal Haskoning, 's Hertogenbosch.

Knoben, R., N. Evers, J. Jansen en W. Ligvoet (2008). Kunstmatig neuraal netwerk ingezet voor Ex ante evaluatie Kaderrichtlijn Water. H2O/16-2008 pag. 33-36.

Krekels, R., G. Peeters, T. Brouwer (2003). Handboek streefbeeld voor natuur en water in Limburg. Provincie Limburg, Maastricht.

KRW-factsheets (2009). Beschrijving van de doelen en maatregelen per waterlichaam.

Lenssen, R., J. B. Klutman, R. Nijboer & G. Boedeltje (2011). Veranderingen in macrofauna door schoner water in beken van Oost-Gelderland. De Levende Natuur.

Molen, D.T. van der & R. Pot (2007). Referenties en maatlatten voor natuurlijke watertypen voor de Kaderrichtlijn water. Rapport 2007-32 STOWA, Utrecht.

Planbureau voor de Leefomgeving (2008) Kwaliteit voor later. Ex ante evaluatie Kaderrichtlijn Water.

Molen, P.C. van der, G.J. Baaijens, A. Grootjans & A.J.M. Jansen (2010). LESA – landschapsecologische systeemanalyse. www.natura2000.nl/files/werkkader-lesa-15112010-horizontaal.pdf

Moller Pillot, H.K.M. (1999). 10 jaar onderzoek in de Roodloop, een bovenloopje van de Reusel in Noord-Brabant. Brabants landschap, Haaren.

Runhaar, H., P. Verdonchot & R. Groenendijk (2011). Leefgebiedsplan beekdalen. KWR, Nieuwegein i.o.v. Provincie Noord-Brabant, 's Hertogenbosch.

STARO (2010). Fauna is niet te missen... Analyse impact van huidige maaimethoden op fauna langs watergangen. Rapport Staro nr 10-0140 i.o.v. Waterschap Aa en Maas, 's Hertogenbosch.

Stortelder, A. (2011). Beken en beekdalen in Nederland. Deskundigenteam OBN beekdallandschap. Alterra, Wageningen.

STOWA (2007). Omschrijving MEP en maatlatten voor sloten en kanalen voor de Kaderrichtlijn Water.

STOWA (2007). Referenties en maatlatten voor natuurlijke watertypen voor de Kaderrichtlijn Water.

Tolkamp, H.H. (1980). Organism-substrate relationships in lowland streams. Proefschrift, Wageningen.

Verdonchot et al. (1995). Beken stromen – leidraad voor ecologisch beekherstel. Rapport STOWA, Utrecht.

Verdonchot (2010). Het brede beekdal als klimaatbestendige buffer in de veranderende leefomgeving; flexibele toepassing van het 5B-concept. Alterra, Wageningen.

Waterschap Aa en Maas (2011). Beleidsnota beekherstel. Waterschap Aa en Maas, 's Hertogenbosch.

Waterschap Aa en Maas (2011). Beheerplan Ecologische verbindingzones. Waterschap Aa en Maas, 's Hertogenbosch.

Wurzel, A., U. Borchers, M. Drews & P. Weinberger (red.) (2008). Kompensation von Strukturdefiziten in Fließgewässern durch Strahlwirkung. Heft 81 - Deutscher Rat für Landespflege, Meckenheim.





bijlagen



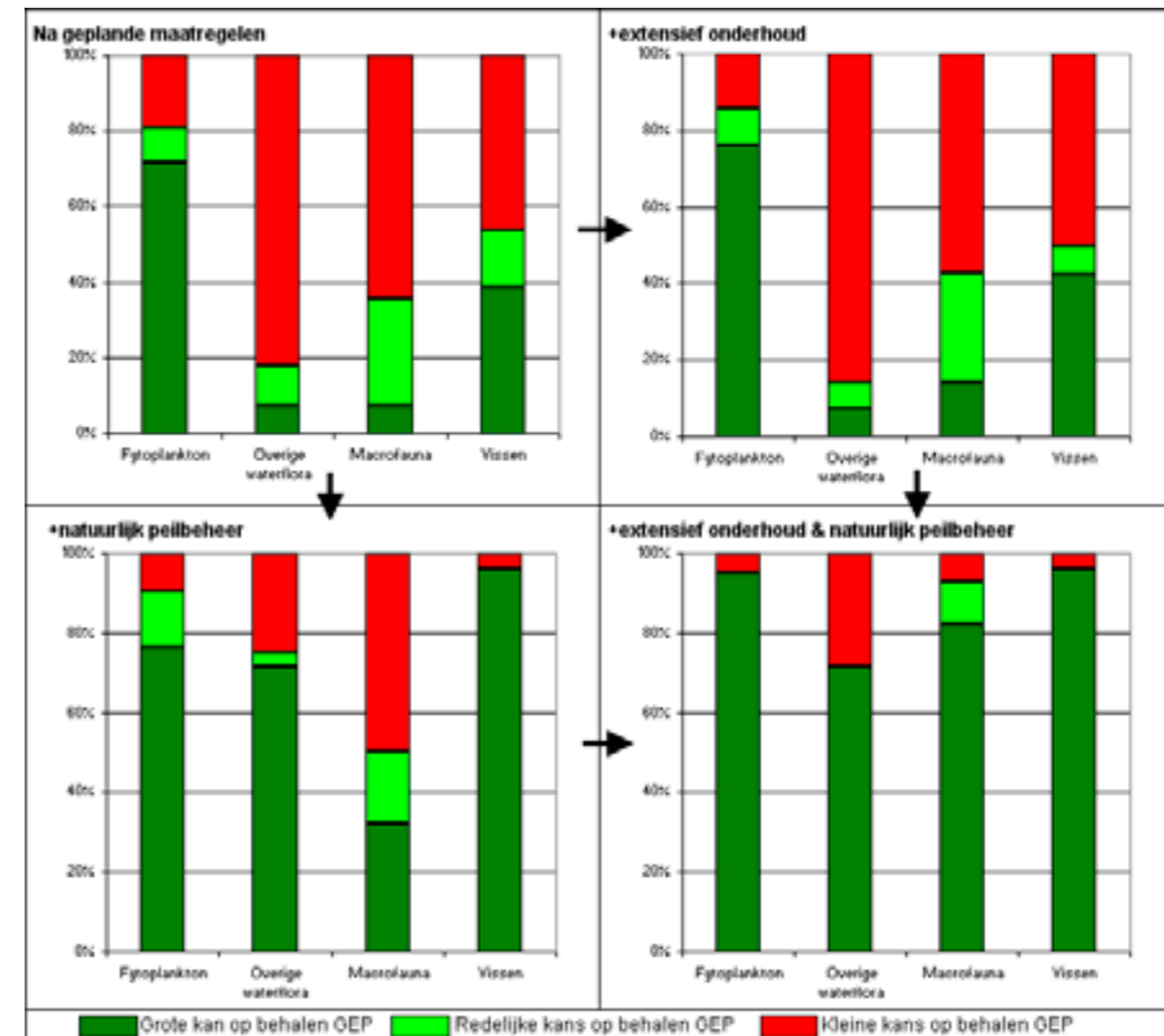
BIJLAGE 01: Leerervaringen verwachtingenanalyse bij Waterschap Rivierenland

Onderstaand zijn puntsgewijs de belangrijkste leerervaringen benoemd uit de analyses bij Waterschap Rivierenland en in mindere mate bij de nog lopende projecten bij andere waterschappen:

- Omdat het EEE2 werkt met een beperkt aantal parameters (stuurvariabelen) is relatief snel voor alle stuurvariabelen een waarde af te leiden.
- Het kost wel wat tijd om alle benodigde gegevens voor de stuurvariabelen boven tafel te krijgen binnen het waterschap. In de eerste plaats omdat de benodigde data verdeeld zijn over meerdere afdelingen, datasystemen en personen. Daarnaast is niet alles kwantitatief vastgelegd waardoor gebiedskenners geraadpleegd moesten worden, met name bij het onderhoud en peilbeheer. Tot slot maakt de heterogeniteit van de waterlichamen het lastig om concrete waarden vast te stellen.
- Als huidige situatie (volgens monitoring) zijn in eerste instantie de EKR's gebruikt zoals deze zijn opgenomen in het KRW-portaal. Deze gegevens vertegenwoordigen de ecologische toestand t/m 2008. De monitoring was toen echter vaak nog niet conform KRW of er was nog helemaal geen bemonstering beschikbaar van het betreffende kwaliteitselement (vooral bij vis). Daarom is besloten om voor alle waterlichamen nieuwe EKR's te bepalen met de meest recente bemonsteringsdata (2009-2010).
- Het EEE2 berekent gemiddeld een iets lagere ecologische kwaliteit dan uit de monitoring naar voren komt (behalve bij fytoplankton). De belangrijkste oorzaken hebben met de aansluiting van de monitoring op de maatlatten te maken. Dit probleem is deels aan de monitoring te wijten (de mooiste plekjes worden opgezocht), maar de gevoeligheid van veel maatlatten voor monitoringsinspanning is ook voor verbetering vatbaar. Op dit moment lopen hier al projecten voor naar aanleiding van de uitgevoerde evaluatie (Arcadis e.a., 2010). Duidelijk is dat de meeste oorzaken aanleiding geven tot een hogere EKR. Dit verklaart dus de gemiddelde afwijking naar beneden zoals berekend met het EEE2.
- De uitkomsten uit het EEE2 zijn uiteraard ook niet geheel zeker. Op de eerste plaats is elk model een versimpelde weergave van de werkelijkheid. Zo zijn waterlichamen op basis van het watertype geclusterd opgenomen in deze rekentool, terwijl elk waterlichaam feitelijk uniek is met gebiedspecifieke eigenschappen. Daarnaast is het netwerk getraind met data waarvan een deel gebaseerd kan zijn op onzekerheden. Zeker bij overige waterflora en vis was tijdens de ontwikkeling nog weinig goede data voorhanden. Ook het vaststellen van waarden voor de stuurvariabelen kan leiden tot verschillen. Voor individuele waterlichamen kan dit alles leiden tot een (beperkte) afwijking ten opzichte van de realiteit. Tijdens verschillende validatieacties is wel gebleken dat de trainingset goed is opgebouwd en het EEE2 goed werkt op een groep van waterlichamen (Knoben et al., 2008; Evers et al., 2009).
- Voor de waterlichamen van Rivierenland voorspelt EEE2 dat de verbetering van de ecologische kwaliteit na maatregelen niet voldoende is om in 2027 op grote schaal te voldoen aan de gestelde doelen (afbeelding B1.1, linksboven).
- Tot op heden zijn een natuurlijker peilbeheer en extensiever onderhoud niet of nauwelijks meegenomen in de maatregelen. Omdat hier grote effecten van te verwachten zijn en omdat het waterschap hierin zelf kan sturen, zijn deze parameters in drie scenario's doorgerekend (afbeelding B1.1). De combinatie van een natuurlijk peilbeheer met extensief onderhoud kan het doelbereik tot gemiddeld ca. 90% verhogen. Bij de overige waterflora blijkt het nog overgebleven doelgat door de onnatuurlijke oeverinrichting van sloten te komen.

Wanneer de aanleg van natuurvriendelijke oevers voor 100% wordt ingezet dan stijgt het doelbereik ook hier tot boven 90%.

Alleen op locaties met zeer hoge nutriëntenconcentraties zijn de doelen dan nog niet haalbaar. Het gaat dan vooral om waterlichamen op veen (fosfaat en stikstof) en op zand (stikstof).



Afbeelding B1.1: Doelbereik na maatregelen in de 28 waterlichamen exclusief de beken met aanvullende scenario's (Grote kans=hoger dan 0.05 EKR boven het GEP, Redelijke kans = tussen 0.05 EKR boven en onder het GEP en Kleine kans = lager dan 0.05 EKR onder het GEP)

BIJLAGE 02: Hydromorfologische doelen en stuurfactoren

thema	hydr				morf				beheer		hydr		morf			
	Naam	KRW-type	ambitie	situering, positie	Waterdiepte (bij gem. peil; ook bij default?)	minimum waterdiepte in geulen	Stroomsnelheid (in hoofdgeul)	Verhang (beddingbodem)	Breedte bij gem. peil (ook bij default?)	Bodem Breedte	Tracévorm/sinusiteit lengte beek/dal	Vegetatie in waterloop	% opgaande begeleiding begroeiing (default: beschaduwing)	Oppervlaktewater (w=winterpeil, z=zomerpeil)	Peilverval (jaarlijkse)	Dominante voeding (r=river; k=kwel; n=neerslag, o=oppervlaktewater)
Naam	eenheid				m	m	m/sec	m/km	m	m	g	%				% oever
Temporaire bovenloop(je)	R3	sterk veranderd	bovenloop	B&K	<0,4		0-0,4	<1	1-5	1-3	>1,2	<10	>25			
Temporaire bovenloop(je)	R3	natuurlijk	bovenloop	DRj; B&K								>50				
Zure bovenloop	R11	sterk veranderd	boven-loop	B&K				<1				*				
Zure boven-loop	R11	natuurlijk	bovenloop	VRb,VRj, B&K	0,1-0,4		0,1-0,5	<0,3	1-3	1-3	1-1,2	<20	<50			
Zwakzure middenloop	R12	sterk veranderd	middenloop	B&K					<1	5-10		*				
Zwakzure middenloop	R12	natuurlijk	middenloop	B&K	0,2-0,7		0,1-0,5	<1	3-8	2-5	>1,2	<40	>10			
Snelstromende bovenloop op zand	R13	sterk veranderd	bovenloop	B&K					>1			*	>25			
Snelstromende bovenloop op zand	R13	natuurlijk	bovenloop	Oa,Zd,TR b, B&K	0,2-0,7		0,3-0,7	1-4	1-5	2-5	>1,2	<40	>50			
Snelstromende middenloop op zand	R14	sterk veranderd	benedenloop	Od	0,3-0,8		0,5-1		4,6-8							
Snelstromende middenloop op zand	R14	natuurlijk	beneden-loop	TRi, TRm	0,2-0,7		> 0,5	> 1	8-25							
snelstromend riviertje	R15	natuurlijk	riivertje	TRr	0,3-1,2		0,1-0,8		10-30			<40				
langzaam stromende bovenloop	R4	default landbouw	bovenloop	Gd	0,3-0,6		0,1-0,7						10-50			
langzaam stromende bovenloop	R4	GEP verweven	bovenloop						0-3	> 1,25						
langzaam stromende bovenloop	R4	default natuur	bovenloop	LSb, LSj	0,1-0,75		0,1-0,6		1-3			< 40	50-90			
langzaam stromende bovenloop	R4	natuurlijk	bovenloop	LRb,LRj,TRj, B&K	0,02-0,75		0,03-0,4	<1	1-5	1-3	>1,2	<20	>50			
langzaam stromende middenloop	R5	default bebouwd	middenloop		>0,2-0,7											
langzaam stromende middenloop	R5	default landbouw	middenloop		>0,2-0,7		0,05-1,0									
langzaam stromende middenloop	R5	GEP verweven	middenloop		0,15-0,7				3-8	> 1,25						
langzaam stromende middenloop	R5	default natuur	middenloop	LSm, B&K	0,2-0,7		0,10-0,5		2-5	>1,2		<60	>10			
langzaam stromende middenloop	R5	natuurlijk	middenloop	LRm, B&K	0,08-0,81		0,10-0,4	<1	3-8	2-5	>1,5	<40	75-100			
langzaam stromend riviertje	R6	GEP verweven	middenloop		0,2-0,7				8-25	>1,5						
langzaam stromend riviertje	R6	default natuur	benedenloop	B&K			0,1-1,5	<1				*	>10			
langzaam stromend riviertje	R6	natuurlijk	benedenloop	LRI, B&K	0,25-0,6		0,2-0,5	0,4 (<1)	8-25	10-30	>1,5	< 40	60-80			
moeraslandbeek	R12	sterk veranderd	midden-/benedenloop	B&K	>0,3		>0,5	<1	1-15	1-1,5	>40	5-50				
traag-stromende beek	R11,12	sterk veranderd	midden-/benedenloop	B&K	>0,3		<0,2	<0,3	>1	1,1-1,5	*					
gebufferde sloot	M1	kunstmatig	midden-/benedenloop	Ge, Gf, B&K	< 3				< 8				wz			
beek-graaf	R5, M1	laag	midden-/benedenloop	B&K	>0,2		<0,3	<1	>3	>1,5	1-1,2	<50	>10			
regionaal kanaal	M3	kunstmatig			< 3				8 - 15				wz			
Getijden-kreek	R8	goed (sterk veranderd)		B&K	>1,0	>0,5	>0,5		>5			>25%	wz	0,3-1,0	r	>50
Getijden-kreek	R8	zeer goed		B&K	>1,5	>1,0	>1,0		>10	>1,2		>50%	w>z	0,75-1,5	r	>75
Verlaten kreek	M14/Rt	goed (sterk verande)	zoet	B&K	>1,0	>0,5	<0,3		>5			>10%	w>z		kno	>50
Verlaten kreek	M14/Rt	zeer goed	zoet	B&K	>1,5	>1,0	<0,15		>10	>1,1		>25%	w>z	0,4-0,6	kn	>75
Verlaten kreek	M30	goed (sterk verande)	brak	B&K	>1,0	>0,5	<0,3		>5			<25%	w>z		kn	>50
Verlaten kreek	M30	zeer goed	brak	B&K	>1,5	>1,0	<0,15		>10	>1,1		<5%	w>z	0,4-0,6	kn	>75
Boezem-kreek	M14	goed (sterk verande)	zoet	B&K	>0,5	>0,3	<0,3		>10			>10%	w>z		rkno	>25
Boezem-kreek	M14	zeer goed	zoet	B&K	>1,0	>0,5	<0,15		>20	>1,1		>25%	w>>z	0,5-2,5	kno	>50
Polder-kreek	M14	goed (sterk verande)	zoet	B&K	>0,5	>0,3	<0,3		>5			>10%	nvt		rkno	>10
Polder-kreek	M14	zeer goed	zoet	B&K	>1,0	>0,5	<0,15		>10	>1,1		>25%	wz	0,3-1	rkno	>25
Polder-kreek	M30	goed (sterk verande)	brak	B&K	>0,5	>0,3	<0,3		>5			<25%	nvt		kn	>10
Polder-kreek	M30	zeer goed	brak	B&K	>1,0	>0,5	<0,15		>10	>1,1		<5%	wz	0,3-1	kn	>25

meest belangrijke factor belangrijke factor

Om de relatieve importantie van stuurfactoren in samenhang met watertype en ambitie te bepalen, heeft een raadpleging van experts plaats gevonden (Delphi methode). De expert is gevraagd om een indruk te geven van het belang van hydromorfologische doelen en stuurfactoren in verschillende beektypen. Het resultaat is opgenomen in onderstaande tabel. Maar let op: binnen de typen bestaan veel verschillen. Die zijn niet in extenso bekend. Ruimtelijk verschil/variatie in een waterloop is prioriteit 1!

De tabel kan gemakkelijk verkeerd worden gebruikt. Daarom is een vereenvoudigde versie opgenomen ter oriëntatie, waarbij het onderscheid naar ambitie per watertype achterwege is gelaten.

Naam	KRW-type	situering, positie	Waterdiepte (bij gem. peil)	Stroomsnelheid	Profielvorm, bodembreedte	Bodem Breedte	Vegetatie in waterloop	% opgaande begeleiding begroeiing	Insnijding tot gem. peil	Dom. Voeding, aandeel neerslag
Temporaire boven-loop(je)	R3	boven-loop								
Zure bovenloop	R11	boven-loop								
Zwakzure midden-loop	R12	midden-loop								
Snelstromende laaglandbeek	R13	boven-loop								
Snelstromende middenloop op zand	R14	midden-/beneden-loop								
Bovenloop laaglandbeek	R4	boven-loop								
midden-loop laaglandbeek	R5	midden-loop								
benedenloop laaglandbeek	R6	beneden-loop								
moeras-landbeek	R11,12	midden-/benedenloop								
traag-stromende beek	R11,12	midden-/benedenloop								

Vereenvoudigde tabel met relatieve belang van stuurfactoren per watertype

Wit = factor van belang; geel = belangrijke factor (bovengeschikt ten opzichte van de andere factoren in de tabel); oranje = ondergeschikt in vergelijking met de overige factoren in de tabel. Maar let op: binnen een watertype bestaan veel verschillen. En ruimtelijk verschil in structuur en stroming is in alle watertypen van het allergrootste belang.

BIJLAGE 03: Keuze-overzicht dwarsprofielen

Genormaliseerd		<p>Rechte grote en diepe watergang.</p> <p>Cultuurtechnisch profiel: ontworpen op maatgevende afvoer en snelle afvoer</p>	<p><u>Voordelen ecologie</u>: geen/weinig</p> <p>Voordelen overig (economisch, landbouw): snelle afvoer, peil reguleerbaar met stuwen. <u>Nadelen</u> overig: verdrogend, kunstmatig, onderhoud</p> <p><u>Nadelen ecologie</u>: geen variatie in waterbodem en oever, verdrogend, geen stroming, te intensief onderhoud</p>
R-type Verweven (landbouw)		<p>Accoladeprofiel 1 (smal/diep): Zomerbed en winterbed (2 fasen; kan ook eenzijdig asymmetrisch worden uitgevoerd); (slingerend of meanderend lengteprofiel zomerbed)</p>	<p><u>Voordelen ecologie</u>: voldoende stroomsnelheid in zomerbed, meer variatie in beek(dal), waarbij geldt hoe breder de accolade hoe meer variatie</p> <p>Voordeel economie: inundaties binnen winterbed; bij diepe accolade drooglegging voor landbouw goed</p> <p><u>Nadeel</u> overig: veel grondverzet, onderhoud zomerbed vanuit winterbed lastig.</p> <p><u>Nadelen ecologie</u>: Nog steeds relatief grote drooglegging (weinig kwel langs beek), bij smalle accolade nog steeds te weinig stroming en onnatuurlijk inonderend winterbed.</p> <p><u>Voordelen micromeandering</u>: nauwelijks ruimtebeslag. Ligging beek blijft gelijk</p> <p><u>Nadelen</u>: onderhoud nat profiel lastiger door obstakels, en werken mogelijk opstuwend, ecologische variatie beperkt in waterloop zelf, geen overstromingsvlakte</p>
		<p>Accoladeprofiel 2 (breed): Kleiner zomerbed, extra breed winterbed/2^e fase</p>	
		<p>Micromeandering in bestaand profiel (verspringend eenzijdige accolade)</p>	
R-type natuur		<p>2 fasen met los winterbed: Vrij meanderend zomerbed en naast gelegen winterbed</p> <ul style="list-style-type: none"> - Laagte/groene rivier - Keersop-model 	<p><u>Voordeel</u> ecologie: voldoende stroomsnelheid in zomerbed</p> <p>Voordeel overig: piekfafvoeren gestuurd via nevengeul of groene rivier</p> <p><u>Nadelen</u> ecologie: Nog steeds relatief grote drooglegging (2 waterlopen, en kleine vochtgradiënt, weinig kwel langs beek)</p> <p><u>Nadeel</u> economie: extra ruimtebeslag door 2 waterlopen</p>
		<p>V-vormig profiel (slingerend of meanderend lengteprofiel)</p>	
		<p>Vrij meanderend</p>	
Natuurlijk		<p>Natuurlijke situatie</p> <ul style="list-style-type: none"> - Asymmetrisch dwarsprofiel met breed beekdal - Doorstroommoeras (bij weinig verhang) 	<p><u>Voordeel</u> ecologie: voldoende stroomsnelheid in zomerbed, grote vochtgradiënt</p> <p>Voordeel economie: inundaties binnen v-vorm</p> <p><u>Nadelen</u>: groot ruimtebeslag, onderhoud zomerbed lastig.</p>
		<p>Natuurlijke situatie</p> <ul style="list-style-type: none"> - Asymmetrisch dwarsprofiel met breed beekdal - Doorstroommoeras (bij weinig verhang) 	
M-type (kreek, sloot, wetering)		<p>Flauwe oever; verbreding van de watergang met moeraszone</p> <p style="text-align: center;">↕ Allerlei tussenvarianten ↕</p> <p>Plasdraszone (of flauwe oever) in bestaand profiel door verkrapting en/of extensief onderhoud (kan in R-typen eventueel ook asymmetrisch toegepast worden)</p>	<p><u>Voordelen</u> ecologie: brede, natuurlijke overgangszone land-water. Aanvulling op nat profiel.</p> <p>Voordelen overig (economie, landbouw): Vergroot de berging.</p> <p><u>Nadelen</u> overig: grondverzet; werkt zonder verondieping tot verdroging (in zandgebieden)</p> <p><u>Nadeel</u> ecologie: stroming gaat achteruit (niet zomaar toepassen in R-typen dus). Mogelijk extra verdrogend.</p> <p><u>Voordelen</u>: gebruik bestaand profiel, weinig ruimtebeslag</p> <p><u>Nadelen</u>: alleen mogelijk indien overruimte in profiel aanwezig is. Minder variatie dan flauwe oever</p>

03 Geschiktheidsbepaling dwarsprofielen

Profieltype	Strooming - stroomsnelheid, diversiteit in stroming, permanentie door het jaar	Stuurfactor/parameter	Sinuositeit/meandering	Dwarsprofielontwikkeling - morfologie, variatie in waterbodembodem en oever	Ecologie aquatisch				Ecologie terrestrisch				Economie/landbouw				Onderhoud			
					Natuurlijke peilfluctuaties	Watervoerendheid/permanentie	Verhang	Insnijding	Overstroming (als natuurlijke overstromingsvakte)	Kwel aan maaiveld (grondwaterstroming)	Gradiënt nat-droog	beschaduwing	Landgebruik langs de waterloop	Afvoer - Peilreguleerbaar	Afvoer - beperkte peilfluctuaties / geen overstroming	Klein ruimtebeslag		Weinig grondverzet	Bereikbaarheid voor onderhoud	Overige opmerkingen
Genormaliseerd		laag (met pieken)	nvt	weinig ontwikkeling, geen variatie, te kleine breedte-diepte verhouding	onnatuurlijk (zomer hoog, winter laag)		klein (indien gestuurd)	diep ingesneden	geen overstroming	geen kwel aan maaiveld	geen gradiënt		landbouw	ontworpen voor snelle afvoer; door stuwen goed reguleerbaar, goede drooglegging landbouw				≥2x		
Micromeandering	R3,R4,R5,R6, R14 (landbouw)	matig	zeer beperkt mogelijk	beperkt variatie door kleinschalig structuren in huidig profiel	afhankelijk van peilbeheer		relatief groot verhang door recht lengteprofiel	diep ingesneden	geen overstroming	geen kwel aan maaiveld	geen gradiënt		landbouw/ moerasoever	goede drooglegging landbouw, verhoogde kans op overstroming door stuwen	afh van peilbeheer event. stuwen			bereikbaar, maar obstakels in waterloop	1-2x	bij micromeandering worden in bestaande waterloop onderwaterstructuren
Accolade 1 (smal, diep)	R3, R4 (landbouw/ verweven)	matig	beperkt mogelijk	matige variatie, zomerbed mag binnen winterbed meanderen	relatief groot (zeker indien stuwen nog aanwezig)			diep ingesneden	overstroming in smal winterbed	geen kwel aan maaiveld	beperkte gradiënt in smal winterbed		landbouw/ moeras, grasland	goede drooglegging landbouw, niet reguleerbaar	grote afvoeren bergingscapaciteit				1x	kan ook met eenzijdige 2e fase
Accolade 2 (breder)	R4, R5, R6 (landbouw/ verweven)	hoog	mogelijk, binnen winterbed	goede morfologische ontwikkelingen van zomerbed in winterbed	redelijk natuurlijk (mits geen stuwen)			matig diep ingesneden	overstroming in breed winterbed	kwel in breed winterbed mogelijk	gradiënt in breed winterbed		landbouw/ moeras, grasland	matige drooglegging, niet reguleerbaar	grote afvoeren bergingscapaciteit				1x	natuurlijkere inpassing dan accolade 1
2-fasen-profiel met los winterbed	R5, R6 (landbouw)	hoog	mogelijk		redelijk natuurlijk			matig diep ingesneden	overstroming in smal winterbed	kwel in winterbed mogelijk	zeer beperkte gradiënt in smal winterbed		landbouw/ moeras, bos, ruigte, gras	matige drooglegging, niet reguleerbaar	grote afvoeren bergingscapaciteit				1x	accolade waarbij 2e fase los ligt van de beek door een groene rivier of laagte
Keersop-model	R5, R6 (landbouw)	hoog	mogelijk	erg afhankelijk van wederzijdse werking hoofdloop en nevengeul	beperkte fluctuaties door grote afvoercapaciteit hoofdwatergeul			matig diep ingesneden	geen overstroming	nauwelijks kwel aan maaiveld	geen gradiënt		landbouw/	matige tot goede drooglegging landbouw, niet reguleerbaar	grote afvoeren bergingscapaciteit				1x	hoofdbeek met permanent watervoerende nevengeul voor piekafvoer
V-vormig profiel	R3, R4, R5 (natuur)	hoog	mogelijk		redelijk natuurlijk			redelijk ondiep ingesneden	overstroming in breed winterbed	kwel in brede zone langs beek mogelijk	gradiënt in breed winterbed		natuur, bos, moeras, ruigte, grasland	matige drooglegging, niet reguleerbaar	beperkte afvoercapaciteit				0-1x	nog natuurlijkere inpassing dan accolade 1
Vrij meanderend	R4, R5, R6, R14 (natuur)	hoog	optimaal	veel variatie door morfologische processen en grote nat-drooggradiënt; vrije meandering binnen meanderzone	natuurlijk			redelijk ondiep ingesneden	overstroming in deel van het beekdal	kwel in brede zone langs beek mogelijk	gradiënt in deel beekdal		natuur/bos, ruigte, moeras	matige drooglegging, niet reguleerbaar	overstroming bij hoge afvoer				0-1x	groter profiel dan "Natuurlijk a-symetrisch", kan na verwijderen stuwen verdrogend werken
Natuurlijk a-symetrisch	R4, R5, R6, R14 (natuur)	optimaal	optimaal	veel variatie door morfologische processen en vrije menadering; grote nat-drooggradiënt	natuurlijk			zeer ondiep ingesneden	overstroming van het beekdal	kwel in beekdal	gradiënt in volledig beekdal		natuur/bos, moeras, grasland, ruigte	zeer beperkte drooglegging, niet reguleerbaar	overstroming bij hoge afvoer				0-1x	natuurlijk profiel, kleiner zomerbed dan vrij meanderend
Natuurlijk doorstroommoeras	R3, R4, R5 (natuur)	laag	nvt	geen dynamiek, wel vochtgradient				van nature klein	zeer ondiep ingesneden	overstroming van de laagte	gradiënt in volledige laagte		natuur/ moeras of broekbos	zeer beperkte drooglegging, niet reguleerbaar, gelijkmatige en trage afvoer, brede overstroming			niet/slecht		0x	
Flauwe oever	M1 en M3	laag	nvt	grote variatie				klein, niet geschikt om verhang te creëren	diep ingesneden	geen overstroming (wel meer berging)	gradiënt over talud		landbouw/ moeras, grasland, ruigte	vaak blijft waterloop gestuurd, dus reguleerbaar	vergroting waterberging				1x	
Plasdraszone	M1 en M3	laag	nvt	matige variatie				klein	diep ingesneden	geen overstroming	gedeeltelijke kwel aan maaiveld	gradiënt		landbouw/ moerasoever	plasdraszone beperkt mogelijkheden om te reguleren	vergroting waterberging			1x	indien verspringend langs oevers aangebracht ook als micromeandering in R-typen toe te passen

profiel type niet geschikt voor parameter
profiel type matig geschikt voor parameter
profiel type geschikt voor parameter
profiel type optimaal geschikt voor parameter

Watertype

ambitie (natuur of landbouw)

ALGEMENE TOELICHTING OP INRICHTINGSBEELDEN

Watertype is KRW-type. Alleen inrichtingsbeelden voor sterk veranderde waterlopen zijn opgenomen.

Voor ambitie is onderscheid gemaakt in natuur of landbouw/verweven of bebouwde omgeving

Eerste blad

Typering

Korte beschrijving is opgenomen van abiotische kenmerken.

Flora & Fauna

Korte typering op basis van planten- en diersoorten die zijn te verwachten als het inrichtingsbeeld kan worden verwezenlijkt met het bijpassende beheer.

Voorbeelden

Voorbeelden voor betreffende type en ambitie in bij voorkeur Noord-Brabant of Limburg

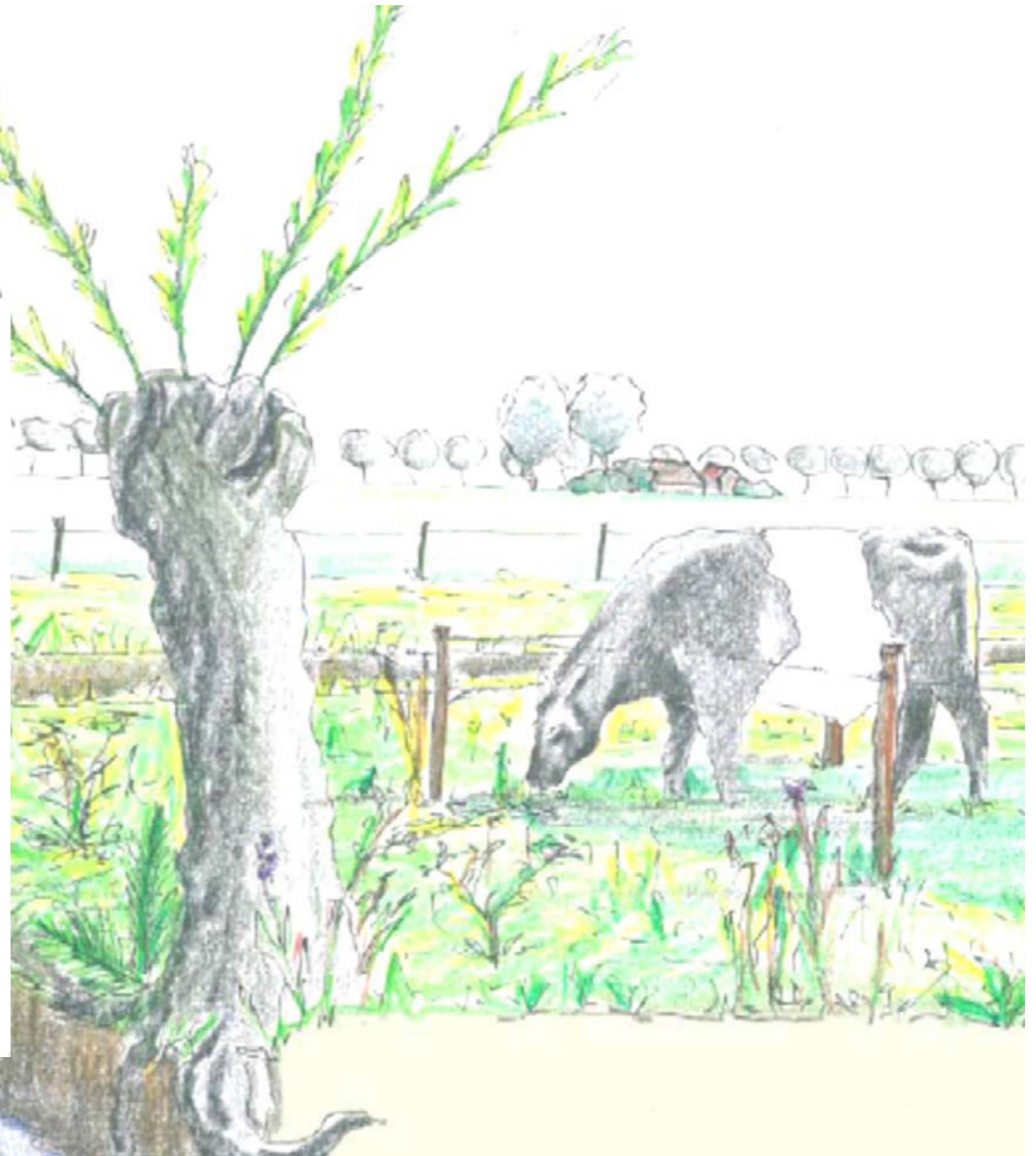
Tweede blad

Tabel met bepalende hydromorfologische kenmerken (zie instrument E voor nadere toelichting van hydromorfologische kenmerken en parameters.

Wanneer geel gemarkeerd is het een belangrijk parameter bij inrichting en beheer, indien blauw gemarkeerd: meest belangrijke parameter.

Naast tabel een figuur met mogelijk dwarsprofiel (schematisch!), overgenomen uit bijlage 3 (zie aldaar voor afwegingskader).

Herkomst foto's: waterschappen, Royal Haskoning of www.saxifraga.nl.



Beekgraaf (R5, M3)

landbouw of verweven

Typering

Gegraven waterloop met stroming gedurende een deel van het jaar of gehele jaar. De beekgraaf is gegraven op een plaats waar vroeger geen duidelijk slingerende of meanderende beek lag. De beekgraaf diende bijvoorbeeld om een geïsoleerde laagte of een moeras te ontwateren. Eventueel heeft de waterloop een historische betekenis (vgl. veenkanaal, turfvaart).

De beekgraaf kan gestuwd zijn, maar kent (periodiek) stroming omdat er een verhang aanwezig is. Vanwege het gegraven karakter of de cultuurhistorie is er geen noodzaak om deze herin te richten tot een sterk slingerende tot meanderende waterloop.

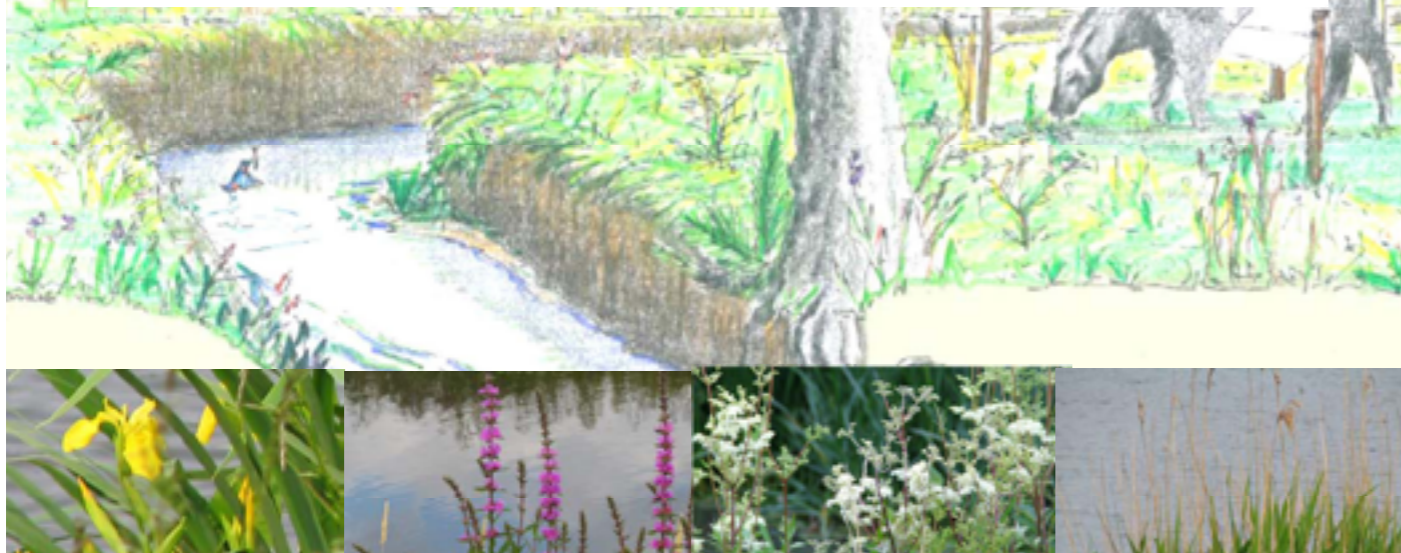
Aandachtspunt: de ecologische ontwikkeling is vooral afhankelijk van de samenstelling en kwaliteit van het water.

Flora & Fauna

De oever is vaak over enige lengte beschadwd. Waar geen schaduw is, komen waterplanten zoals fonteinkruiden voor met kleine modderkruiper en bittervoorn en libellen als paardenbijter en gewone oeverlibel. Plaatselijk zijn er in de vaak steilere oevers kansen voor ijsvogel.

Voorbeelden

Noord-Brabant: *Zandleij, Leijgraaf, Omleidingskanaal Dommel, Zoom*
Limburg: *Everlose beek*

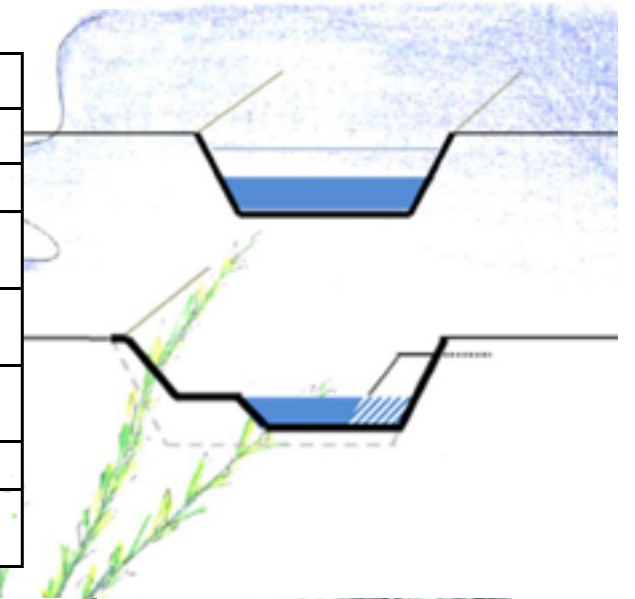


Beekgraaf (R5, M3)

landbouw of verweven

De hydromorfologische kenmerken in getallen:

Waterdiepte (bij gem. peil)	>0,2 m
Stroomsnelheid	<0,3 m/sec
Verhang (beddingbodem)	< 1m/km
Breedte (bij gem. peil)	> 3m
Tracévorm/sinuositeit	1-1,2
Peilregime (w = winterpeil; z = zomerpeil)	w ≥ z
Vegetatie in waterloop (bedekking)	<50%
opgaande begeleidende begroeiing (bedekking bij beschadwing)	>10%



Gebufferde sloot (M1)

natuur of verweven

Typering

Onder dit type vallen allerlei sloten. Van ijzerrijke sloten op een zandige bodem en zure sloten op veen tot kwelrijke sloten. Hier is het type kwelsloot beschreven. Kwelsloten komen vooral voor in beekdalen en op de overgang van zand-naar kleigronden. Ze zijn gegraven om water af te voeren en liggen dan ook vaak in landbouwgebieden. Het water is voedselrijk en helder.

De planten en dieren in deze sloten zijn vooral gebaat bij extensief maai- en baggeronderhoud.

Omdat dit watertype niet zo belangrijk is voor trekvissen, is het niet direct nodig om barrières, zoals stuwtdjes, weg te halen. Voor het realiseren van voldoende aaneengesloten en gevarieerd leefgebied, kan het opheffen van de barrières wel noodzakelijk zijn.

Aandachtspunten: oeverzone en peilbeheer.

Flora & Fauna

Tussen de dotterbloemen, fonteinkruiden en waterranonkels leven verschillende soorten kikkers en salamanders. Vooral kleine en grote modderkruipers leven graag in sloten. Waterkevers, stekelbaarsjes en libellen maken deze sloten tot een geliefd natuureducatie-object.

Voorbeelden

Sloten in Hooijbroeken, Vlijmens ven

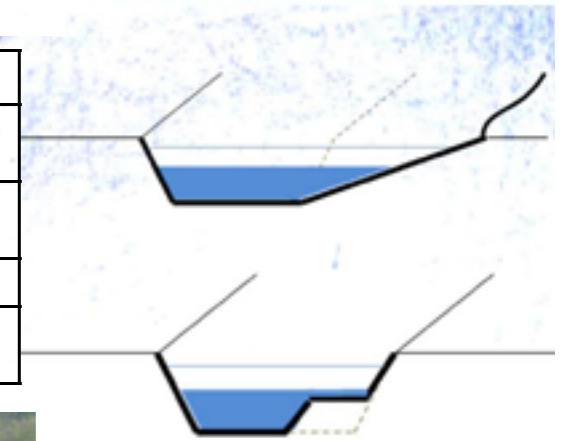


Gebufferde sloot (M1)

natuur of verweven

De hydromorfologische kenmerken in getallen:

Waterdiepte (bij gem. peil)	< 3 m
Breedte (bij gem. peil)	< 8 m
Peilregime (w = winterpeil; z = zomerpeil)	w ≥ z
Taludhelling van oever	Deels flauw (1: ≥ 2)
opgaande begeleidende begroeiing (bedekking bij beschaduwing)	< 66 %



Boezemkreek (M14)

natuur

Typering

Kreken of kreekrestanten in rivier- of zeeleipolders zonder getijdeninvloed waar hoge tot zeer hoge waterstanden kunnen optreden. Door de frequente tot langdurige overstromingen in het winterhalfjaar kunnen vloedbossen, riet, waterriet of overstromingsgrasland aanwezig zijn met paai- en opgroeimogelijkheden voor vissen. Het geborgen water kan zoet polderwater zijn, maar ook neerslagoverschot. Het water is relatief helder door de menging van neerslag met polderwater. Op de oevers is ruimte wenselijk voor brede rietkragen en vloedbossen.

Flora & Fauna

De overstroming bevoordeelt soorten zoals dotterbloem, noordse woelmuis, rallen en reigers. De vissen in dit water, zoals baars, ruisvoorn en snoek, houden van stilstaand, plantenrijk water. Veel water- en oeverplanten die horen bij matig voedselrijk tot voedselrijk water komen voor. Voorbeelden zijn wilgen, riet, krabbenscheer en gele plomp. Ook bevers zouden goed kunnen leven langs dit watertype, mits er voldoende bos- en ruigtevorming is.

Voorbeelden

Noord-Brabant: geen



Boezemkreek (M14)

natuur

De hydromorfologische kenmerken in getallen:

Peilregime (w = winterpeil; z = zomerpeil)	w > z
Waterdiepte (hoofdgeul, gemiddeld)	>0,5 m
Minimum waterdiepte in nevengeulen	>0,3 m
Stroomsnelheid in hoofdgeul	<0,3 m/sec
Breedte (bij gem. peil)	>10 m
Tracévorm/sinuositeit	≥ 1,1
Vegetatie in waterloop (bedekking)	nvt.
opgaande begeleidende begroeiing (bedekking bij beschaduwing)	>10%



Polderkreek – zoet (M14)

natuur of verweven

Typering

Kreek of kreekrestanten in rivier- of zeeleipolder zonder getideinvloed. Het waterregime in de kreek wordt gereguleerd, omdat het onderdeel is van een polder- of boezemsysteem.

Dit watertype wordt gevoed door zoet water uit poldersystemen, maar er kan ook een bijdrage zijn van kwel en regenwater. Het water is tamelijk voedselrijk. Op de oevers is ruimte wenselijk voor brede rietkragen, struweel en bos.

Flora & Fauna

De vissen in dit water, zoals ruisvoorn en snoek, houden van stilstaand tot zwak stromend water. Waterplanten met drijfbladeren zoals gele plomp komen voor. Daarvan profiteren kokerjuffers en libellen.

Polderkreken hebben een functie als broedgebied voor riet- en struweelvogels en als ecologische verbindingzone voor waterspitsmuis en otter.

Voorbeelden

Noord-Brabant: *Rietkreek, Roode Weel*



Polderkreek zoet (M14)

natuur of verweven

De hydromorfologische kenmerken in getallen:

Waterdiepte (hoofdgeul, gemiddeld)	>1,0 m
Minimum waterdiepte in nevengeulen	>0,5 m
Stroomsnelheid in hoofdgeul	<0,15 m/sec
Peilregime (w = winterpeil; z = zomerpeil)	w ≥ z
Breedte (bij gem. peil)	>5 m
Tracévorm/sinuositeit	≥ 1,1
Vegetatie in waterloop (bedekking)	nvt.
opgaande begeleidende begroeiing (bedekking bij beschaduwing)	>25%



Verlaten kreek – zoet (M14, R8)

natuur of verweven

Typering

Dit zijn kreek die niet meer onder directe invloed staan van getijdendynamiek als gevolg van verlanding of sedimentatie in het verleden (R8) of door bedijking (M14). De kreek wordt begeleid door struweel, (doorgeschoten) griend of bos waardoor een halfopen tot gesloten landschapsbeeld ontstaan is. Onder natte omstandigheden kunnen moeras- en rietvegetaties aanwezig zijn en is het landschap open.

Aandachtspunt:

In het water treedt verlanding op. Waterkwaliteit speelt een bepalende rol.

Flora & Fauna

In dit watertype zijn vissen van stilstaand, voedselrijk water te vinden, zoals snoek en baars. Verder zijn deze kreek het domein van moerasvogels als blauwborst, blauwe reiger en aalscholver. Ook de ijsvogel komt hier vaak voor. De plantengroei bestaat grotendeels uit rietzomen, wilgenbossen en wilgenstruweel. Daarom is dit watertype verbonden aan belangrijk leefgebied voor de Noordse woelmuis.

Voorbeelden

Noord-Brabant: *Biesbosch en kreek in omliggend polderland (bijv. Gat van de Ham)*



Verlaten kreek – zoet (M14, R8)

natuur of verweven

De hydromorfologische kenmerken in getallen:

Waterdiepte (hoofdgeul, gemiddeld)	>1,0 m
Minimum waterdiepte in nevengeulen	>0,5 m
Stroomsnelheid in hoofdgeul	<0,3 m/sec
Peilregime (w = winterpeil; z = zomerpeil)	w > z
Breedte (bij gem. peil)	>5 m
Tracévorm/sinuositeit	> 1,1
Vegetatie in waterloop (bedekking)	niet bepaald
opgaande begeleidende begroeiing (bedekking bij beschaduwing)	>10%



Polderkreek – brak (M30)

natuur of verweven

Typering

Kreekrestanten in zeeleipolders, die ooit in contact stonden met de zee en brak blijven door zoute kwel. De natuurlijke vorm kan slecht tot matig herkenbaar zijn door aantasting vanwege inpoldering en landbouwkundig gebruik.

Het water is vaak vrij troebel en voedselrijk, en bevat meer dan 300 mg chloride per liter vanwege de brakke of zoute kwel. Op termijn kunnen brakke krekken verzoeten, omdat het intrekgebied van deze kwel aan het verzoeten is. Een toename van bomen en struiken op oevers is hier een indicator van.

Flora & Fauna

In dit watertype zijn vissen met een geringe tot goede zouttolerantie te vinden, zoals stekelbaarzen.

Op de oevers komen zoutminnende vegetaties of riet voor. Typische plantensoorten zijn snavelruppia, echte heemst, zilte waterranonkel maar ook riet. In de oevers ontbreken struiken of bomen.

Voorbeelden

Noord-Brabant: *geen goede voorbeelden, Strijdersgat in Cadzand (Zeeland) is een goede referentie*



Polderkreek brak (M30)

natuur of verweven

De hydromorfologische kenmerken in getallen:

Waterdiepte (hoofdgeul, gemiddeld)	>0,5 m
Minimum waterdiepte in nevengeulen	>0,3 m
Stroomsnelheid in hoofdgeul	<0,3 m/sec
Peilregime (w = winterpeil; z = zomerpeil)	$w \geq z$
Breedte (bij gem. peil)	>5 m
Tracévorm/sinuositeit	$\geq 1,1$
Vegetatie in waterloop (bedekking)	niet bepaald
opgaande begeleidende begroeiing (bedekking bij beschaduwing)	<25%



Verlaten kreek – brak (M30)

natuur of verweven

Typering

Deels geïsoleerde en goed bewaarde kreekrestanden in zeeleipolders met brak water. Het water is vaak vrij troebel en voedselrijk en bevat meer dan 300 mg chloride per liter vanwege de brakke of zoute kwel. Op termijn kunnen brakke kreken verzoeten, omdat het intrekgebied van deze kwel aan het verzoeten is. Een toename van bomen en struiken op oevers is hier een indicator van.

Flora & Fauna

In dit watertype zijn vissen met een geringe tot goede zouttolerantie te vinden, zoals stekelbaarzen. Op de oevers komen zoutminnende vegetaties of riet voor. Typische plantensoorten zijn snavelruppia, echte heemst, zilte waterranonkel maar ook riet.

Voorbeelden

Noord-Brabant: *Nabij de Dintelse gorzen*



Verlaten kreek – brak (M30)

natuur of verweven

De hydromorfologische kenmerken in getallen:

Waterdiepte (hoofdgeul, gemiddeld)	>1,0 m
Minimum waterdiepte in nevengeulen	>0,5 m
Stroomsnelheid in hoofdgeul	<0,3 m/sec
Peilregime (w = winterpeil; z = zomerpeil)	$w \geq z$
Breedte (bij gem. peil)	>5 m
Tracévorm/sinuositeit	niet bepaald
Vegetatie in waterloop (bedekking)	niet bepaald
opgaande begeleidende begroeiing (bedekking bij beschaduwing)	<25%



Klein kanaal, wetering (M3)

natuur of verweven

Typering

Dit zijn kleine kanalen met een primaire afwaterende functie. In het verleden hadden ze mogelijk nog een scheepvaartfunctie (vergelijk turfvaart). Ze werden gegraven ter ontginning van veengebieden of voor ontwatering van polders. Ze kunnen van belang zijn voor wateraanvoer.

Het water is voedselrijk en helder of troebel. De planten en dieren in deze wateren zijn vooral gebaat bij extensief maai- en baggeronderhoud.

Aandachtspunt: oeverzone.

Weteringen en kanalen zonder cultuurhistorische betekenis bestaan na herinrichting bij voorkeur voor ongeveer de helft van de oeverlengte uit gevarieerde, flauwe plasdrasoevers. Dit is niet alleen winst voor de natuur. Ook voor vissers en kanoërs ontstaat dankzij de begroeide oeverzone een aantrekkelijk water met paai- en opgroeigebied voor vis.

Flora & Fauna

De vissen in dit water, zoals ruisvoorn en snoek, houden van stilstaand water. Naast kokerjuffers en libellen, vinden we vooral veel water- en oeverplanten die horen bij matig tot voedselrijk water. Voorbeelden zijn watergentiaan en gele plomp. Ook kikkers en salamanders voelen zich prima thuis.

Voorbeelden

Noord-Brabant: *Roode Vaart*, heringerichte trajecten van *Hertogswetering*
 Limburg: *Peelkanaal*

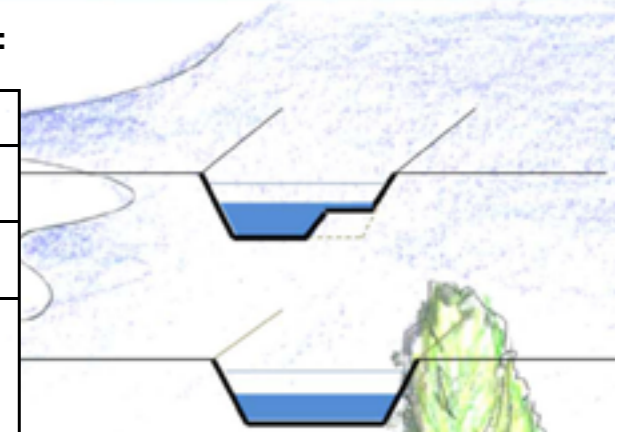


Klein kanaal, wetering (M3)

natuur of verweven

De hydromorfologische kenmerken in getallen:

Waterdiepte (bij gem. peil)	<3,0 m
Breedte (bij gem. peil)	8-15 m
Peilregime (w = winterpeil; z = zomerpeil)	w ≥ z
Taludhelling van oever (indien geen water met cultuurhistorische betekenis)	Plasberm of deels flauw (1: ≥ 2)
opgaande begeleidende begroeiing (bedekking bij beschaduwing)	beperkt



Bron: Voorbeeldenboek ecologische doelen KRW, Waterschap Aa en Maas, 2007

Temporaire bovenloop (R3)

natuur of verweven

Typering

Waterloop met stroming die zomers twee tot drie maanden droogvalt. Door deze zomerdroogte komen vissen en libellen niet voor, maar kunnen wel aangepaste insectensoorten overleven mits de periode van droogte in het zomerhalfjaar niet te lang is.

Aandachtspunt:

Vaak in een bebost landschap met ondiep stagnerende laagten in de ondergrond waardoor 's winters het wateroverschot naar de waterlopen vloeit en zomers door verdamping van de bomen de bodem uitdroogt en de waterloop droogvalt.

Flora & Fauna

De fauna in de waterloop is weinig divers, maar er komen wel specifiek aan zomerdroogte aangepaste insecten voor of tamelijk grote kreeftachtigen (kiewpootkreeft). Vanwege beschaduwing en zomerdroogte ontbreken waterplanten. Vissen komen niet of slechts incidenteel voor.

Voorbeelden

Rapunzelloopje in Wijboschbroek, Elsbeek in natuurgebied De Winkel, Dalem's stroompje

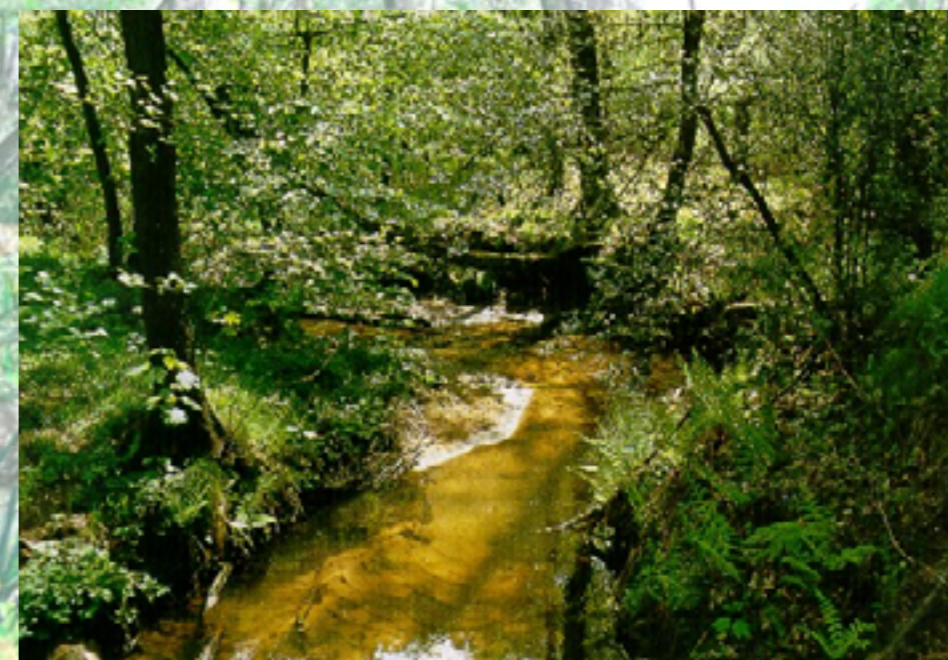


Temporaire bovenloop (R3)

natuur of verweven

De hydromorfologische kenmerken in getallen:

Watervoerendheid	40 – 44 weken
Stroomsnelheid	0,1-0,5 m/sec
Insijding	< 1m
Opgaande begeleidende begroeiing (bedekking bij beschaduwing)	>25%
Verhang (beddingbodem, m/km)	< 1m/km



Bovenloop laaglandbeek (R4)

verweven of landbouwgebied

Typering

Bovenlopen in stroomgebied waar agrarisch gebruik bepalend is, hebben een sterk voedselrijk karakter en daardoor de neiging om zomers dicht te groeien met waterplanten. Behoud van stroming is een belangrijk aandachtspunt voor de beeklevensgemeenschap en daarmee beheer en onderhoud (beek niet overal dicht laten groeien) of zorgen voor beschaduwing door beekbegeleidende begroeiing. Behoud van drooglegging is van belang. Daarom wordt nogal eens een accolade profiel toegepast, waarbij voldoende stroming in een niet al te groot zomerbed wordt gecombineerd met capaciteit voor afvoergolven in een breder winterbed. Bij onvoldoende beschaduwing blijft een risico voor dichtgroeien bestaan. Stuwen zijn passeerbaar; eventueel alleen temporair dat wil zeggen bij hoge afvoeren migreerbaar voor vissen.

Aandachtspunt:

Enige slingering kan al voldoende zijn; vooral als er hier en daar beekbegeleidende begroeiing aanwezig is in het talud van de beek en dood hout in de beek terecht komt.

Flora & Fauna

Meerdere soorten waterplanten zijn aanwezig. Vissoorten die hier voorkomen zijn biermpje, riviergrondel en stekelbaarzen. Kenmerkende waterdiertjes zijn: vlokreeften, de weidebeekjuffer en kokerjuffers.

Voorbeelden

Noord-Brabant: *Strijper Aa, Bremer.*

Limburg: *Meilossing, Horsterbeek*

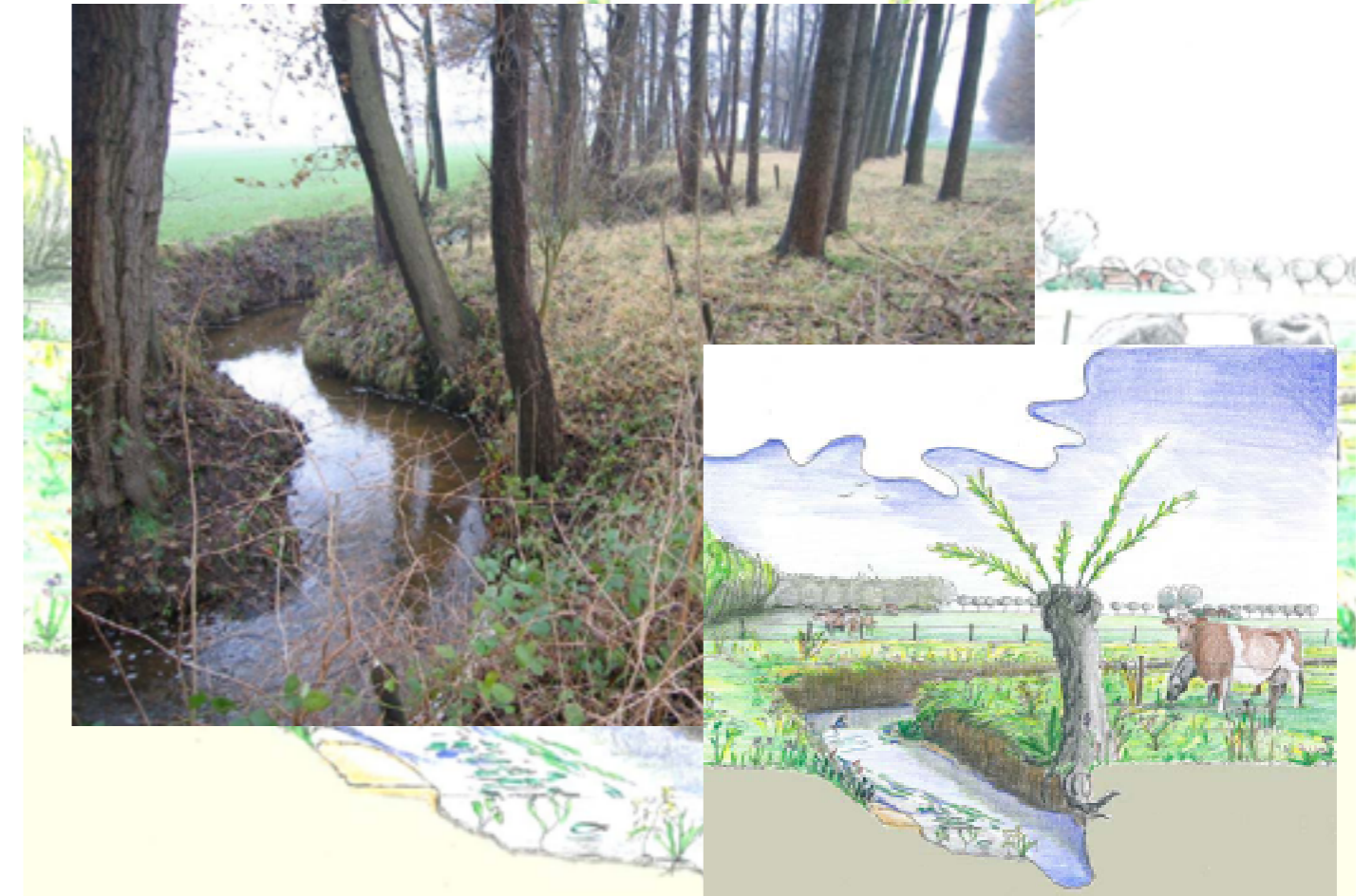
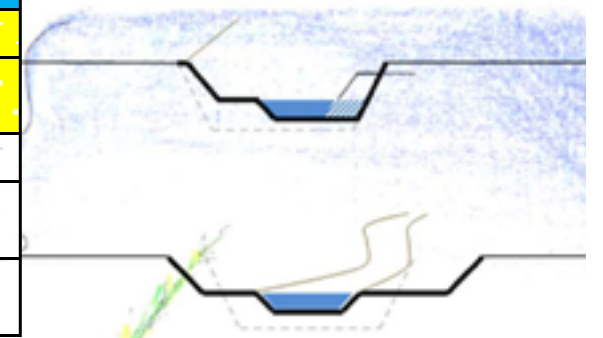


Bovenloop laaglandbeek (R4)

verweven of landbouw

De hydromorfologische kenmerken in getallen:

Stroomsnelheid	0,1-0,7 m/sec
Waterdiepte (bij gem. peil)	0,3-0,6 m
opgaande begeleidende begroeiing (bedekking bij beschaduwing)	10-50%
Verhang (beddingbodem, m/km)	< 1 m/km
Peilregime voor zover gestuwd (w = winterpeil; z = zomerpeil)	w ≥ z (indien verweven)
Vegetatie in waterloop (bedekking)	volledige dichtgroei voorkómen



bovenloop laaglandbeek (R4)

GEP natuur

Typering

Kronkelende bovenlopen van laaglandbeken waar op meerdere plaatsen een beekbegeleidende begroeiing voorkomt tot in het talud van de beekoever. De oevers zijn gevarieerd met overhangende, steile en flauwe taluds en in de bochten is het dwarsprofiel asymmetrisch. De bodem bestaat uit grof zand. Het heldere water stroomt rustig, met af en toe een stroomversnelling.

Flora & Fauna

Meerdere waterplanten komen voor en als het water zacht, ijzer- en sulfaathoudend is, zijn kenmerkende waterplanten aanwezig zoals vlottende bies en duizendknoopfonteinkruid. Meest voorkomende vissen zijn biermpje, stekelbaarzen en blankvoorn. In en rondom de beek komen echte 'specialisten' voor, zoals bronlibel, bosbeekjuffer en steenvlieg.

Voorbeelden

Noord-Brabant: *Esperloop, Rosep*
 Limburg: *Haelensche Beek bij Exaten, Molenbeek van Lottum, bovenloop van Grootte Molenbeek.*



bovenloop laaglandbeek (R4)

natuur

De hydromorfologische kenmerken in getallen:

Stroomsnelheid	0,1-0,6 m/sec
Waterdiepte (bij gem. peil)	0,1-0,75 m
Opgaande begeleidende begroeiing (bedekking bij beschaduwing)	50-90%
Verhang (beddingbodem, m/km)	< 1/km
Peilregime natuurlijk, ongestuwd (of indien toch gestuwd: vispassage)	w > z
Breedte (bij gem. peil)	1-3 m
Tracévorm/sinuositeit, lengte beek/dal	> 1



Midden-, benedenloop laaglandbeek (R5, R6)

bebouwd gebied

Typering

In bebouwd gebied stroomt de beek traag en slingert licht. De oevers zijn voor een deel vastgelegd om tuinen, parken en wegen te beschermen. Door toepassing van doorgroeimatten, schanskorven of kokosrollen zijn begroeibare, groene oevers ontstaan. Stuwen zijn voorzien van klaterende vispassages. De beek is bereikbaar en beleefbaar voor mensen en ook de fauna kan zich veilig en vrij verplaatsen langs de oevers. Door de toegevoegde waarde voor het woon- en leef milieu wordt de stadsbeek hoog gewaardeerd.

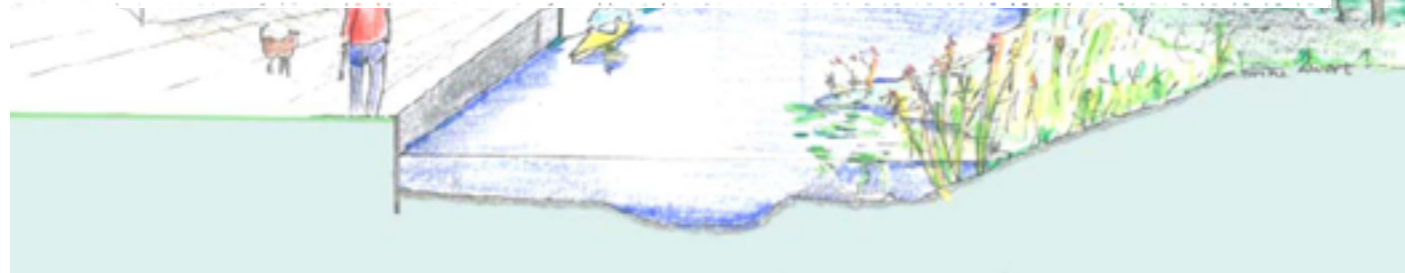
Flora & Fauna

Ook in de stad is de middenloop rijk aan vis. Roeiers, kanoërs, vissers en natuurminnaars wijzen elkaar op ijsvogel, bloeiende gele lis, beekjuffer en broedende watervogels. De ijsvogel kan vissen vangen dankzij over het water hangende takken van monumentale bomen.

Voorbeelden

Noord-Brabant: *Mark in Breda*

Limburg: *Roggelse beek in Roggel*

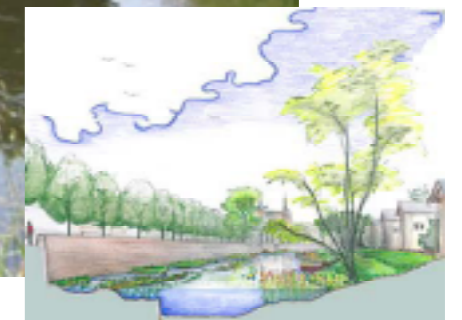


Midden- of benedenloop laaglandbeek (R5, R6)

bebouwd gebied

De hydromorfologische kenmerken in getallen:

Waterdiepte (bij gem. peil)	0,2-0,7 m
Stroomsnelheid	stromend
Tracévorm/sinuositeit, lengte beek/dal	> 1
Vegetatie in waterloop (bedekking)	< 60%
opgaande begeleidende begroeiing (bedekking bij beschaduwing)	Tenminste lokaal



Middenloop laaglandbeek (R5)

verweven of landbouw

Typering

Middenlopen van laaglandbeken in stroomgebied waar agrarisch gebruik bepalend is, hebben een sterk voedselrijk karakter. Daardoor heeft de beek de neiging om zomers dicht te groeien met waterplanten. Behoud van stroming is een belangrijk aandachtspunt voor de beeklevensgemeenschap en daarmee beheer en onderhoud (beek niet overal dicht laten groeien) of zorgen voor beschaduwing door beekbegeleidende begroeiing.

Behoud van drooglegging is van belang. Een sterk slingerende tot meanderende loop is vanwege de beperkte ruimte of de kans op opstuwing in combinatie met verlies aan stroming vaak niet mogelijk. Daarom wordt nogal eens een accolade profiel toegepast, waarbij voldoende stroming in een niet al te groot zomerbed wordt gecombineerd met capaciteit voor afvoergolven in een breder winterbed. Bij onvoldoende beschaduwing blijft een risico voor dichtgroeien bestaan.

Stuwen zijn passeerbaar voor vissen.

Aandachtspunt:

Enige slingering is voldoende. Er is hier en daar beekbegeleidende begroeiing aanwezig in het talud van de beek en er komt dood hout in de beek voor

Flora & Fauna

Een beek met stroming in een gevarieerde bedding en een ecologisch beheer en onderhoud biedt goede mogelijkheden aan stroomminnende waterfauna en waterplanten. Naast staalblauwe weidebeekjuffers en breedscheenjuffers, komen karakteristieke vissoorten voor zoals biermpje, kopvoorn en serpeling. Ook de ijsvogel kan in landbouwgebied prima broeden in een steile bochttoever.

Tevens functie als ecologische verbindingszone.

Voorbeelden

Noord-Brabant: *Kleine Aa of Dommeltje*,

Limburg: *Grote Molenbeek, Vloedgraaf, Tungelroyse beek beneden kanaal*

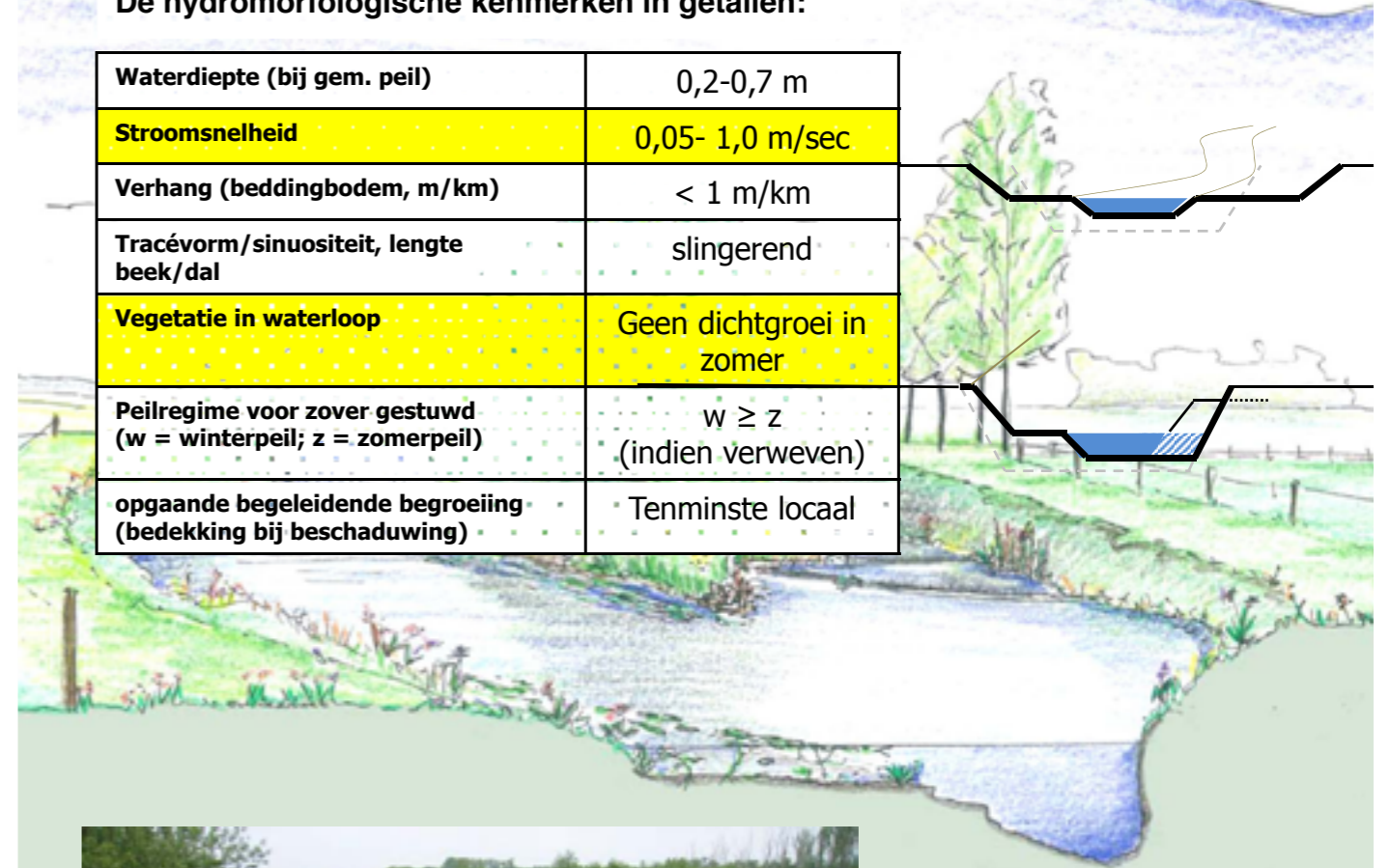


Middenloop laaglandbeek (R5)

verweven of landbouw

De hydromorfologische kenmerken in getallen:

Waterdiepte (bij gem. peil)	0,2-0,7 m
Stroomsnelheid	0,05- 1,0 m/sec
Verhang (beddingbodem, m/km)	< 1 m/km
Tracévorm/sinuositeit, lengte beek/dal	slingerend
Vegetatie in waterloop	Geen dichtgroei in zomer
Peilregime voor zover gestuwd (w = winterpeil; z = zomerpeil)	$w \geq z$ (indien verweven)
opgaande begeleidende begroeiing (bedekking bij beschaduwing)	Tenminste lokaal



Middenloop laaglandbeek (R5)

natuur

Typering

De beek stroomt door natuurgebied of natuurontwikkelingsgebied en er is volop ruimte voor herstel. In een beekdalzone van 50 tot 150 meter breed, kronkelt de laaglandbeek door beemden, moeras en broekbossen. Deze groene zone is breed genoeg voor extensieve recreatie. De beek zelf is tot acht meter breed. Doordat barrières, zoals stuwen, verwijderd zijn kunnen vissen zich vrij verplaatsen. Het dwarsprofiel is asymmetrisch, met daarin zandbanken en overhangende oevers. De bodem bestaat vooral uit zand. Oeverafkalving en overstroming krijgen alle ruimte.

Flora & Fauna

In de beek komen veel soorten kleine waterdiertjes voor en tot wel 25 soorten vis. Kenmerkende soorten zijn de bosbeekjuffer en beekrombout (libellen), meivlieg en kokerjuffers. Ondergedoken waterplanten zoals waterranonkels, sterrenkroos en fonteinkruiden vallen in het snelstromende water op.

Voorbeelden

Noord-Brabant: *Grote Beerze*
 Limburg: *Tungelroysebeek en Roggelse beek in het Leudal, benedenloop Vlootbeek, Lingsforterbeek, Grote Molenbeek 't Ham*



Middenloop laaglandbeek (R5)

natuur

De hydromorfologische kenmerken in getallen:

Stroomsnelheid	0,1- 0,5 m/sec
Waterdiepte (bij gem. peil)	0,2-0,7 m
Verhang (beddingbodem, m/km)	< 1m/km
Breedte (bij gem. peil)	2-5 m
Tracévorm/sinuositeit, lengte beek/dal	> 1,2
Vegetatie in waterloop (bedekking)	< 60%
Peilregime natuurlijk, ongestuwd (of indien toch gestuwd: vispassage)	W > Z
opgaande begeleidende begroeiing (bedekking bij beschaduwing)	> 10%



Bendenloop Laaglandbeek (R6)

landbouw of verweven

Typering

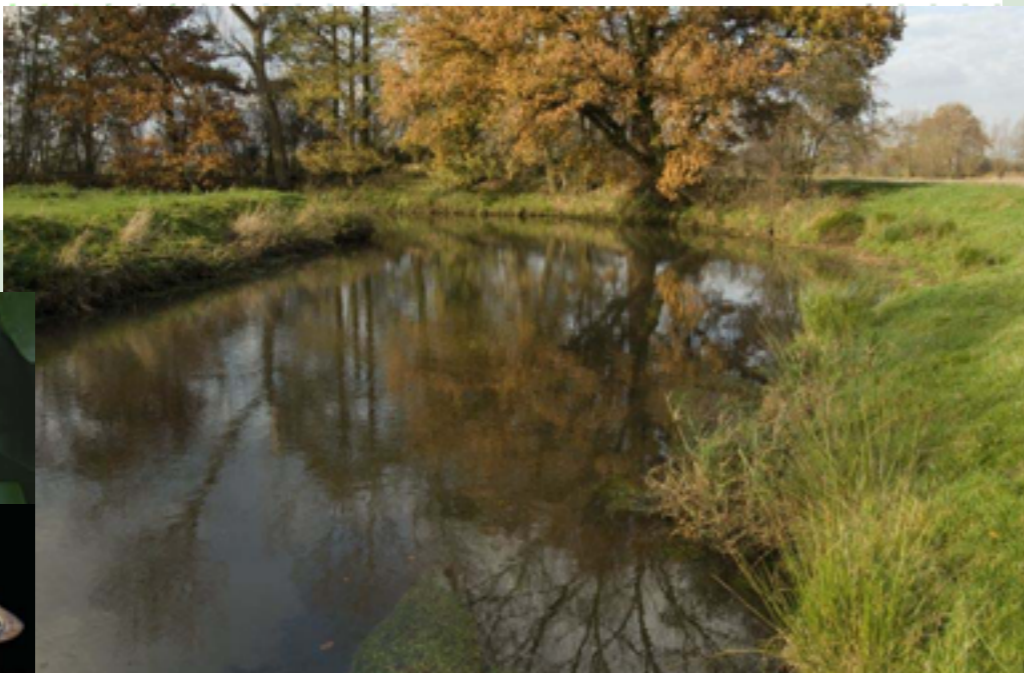
Trajecten van kleine laaglandrivieren zoals Niers, Aa, Mark (Dintel) en Dommel in gebieden waar agrarisch gebruik bepalend is. De beek heeft een sterk voedselrijk karakter. Behoud van drooglegging is van belang. Een sterk slingerende tot meanderende loop is vanwege de beperkte ruimte of de kans op opstuwung in combinatie met verlies aan stroming vaak niet mogelijk. Stuwen zijn passeerbaar voor vissen. Enige slingering is voldoende. Er is hier en daar beekbegeleidende begroeiing aanwezig in het talud van de beek en er komt dood hout voor in de beek.

Flora & Fauna

Kenmerkende waterplanten voor dit type zijn pijlkruid, grote egelskop en gele plomp.. Waterdierpjes zijn eendagsvlieg (Caenis), zoetwaterpissebed en vlokreeften. Doordat vismigratie mogelijkheden sterk zijn verbeterd, trekken in het voorjaar riviervissen zoals winde, kopvoorn, rivierprik uit de Maas de beken op om te paaien. De ijsvogel kan in landbouwgebied prima broeden in een steile bochttoever of in een oude meander.

Voorbeelden

Noord-Brabant:
Dommel
Limburg:
Neerbeek

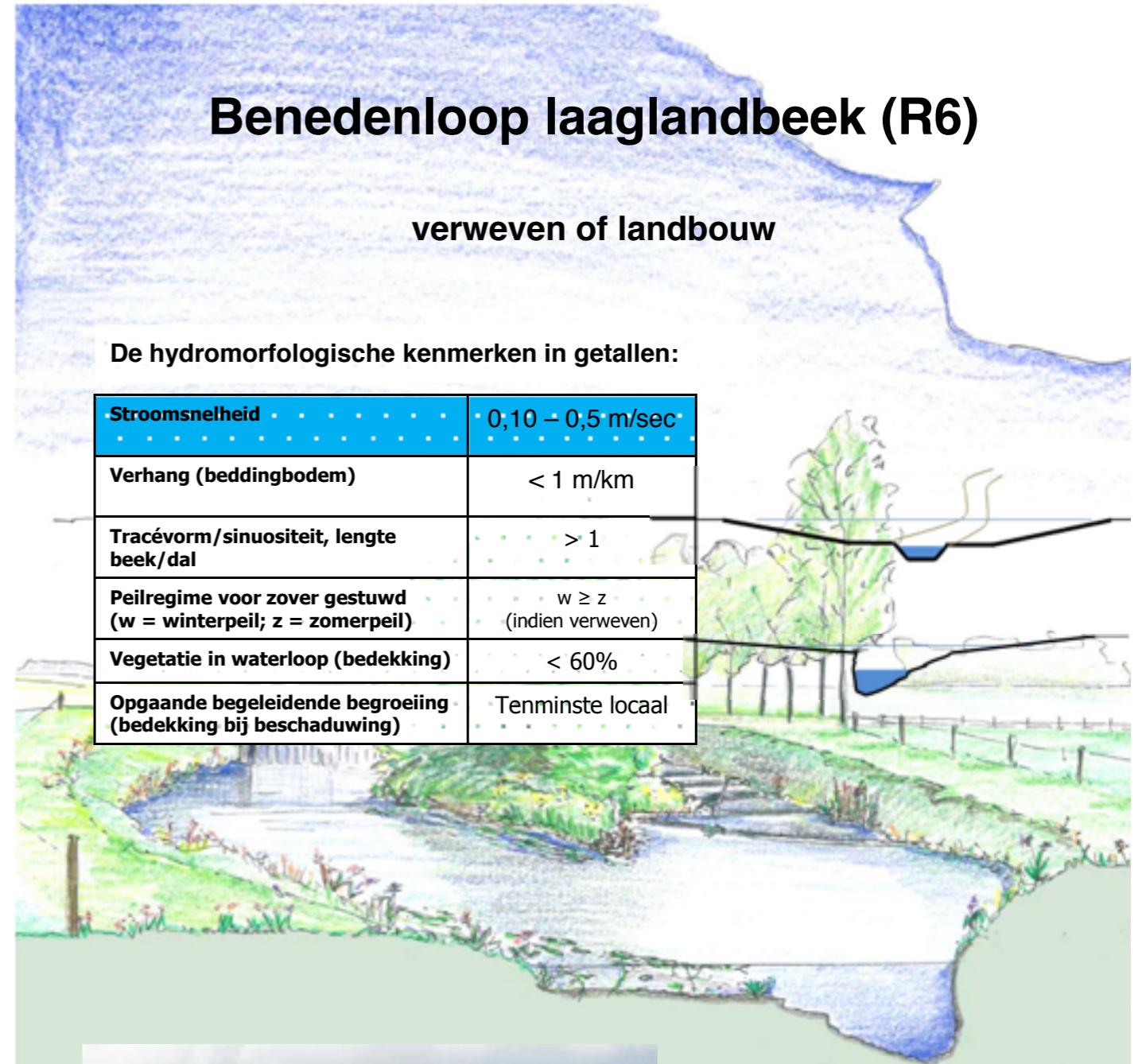


Benedenloop laaglandbeek (R6)

verweven of landbouw

De hydromorfologische kenmerken in getallen:

Stroomsnelheid	0,10 – 0,5 m/sec
Verhang (beddingbodern)	< 1 m/km
Tracévorm/sinuositeit, lengte beek/dal	> 1
Peilregime voor zover gestuwd (w = winterpeil; z = zomerpeil)	w ≥ z (indien verweven)
Vegetatie in waterloop (bedekking)	< 60%
Opgaande begeleidende begroeiing (bedekking bij beschaduwing)	Tenminste lokaal



Benedenloop laaglandbeek (R6)

natuur

Typering

Benedenlopen van kleine laaglandrivieren zoals Niers, Aa, Mark (Dintel) en Dommel. Ze meanderen wijds en stromen traag door een regelmatig overstromende beekdalvlakte, met daarin oude rivierarmen. Het water is van nature voedselrijk. De bodem bestaat uit slib en leem. In bebouwd gebied zijn delen van de oevers beschermd en is de overstromingszone beperkt of ontbreekt deze.

Flora & Fauna

Kenmerkende waterplanten voor dit type zijn pijlkruid, grote egelskop en gele plomp. In de oeverzone zijn dit Langbladige ereprijs en Grote pimperl. Waterdiertjes zijn eendagsvlieg (Caenis), zoetwaterpissebed en vlokreeften. Doordat vismigratie mogelijkheden sterk verbeterd zijn trekken in het voorjaar riviervissen zoals winde, kopvoorn, rivierprik uit de Maas de beken op om te paaien.

Voorbeelden

Noord-Brabant:

Limburg: *Niers en Swalm bij uitmonding*



Benedenloop laaglandbeek (R6)

natuur

De hydromorfologische kenmerken in getallen:

Stroomsnelheid	0,1- 0,5 m/sec
Verhang (beddingbodem, m/km)	< 1 m/km
Opgaande begeleidende begroeiing (bedekking bij beschaduwing)	> 10%
Breedte (bij gem. peil)	> 8 m
Peilregime natuurlijk, ongestuwd (of indien toch gestuwd: vispassage)	w > z
Tracévorm/sinuositeit, lengte beek/dal	> 1,2



Zoetwatergetijdenkreek (R8)

natuur

Typering

Zoete getijdenkreeken onder invloed van grote benedenrivieren, maar buiten de invloed van zout of brak water. Tweemaal daags wisselen het peil en de stromingsrichting zwak, parallel aan de getijdenbeweging van de zee. Deze wordt vertraagd en sterk afgezwakt overgebracht op het voedend riviersysteem. In delen met snelle stroming ontstaan lokaal geulen en oeverwallen, terwijl in delen met lage stroomsnelheden plaatselijk sediment wordt afgezet. Hierdoor ontstaan slikken en zandplaten.

Flora & Fauna

Zeer belangrijk voor stroomminnende zoetwatervissen en trekvisen als de fint. In uiteinden van getijdenkreeken kunnen grote modderkruipers leven. Riet en spindotterbloem zijn typische plantensoorten van dit zwak dynamische getijdenmilieu. Leefgebied voor riet- en struweelvogels, noordse woelmuis, waterspitsmuis en bever.

Voorbeelden

Noord-Brabant: *Biesbosch, Oude Maas*



Zoetwatergetijdenkreek (R8)

natuur

De hydromorfologische kenmerken in getallen:

Waterdiepte (hoofdgeul, gemiddeld)	>1,0 m
Minimum waterdiepte in nevengeulen	>0,5 m
Stroomsnelheid in hoofdgeul	< 0,5 m/sec
Verhang (beddingbodem, m/km)	niet bepaald
Breedte (bij gem. peil)	> 5m
Tracévorm/sinuositeit	niet bepaald
Vegetatie in waterloop (bedekking)	nvt.
opgaande begeleidende begroeiing (bedekking bij beschaduwing)	>25%



Langzaam stromende zure bovenloop (R11)

natuur

Typering

Bovenloop afkomstig uit of stromend in heide- of veenlandschap met afvoer van zuur, humeus tot zacht water. Deze beken zijn ondiep en maximaal twee meter breed. Ze slingeren of sippelen door het landschap. De bodem bestaat uit weinig materiaal tot zand.

Flora & Fauna

Kenmerkend zijn waterplanten die van zacht ijzer- en sulfaatrijk water houden, zoals vlottende bies en wilde gagel. Eventueel komt drijvende waterweegbree voor. In en rondom de beek komen insecten voor die bekend staan als echte 'specialisten', zoals de gewone bronlibel en de steenvlieg. Vanwege de lage pH-waarde komen er geen vissen voor in dit watertype.

Voorbeelden

Noord-Brabant: Aa of Goorloop, Dalems stroompje
Limburg: Nartheciumbeekje (De Meinweg), Rode beek Brunssum



Langzaam stromende zure bovenloop (R11)

natuur

De hydromorfologische kenmerken in getallen:

Stroomsnelheid	0,1 - 0,5 m/sec
Verhang (beddingbodem, m/km)	<1 m/km
Breedte (bij gem. peil)	Maximaal 3 m
Peilregime natuurlijk	W > Z
Tracévorm/sinuositeit, lengte beek/dal	> 1



Moeraslandbeek (R12)

natuur

Typering

Slingerende tot meanderende beek stromend langs en door riet- of zeggemoeras met langdurige overstroming of door een bosrijke beekdalvlakte met daarin oude rivierarmen. Tenminste plaatselijk zijn omvangrijke moeraszones aanwezig met rietlanden, verlandingszones en broekbossen.

Het water is (matig) voedselrijk. Vissen kunnen vrij migreren van grotere rivieren naar paaigebieden in deze beeksystemen.

Flora & Fauna

Riet- en moerasvogels komen voor in de oeverzone met riet en zegges. De overstromingszones zijn van belang als paai- en opgroeigebied voor vissen zoals stekelbaars, kwabaal en snoek.

Voorbeelden

Drentse Aa benedenloop

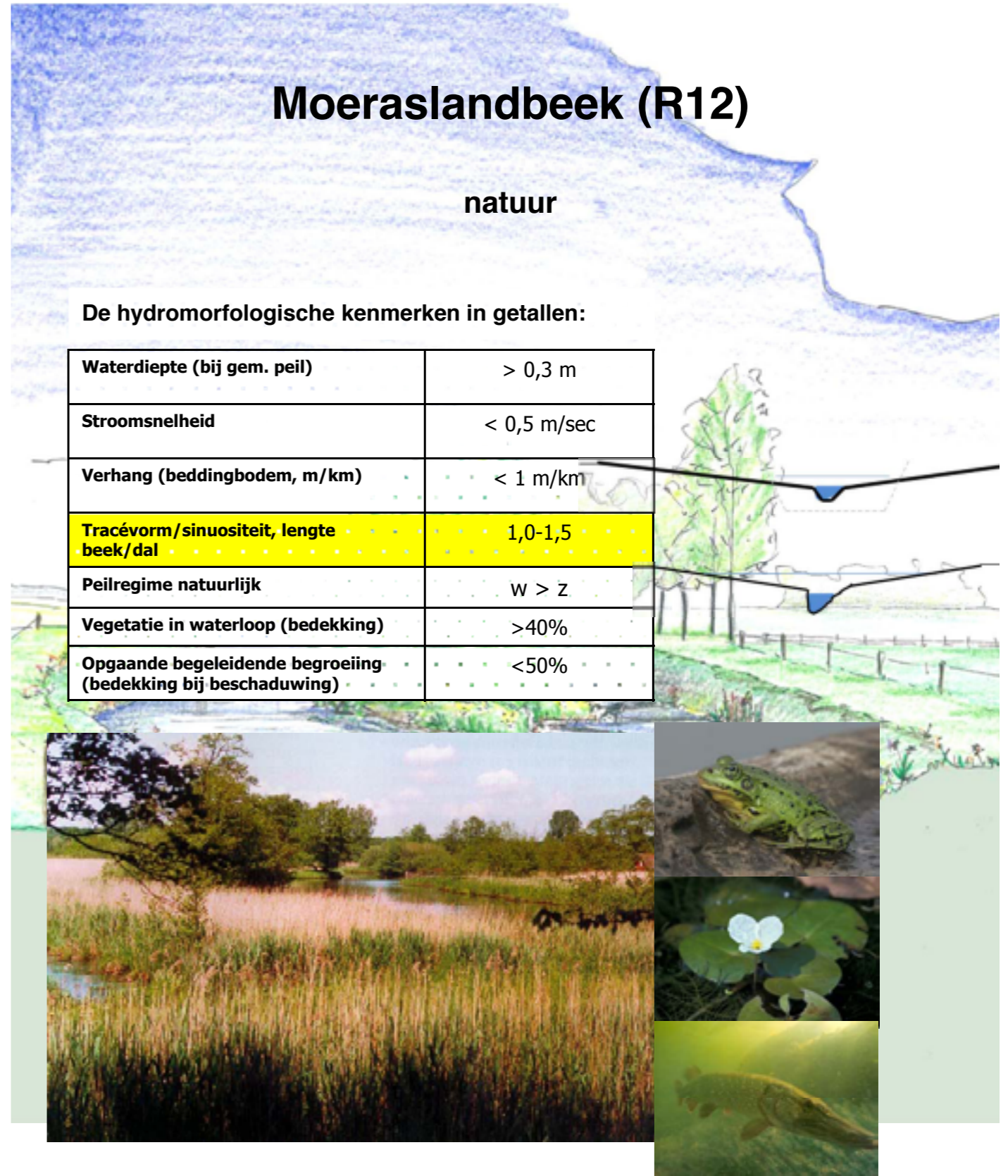


Moeraslandbeek (R12)

natuur

De hydromorfologische kenmerken in getallen:

Waterdiepte (bij gem. peil)	> 0,3 m
Stroomsnelheid	< 0,5 m/sec
Verhang (beddingbodem, m/km)	< 1 m/km
Tracévorm/sinuositeit, lengte beek/dal	1,0-1,5
Peilregime natuurlijk	w > z
Vegetatie in waterloop (bedekking)	>40%
Opgaande begeleidende begroeiing (bedekking bij beschaduwing)	<50%



Traagstromende beek (R12)

natuur

Typering

Waterlopen in brede laagten met weinig verval of in oude riviergeulen met een niet al te groot voedingsgebied.

Langs of in de bedding komen riet, verlandings- en moerasvegetaties voor.

Aandachtspunt:

Verlanding en waterkwaliteit. In tegenstelling met R11 zure bovenloop is het water niet erg zuur.

Flora & Fauna

Typische waterplanten van dit milieu zijn dotterbloem en gele plomp. Waterdierpjes zijn eendagsvlieg (Caenis), zoetwaterpissebed en vlokreeften.

Voorbeelden

Noord-Brabant:

Limburg:



Traagstromende beek (R12)

natuur

De hydromorfologische kenmerken in getallen:

Stroomsnelheid	< 0,2 m/sec
Verhang (beddingbodem, m/km)	< 0,3 m/km
Waterdiepte (bij gem. peil)	> 0,3 m
Peilregime natuurlijk	$w > z$
Tracévorm/sinuositeit, lengte beek/dal	1,1-1,5



Snelstromende bovenloop (R13)

natuur

Typering

Bovenlopen van beken in reliëfrijke dekzandgebieden en terrassen in Limburg. Ze stromen over een deels grindrijke tot grofzandige bodem. De oevers zijn gevarieerd met overhangende, steile en flauwe taluds en in de bochten is het dwarsprofiel asymmetrisch. Het water stroomt vrij snel, met af en toe een stroomversnelling.

Flora & Fauna

Kenmerkende waterplanten voor dit type zijn sterrekroos, waterranonkels en teer vederkruid. Rijk aan stroomminnende faunasoorten en veel vlokreeften. Vissoorten zoals biermpje, beekprik en beekdonderpad kunnen hier leven.

Voorbeelden

Noord-Brabant: Keersop

Limburg: *terrasbeken nabij Venlo, snelstromende trajecten van Aalsbeek en Schelkensbeek*

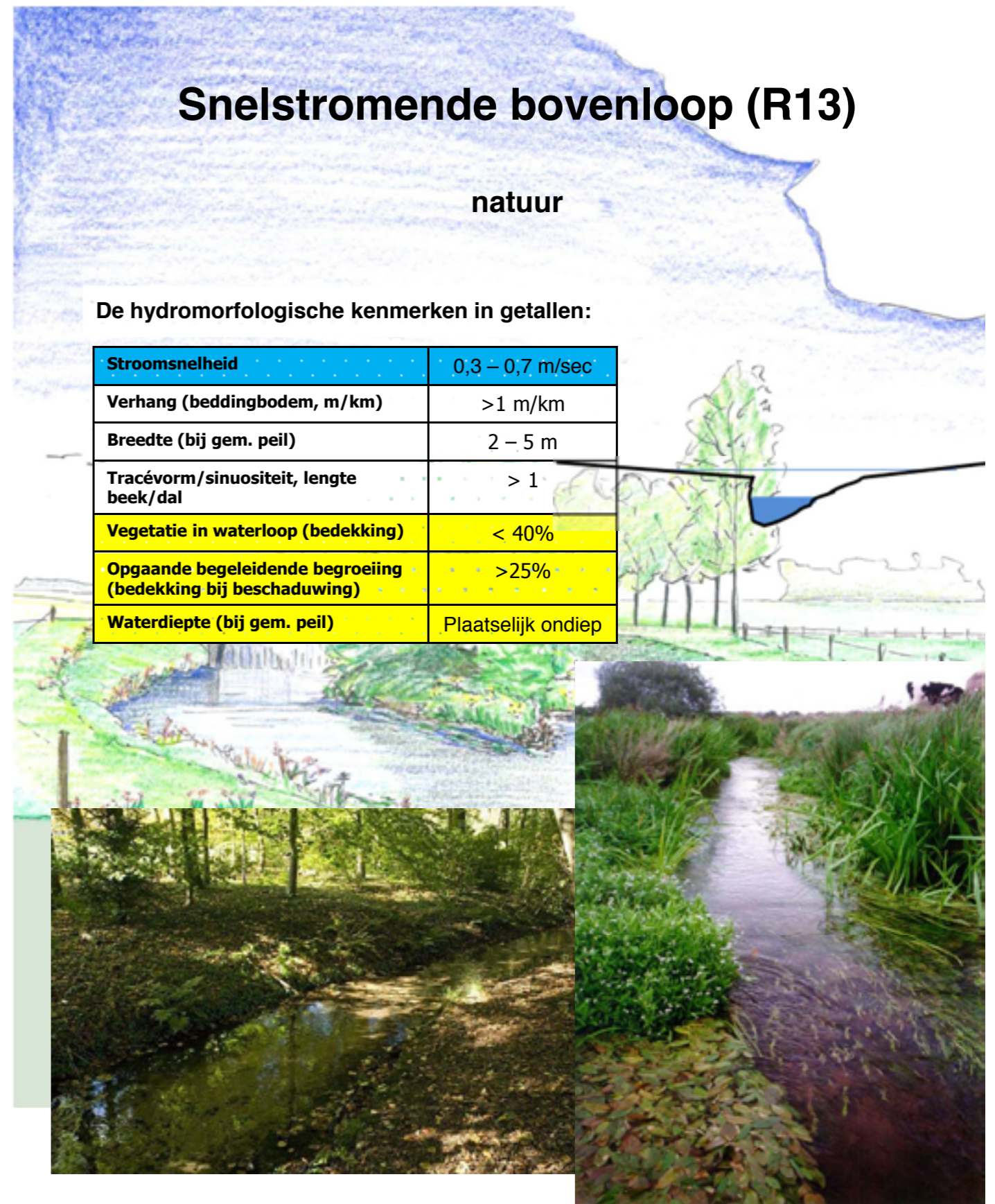


Snelstromende bovenloop (R13)

natuur

De hydromorfologische kenmerken in getallen:

Stroomsnelheid	0,3 – 0,7 m/sec
Verhang (beddingbodem, m/km)	>1 m/km
Breedte (bij gem. peil)	2 – 5 m
Tracévorm/sinuositeit, lengte beek/dal	> 1
Vegetatie in waterloop (bedekking)	< 40%
Opgaande begeleidende begroeiing (bedekking bij beschaduwing)	>25%
Waterdiepte (bij gem. peil)	Plaatselijk ondiep



Snelstromende middenloop (R14)

natuur

Typering

Middenlopen van laaglandbeken in reliëfrijke dekzandgebieden en terrassen in Limburg. Ze stromen over een deels grindrijke tot grofzandige bodem. De oevers zijn gevarieerd met overhangende, steile en flauwe taluds en in de bochten is het dwarsprofiel asymmetrisch. Het water stroomt vrij snel, met af en toe een stroomversnelling of een omgevallen boom in de beek.

Flora & Fauna

Kenmerkende waterplanten voor dit type zijn sterrekroos, waterranonkels en teer vederkruid. Rijk aan stroomminnende faunasoorten en veel vlokreeften. Vissoorten zoals biermpje, beekprik, beekdonderpad of zelfs beekforel kunnen hier leven.

Voorbeelden

Limburg: *Rode Beek*



Snelstromende middenloop (R14)

natuur

De hydromorfologische kenmerken in getallen:

Waterdiepte (bij gem. peil)	0,2-0,7 m
Stroomsnelheid	>0,5 m/sec
Verhang (beddingbodem, m/km)	>1 m
Breedte (bij gem. peil)	8-25 m
Tracévorm/sinuositeit, lengte beek/dal	> 1,2
Vegetatie in waterloop (bedekking)	< 40%



Snelstromend riviertje (R15)

natuur

Typering

Snelstromend riviertje in reliefrijke dekzandgebieden en terrassen in Limburg. Het riviertje stroomt over een stenige, grindrijke tot grofzandige bodem; meer breed dan diep. De oevers zijn gevarieerd met overhangende, steile en flauwe taluds en in de bochten is het dwarsprofiel asymmetrisch. Het water stroomt vrij snel, met af en toe een stroomversnelling of een omgevallen boom in het water.

De beek stroomt door natuurgebied of natuurontwikkelingsgebied en er is volop ruimte voor herstel. In een beekdalzone van 50 tot 150 meter breed, kronkelt het riviertje door beemden, moeras en broekbossen. Deze groene zone is breed genoeg voor extensieve recreatie. De beek zelf is tenminste acht meter breed. Vissen kunnen zich vrij verplaatsen. Er is ruimte voor oeverafkalving en overstroming.

Flora & Fauna

Rijk aan stroomminnende faunasoorten en veel vlokreeften. Veel soorten vis kenmerkend van stromend water kunnen hier aanwezig zijn, van bierpje tot beekforel. Kenmerkende waterplanten voor dit type zijn sterrekroos en vlottende waterranonkel.

Voorbeelden

Limburg: *Roer*



Snelstromend riviertje (R15)

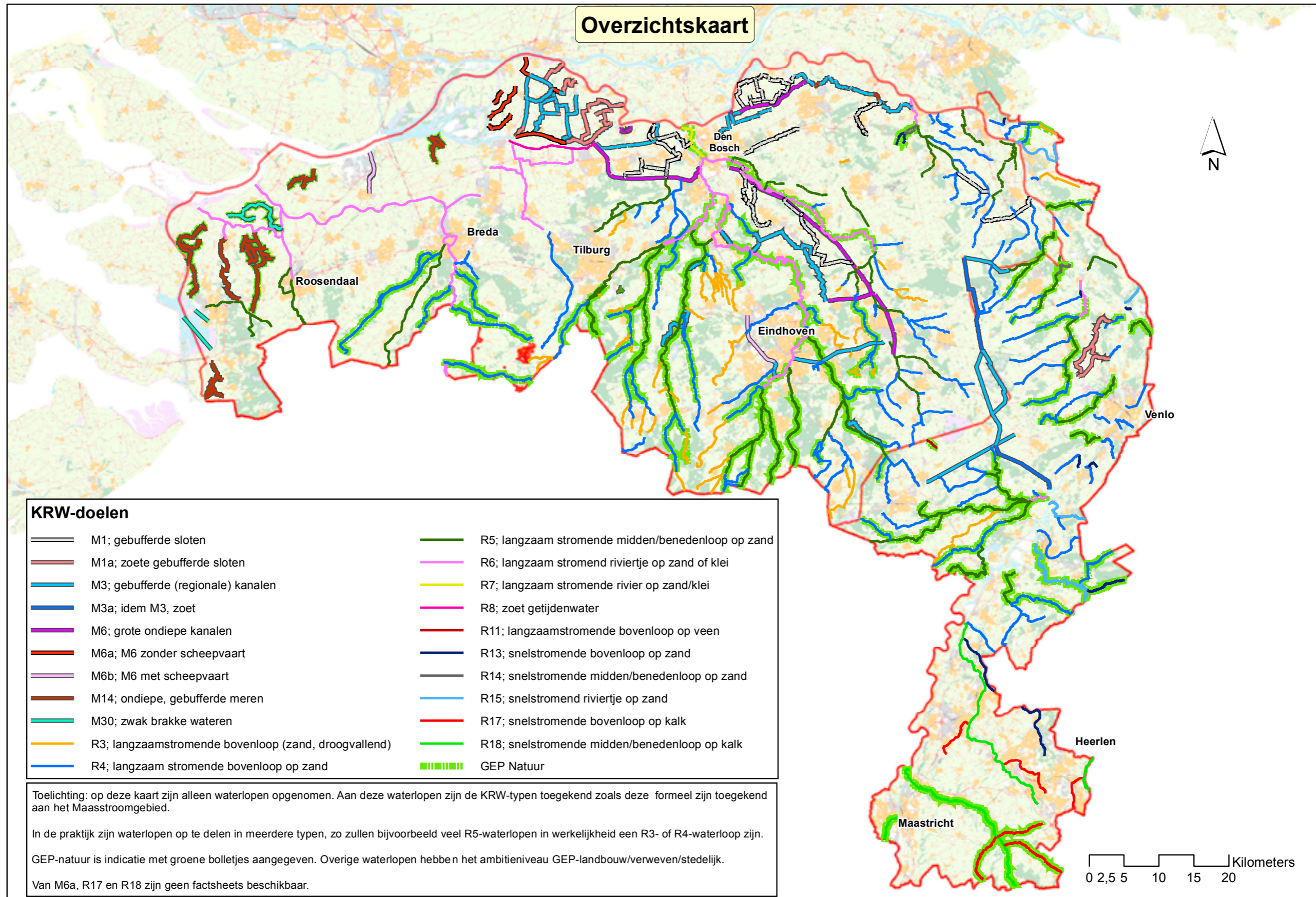
natuur

De hydromorfologische kenmerken in getallen:

Stroomsnelheid	0,1 – 0,8
Waterdiepte (bij gem. peil)	0,3 – 1,2
Verhang (beddingbodem, m/km)	> 1
Breedte (bij gem. peil)	10 - 30
Tracévorm/sinuositeit, lengte beek/dal	> 1
Vegetatie in waterloop (bedekking)	< 40
opgaande begeleidende begroeiing (bedekking bij beschadwing)	Tenminste lokaal



BIJLAGE 05: Overzichtskaart KRW-doelen



BIJLAGE 06: Ervaringen met ontwerpen van waterlopen in Noord en Midden Limburg

Voorbeeld: Ontwerpparameters - verhang

De middenloop van de Tungelroysebeek (kanaal Wessem-Nederweert tot Heythuysen) is een traject door landbouwgebied met een aankoopdoelstelling van ca. 60 ha nieuwe natuur op ca. 9 km beek. Direct langs de beek ontbreekt bestaande natuur. Aan bovenstroomse zijde (bij het kanaal) kent de Tungelroysebeek een verhang van beekbodem en maaiveld (<10 cm/km) kenmerkend voor laaglandbeken. Bij Heythuysen loopt dit op tot een verhang van enkele dm's/km. De stuw halverwege dit traject is verwijderd. De stuw benedenstrooms in dit traject wordt verwijderd of verlaagd. De stabiliteit van bebouwing in Heijthuysen is hierbij een aandachtspunt.

In het ontwerp zijn de volgende prioriteiten gehanteerd voor de ontwerpparameters (van belangrijk naar onbelangrijk):

1. verwijderen/verlagen stuwen;
2. toepassen van een meanderend tracé (zomerbed) op basis van een historische referentie;
3. vergroten van de hydraulische weerstand tot $K_s=15$, met het oog op verminderen van het onderhoud van het zomer- en winterbed;
4. dimensioneren van het zomerbed op een debiet bij Q30;
5. toetsing aan een gemiddelde stroomsnelheid van 20 cm/s bij debiet Q30.



Tungelroysebeek bovenloop, bovenstrooms van de Heltenbosdijk Stramproy

Door het toepassen van deze uitgangspunten is het zomerbed bij in het begin van het traject bij het kanaal wat breder geworden dan het genormaliseerde profiel. De peilfluctuatie neemt hier toe vanwege de sinuositeit en de hydraulische weerstand. Daardoor treedt meer overstroming op bij hoge afvoeren. De stroomsnelheid ligt hier jaarrond laag. Een risico op dit deel van het traject is dat er aanslibbing optreedt, waardoor een ongewenst substraat ontstaat. Benedenstrooms bij Heythuysen is het zomerbed wat smaller geworden en neemt de stroomsnelheid toe. Het winterbed wordt bebost, voor zover dit vanuit landschappelijk oogpunt gewenst is.

Voorbeeld bovenwatermorphologie versus onderwatermorphologie (aanzanding):

Zie het Intermezzo op p.47 in Instrument G.

Voorbeeld begroeiing en hydraulische weerstand:

Zie Intermezzo op p.32 in Instrument E.

Voorbeeld: Vrije meandering Beekdalbreed ontwerp

De herinrichting Loobeek bevindt zich in de ontwerpfase. Aanvankelijk was hier een 2-fasenprofiel gepland, maar de bovenbeschreven ervaringen hebben geleid tot een ander concept: de "vrije meandering". Er is een "zomerbed" ontworpen op Q100, met een hydraulische weerstand van 10 (de Loobeek kent in de huidige situatie veel vegetatiegroei), een tracé afgeleid uit de historische kaart en zonder enige stuw. Piekafvoeren gaan veel meer als bij een 2-fasen-profiel door het zomerbed, waardoor meer morfologische ontwikkeling valt te verwachten. De peilfluctuatie is groot vergeleken met een 2-fasen-profiel. Bij Q100 zijn de laagste delen van het beekdal overstroomt en bij hogere afvoeren doet het hele beekdal dienst als winterbed c.q. 2e fase. Het direct ruimtebeslag van de beek zelf is beperkt, doordat geen 2-fasen-profiel wordt aangelegd. Het effect op de landbouwgronden in het beekdal is echter wel groot. Met name in de winter en het voorjaar zijn deze gronden natter. Landbouwgrond in het beekdal is alleen te gebruiken voor gras- of maïslaan. Deze gronden worden zoveel mogelijk bij de agrariërs in eigendom gelaten en financieel afgewaardeerd. Een andere aanpak en met een hoog ambitieniveau.

Voorbeeld: Beschikbare ruimte voor herinrichting, smal 2-fasenprofiel vs ondiep breed beekdal

Rond de middenloop van de Tungelroysebeek is nog geen 60 ha nieuwe natuur voor ca. 9 km beekloop gekocht, waardoor hier flink is gewrongen om het ontwerp aan de randvoorwaarden (van de landbouw) te laten voldoen. Bij veel ruimte kan een ondiepe beek in een breed dal ontworpen worden, bij weinig ruimte wordt het een smal en diep ontwerp (vaak twee-fasen). Op de overgang van natuur naar landbouw ontstaat spanning: met een vistrap is het peilverschil snel overbrugt, maar is de stroomsnelheid en morfodynamiek in de beek laag. Voldoende grondaankoop bij de overgang van natuur naar landbouw (en vice versa) is dan vooral in het belang van de aquatische natuurwaarden. Is vrijwillige grondaankoop niet mogelijk, dan komen technische maatregelen (drainage, onderbemaling) om de hoek kijken. Zijn ook die niet afdoende, dan wordt ingeleverd op de stroomsnelheid en morfodynamiek door bijvoorbeeld een vistrap te combineren met een groot zomerbed, minder meanders en een volledig uitgemaaid winterbed.

Voorbeeld: Ontwerp van een (temporair) bovenloopje

De Blakterbeek is een cultuurhistorisch “beemdenbeekje” met geringe afvoer (’s zomers wateraanvoer) en weinig verhang. 2 stuwen zijn verwijderd. Ontworpen met een zo klein mogelijke bodembreedte (50 cm ivm onderhoud), een hydraulische weerstand van 20 (1x onderhoud per jaar) en retentiegebieden om de stedelijke piekafvoeren op te vangen. Weinig morfologische ontwikkeling, maar de ecologische monitoring laat wel een toename van de ecologische kwaliteit zien. Aardig voorbeeld van de inrichting van een (temporair) bovenloopje in een oud cultuurlandschap.



Blakterbeek, Beemdenbeekje

Voorbeeld: meandering door hoge grond

Bij een nieuwe meander in de Swalm (bij het zwembad) treed overmatige erosie op. De meander ligt op de flank van het beekdal en snijdt door hoge grond net buiten het beekdal. Wellicht is het (dek)zand te eenzijdig gesorteerd (en daardoor niet cohesief) of de taluds worden instabiel door de grote hoogte en het gebrek aan doorworteling. Op zich hoeft overmatige erosie op de flank van het beekdal niet echt een probleem te zijn, als er maar voldoende ruimte is voor meanderverlegging. De diepe insnijding is hier minder gewenst vanwege een naastgelegen weg. De meandering is in de buitenbocht aan banden gelegd door morfologische controllers (stobben).



Swalm met stobben bij zwembad Swalmen

BIJLAGE 07: De aanpak bij toepassing van neuraal netwerk

In kader 2 is het stappenplan weergegeven voor het Expertsysteem Ecologische Effecten (EEE2). Deze is reeds uitgevoerd voor Waterschap Rivierenland en is in 2012 ook toegepast bij Waterschap Veluwe en Waterschap Vallei en Eem. De benodigde informatie om het systeem te kunnen gebruiken, staat beschreven in kader 2. Deze aanpak blijkt in de praktijk goed te werken en de benodigde resultaten op te leveren.

Voor een samenvatting van de belangrijkste uitkomsten uit de eerdere projecten zie [bijlage 1](#). Uiteraard zijn aanpassingen in de aanpak mogelijk aan specifieke wensen van het waterschap. Samengevat worden de volgende stappen genomen:

1. In stap 1 wordt de aansluiting van het EEE2 op de specifieke waterlichamen van het waterschap onderzocht. Hiervoor worden de uitkomsten (voorspelde EKR's van de huidige situatie) vergeleken met de EKR-berekeningen op basis van recente monitoringsgegevens (stap 1). Behalve de kwaliteit van de rekentool komt er hierdoor ook meer inzicht in de kwaliteit van de monitoring, de kwaliteit van de maatlatten en de aansluiting van het gekozen KRW-type. Een belangrijke nevenuitkomst van deze stap is inzicht in de beschikbaarheid en de ontsluiting van gegevens.
Meer concreet, zijn binnen het waterschap de juiste gegevens te verkrijgen en sluit de monitoring aan op de maatlatten waarmee de EKR's bepaald worden.
2. Vervolgens worden effecten berekend van de geplande KRW-maatregelen (stap 2) en wordt een verwacht doelbereik voor 2027 voorspeld. Hieruit volgt de eventueel extra benodigde inspanning of juist inzicht waar met minder inspanning de doelen voor KRW ook gehaald kunnen worden. In deze stap wordt ook meteen duidelijk of de geplande ingreep wel zinvol is in het betreffende waterlichaam, gezien vanuit de KRW. Mogelijk is de omvang niet groot genoeg of is de waterkwaliteit dusdanig slecht dat herinrichting weinig oplevert. In andere gevallen kan juist de zeer goede waterkwaliteit er voor zorgen dat herinrichting extra veel effect oplevert. Dergelijke informatie is zeer interessant bij het eventueel herijken van de doelen van de waterlichamen en van ingrepen die het meest kansrijk zijn.
3. Met het doorrekenen van alternatieve maatregelscenario's is het tot slot mogelijk om aanvullende/alternatieve ingrepen te identificeren, die zinvol zijn om de doelen voor de waterlichamen te bereiken (stap 3). Door het koppelen van kosten kan deze stap ook worden uitgebreid met een kosteneffectiviteitanalyse. Voor de zandgronden is het interessant om te bezien wat haalbaar is bij bepaalde nutriëntengehalten of wat er gebeurt als er alleen wordt ingestoken op herinrichting en/of oeverbeheer. Hierdoor wordt veel inzichtelijker in welke mate aan bepaalde 'knoppen' moet worden gedraaid om het gewenste ecologisch effect te krijgen. Dit geeft dan weer veel inzicht in de haalbaarheid van de doelen.

4. De toepassing van EEE2

Uit de huidige en reeds afgeronde projecten met het EEE2 blijkt het instrument goed bruikbaar om de effecten van maatregelen kwantitatief in beeld te brengen op regionale schaal. De tool kan snel en reproduceerbaar de effecten van ingrepen doorrekenen, ook voor alternatieve scenario's. De uitkomsten sluiten goed aan bij de verwachtingen en de afwijkingen ten opzichte van de monitoringsresultaten worden hoofdzakelijk veroorzaakt door de gebruikte monitoringsmethoden.

Kader 1: Expertsysteem Ecologische Effecten 2 (EEE2)

Het EEE2 is een rekentool waarmee de ecologische toestand als Ecologische Kwaliteitsratio (EKR) kan worden voorspeld aan de hand van waarden voor stuurvariabelen (nutriënten, oeverinrichting, meandering, etc.). Het systeem is ontwikkeld voor de Ex ante evaluatie KRW van het PBL om de effecten van de KRW-maatregelen en het doelbereik vast te stellen^{1,2}.

Het rekenhart van het systeem is een **neuraal netwerk**. Een neuraal netwerk is een zelflerend systeem dat vanuit aangeboden combinaties van gegevens patronen als 'kennisregels' kan opslaan (geheugen) en reproduceren. Een neuraal netwerk wordt getraind met een door deskundigen vastgestelde uitgebalanceerde dataset. De reden om voor een neuraal netwerk als basis te kiezen is dat veel ecologische wetmatigheden in globale zin weliswaar bekend zijn, maar doorgaans weinig gekwantificeerd of moeilijk zijn te formaliseren in kennisregels. Daarnaast spelen vele factoren tegelijk een (versterkende of juist tegenwerkende) rol.

De **trainingsset** bestaat uit een combinatie van input- en targetparameters. De *stuurvariabelen* vormen de inputparameters die de *EKR's* (targetparameters) van de vier biologische kwaliteitselementen bepalen. In de **training** is vervolgens in een groot aantal rekencycli de netwerkuitvoer als voorspelde EKR vergeleken met de target EKR (verkregen uit monitoring) van de dataset. Tijdens de training komt de voorspelde EKR door convergentie steeds dichterbij de target EKR te liggen, zodat uiteindelijk het beste netwerk overblijft.

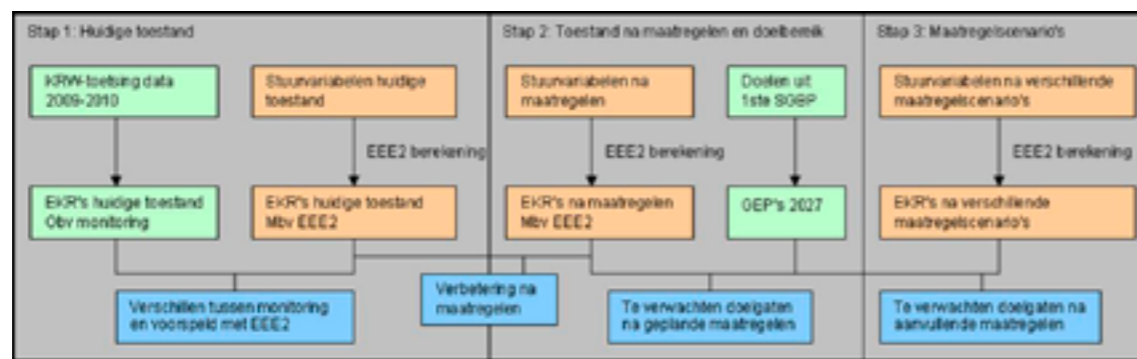
Het resultaat is een **getraind netwerk** dat kan worden gebruikt voor het doorrekenen van nieuwe sets aan stuurvariabelen. Bijvoorbeeld om het effect van geplande maatregelen op de ecologische

Met het EEE2 kan daardoor voor stroomgebieden of per waterlichaam de haalbaarheid van de huidige doelen met de huidige maatregelen nagaan. Daarnaast kan met slimme varianten worden onderzocht welke 'knoppen' bepalend zijn voor het betreffende waterlichaam.

Moet er bijvoorbeeld gestuurd worden op inrichting of is aanpak van de waterkwaliteit de eerste stap. Daarnaast is de omvang van een benodigde maatregel beter in te schatten.

Door het toepassen van het EEE2 kunnen desinvesteringen worden tegengegaan en wordt het beschikbare geld het meest effectief ingezet. Een project met het EEE2 zoals hier beschreven, levert een bijdrage bij de haalbaarheid van maatregelen en daarmee bij keuzes voor stuurfactoren. Daarnaast kan het in beperkte mate een globaal inzicht geven hoe de inrichting op locatieniveau moet worden vormgegeven. Dit doordat nadere informatie over de randvoorwaarden (sinuositeit, mate van vrije afstroming, oeverinrichting en -beheer, peilbeheer in M-typen, etc.) worden gegenereerd.

07 Kader 2: Stappenplan en benodigde informatie voor toepassing EEE2



Voor het toepassen van het EEE2 is een database met waarden voor stuurvariabelen nodig van de situatie voor en na maatregelen. De waterlichamen binnen Brabant en Limburg horen vrijwel allemaal tot deze vijf categorieën van watertypen:

- kanalen;
- sloten;
- langzaam stromende beken;
- snel stromende beken;
- ondiepe meren.

Afhankelijk van de categorie is een specifieke set aan stuurvariabelen relevant (tabel C1) (Evers et al, 2009).

Tabel C1: Relevante stuurvariabelen voor de hier onderzochte categorieën watertypen

Stuurvariabelen	Aantal klassen/eenheid	Watertypen
Oeverinrichting	3	Kanalen, sloten en ondiepe meren
Peildynamiek	3	Kanalen en sloten
Onderhoud	2	Kanalen en sloten
Scheepvaart	2	Kanalen
Meandering	5	Langzaam en snel stromende beken
Beschaduwing	3	Langzaam en snel stromende beken
Verstuwing	3	Langzaam en snel stromende beken
Totaal fosfor	Zomergemiddelde in mg P/l	Alle
Totaal stikstof	Zomergemiddelde in mg N/l	Alle
BZV5	Zomergemiddelde in mg O2/l	Langzaam en snel stromende beken

Het startpunt is de huidige toestand van de waterlichamen voor de stuurvariabelen. Hiervoor zijn meerdere bronnen beschikbaar: KRW-portaal, eigen ecologische database, legger, gebiedskenners en de KRW-factsheets. De beschrijvingen van de maatregelen per waterlichaam gebruiken we vervolgens om de waarden voor de stuurvariabelen na uitvoering van deze maatregelen in te schatten. Voor de nutriënten zijn de uitkomsten van de PBL-berekeningen uit de Ex ante evaluatie KRW (PBL, 2008; Knoben et al., 2008) beschikbaar. Deze berekeningen zijn uitgevoerd met STONE met de geplande KRW-maatregelen. Voor de overige parameters kunnen we met expert judgement en relatieve omvang van de maatregelen de nieuwe waarden voor de stuurvariabelen bepalen. In de praktijk wordt dit meestal in een gezamenlijke werksessie gedaan.

Behalve de waarden voor de stuurvariabelen zijn voor de analyses ook de EKR's nodig. Meer specifiek: de EKR's van de huidige toestand zoals bepaald met monitoringsgegevens en het doel (GEP) voor de verschillende kwaliteitselementen (fytoplankton, overige waterflora, macrofauna en vissen).

Colofon

- Redactie:** R. Buskens (Royal Haskoning), I. Barten (Waterschap De Dommel), M. Kits (Waterschap Aa en Maas) en H. Vermulst (Royal Haskoning)
- Auteurs:** P. Aalders (instrument G), R. Buskens (handreiking, instrument A, B, D, E, F, bijlage 2), D. Coenen (bijlage 2 + 3), P. Dankers (instrument G: morfologische toets), N. Evers (instrument C + bijlage 1), D. Kesselmans (bijlage 3), M. Kits (instrument H), C. van Rens (instrument F).
- Begeleiding:** D. Coenen & M. Pach (Brabantse delta), M. Kits, P. Kamsma & C. van Rens (Waterschap Aa en Maas), I. Barten & M. Berg (Waterschap De Dommel), I. Jansen & D. Kesselmans (Waterschap Peel en Maasvallei), B. Prudon (Waterschap Rivierenland), D. Ertsen & W. Poelmans (Provincie Noord-Brabant), H. Vermulst & R. Buskens (Royal Haskoning).
- Foto's:** Waterschap De Dommel, Waterschap Peel en Maasvallei, Waterschap Aa en Maas, Waterschap Roer en Overmaas, Royal Haskoning en www.saxifraga.nl tenzij anders vermeld.
- Realisatie:** www.wapenfeit.com



