



Robuuste en klimaatbestendige rivernetwerken

Hotspots voor natuurontwikkeling langs de grote rivieren

De uiterwaarden van de grote rivieren vertegenwoordigen een succesverhaal van natuurontwikkeling. Toch kunnen we voor veel kenmerkende diersoorten van het rivierecosysteem nog niet rekenen op duurzame populaties, zeker niet bij de te verwachten klimaatverandering. Het aanpassen van het landgebruik tot grote, aaneengesloten natuurgebieden (*hotspots*) langs de grote rivieren kan mogelijk aanzienlijke winst opleveren. Dit artikel verkent de bijdrage van vier van deze hotspots in 2050 voor een aantal riviergebonden gidssoorten met behulp van metapopulatiemodellering.

Het landschap van de grote rivieren kenmerkt zich door dijken en dammen, die voor veiligheid zorgen en het land binnendijs leefbaar en economisch vitaal houden, maar die ook grote, negatieve gevolgen hebben gehad voor ecologische systemen. Doordat rivieren zijn gefixeerd tussen de dijken is de rivierdynamiek op een aantal plaatsen afwezig, of juist bijzonder groot. Zand- en slibstromen zijn gewijzigd. De oppervlakte van overstroombare gebieden is afgenomen, evenals de variatie in en kwaliteit van leefgebieden.

De uiterwaarden van de grote rivieren bieden kansen voor herstel van natuur, zo blijkt uit het programma Ruimte voor de Rivier (Van Looy *et al.*, 2019). Het afgraven van uiterwaarden voor een betere waterafvoer in verband met hoogwaterveiligheid is de afgelopen 25 jaar hand in hand gegaan met natuurontwikkeling (Vliegthart & Van der Zee, 2018).

Uitgangspunt voor dit artikel is de Natuurverkenning Grote Rivieren, een visie op de mogelijkheden van een robuust en klimaatbestendig rivierecosysteem in 2050 (Zuidhof *et al.*, 2017), opgesteld in opdracht van het ministerie van LNV in het kader van het programma Natuurambitie Grote Wateren (NAGW). Deze visie brengt de ecologische potenties van het rivierengebied in kaart. Op basis hiervan is in opdracht van Rijkswaterstaat-Oost de natuuropgave voor de grote Rivieren uitgewerkt en gekwantificeerd in het kader van

de Programmatische Aanpak Grote Wateren (PAGW). Doel van PAGW voor de rivieren is het ontwikkelen van een robuust en klimaatbestendig rivierecosysteem waarin alle belangrijke habitats, alsmede de kenmerkende soorten van een robuust rivierecosysteem, een plaats vinden.

Figuur 1 laat een aantal scenario's voor natuurontwikkeling zien tot 2050, gebaseerd op *expert judgement*. Te zien is dat de natuurkwaliteit zal afnemen als er geen maatregelen worden getroffen (onderste lijn). Bij ongewijzigd beleid zorgen autonome maatregelen als de Kaderrichtlijn Water (KRW), het Nationaal Natuurnetwerk (NNN) en Natura 2000 voor een geringe toename in kwaliteit. Bij het benutten van de uiterwaarden verandert regulier landbouwkundig gebruik in natuurinclusieve landbouw en worden verbindingen met het achterland versterkt. Daarbij worden in dit scenario enkele PAGW-maatregelen genomen, zoals aanleg van langsdammen, rivierverruiming en antiverdrogingsmaatregelen. Het meest gunstig daarbij is natuurvriendelijker stuwbeheer en het loslaten van de randvoorwaarden voor de scheepvaart, wat bijdraagt aan een robuust en klimaatbestendig riviersysteem.

Dit artikel bespreekt de bovengenoemde natuuropgave vanuit de PAGW. Niet om een optimaal natuurscenario voor het rivierengebied te schetsen; het artikel beschrijft een situatie tussen de bovenste lijnen van figuur

ecotopen
landschapsecologie
kerngebieden
metapopulatiemodel
levensvatbare populatie

T. (Theo) van der Sluis
Wageningen Environmental
Research, Postbus 47,
6700 AA Wageningen,
theo.vandersluis@wur.nl

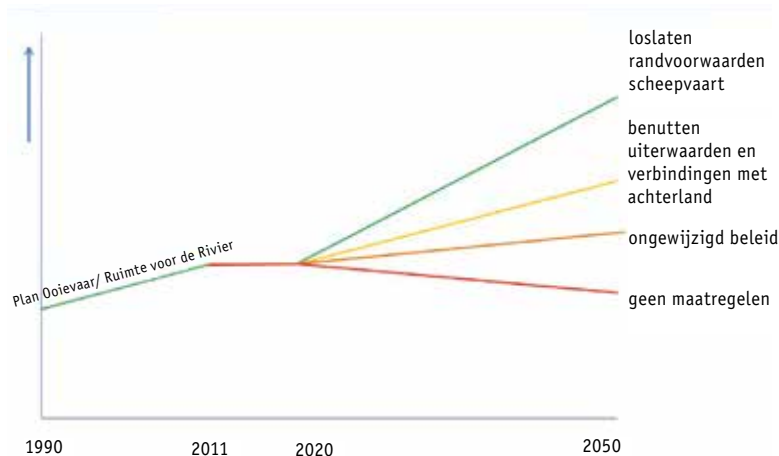
G. (Gilbert) Maas
Wageningen Environmental
Research

E. (Eline) van Elburg
Wageningen Environmental
Research

I. (Inez) Woltjer
Wageningen Environmental
Research

B. (Bas) Pedroli
Wageningen Environmental
Research, thans Adviesbureau
JustLandscape

Foto **Paul Oostveen**
(Luchtbeeld.nl).
Hoogwaterstand in de
Bizonbaai bij de Waal,
Gelderse Poort.



Figuur 1 Kansen voor verdere versteviging robuust rivierecosysteem: vier keuzen voor ontwikkeling (Van der Sluis *et al.*, 2020).

Figure 1 Opportunities for further strengthening a robust river ecosystem: four choices for development (Van der Sluis *et al.*, 2020).

1, waarbij de ruimtelijke eisen van soorten sturend zijn voor de ruimtelijke claim ten behoeve van natuur. Met name wordt ingegaan op de randvoorwaarden voor het versterken van de karakteristieke kenmerken van de verschillende riviertrajecten, onder meer door herstel en ontwikkeling van een natuurlijke configuratie van de ecotopen in het winterbed van de rivieren.

Met het recent herziene landschapsecologische model LARCH (Rüter *et al.*, 2014; Chardon, Foppen & Geilen, 2000; Van der Sluis *et al.*, 2007) zijn de benodigde areaal van ecotopen gekwantificeerd voor gidssoorten voor een dynamisch en robuust riviersysteem: soorten die model staan voor een grotere groep diersoorten die op termijn duurzaam kunnen voorkomen in het rivierengebied. Met LARCH is bepaald wat het benodigd leefgebied is voor deze soorten, en hoe de populaties zich kunnen ontwikkelen binnen de randvoorwaarden die de PAGW stelt. Het artikel besluit met een korte bespreking van de maatregelen die noodzakelijk zijn voor de ruimtelijke samenhang en de verwachte effecten van klimaatverandering op het rivierengebied.

Hotspots van natuurontwikkeling

Er is gekozen voor een benadering vanuit 'hotspots': grote gebieden van meer dan 10.000 ha waar de kansen op versterking van het rivierecosysteem groter zijn dan elders (figuur 2). Deze grote schaal biedt ruimte aan dynamische processen, biomassaliteit (het massaal verschijnen van soorten), medegebruik door mogelijkheden voor zonering en een verscheidenheid van abiotische omstandigheden en vegetatiestructuren. Het zijn de gebieden waar duurzame populaties aanwezig kunnen zijn en van waaruit ook andere gebieden gekoloniseerd kunnen worden. Deze benadering wordt onderschreven door deskundigen, beheerders en beleidsmakers in regionale consultatiewerkshops over de ecologische potenties in het rivierengebied.

Hotspots worden als zodanig aangemerkt vanwege specifieke kenmerken en een specifieke ligging in het rivierengebied, maar ook vanwege de al gerealiseerde natuur. In de hotspots moet de ambitie gericht zijn op omvangrijke aaneengesloten gebieden (minimaal 2500 ha) met grote natuurkwaliteit, die kunnen dienen als kerngebieden voor migratie naar de omliggende delen van het rivierengebied. Hotspots zijn zo de pijlers voor een robuust rivierecologisch systeem, ervan uitgaande dat volgens bestaand beleid en het programma Integraal Rivier Management (IRM) gewerkt wordt aan verbetering van de corridorfunctie van de tussenliggende riviertrajecten. Deze corridors ondersteunen de ontwikkeling van groot-schalige natuur in de hotspots (Van Looy *et al.*, 2019). Per hotspot zijn de specifieke opgaven en de te ontwikkelen ecotopen bepaald op grond van geomorfologie en (rivier)dynamiek (figuur 2).

Er zijn vier hotspots aangewezen:

1. Gelderse Poort (inclusief Rijnstrangen – Waalbochten – IJsselpoort), omzoomd door de stuwwallen van de Veluwe, het Rijk van Nijmegen en Montferland.

Huidige omvang: ca. 4080 ha (exclusief productieland en bebouwd gebied). In dit gebied komen hoogdynamische rivierecotopen (zandstranden en opstuwende oeverwallen) voor, op korte afstand van laagdynamische uiterwaardsystemen, deels binnendijkse wetlands en hardhoutoibossen.

2. Biesbosch, op het grensvlak met de Zeeuwse en Zuid-Hollandse Wateren. Huidige omvang: ca. 14.680 ha (exclusief productieland en bebouwd gebied). Het gebied heeft een hoge natuurkwaliteit door de omvang en de mate van aaneengeslotenheid en natuurlijkheid, waardoor het een belangrijke refugiumfunctie biedt. Er liggen grote kansen voor ecosystemen van getijdegebonden laaglandrivieren, verbindingen tussen veenweidegebied en rietmoerassen (t.b.v. reigerachtigen en otter) en uitgestrekte natte natuur (t.b.v. zwarte ooievaar en zeearend).
3. IJssel-Vechtdelta. Huidige omvang: ca. 11.140 ha (exclusief productieland en bebouwd gebied). Een belangrijk gebied in ontwikkeling, aansluitend bij Vecht en laagveenmoerassen. De IJsseldelta biedt grote kansen voor het versterken van de natuurkwaliteit van soortenrijke moerasvegetaties in samenhang met de ontwikkelingen in het Ketelmeer, Zwarte Water en Kampereiland waardoor de verbinding tussen IJssel en IJsselmeer wordt versterkt.
4. Grensmaas. Huidige omvang: ca. 35.700 ha (exclusief productieland en bebouwd gebied). Deze grindrivier is uniek in Nederland en biedt grote mogelijkheden voor de ontwikkeling van weinig verstoorte dynamische habitats. Omdat de Grensmaas behalve recreatievaart geen scheepvaartfunctie heeft hoeft hier geen rekening te worden gehouden met bevaarbaarheid. Daarbij komt dat de Grensmaas, bij een optimale samenwerking met de rivierbeheerder van de Maas in Wallonië en met het beheer van de oevers aan Vlaamse



zijde, een schoolvoorbeeld kan worden van herstel van riviernatuur, met name ook op het gebied van dynamiekgebonden soorten waterfauna, vis en amfibieën.

Ecotopen

De ligging, omvang en configuratie van leefgebieden is cruciaal voor het inschatten van de levensvatbaarheid van populaties van planten- en diersoorten. In dit onderzoek worden de leefgebieden beschreven als ecotopen, volgens de typologie van Rijkswaterstaat. Met deze typologie kan het hele rivierengebied beschreven worden, in tegenstelling tot de typologie die in de habitatrichtlijn gebruikt wordt en die bijvoorbeeld geen ‘bouwland’ of ‘zomerbed van de rivier’ omvat.

De ecotopen in de huidige situatie zijn afgeleid van de ecotoopkaarten van het Rijkswateren Ecotopenstelsel (RWES, 5^e cyclus, situatie vanaf 2017) van de Werkgroep

Figuur 2 Vier hotspots van grootschalige natuurwaarden in het rivierengebied: Grensmaas, Gelderse Poort, Biesbosch en IJssel-Vecht Delta, met corridors en (indicatief) de stapstenen (Bron: Van Heusden *et al.*, 2021).

Figure 2 Four hotspots of large-scale natural values the riverine area: Grensmaas, Gelderse Poort, Biesbosch and IJssel-Vecht Delta. The corridors and (indicative) stepping stones are indicated (Source: Van Heusden *et al.*, 2021).

Rivierecologie (2020), en op basis van GIS-bewerkingen teruggebracht tot twaalf basis-ecotooptypen.

Bij het bepalen van de toekomstige ecotopen (2050) in het rivierengebied is zo veel mogelijk uitgegaan van de natuurlijke dynamiek van de verschillende riviertrajecten - in 'DNA van de rivier', www.smartrivers.nl is per riviertraject te zien hoe dit bepaald is. Daarbij is gekeken naar het functioneren van een specifiek riviertraject, de processen die er thuishoren en de interactie tussen het abiotisch en biotisch systeem met de bijbehorende dynamiek. Conform de Natuurverkenning (Zuidhof et al., 2017) is op de ecotopenkaart 2050 alle landbouwgrond in de hotspots omgezet in natuur. Bebouwd en verhard terrein is gehandhaafd. Binnen de contouren van de voor afvoer van hoogwater benodigde stroombanen (gegevens RWS) is geen opgaande vegetatie voorzien. Voor de ecotooptypen zacht- en hardhoutoobos is een combinatie met struweel benoemd, om het dynamische karakter van de betreffende ecotopen te benadrukken. Uitgangspunt hierbij is dat een deel van de struwelen zal uitgroeien tot oobos en dat in de oobossen door erosie ook weer open plekken met struweel zullen ontstaan.

Het metapopulatiemodel LARCH

Voor negen kenmerkende riviersoorten, de zogenaamde gidssoorten (tabel 1), is bepaald welke voorwaarden ze stellen aan omvang en configuratie van broed-, voedsel- en rusthabitats. Voor deze gidssoorten is gekozen vanwege hun indicatieve waarde voor een aantal ecotopen en hun representativiteit voor andere soorten. Voor de analyse van leefgebied is het LARCH model gebruikt dat gebaseerd op de metapopulatietheorie. LARCH vereist als invoer een vegetatiekaart (of in dit geval een ecotopenkaart) en ecologische soortparameters (bijvoorbeeld homerange, verspreidingsafstand en draagvermogen voor alle habitats). De soortparameters zijn bepaald

op grond van literatuur en empirische studies. De oppervlakte aan geschikte ecotopen bepaalt het potentiële aantal individuen van een specifieke soort dat het gebied kan bevatten. De afstand tot aangrenzende gebieden (netwerkafstand) bepaalt of deze gebieden deel zijn van een netwerk, waarbij nog uitwisseling plaatsvindt. Alle gebieden in een netwerk dragen bij aan de populatie en afhankelijk van soortkenmerken wordt in LARCH bepaald of de gidssoorten duurzame populaties (kans op uitsterven over 100 jaar <5%) kunnen ontwikkelen. Als het leefgebied versnipperd is, is voor een duurzame populatie veel meer oppervlakte nodig dan in een situatie met grote, aaneengesloten of goed verbonden gebieden (figuur 3). Grotere kernen met leefgebied bieden kansen voor sleutelpopulaties. Sleutelpopulaties in een netwerk vergroten ook de duurzaamheid van populaties.

Gidssoorten voor duurzame riviersystemen

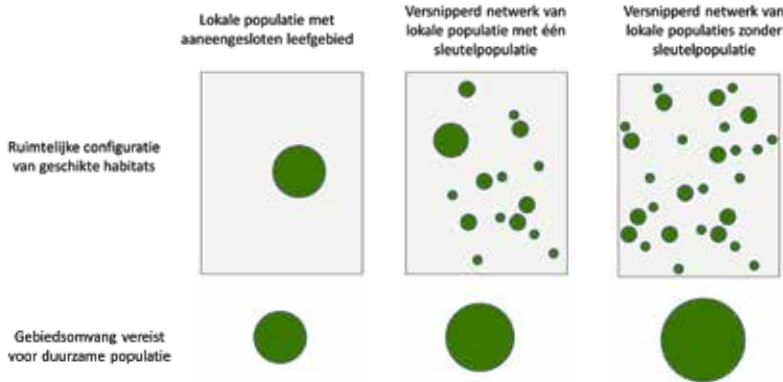
De gekozen gidssoorten zijn indicatief voor terrestrische en amfibische hoog- dan wel laagdynamische riviernatuur (zie tabel 1). Otter, roerdomp en knoflookpad zijn grotendeels afhankelijk van nattere natuur; zwarte ooievaar, grindwolfspin, grote karekiet, blauwborst en kwartelkoning zijn afhankelijk van zowel drogere als natte ecotopen. De barbeel is gidssoort voor stromende wateren, waarbij de opgave voor de aquatische natuur aan de hand van deze gidssoort kwalitatief is beschreven.

Met behulp van de habitatanalyse in LARCH is de potentie van het rivierengebied voor de gidssoorten in de huidige situatie en voor 2050 bepaald en is de oppervlakte aan benodigd duurzaam leefgebied gekwantificeerd. Het 2050-beeld uit de Natuurverkenning leidde nog niet tot voldoende duurzame populaties van de gidssoorten: voor een aantal soorten is te weinig leefgebied gerealiseerd. Daarom is de 2050-situatie verder geoptimali-

| WINST TE BEHALEN DOOR: | SCHAAL | VERBINDING | DIVERSITEIT HABITAT | DYNAMIEK | WATERKWALITEIT |
|--|--|--|---|---|---|
| Zwarte ooievaar <i>Ciconia nigra</i> | grote aaneengesloten oppervlakte (ongestoorde) ooibossen | | ooibossen, moerasvegetaties en ondiepe plassen op bereikbare afstand | | verbetering waterkwaliteit van foerageerwateren |
| Otter <i>Lutra lutra</i> | | realiseren knelpuntvrije verbindingen met achterland (beeksystemen, dijkevergangen) | natuurvriendelijke oevers en afname gebruiksintensiteit uiterwaarden | | verbetering waterkwaliteit van rivieren/beken |
| Roerdomp <i>Botaurus stellaris</i> | grote oppervlakte aan ongestoorde rietmoerassen | | | benutten ruimte uiterwaarden en verdere ontwikkeling van laag-dynamische component | |
| Knoflookpad <i>Pelobates fuscus</i> | | | combinatie van visvrije natte poelen en onbegroeid hoogwatervrij los zand | ontwikkeling laag-dynamische natte en droge natuur in combinatie met hoogwatervrij los zand (hoge dynamiek) | verbetering waterkwaliteit van poelen en strangen |
| Grindwolfspeen <i>Arctosa cinerea</i> | | | | ontwikkeling van voldoende onbegroeide habitats met bewegend zand | |
| Barbeel <i>Barbus barbus</i> | | verbindingen maken tussen zee en regionale wateren voor relevante vissoorten; passeerbaar maken van stuwen en beekmondningen | | meer afwisseling laag- en hoog-dynamische delen rivier vereist | verbetering waterkwaliteit van rivieren/beken |
| Blauwborst <i>Luscinia svecica</i> | | | ooibos met struweel, grote plekken riet met moerasruigte | | |
| Grote karekiet <i>Acrocephalus arundinaceus</i> | grote oppervlakte aan ongestoorde rietmoerassen | | | verdere ontwikkeling van laag-dynamische component in de uiterwaarden | |
| Kwartelkoning <i>Crex crex</i> | grotere complexen natte graslanden | | natte graslanden met insecten | laagdynamische, extensief beheerde graslanden | |

Tabel 1 Gewenste verbeteringen in de ecotopen van de gidssoorten.

Table 1 Desired improvements in the ecotopes of the indicator species.



Figuur 3 Principes van metapopulaties (netwerken): hoe meer versnipperd en kleiner het leefgebied, hoe meer oppervlak vereist is om tot een duurzaam netwerk te komen.

Figure 3 Principles of metapopulations (networks): the more fragmented and smaller the habitat, the more surface is required to achieve a sustainable network.

seerd door verdere aanpassing van de ecotopenverdeling om -indien mogelijk- duurzame populaties te realiseren. Dit heeft geresulteerd in een, binnen de gestelde randvoorwaarden van hoogwaterveiligheid, scheepvaart en watervoorziening 'optimale' ecotopenverdeling voor elke hotspot.

Optimalisatie ecotopenverdeling

Voor alle soorten is de geoptimaliseerde situatie bepaald, de noodzakelijke aanvullende maatregelen en de vereiste verschuivingen in ecotopen per hotspot. Voor met name de IJssel en Nederrijn en Lek wordt daarbij ook uitgegaan van aanpassing van de scheepvaart, zodat de rivier zich als een blauwe corridor kan ontwikkelen; er ontstaat dan een situatie die dichtbij de optimale situatie (figuur 1) komt.

De ecotopenverdeling houdt rekening met gelijkblijvende eisen aan hoogwaterveiligheid, afvoer- verdeling over de riviertakken en bevaarbaarheid. In de optimale ecotopenverdeling is er meer ruimte voor hard- en zachthoutoobos (toename van 8800 tot 14.000 ha), riet, moerasruigte (van ruim 5000 tot 8400 ha), droog en nat grasland (inclusief stroomdalgrasland van 5000 tot meer dan 7400 ha).

Deze ruimte kan deels ontstaan door het omzetten van landbouwgrond naar natuurlijker ecotopen of natuurinclusieve landbouw. Het totale aandeel geulen, strangen en ondiep rivierbegeleidend water (van 360 tot 3870 ha) en dynamische kale oevers (van 740 tot 1720 ha) neemt toe door verondieping van bestaand diep rivierbegeleidend water en de aanleg van nieuwe (neven)geulen. Door hier gradiënten aan te brengen in combinatie met de vorming van grindbanken (alleen langs de Grensmaas) en slikken en platen neemt het aandeel kale oevers in de geoptimaliseerde situatie in 2050 toe.

In de loop van de tijd zijn de rivieren sterk ingesnoerd door dijken en is de landschappelijke gradiënt van rivier tot de komgronden grotendeels verdwenen. Het verbinden van buitendijkse gronden met binnendijkse natuur is daarom heel belangrijk bij de ontwikkeling van een robuust rivierecosysteem. Dat kan door herstel van beekmondingen naar de rivier, en soms door het verleggen van de huidige dijk om het rivierdal te verbreden.

Verwachte ontwikkeling van gidssoorten

Uitbreiding van natuurarealen door het veranderen van ecotopen, met aanvullende maatregelen zoals gerichte beheermaatregelen, leveren voor de meeste soorten een aanzienlijke verbetering op (tabel 2). De aantallen reproductieve eenheden nemen voor bijna alle soorten toe, evenals de duurzaamheid van de betreffende populaties. Nagenoeg alle doelsoorten kunnen na optimalisatie weer duurzaam in het rivierengebied voorkomen, en soorten als barbeel en knoflookpad (geen Natura 2000-soort) kunnen duurzame populaties vormen. Kleine populaties zijn mogelijk voor kwartelkoning en otter, voor deze soorten blijven binnendijkse gebieden ook belangrijk. Deze soorten staan model voor vele andere planten- en diersoorten die zullen profiteren van deze ontwikke-

| SOORT | LOKALE POPULATIE | | DUURZAAMHEID POPULATIE | | OPTIMALISATIE 2050 | |
|-----------------|------------------|------------------|------------------------|----------------|--------------------|------------------|
| | Huidig | 2050 | Huidig | 2050 | buitendijks | met omgeving |
| Zwarte ooievaar | klein | klein | niet duurzaam | niet duurzaam | niet duurzaam | sterke bijdrage* |
| Otter | sleutelpopulatie | sleutelpopulatie | niet duurzaam | niet duurzaam | niet duurzaam | duurzaam |
| Roerdomp | klein | groot | niet duurzaam | sterk duurzaam | sterk duurzaam | sterk duurzaam |
| Knoflookpad | sleutelpopulatie | sleutelpopulatie | niet duurzaam | niet duurzaam | duurzaam | duurzaam |
| Grindwolfspin | groot | groot | sterk duurzaam | sterk duurzaam | sterk duurzaam | sterk duurzaam |
| Blauwborst | groot | groot | sterk duurzaam | sterk duurzaam | sterk duurzaam | sterk duurzaam |
| Grote karekiet | klein | sleutelpopulatie | niet duurzaam | duurzaam | duurzaam | duurzaam |
| Kwartelkoning | klein | sleutelpopulatie | niet duurzaam | niet duurzaam | duurzaam | duurzaam |
| Barbeel | klein | sleutelpopulatie | niet duurzaam | duurzaam | sterk duurzaam | sterk duurzaam |

* Hoewel de populatie van de Zwarte ooievaar niet duurzaam wordt, dragen de maatregelen voor de soort in een sterke mate bij aan de biodiversiteit.

lingen. Ten slotte is er een goede kans dat – bij voldoende rust in de broed- en foerageergebieden – de zwarte ooievaar (*Ciconia nigra*) zich blijvend gaat vestigen in het Nederlandse rivierengebied. De zwarte ooievaar zit aan de rand van zijn areaal in Nederland en breidt zich geleidelijk uit. De aanwezigheid van deze soort wordt als kenmerkend beschouwd voor het rivierengebied, met name door grootschalig leefgebied van weinig verstoorde oudere boombestanden (bijvoorbeeld hardhoutoobos), verlaten rivierarmen en ondiepe moerassige plassen. Vestiging kan na grootschalige ontwikkeling van leefgebied plaatsvinden, al zal de soort geen duurzame populatie vormen in Nederland.

Kortom, het is mogelijk een robuust rivierecosysteem te realiseren door gerichte omzetting en uitbreiding van natuurlijke ecotopen in een viertal grote gebieden (hotspots). Als voldoende samenhangend leefgebied gerealiseerd wordt, kunnen zich duurzame populaties van kenmerkende riviersoorten ontwikkelen. Voorwaarde is dat deze ecotopen van goede kwaliteit zijn, wat betekent dat er ook een opgave ligt voor de waterdynamiek en waterkwaliteit en het ontwikkelen van een natuurlijke variatie

in ruimte en tijd. Het gehele rivierengebied zal bij verwezenlijking van de NAGW een dusdanig grote impuls krijgen, dat een robuust ecosysteem van de Nederlandse Grote Rivieren kan worden gerealiseerd. De toename van natuurlijke ecotopen wordt mogelijk door een transitie van productielandbouw naar natuur in de vier hotspots, samen met enkele aanvullende maatregelen ('optimalisatie'). Een klein deel van deze opgave wordt de komende jaren reeds gerealiseerd in de programma's voor KRW, Natura 2000 en NNN. De beschreven ontwikkelingen ondersteunen op substantiële wijze de doelstellingen van Natura 2000 in de Rijnakken.

Corridors voor het verbinden van hotspots

Hoewel dit artikel vooral de natuuropgave voor de hotspots beschrijft, is de ontwikkeling van corridors tussen deze hotspots een essentiële stap om de robuustheid van populaties te vergroten. Het verbinden van versnipperde populaties is ook een belangrijk alternatief wanneer de mogelijkheden om extra areaal om te zetten in natuurlijk leefgebied beperkt zijn. Door het slim combineren van maatregelen voor verschillende soorten kan dan een

Tabel 2 Samenvatting resultaten van de LARCH-analyse voor de geselecteerde soorten, buitendijks langs de grote rivieren. 'Lokale populaties' geeft aan wat de analyse nu en in 2050 betekent voor lokale populaties (hetzij een kleine, hetzij een grote lokale populatie, hetzij een sleutelpopulatie). 'Duurzaamheid populatie' is met LARCH bepaald op grond van populatie aantallen binnen het netwerk. De optimalisatie is op basis van aanvullende maatregelen in de uiterwaarden ('buitendijks') en 'met omgeving': voor sommige soorten dragen binnendijkse gebieden bij aan de kwaliteit van buitendijkse habitats.

Table 2 Summary of the results of the LARCH analysis for the selected species, outside the dikes along the major rivers.

areaalbesparing worden gerealiseerd, wat wil zeggen dat minder leefgebied ontwikkeld hoeft te worden (zie ook Broekmeyer & Steingröver, 2001). Afhankelijk van de gidssoorten is een ontwerp voorgesteld met stapstenen of doorlopende verbindingen. Daarbij is indicatief aangegeven waar deze stapstenen gesitueerd kunnen worden, aansluitend op bestaande ecotopen (zie figuur 2).

Klimaat en zomerbederosie

Klimaatverandering zal naar verwachting in het rivierengebied tot 2050 vooral effect hebben op extreem hoge en extreem lage afvoeren (zie Van Geest, Altena & De Rijk, 2019). Daarnaast kunnen middelhoge hoogwaters meer gaan voorkomen in het voorjaar (mei). Klimaat effecten zijn met name relevant in de bovenstroomse riviertrajecten (Klijn et al., 2019). Afgezien van temperatuureffecten zullen deze ontwikkelingen uiteindelijk beperkt effect hebben op de ecologie van de onderzochte gidssoorten in het rivierengebied, behalve voor soorten die profijt hebben van natte graslanden in het voorjaar, zoals de kwartelkoning. Zomerbederosie (tot mogelijk -60 cm in 2050 ten opzichte van de huidige ligging) kan, ook in combinatie met klimaatverandering, evenwel een groot effect hebben op de overstromingsduren en grondwaterstanden in met name de Gelderse Poort, waardoor de ecotopen een droger karakter krijgen (Van Geest, Altena & De Rijk, 2019). Dit heeft aanzienlijke gevolgen voor grondwaterafhankelijke ecotopen als ondiepe plassen en geulen, riviermoerassen en -struwelen, natte graslanden en zachthoutoobossen. Met name de grotere variatie in waterstanden kan effect hebben op de doelsoorten.

Conclusie

Met LARCH is kwantitatief getoetst wat het cumulatief effect is van maatregelen voor versterking van rivier-

natuur. De huidige situatie is voor de meeste gidssoorten -en alle soorten waarvoor ze model staan- niet gunstig. De resultaten bevestigt de urgentie van de PAGW-natuuropgave: maatregelen voor een robuuster riviersysteem zijn noodzakelijk.

Binnen de hotspots is sprake van een omzetting van ruim 20.000 ha tot natuur (al dan niet met landbouwkundig medegebruik), wat leidt tot een wezenlijke versterking van de robuustheid van het rivierengebied als een natuurlijk ecosysteem: ook bij veranderingen in klimaat, afvoercharacteristieken en (economisch) medegebruik kan het systeem tegen een stootje.

De ruimtelijke invulling van de gewenste ecotopen binnen de hotspots en corridors, in samenhang met andere functies, is onderwerp van vervolgonderzoek en planuitwerking. Er zijn daarbij nog verschillende optimalisatieslagen denkbaar, bijvoorbeeld om tegemoet te komen aan de soms tegenstrijdige habitateisen van verschillende gidssoorten.

De kwantificering van de ecotopenverdeling en de analyse van daaruit af te leiden ontwikkelingspotenties van de populaties van gidssoorten zijn een belangrijk hulpmiddel bij de strategische en integrale beleidsvorming over het rivierengebied en de afweging van maatregelen in overleg tussen alle belanghebbenden. In deze zin is de beschreven benadering een volgende stap in de planvorming, na NURG en Ruimte voor de Rivier, passend bij de filosofie van de nieuwe Omgevingswet: het biedt ruimte voor lokale invulling en realisatie van natuurdoelen.

De auteurs bedanken de uitgebreide adviezen en commentaren van de stuurgroep, met name Marco Tijnagel (RWS), Wendy Verduyn (RWS), Hans Stokkermans (RWS), Wouter van Heusden (RVO) en Anne Zuidhof (RVO).

Summary

Robust and climate proof river networks - Hotspots for rehabilitation of nature along the major Dutch rivers

Theo van der Sluis, Gilbert Maas, Eline van Elburg, Inez Woltjer & Bas Pedroli

Nature targets, ecotopes, landscape ecology, core areas, metapopulation model, sustainable population

The aim of Dutch public authorities is to create a river system in which all habitats indicative for a robust river system as well as the characteristic species of the system are present. The focus is on four hotspots of large-scale coherent nature along the branches of the major Dutch rivers Rhine and Meuse. In addition to the ongoing development of a string of natural areas along the major rivers (corridors), the aspiration in these hotspots is to arrive at large contiguous areas with high nature qual-

ity, to serve as robust core areas and source populations for the surrounding parts of the river area. For a number of indicator species (animal species representative of other species with similar habitat requirements) we have modelled with the metapopulation model LARCH whether they can develop sustainable populations. Subsequently, an estimate was made for 2050 of the habitat distribution in the hotspots that would result if all agricultural land on the riverside of the flood levees were given a nature destination, with or without shared agricultural use. Finally, based on modelling outcome additional measures were defined to realize sustainable populations of indicator species, increasing riparian forests and wet grasslands.

From this semi-quantitative approach it appears that for most river-bound species significant habitat improvements can be achieved when focussing on nature rehabilitation in a limited number of promising hotspots.

Literatuur

Broekmeyer, M. & E. Steingröver, 2001. Handboek robuuste verbindingen: ecologische randvoorwaarden. Wageningen. Alterra.

Chardon, J., R. Foppen & N. Geilen, 2000. LARCH-RIVER: a method to assess the functioning of rivers as ecological networks. European Water Management 3: 35-43.

Klijn, F., N. Asselman, E. Mosselman & F. Sperna Weiland, 2019. Klimaatadaptatie in het rivierengebied. Een geo-ecologisch perspectief. Landschap 36(2): 104-113.

Rüter, S., C.C. Vos, M. van Eupen & H. Rühmkorf, 2014. Transboundary ecological networks as an adaptation strategy to climate change. The example of the Dutch – German border. Basic and Applied Ecology 15(8): 639-650.

Schindler, S., F. H. O'Neill, M. Biró *et al.*, 2016. Multifunctional floodplain management and biodiversity effects. A knowledge synthesis for six European countries. Biodiversity and Conservation 25(7): 1349-1382.

Sluis, T. van der, J. Romanowski, I.M. Bouwma & J. Matuszkiewicz, 2007. Comparison of scenarios for the Vistula river, Poland. In: Landscape Ecological Applications in Man-Influenced Areas. Linking Man and Nature Systems. Springer.

Sluis, T. van der, B. Pedroli, I. Woltjer *et al.*, 2020. Uitwerking PAGW Natuuropgave Hotspots Grote Rivieren. Eindrapport. Wageningen. Wageningen Environmental Research, rapport 3031.

Geest, G. van, W. Altena & S. de Rijk, 2019. Rivieren en klimaat. Programmatische aanpak Grote wateren (PAGW). Utrecht. Deltares.

Van Heusden, W. H. Sluiter, M. Tijnagel *et al.*, 2021. Ecologische Systeemopgave PAGW-Rivieren – Naar klimaatbestendige robuuste riviernatuur in 2050. Rijksdienst voor Ondernemend Nederland, Rijkswaterstaat en Staatsbosbeheer.

Van Looy, K., W.M. Liefveld, G. Kurstjens, & J. Hugtenburg, 2019. Ruimte voor de grote rivieren en ecologische herstelprogramma's. Landschap 36 (2): 79-87.

Vliegthart, A., & F. van der Zee, 2018. Delfstofwinning en natuur. Wageningen. Wageningen Environmental Research, rapport 2873.

Werkgroep Rivierecologie, 2020. Ecotopen en vegetatiestructuur www.rijkswaterstaat.nl/water/waterbeheer/natuur-en-milieu/ecotopen/index.aspx (geraadpleegd 14 sept 2020).

Zuidhof, A., J. Lankester, B. Pedroli *et al.*, 2017. Natuurverkenning Rivieren. Veerkrachtig ecosysteem voor de grote rivieren. Utrecht/Wageningen. RVO/Wageningen University & Research.