



HYDROMORFOLOGIE EN CONNECTIVITEIT

| | | |
|----|---|----|
| 1 | INLEIDING | 1 |
| 2 | GERELATEERDE ONDERWERPEN EN DELTAFACTS | 2 |
| 3 | STRATEGIE..... | 2 |
| 4 | SCHEMATISCHE WEERGAVE..... | 4 |
| 5 | WERKING..... | 6 |
| 6 | KOSTEN EN BATEN | 13 |
| 7 | RANDVOORWAARDEN | 14 |
| 8 | GOVERNANCE..... | 14 |
| 9 | PRAKTIJKERVARINGEN EN LOPENDE INITIATIEVEN..... | 14 |
| 10 | KENNISLEEMTES | 16 |
| 11 | BRONNEN & LINKS | 16 |
| 12 | COLOFON | 17 |
| 13 | DISCLAIMER..... | 17 |

1 INLEIDING

Het belang van de hydrologie, morfologie en connectiviteit voor de ecologie van oppervlaktewateren is groot. Het samenspel tussen hydrologie en morfologie wordt vaak als hydromorfologie aangeduid. Connectiviteit gaat over verbindingen in de breedste zin van het woord, dus is meer dan alleen barrières zoals stuwen en dammen. Elementen op bijvoorbeeld oevers en in het landschap tussen waterlichamen spelen voor veel soorten een belangrijke rol bij hun verspreiding. Het

samenspel tussen hydromorfologie en connectiviteit richt zich op het functioneren en de interacties tussen het water (de beweging, stroming en dynamiek), de structuren en de verbindingen in het water, langs de oever en in het terrestrische landschap in de omgeving van het water. Omdat er aparte kennisdocumenten zijn voor de hydrologie, habitatheterogeniteit (een aspect van morfologie) en connectiviteit/verspreiding gaat deze Deltafact vooral in op de morfologie en het samenspel met hydrologie en connectiviteit.

2 GERELATEERDE ONDERWERPEN EN DELTAFACTS

Verdonschot P.F.M. & Verdonschot R.C.M. (2020). Factsheet: Stroming en waterbeweging. Kennisimpuls Waterkwaliteit. Notitie Kennisimpuls waterkwaliteit (KIWK), Zoetwaterecosystemen, Wageningen Environmental Research, Wageningen UR, Wageningen. 13 pp

<https://www.stowa.nl/onderwerpen/waterkwaliteit/realiseren-van-ecologische-waterkwaliteitsdoelen-krw/ecologische-3#3037>

Verdonschot P.F.M. & Verdonschot R.C.M. (2020). Het belang van dispersie en connectiviteit voor macroinvertebraten en planten. Kennisdocument Kennisimpuls waterkwaliteit (KIWK), Zoetwaterecosystemen, Wageningen Environmental Research, Wageningen UR, Wageningen. 16 pp.

<https://www.stowa.nl/onderwerpen/waterkwaliteit/realiseren-van-ecologische-waterkwaliteitsdoelen-krw/ecologische-3#3037>

Van der Lee, Verdonschot R.C.M. & Verdonschot P.F.M. (2020). Factsheet: Habitatheterogeniteit. Kennisimpuls Waterkwaliteit. Notitie KIWK, Zoetwaterecosystemen, Wageningen Environmental Research, Wageningen UR, Wageningen. 14 pp. <https://www.stowa.nl/onderwerpen/waterkwaliteit/realiseren-van-ecologische-waterkwaliteitsdoelen-krw/ecologische-3#3037>

3 STRATEGIE

Een oppervlaktewater, een oever en een landschap bevatten alle structuren gevormd door water in interactie met bodem en planten en dieren. Hieruit komt onmiddellijk voort dat morfologie vaak een gevolg is van hydrologische en biologische processen.

De KRW benoemt onder hydromorfologie de volgende kenmerken:

- Hydrologisch regime
 - Kwantiteit en dynamiek van de waterstroming

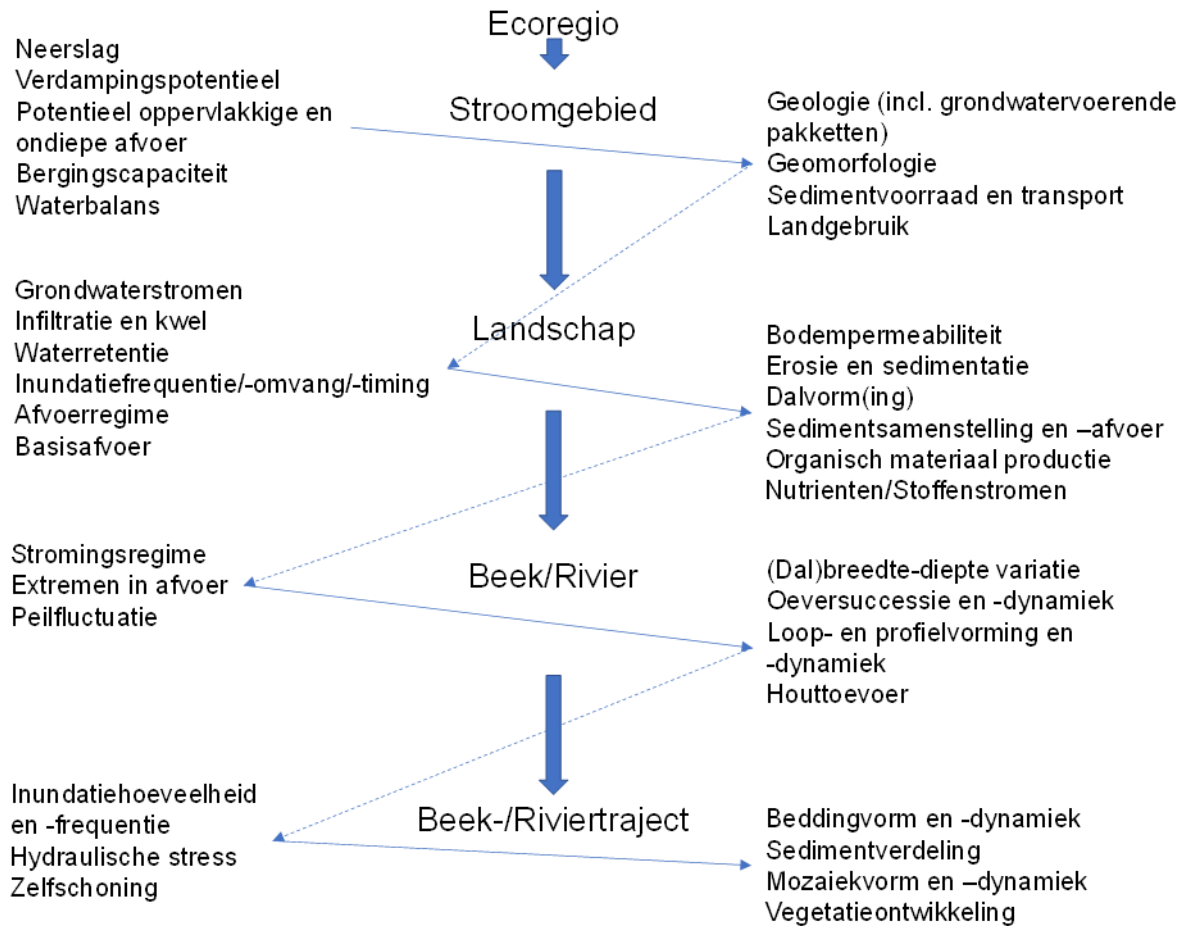
- Verbinding met grondwaterlichamen
- Verblijftijd (in stilstaande wateren)
- Morfologie
 - Variaties in diepte en -breedte (laatste alleen in stromende wateren)
 - Kwantiteit- (alleen in stilstaande wateren), structuur en substraat van de bedding (stromend) of bodem (stilstaand)
 - Structuur van de oeverzone of meeroever
- Riviercontinuïteit (stromend)

Om het samenspel tussen morfologie enerzijds en hydrologie en connectiviteit anderzijds in deze Deltafact te duiden vullen we deze hoofdkenmerken in naar het 5S-Model waar de componenten hydrologie, morfologie en biologie (waar connectiviteit belangrijk voor is) completer en over meerdere schalen zijn uitgewerkt. Ook wordt speciale aandacht gegeven aan een vaak onderbelicht maar ecologisch essentieel morfologisch onderdeel; de land-water overgangen.

4 SCHEMATISCHE WEERGAVE

*Hydrologische processen
en -kenmerken*

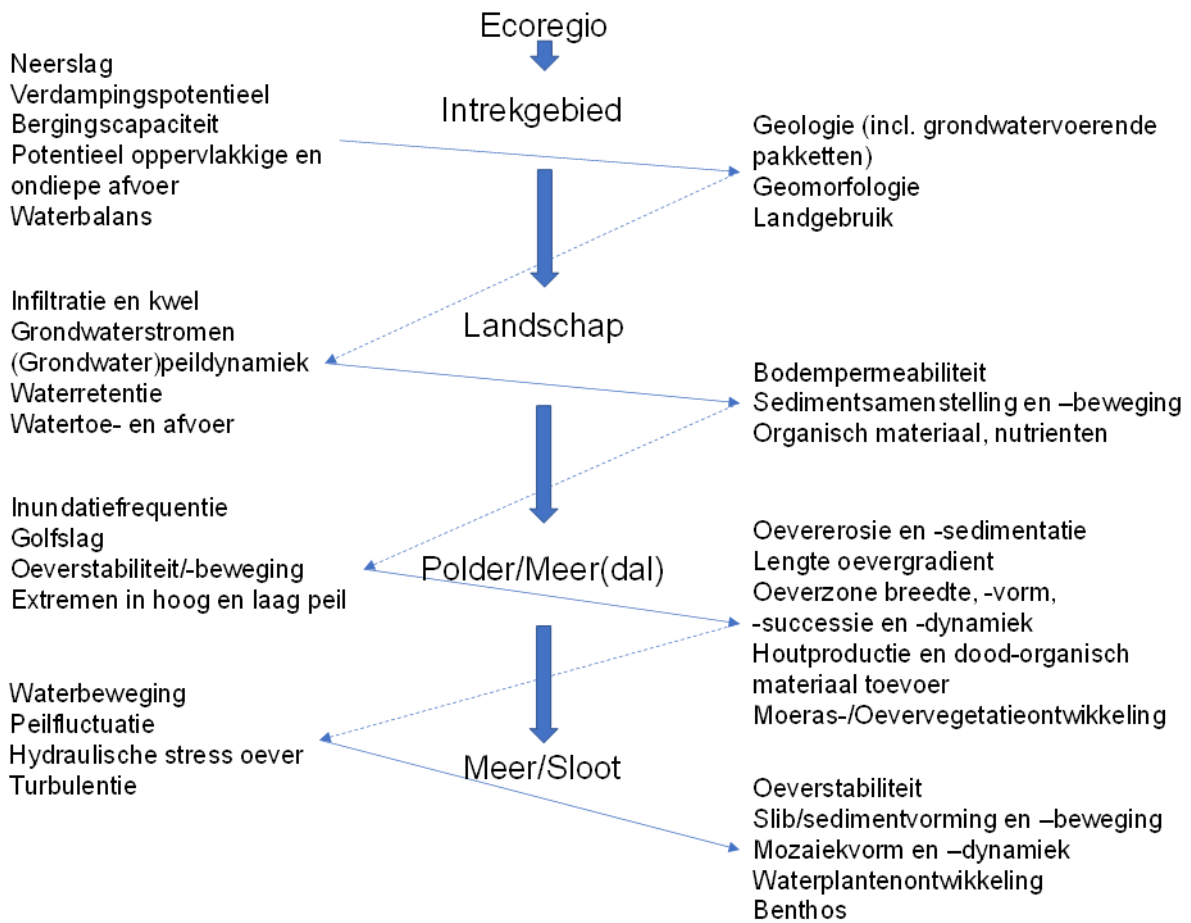
*Morfologische processen
en -kenmerken*



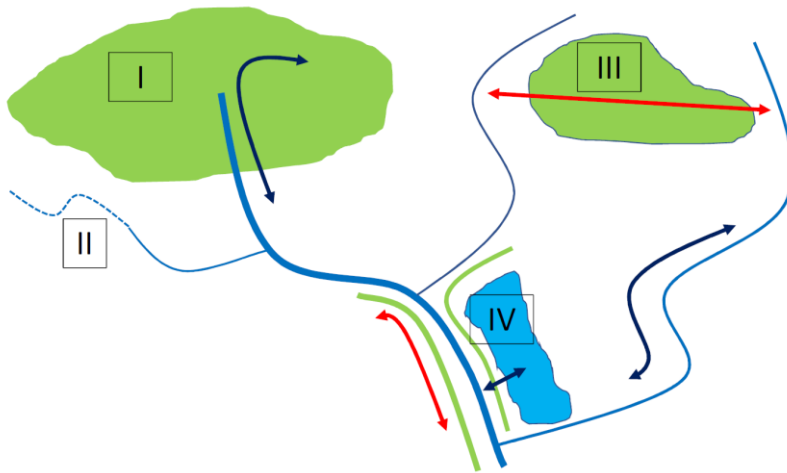
Afbeelding 1A: Hydromorfologische kenmerken en processen in stromende wateren.

*Hydrologische processen
en -kenmerken*

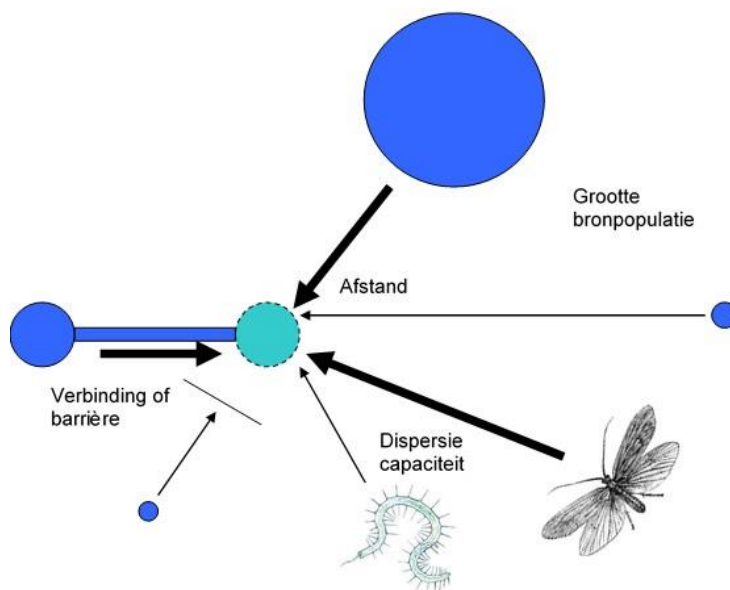
*Morfologische processen
en -kenmerken*



Afbeelding 1B: Hydromorfologische kenmerken en processen in stilstaande wateren.



Afbeelding 2: Elementen van een ecologisch rivierennetwerk in de haarvaten van het stroomgebied. Wetlands, die buiten de begrenzing van waterlichamen liggen: I doorstroommoeras, II kleine niet permanent watervoerende bovenloop, III corridor 'landbrug' tussen bovenlopen, IV oeverzones en overstromingsvlakten. Pijlen zijn potentiële verspreidingsroutes: blauw via water, rood over land of door de lucht.



Afbeelding 3: Factoren die belangrijk zijn bij de kolonisatie van een nieuw gegraven sloot. Pijlen geven de kolonisationsnelheid aan: dik snel, dun langzaam.

5 WERKING

De hydrologie is de motor achter de morfologie en draagt op grotere schaal bij aan de vorm, breedte en diepte van waterlichamen en op kleinere schaal aan de heterogeniteit; de vorming van verschillende substraten op de bodem, de vorm van de oever, de verplaatsing van takken en bladeren, de vormen van de waterplanten

enzovoorts. De biologie beïnvloedt zowel de hydrologie en de morfologie, waarbij gedacht kan worden aan bomen die langs beken de beddingvorm wijzigen of verlandingsvegetaties die de golfslag in meren dempen. Vormen of structuren bieden leefomgeving of habitat aan soorten. Organismen gebruiken vormen bijvoorbeeld als schuil-, paai-, rust- of broedplaats, om eitjes op af te zetten of om zich te verplaatsen (verbindingen of connectiviteit in het landschap). De heterogeniteit in vormen kan complex zijn, waarbij de vorm zelf, de rangschikking van de vorm, het aantal verschillende vormen en de variatie van vormen in de tijd een bijdrage kunnen leveren. Hoe meer verschillende structuren, hoe groter de vormenrijkdom of heterogeniteit en hoe meer variatie in waterbeweging bij deze vormen, hoe groter de variatie in leefplekken voor organismen.

5.1 HYDROLOGIE

Hydrologie omvat vooral de grond- en oppervlaktewaterbeweging in watersystemen, zoals de stroming van grondwater naar oppervlaktewater (kwel), de wind gedreven waterbeweging in stilstaande wateren en de benedenstrooms gerichte stroming van water in stromende wateren.

Stromende wateren

Waterbeweging in stromende wateren is een gevolg van de hydrologische processen in het grond- en oppervlaktewatersysteem in het gehele stroomgebied. Het geïnfiltreerde regenwater voedt — naast het direct toegevoerde regenwater — het ondiepe en diepe grondwatersysteem, wat op haar beurt respectievelijk bovenstrooms of midden- en benedenstrooms en zijdelings dagzoomt in het waterlichaam. Dit grootschalig hydrologisch systeem leidt in de bedding tot morfologische processen op trajectschaal, zoals de vorm, breedte en diepte van het profiel.

Op kleine schaal leiden erosie en sedimentatieprocessen tot variatie in substraatsamenstelling en -verdeling op de bodem. De toevoer van organisch materiaal — in de vorm van bomen, takken, bladeren en fijnere deeltjes — worden door de stroming getransporteerd en al naar gelang de waterbeweging afgezet of weer losgemaakt. Ook zorgt de stroming voor transport naar benedenstrooms van voedingsstoffen en organisch materiaal in opgeloste en gebonden vorm. De continue stroming verzorgt tevens de zuurstofvoorziening.

Voor stromende wateren geldt dat een gematigde wisseling in de afvoer leidt tot een redelijke stabiliteit in stromingsmilieus, variërend van stilstaande plekken tot en met stroomversnellingen. Dit leidt weer tot een grote substraatheterogeniteit, waardoor substraatmozaïeken worden gevormd. De afvoer is hier dus de motor achter de heterogeniteit; van lengte- en dwarsprofiel tot het ontstaan van substraatmozaïeken. Afvoer beïnvloedt verder ook de temperatuur-, zuurstof- en voedingsstoffenhuishouding. De afvoer zelf wordt weer gestuurd door de neerslag en de aanvoer van grondwater. Een stabiele grondwateraanvoer leidt tot een stabiel afvoerregime.

Stilstaande wateren

In stilstaande wateren is waterbeweging eveneens een belangrijke vormende factor. Wind brengt water in beweging en veroorzaakt stroming en golfslag, die op hun beurt — samen met (natuurlijke) peilfluctuaties — erosie- en sedimentatieprocessen aansturen. Deze processen kunnen zowel de substraatsamenstelling en -verdeling op de waterbodem als de oevervorm veranderen. Daarnaast zorgt de waterbeweging voor het transport van zuurstof en voedingsstoffen en homogenisering van bijvoorbeeld de watertemperatuur als gevolg van menging. Net zoals in stromende wateren speelt in stilstaande wateren de aanvoer van grondwater (kwel) een grote rol omdat deze invloed heeft op de fysisch-chemische samenstelling van het water.

Erosie en sedimentatieprocessen leiden tot ruimtelijke diversiteit en houden i.) pioniermilieus, zoals zand- en slikplaten en ondieptes, op grotere schaal in de tijd beschikbaar, en ii.) houden land-water overgangen functioneel, bijvoorbeeld doordat strooisel dat in de oeverzone accumuleert wordt weggespoeld, zodat verlandingsprocessen en verzuuring worden vertraagd of teruggedrukt. Omdat deze processen tussen seizoenen en van jaar tot jaar verschillen leidt het tot natuurlijke dynamiek met grotere biologische diversiteit. Omgekeerd kan erosie negatieve effecten op organismen hebben via verwijdering en beschadiging, vergelijkbaar met het effect van afvoerpieken in stromende wateren. Ook kan waterbeweging het water vertroebelen door opwoeling van fijn sediment, met lichtbeperking en verminderde groei van algen en waterplanten en zichtbeperkingen voor zichtrovers tot gevolg.

Voor stilstaande wateren geldt dat een natuurlijk peil en een oeverzone met een geleidelijke land-water overgang leidt tot een ecologisch goed ontwikkelde oever- en

bodemzone. Omdat in Nederland de meeste stilstaande wateren relatief ondiep zijn (tot circa 4 m) hebben de oeverzone en de bodem grote invloed. De processen in deze zones en hun interactie met de waterkolom vormen de motor achter het ecosysteem functioneren (bijvoorbeeld temperatuur-, zuurstof- en voedingsstoffenhuishouding) en vormen en dragen zelf de structuurrijkdom in het waterlichaam.

Hydrologie en connectiviteit

Als er binnen een stroomgebied stuwen, gemalen of andere kunstwerken aanwezig zijn, kunnen deze optreden als barrières die bij lage of geen afvoer uitwisseling van verhinderen. Ze verhinderen dat organisch materiaal, zoals blad, detritus en takken, niet naar benedenstrooms kan worden getransporteerd, waardoor de benedenstroomse voedselbasis wegvalt en het ecosysteem anders gaat functioneren. Dit geldt bijvoorbeeld ook voor de uitstroom van polders naar een boezem of meer. In stromende wateren kan bij lage afvoeren stagnatie optreden, waarbij door stuwen organismen niet meer kunnen ontsnappen en er verslibbing van de aanwezige structuren optreedt. Door habitatverlies en zuurstoftekorten kunnen hierdoor veel soorten verdwijnen.

Bij hoge afvoeren wordt de connectiviteit vaak sterk vergroot door het wegvallen van de obstructie. In stromende wateren en bij de uitstroom van een gemaal in stilstaande wateren kunnen hoge afvoeren echter ook leiden tot extreme stroomsnelheden, waarbij i.) organismen kunnen beschadigen, worden begraven in het sediment of wegspoelen, en ii.) de habitatstructuur, voedsel- en nutriëntenbeschikbaarheid afnemen

Dit zou pleiten voor het verwijderen van stuwen, omdat verbindingen goed zijn voor de uitwisseling van soorten en het verloop van ecosysteemprocessen. Echter, ook is gebleken dat geïsoleerde wateren samen vaak een hogere biodiversiteit herbergen t.o.v. verbonden wateren. Door te verbinden treedt ook een homogenisering op, in termen van bijvoorbeeld fysisch-chemische kwaliteit, maar ook biologisch, waarbij bepaalde dominante (soms uitheemse) soorten een groot aandeel in gaan nemen in de levensgemeenschap. Het is duidelijk dat de overweging verbinden of isoleren sterk water-afhankelijk is en daarmee maatwerk vraagt.

5.2 MORFOLOGIE

Vorm- of structuurheterogeniteit komt op landschaps-, biotoop- en habitatschaal voor (Afb. 1). De schaal van de leefomgeving van een soort in relatie tot de structuurheterogeniteit verschilt tussen organismen; dit betreft bijvoorbeeld vierkante centimeters voor algen tot tientallen kilometers voor vissen. Voor veel waterecosystemen geldt dat de soortdiversiteit toeneemt wanneer de structuurheterogeniteit groter is.

Op een schaal van habitat naar landschap zijn belangrijke structuren in verschillende watertypen:

Beken en rivieren: bodemmateriaal (bv. dood hout, detritus, slib, zand, grind), oeverbegroeiing (bv. boomwortels), luwtezones, spoelkommen, stroomversnellingen en waterplanten (in onbeschaduwde delen), dwarsprofiel, loop, overstromingszone, beekdalvorm, beekdallandschap, stroomgebied.

Meren en plassen: bodemmateriaal (bv. veenbrokken, oude schelpenbanken, ingevallen dood hout), groeivormen van waterplanten, vorm waterkolom (is relatief homogeen), litorale zone, oevervorm, overstromingsgebied, omgeving, landschap van het intrekgebied.

Sloten en kanalen: bodemmateriaal, groeivormen van waterplanten, oevervorm, omgeving, 'polder'-landschap/ intrekgebied.

Structuren oefenen invloed uit op andere milieufactoren en op soorten op verschillende schalen. Deze invloed verschilt per watertype.

5.3 LAND-WATER OVERGANGEN

Land-water overgangen omvatten de oeverzones en beek- en meer-begeleidende moerassen die oorspronkelijk — voor de grootschalige ontwateringen, regulering en vergraving van de Nederlandse wateren — de essentiële motor achter het functioneren van onze aquatische ecosystemen waren.

Oeverzones en moerassen langs meren

Oeverzones bij stilstaande wateren zijn momenteel vaak smal en hebben een gering effect op het watersysteem. Bredere oeverzones, met een moeraskarakter of echte moerassen, oefenen naarmate de dimensies toenemen steeds meer invloed uit op het functioneren van het gehele watersysteem. Onderzoek aan natuurvriendelijke oevers (NVOs) heeft dit meermalen bevestigd.

Rond meren vormt de brede oever- of moeraszone de overgang tussen het droge land en het open water. Het vormt zo een onderdeel van de reeks van droog naar nat die bestaat uit de serie land-moeras-waterplanten-waterkolom-waterbodem. Moerassen langs meren bestaan voornamelijk uit lage tot middelhoge vegetaties van riet- en zeggengemeenschappen (op de natste plekken) en voor het overige uit hoog opgaande vegetaties in de vorm van broekbossen.

Een afwisseling tussen erosie en sedimentatie zorgt voor een grote variatie in omstandigheden en versterkt de biodiversiteit, zoals al eerder aan bod is gekomen in deze Deltafact. Natuurlijke peildynamiek draagt hier verder aan bij, omdat bij laag peil in de (na)zomer veel helofyten kunnen kiemen. Peilverschillen tussen seizoenen en tussen jaren versterken de variatie nog verder.

De productie in de moeraszone is hoog, veel hoger dan in de andere onderdelen van een meer-ecosysteem. In grote meren blijkt op basis van isotopenonderzoek de voedselketen in belangrijke mate afhankelijk te zijn van voedselbronnen uit de land-water overgangen. Het areaal van deze zone zou ongeveer 40-50% van het totale meerareaal moeten bedragen.

Samenvattend spelen brede oeverzones en meer-begeleidende moerassen een cruciale rol in het gezond functioneren van meer-ecosystemen, omdat ze bijdragen aan habitatdiversiteit, stofstromen en biodiversiteit. De combinatie van aanwezige milieugradiënten kan meer soorten herbergen dan ieder habitat apart. Hierbij spelen peildynamiek in ruimte en tijd en de connectiviteit van water en oever/moeras een doorslaggevende rol in het creëren en in stand houden van deze heterogene gradienten.

Beekmoerassen

In het beekdallandschap kwamen in het verleden op veel plaatsen overstromingszones, beekbegeleidende oever- en moeraszones en mengvormen van moeras en beek voor. De vlakke beekdalen hadden te weinig verval voor de vorming van beeksystemen maar het water stond ook niet stil, het sijpelde vrij continu naar benedenstrooms. Dergelijke grote variatie in typen overgangen tussen land en water beken droegen een hoge biodiversiteit en stonden borg voor een gezond

functioneren. Daarbij waren in de bovenstroomse delen en hoger op de flanken 'doorstroommoerassen' aanwezig die de beken voeden.

Wanneer we zouden stoppen met het intensieve beheer en onderhoud zouden veel beken door vegetatieontwikkeling en de daarbij horende verlanding geleidelijk weer terug veranderen naar deze oorspronkelijke vormen. Omdat de vegetatie in structuur en samenstelling in de tijd verandert, al dan niet door de activiteit van grote zoogdieren (wildpaadjes, zoelplekken), ontstaat in inundatiegebieden en beekmoerassen een veranderend patroon van stroompjes, poeltjes, natte en drogere plekken, waarbij seizoenverschillen het meest opvallen. Deze variatie in ruimte en tijd leidt tot een zeer hoge biodiversiteit.

In een landschap met beekmoerassen is de strikte ordening in boven-, midden- en benedenloop grotendeels verdwenen. Er is sprake van een landschappelijk mozaïek, wat weer zijn weerslag heeft op het voorkomen van bijvoorbeeld soorten, waarbij er overall in het stroomgebied een mengeling kan optreden van 'bovenloop-soorten' en 'benedenloop-soorten'.

5.4 CONNECTIVITEIT EN DISPERSIE

Organismen verplaatsen zich in de ruimte binnen en tussen populaties en naar nieuwe locaties. De verspreidingscapaciteit verschilt sterk van soort tot soort. Dispersie is afhankelijk van de verspreidingscapaciteit van een soort, de wijze van verspreiding, de afstand en de omstandigheden in het te overbruggen aquatisch of terrestrisch landschap, zoals in Afb. 2 is weergegeven voor stromende wateren. Daarnaast heeft de omvang van de bronpopulatie een belangrijke invloed op het aantal individuen dat zich verspreidt; vooral bij hoge dichtheden neemt het aantal individuen dat dispersie vertoont toe.

Fragmentatie van waterlichamen en het omringende landschap beperkt de verspreidingsmogelijkheden en wordt gezien als tijdvertragende factor in het herstel van waterecosystemen na het uitvoeren van maatregelen. Succesvolle dispersie treedt vooral op onder soorten water- en oeverplanten en ongewervelden met een korte levenscyclus die veel kleine, lichte propagulen produceren. Dergelijke plantaardige en dierlijke propagulen verspreiden gemakkelijk via de wind van zaden of van cysten, door het water, door watervogels en zijn persistent. Organismen met zwaardere zaden of hoger gewicht (bijvoorbeeld slakken) verspreiden moeilijker en

daardoor heeft fragmentatie op deze soorten een groter effect. Dit leidt tot de stelling dat hoe lichter de propagulen hoe gemakkelijker de verspreiding. Daarnaast zullen actief verspreidende soorten beter in staat zijn om ongunstige landschapsfragmenten te overbruggen dan passief verspreide soorten van vergelijkbare grootte, omdat de verspreiding van de laatste meer onderhevig is aan willekeur.

Organismen kunnen zich actief of passief verspreiden (Afb. 3). Planten verspreiden zich alleen passief. De meeste macroinvertebraten families verspreiden zich hoofdzakelijk passief en zowel het aantal families als de aantallen organismen die passief dispergeren zijn vele male groter dan de actieve verspreiders. Vissen verspreiden vooral actief.

Maatregelen gerelateerd aan dispersie en connectiviteit hebben tot doel het verhogen van het kolonisatiepotentieel van doelsoorten en kan geschieden door het versterken van bronpopulaties van doelsoorten en het opheffen van dispersiebarrières of het versterken van de connectiviteit. Beide maatregelen kunnen de veerkracht van wateren vergroten. Juiste verbindingen betekent het aanbrengen van dispersie bevorderende structuren op landschapsschaal, zoals houtwallen en bosschages die als stapstenen kunnen functioneren. Voor de vrije beweging van watergebonden fauna is het belangrijk barrières op te heffen, echter dat kan ook de diversiteit verlagen. Daarom is hierbij belangrijk te onderzoeken voor welke soorten verbindingen nodig zijn of juist voorkomen moeten worden.

6 KOSTEN EN BATEN

De baten van goed functionerende land-water overgangen zijn groot en wegen veelal op tegen de kosten die gemoeid zijn met het scheppen van ruimte (bijvoorbeeld grondverwerving) om de benodigde gradiënten in het landschap te realiseren. Zo heeft een brede oeverzone langs meren of grotere watergangen een belangrijke relatie met golfwerking. De golfwerking wordt door de moerasvegetatie gedempt, wat de oevererosie tegengaat. Ook treedt in de vegetatie sedimentatie van zwevend materiaal op, wat leidt tot helderder water. Beekbegeleidende moerassen werken ook als een soort sponzen, ze houden water lang vast en geven het geleidelijk af waardoor een gematigde dynamiek in de afvoer ontstaat. Dit vasthoudend en bergend vermogen voorkomt benedenstroomse afvoerpieken.

7 RANDVOORWAARDEN

Het vergroten van de koppeling tussen hydrologie, morfologische heterogeniteit en connectiviteit is met name effectief wanneer maatregelen gericht zijn op het herstel van ecologische processen die toestanden en structuren vormen, oftewel bouwen-met-natuur principes volgend, in plaats van het kunstmatig aanbrengen of creëren ervan.

Om op ecologische processen te sturen, moeten maatregelen wel op een grote ruimtelijke schaal worden uitgevoerd. Maatregelen hebben alleen een positief effect op de ecologische kwaliteit en biodiversiteit wanneer er geen andere limiterende stressoren meer aanwezig zijn, wat betekent dat altijd gewerkt moet worden met combinaties van maatregelen of maatregelpakketten.

Het succes van de herstelmaatregelen, afgemeten aan de terugkeer van bepaalde doelsoorten, is verder sterk afhankelijk van de nabijheid van bronpopulaties, de aanwezigheid van zaadbanken en de aanwezigheid van verbindingen. Kortom, de mogelijkheid die organismen hebben om het herstelde gebied te bereiken. Voor het selecteren van een locatie om herstelmaatregelen uit te voeren is het dus belangrijk om mee te nemen waar de dichtstbijzijnde bronpopulaties zich bevinden en of er eventueel barrières zijn op de verschillende dispersieroutes die kunnen verhinderen dat gewenste soorten terugkeren. Tevens is het van belang om de gebieden met resterende bronpopulaties te beschermen en de connectiviteit tussen gebieden te verbeteren.

8 GOVERNANCE

Succesvolle en realistische maatregelpakketten worden gebaseerd op een integrale benadering van de systeemrandvoorwaarden, hydrologie, morfologie, chemie, ecologie en menselijke gebruiksfuncties op het niveau van een waterbeheereenheid of stroomgebied. In het algemeen geldt dat wanneer maatregelen worden genomen het belangrijk is voor, tijdens en na de uitvoering te volgen wat de effecten zijn. Door dit adaptief in te steken kan in een project worden bijgestuurd. Belangrijker nog is dat kennis over maatregelen de toekomstige effectiviteit en efficiëntie versterkt.

9 PRAKTIJKERVARINGEN EN LOPENDE INITIATIEVEN

Maatregelen die bijdragen aan het bereiken van een verbetering van het hydrologisch functioneren van watersystemen zijn:

- Het op grote schaal verbinden van wateren met hun infiltratiegebieden en aldaar verminderen van drainerende structuren, bergen van water, vertragen van versnelde oppervlakkige/ondiepe afvoer en het verminderen van onttrekkingen.
- Het op kleinere schaal verbinden van de wateren met de aanliggende omgeving met moerassige oeverzones, m.a.w. het uitbreiden van de land-water overgangen. De effectiviteit en het gezond functioneren hiervan kan worden versterkt met het instellen van een natuurlijk peil.
- Het verminderen van de afvoerdynamiek en waarborgen van continuïteit in stroming in stromende wateren en het versterken van de natuurlijke peildynamiek in stilstaande wateren.

Maatregelen die bijdragen aan het bereiken van een verbetering van de het morfologisch functioneren van watersystemen zijn:

- Het herstellen van de omvang en functionaliteit van brede land-water overgangen.
- Het versterken van gradiënten, zoals het in diepte en vorm gevarieerde en begroeide oeverzones (stimuleren litorale gradiënt), het aanleggen van overstromingszones (beek- en meermoerassen) en het inrichten van luwtegebieden.
- Het onderhoud tot een minimum te beperken waardoor de waterplantenstructuren of ingevallen dood organisch materiaal blijft behouden. Maai- en onderhoudsbeheer kan het best in ruimte en tijd worden gespreid zodat een variatie in ontwikkelingsstadia kan optreden. Waterkwaliteitsmaatregelen kunnen ook bijdragen omdat het terugdringen van voedingsstoffen om zo waterplantenontwikkeling en een hoge habitatheterogeniteit terug te krijgen.

Maatregelen die bijdragen aan het bereiken van een verbetering van de connectiviteit zijn:

- Het inrichten van verbindingszones tussen wateren in het landschap om de verspreiding van dieren met terrestrische stadia te bevorderen.
- Het verbeteren van de leefkwaliteit van verbindingszones in lijnvormige wateren en in landschappen die wateren verbinden.

- Het vrij laten afstromen van stromende wateren; vispassages alleen nemen niet alle barrières weg.

10 KENNISLEEMTES

Kennisleemtes bestaan vooral t.a.v. de omvang van bronpopulaties, de dispersiecapaciteit van soorten en de wijze van sturing op kolonisatie en vestiging van soorten. Ook is meer kennis nodig of stofstromen van moerassen naar stromende en stilstaande wateren en benodigde areaalgroottes om deze processen optimaal te laten verlopen. Tenslotte is meer kennis nodig over het sturen met gebiedseigen, natuurlijke processen op habitatheterogeniteit en biodiversiteit onder verschillende mate van stress veroorzaakt door andere stressoren.

11 BRONNEN & LINKS

- Noordhuis, R. (2020) Factsheet: Effecten van moerassen op het ecologische functioneren van meer ecosystemen. Notitie Kennisimpuls Waterkwaliteit.
<https://www.stowa.nl/onderwerpen/waterkwaliteit/realiseren-van-ecologische-waterkwaliteitsdoelen-krw/ecologische-3#3037>
- Peeters, E. T., Veraart, A. J., Verdonschot, R. C. M., van Zuidam, J. P., de Klein, J. J. M., & Verdonschot, P. F. M. (2014). Sloten: ecologisch functioneren en beheer. KNNV Uitgeverij in samenwerking met STOWA en Universiteit Wageningen.
- van der Lee, G.H., Verdonschot R.C.M. & Verdonschot P.F.M. (2020). Factsheet: Habitatheterogeniteit. Kennisimpuls Waterkwaliteit. Notitie KIWK, Zoetwaterecosystemen, Wageningen Environmental Research, Wageningen UR, Wageningen. 14 pp.
<https://www.stowa.nl/onderwerpen/waterkwaliteit/realiseren-van-ecologische-waterkwaliteitsdoelen-krw/ecologische-3#3037>
- Verdonschot, P. F. M. (2015). Ecologisch raamwerk voor aquatische ecosystemen (No. 2015-29). Stowa. <https://kennisimpulswaterkwaliteit.nl/nl/publicaties/ecologische-systeembenadering-en-ecologische-systeemanalyse>
- Verdonschot, R.C.M., Runhaar, J., Buijse, A.D., Bijkerk, R., Verdonschot, P.F.M. (2016) Doorstroommoerassen en moerasbeken; typebeschrijvingen en ontwikkeling maatlaten voor de biologische kwaliteitselementen. Zoetwatersystemen, Wageningen Environmental Research, Wageningen UR, Wageningen.
<https://library.wur.nl/WebQuery/wurpubs/fulltext/407301>
- Verdonschot P.F.M. & Verdonschot R.C.M. (2020). Factsheet: Basisafvoer verhogen. Kennisimpuls Waterkwaliteit. Notitie Kennisimpuls waterkwaliteit (KIWK), Zoetwaterecosystemen, Wageningen Environmental Research, Wageningen UR, Wageningen. 20 pp.
- Verdonschot P.F.M. & Verdonschot R.C.M. (2020). Factsheet: Stroming en waterbeweging. Kennisimpuls Waterkwaliteit. Notitie Kennisimpuls waterkwaliteit (KIWK), Zoetwaterecosystemen, Wageningen Environmental Research, Wageningen UR, Wageningen. 13 pp. <https://www.stowa.nl/onderwerpen/waterkwaliteit/realiseren-van-ecologische-waterkwaliteitsdoelen-krw/ecologische-3#3037>
- Verdonschot P.F.M. & Verdonschot R.C.M. (2020). Het belang van dispersie en connectiviteit voor macroinvertebraten en planten. Kennisdocument Kennisimpuls waterkwaliteit (KIWK), Zoetwaterecosystemen, Wageningen Environmental Research, Wageningen UR, Wageningen. 16 pp. <https://www.stowa.nl/onderwerpen/waterkwaliteit/realiseren-van-ecologische-waterkwaliteitsdoelen-krw/ecologische-3#3037>

12 COLOFON

Auteur: Piet FM. Verdonshot, Ralf Verdonshot, Wageningen Environmental Research

Leescie: Tom Buijse, Marjoke Muller

Datum: november 2021

Dit Deltafact is geschreven in het kader van het project Stysteemkennis ecologie en waterkwaliteit van de Kennisimpuls Waterkwaliteit. In de Kennisimpuls werken Rijk, provincies, waterschappen, drinkwaterbedrijven en kennisinstututen aan meer inzicht in de kwaliteit van het grond- en oppervlaktewater en de factoren die deze kwaliteit beïnvloeden. Daarmee kunnen waterbeheerders en andere partijen de juiste maatregelen nemen om de waterkwaliteit te verbeteren en de biodiversiteit te vergroten.

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

13 DISCLAIMER

Dit is een standaardtekst. Door STOWA in te vullen