

# Klimaatverandering en ruimtelijke adaptatie natuur: wat we (niet) weten



2050

Routepanner



# Klimaatverandering en ruimtelijke adaptatie natuur: wat we (niet) weten

November 2007

Claire Vos  
Paul Opdam  
Gert-Jan Nabuurs  
Rob Bugter  
Martin Epe



# Inhoudsopgave

<b>Samenvatting</b>	<b>5</b>
<b>1 Inleiding</b>	<b>7</b>
1.1 Aanleiding	7
1.2 Doelstellingen Nederlands natuurbeleid en klimaatverandering	7
1.3 Afbakening	8
1.4 Werkwijze	8
<b>2 Probleemanalyse</b>	<b>9</b>
2.1 Effecten	9
2.2 Knelpunten	12
2.3 Ruimtelijke vraagstukken	14
<b>3 Adaptatiestrategieën</b>	<b>19</b>
3.1 Ruimtelijke strategieën	19
3.2 Faciliterende strategieën	22
3.3 Relatie ruimtelijke vraagstukken en adaptatiestrategieën	23
<b>4 Lopend onderzoek</b>	<b>25</b>
<b>5 Kennisvragen en kennisleemtes</b>	<b>33</b>
5.1 Kennisleemtes over adaptatiestrategieën	33
5.2 Samenvatting kennisleemtes	37
<b>6 Literatuur en websites</b>	<b>39</b>



# Samenvatting

Ten behoeve van het nationaal programma Adaptatie Ruimte en Klimaat (ARK) is als onderdeel van Routeplanner 3 voor het thema natuur een overzicht gemaakt van de huidige kennisleemtes.

Op basis van de belangrijkste effecten die klimaatverandering mogelijk kan hebben op soorten en ecosystemen zijn knelpunten gesignaleerd, waarbij de doelstellingen van het Nederlandse natuurbeleidskader als referentie zijn gehanteerd. Deze knelpunten zijn vertaald in een achttal ruimtelijke vraagstukken. Om de te verwachten effecten van klimaatverandering op de natuur zo goed mogelijk op te vangen zijn vervolgens zeven adaptatiestrategieën geformuleerd:

- I Vergroten ruimtelijke samenhang van de Ecologische Hoofd Structuur (EHS) en Natura 2000 gebieden
- II Ecologische veerkracht van ecosystemen
- III Maatregelen binnen natuurgebieden voor verbeteren abiotische condities
- IV Inbedden EHS en Natura 2000 gebieden in een multifunctionele klimaatmantel
- V Natuur integraal onderdeel van multifunctionele ruimtelijke adaptatie
- VI Vergroten leervermogen, omgaan met onzekerheid
- VII Nieuwe visie natuur in ruimtelijke ordening

Een internetinventarisatie en een brede emailconsultatie hebben vervolgens geleid tot een overzicht van momenteel lopend onderzoek in relatie tot deze adaptatiestrategieën. Hieruit blijkt dat er nog nauwelijks onderzoek plaatsvindt op het gebied van implementatie in gebiedsontwikkeling en/of beleid. Het meeste onderzoek wordt gedaan naar adaptatiestrategie V (Natuur integraal onderdeel van multifunctionele ruimtelijke adaptatie, zoals het opvangen van wateroverlast bij rivieren) en adaptatiestrategie I (Vergroten ruimtelijke samenhang EHS en Natura 2000 gebieden). Weinig tot geen onderzoek vindt nog plaats naar de adaptatiestrategieën IV (Inbedden EHS en Natura 2000 gebieden in een multifunctionele klimaatmantel), VI (Vergroten leervermogen, omgaan met onzekerheid) en VII (Nieuwe visie natuur in ruimtelijke ordening).



6



# Inleiding

## 1.1 Aanleiding

Het nationaal programma Adaptatie Ruimte en Klimaat (ARK) heeft als doel Nederland klimaatbestendiger te maken. De kernvragen die ARK wil beantwoorden zijn:

- Wat is de aard en omvang van al waarneembare en te verwachten effecten van klimaatverandering voor verschillende thema's en sectoren?
- Welke ruimtelijke vraagstukken levert dat op?
- Op welke wijze kunnen deze ruimtelijke vraagstukken worden aangepakt?
- Welke dilemma's (technisch, bestuurlijk, economisch, sociaal) ontstaan er bij het oplossen van deze ruimtelijke vraagstukken?

Voor de ontwikkeling van de kennisagenda geeft dit rapport een nadere uitwerking voor het thema natuur en adaptatie. Er wordt een beknopt overzicht gegeven van de effecten van klimaatverandering op natuur (paragraaf 2.1). Voor een uitgebreider overzicht wordt verwezen naar Vos et al. (in druk). Vervolgens worden knelpunten gesignaleerd (paragraaf 2.2), waarbij de doelstellingen van het Nederlandse natuurbeleidskader als referentie zijn gehanteerd. Deze knelpunten zijn vertaald in ruimtelijke vraagstukken (paragraaf 2.3). In hoofdstuk 3 zijn adaptatiestrategieën geformuleerd waarmee de verwachte effecten van klimaatverandering op de natuur zo goed mogelijk kunnen worden opgevangen. In hoofdstuk 4 is een overzicht gemaakt van welke ruimtelijke vraagstukken en adaptatiestrategieën al in lopend onderzoek worden behandeld. In hoofdstuk 5 worden de kennisvragen en kennisleemtes benoemd die nog niet door huidig onderzoek zijn gedekt.

## 1.2 Doelstellingen Nederlands natuurbeleid en klimaatverandering

Het Nederlandse natuurbeleid heeft als doelstelling de instandhouding en het herstel van een zo natuurlijk mogelijke verscheidenheid van in het wild levende dier- en plantensoorten, als ook van elementen van ecosystemen (LNV 1995). Tot nu toe richt het natuurbeleid zich er voornamelijk op om de doelstelling te verwezenlijken middels het behoud van aanwezige soorten en leefgebieden en het scheppen van voorwaarden voor hun duurzame overleving. Door klimaatverandering zullen sommige soorten en/of ecosystemen echter op termijn in Nederland geen overlevingsmogelijkheden hebben. Daarnaast wordt het voor een aantal 'nieuwe' soorten in de toekomst in principe mogelijk om zich hier te vestigen en zullen er door de effecten van klimaatverandering nieuwe leefgebieden en mogelijk ecosystemen ontstaan. Om zo goed mogelijk aan de doelstelling te voldoen zal het natuurbeleid in de toekomst daarom tevens op het faciliteren van 'natuurlijke' veranderingen en het gebruikmaken van kansen gericht moeten zijn.

Aangezien afzonderlijke natuurgebieden veelal te klein zijn voor duurzame overleving, is het natuurbeleid de afgelopen vijftien jaar gericht op de ontwikkeling van ruimtelijk samenhangende netwerken van leefgebieden: de ecologische hoofdstructuur (EHS; LNV 1990)

en robuuste verbindingen (LNV 2000). Aanvullend daarop is er soortenbeleid geformuleerd. Daarnaast is het natuurbeleid gericht op de ontwikkeling en het herstel van natuurwaarden binnen de natuurgebieden door het verbeteren van de abiotische randvoorwaarden en de natuurlijke processen van ecosystemen. Nederland heeft zich via de Vogel- en Habitatrichtlijn verplicht om bepaalde habitattypen en soorten in stand te houden. Het is de vraag in hoeverre dit netwerk van natuurgebieden ook in het licht van klimaatverandering voldoende garantie biedt om de huidige beleidsdoelstellingen te garanderen, of dat er aanvullende maatregelen nodig zijn. Hierbij dient uitdrukkelijk gesteld dat een aanpassing van de doelstellingen van het Nederlandse natuurbeleid, wanneer deze met klimaatverandering niet haalbaar lijken, ook een adaptatiestrategie is.

In dit rapport wordt de nadruk gelegd op de EHS, maar de vraagstukken gelden ook voor leefgebieden van het soortenbeleid.

### 1.3 Afbakening

De studie richt zich op Nederland als toepassingsgebied en biedt een overzicht van onderzoek dat gaande is in Nederland op het gebied van impacts en ruimtelijke adaptatie aan klimaatverandering van natuur, voor wat betreft terrestrische en zoetwaterecosystemen.

### 1.4 Werkwijze

Naast de wetenschappelijke literatuur en de bij Alterra beschikbare kennis en expertise is bij de totstandkoming van dit rapport internet gebruikt om een beeld te krijgen van momenteel lopend (of recentelijk (2005) afgerond onderzoek) op het gebied van klimaatverandering en ruimtelijke adaptatie. In de literatuurlijst zijn de belangrijkste webpagina's opgenomen die bezocht zijn. Het resultaat van deze exercitie is de tabel in hoofdstuk 4. Toekomstig onderzoek zoals het onlangs goedgekeurde programma Kennis voor Klimaat is bij het signaleren van de kennisleemtes in hoofdstuk 5 in beschouwing genomen.

Een eerste concept van dit rapport, inclusief deze tabel, is via de email aan twee groepen voorgelegd. Bij de eerste groep lag de nadruk op het beleid: welke kennisvragen en kennisleemtes zijn er? Bij de tweede groep ging het om het onderzoek waarbij de voornaamste vragen waren: zijn we lopend onderzoek vergeten en klopt de indeling van het eigen onderzoek zoals nu verwoord in de tabel van hoofdstuk 4.

Ten slotte is met een aantal sleutelfiguren een interview gehouden waarbij gevraagd werd naar een eventuele aanvulling op de probleemanalyse en de oplossingsstrategieën. Deze interviews zijn gehouden met Florrie de Pater (VU, Klimaat voor Ruimte), Joop van Bodegraven (LNV), Roel Posthoorn (Natuurmonumenten) en Bram van de Klundert (VROM).

# Probleemanalyse

## 2.1 Effecten

In een intensief beheerde ruimte zoals die van Nederland is klimaatverandering één van de factoren die het functioneren van de natuur beïnvloeden. Effecten van klimaatverandering en adaptatiemaatregelen dienen dus altijd beoordeeld te worden in relatie tot beheer, versnippering, urbanisatie, vermesting, verdroging en andere drukfactoren.

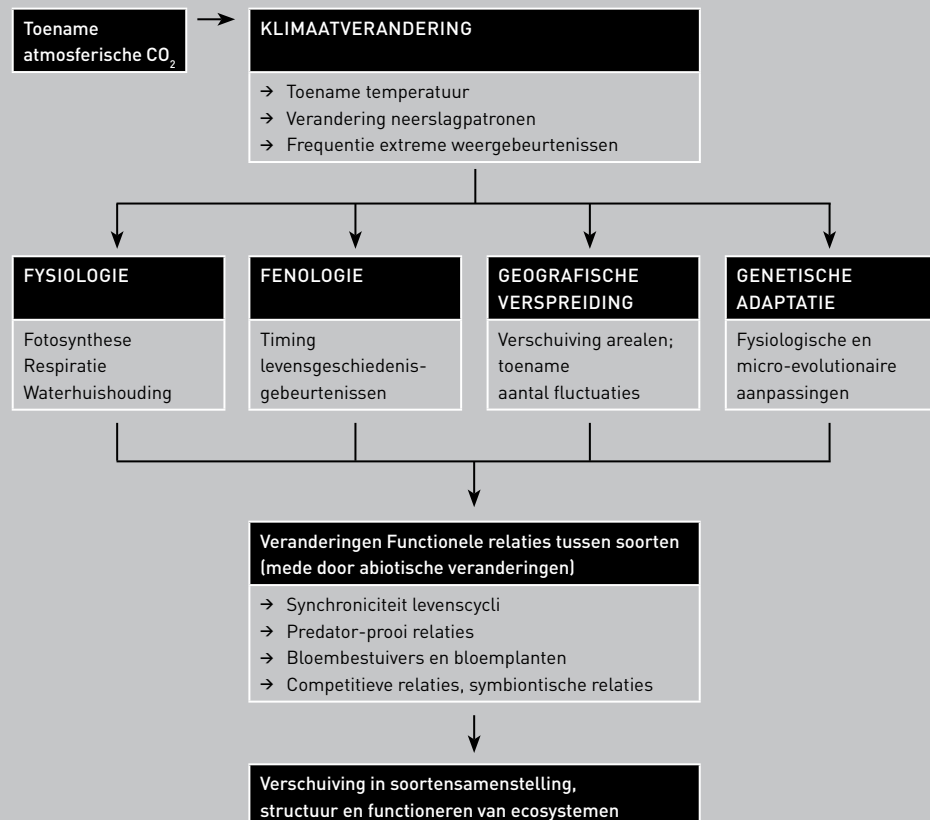
De verhoogde concentratie van CO<sub>2</sub> en andere broeikasgassen in de atmosfeer leidt tot klimaatverandering. Behalve door de verhoogde CO<sub>2</sub>-concentratie zelf wordt klimaatverandering in onze regio gekarakteriseerd door:

- 1 Toename gemiddelde temperatuur
- 2 Toename neerslag en verandering van spreiding over het jaar
- 3 Toename van weersextremen

Hierover weten we dat niet zozeer de veranderingen in gemiddelden van belang zijn, maar juist het mogelijk vaker optreden van extremen.

9

### KLIMAATVERANDERING ALS DRUKFACTOR VOOR BIODIVERSITEIT



**Figuur 1** Samenvatting processen die direct en/of indirect doorwerken op de biodiversiteit (gewijzigd naar Hughes 2000); voor een toelichting wordt verwezen naar de onderstaande tekst.

### *Fysiologische effecten*

Temperatuurstijging heeft net als een verhoogde CO<sub>2</sub>-concentratie een stimulerend effect op diverse fysiologische processen rond groei en decompositie. Elke plant- en diersoort zal anders reageren op de combinatie van verandering in neerslag, temperatuur, wind en droogterisico's en binnen een soort is de reactie weer afhankelijk van de niche en standplaats. Sommige soorten zullen zich kunnen aanpassen op korte termijn, maar misschien niet op lange termijn. Lang levende soorten zullen zich fysiologisch moeten aanpassen. Hoe klimaatverandering op fysiologisch niveau de verschillende soorten (en uiteindelijk het gehele ecosysteem) beïnvloedt in groei, dynamiek en concurrentiepositie is grotendeels onbekend.

### *Fenologische effecten*

De temperatuur speelt een belangrijke rol bij de timing van fenologische processen in de levenscyclus van soorten, zoals start van de activiteit in het voorjaar, startdatum van het reproductieseizoen, vruchtafzetting en dergelijke. De algemene trend is een vervroeging van het reproductieve seizoen. Verschillen in de fenologische respons tussen soorten kan tot verandering in de concurrentiepositie leiden of tot mismatch in voedselketens, waardoor jongen niet meer worden geboren op het moment waarop er een piekaanbod in voedsel aanwezig is.

### *Effecten op de geografische verspreiding van soorten*

Wijzigingen in de klimatologische omstandigheden leiden tot verschuivingen van het potentieel geschikte leefgebied van soorten. Verschuivingen van het verspreidingsgebied zijn voor zeer veel soorten van uiteenlopende taxonomische groepen waargenomen. Warmtepreferente soorten hebben hun areaal uitgebreid richting Noordpool, voor koudepreferente soorten is een afname geconstateerd aan de zuidelijke 'warme' grens van hun verspreidingsgebied. Voor Nederland geldt dat warmtepreferente soorten profiteren en dat nieuwe soorten Nederland koloniseren. De koudepreferente soorten gaan achteruit en kunnen op termijn uitsterven. Bij inschattingen van toekomstige verschuivingen van soorten kan echter niet zo maar een klimaatvelop worden opgeschoven met de daarbij behorende soorten. Vertraging, buffering en interactie tussen soorten spelen een zeer grote rol. Hierover is nog zeer weinig bekend.

### *Toename aantal fluctuaties van populaties*

Voor het Nederlandse klimaat worden weersextremen gekarakteriseerd door bijvoorbeeld een langere periode van droogte en hoge temperaturen in de zomer en onregelmatige neerslagpatronen, waarbij vaker zeer zware buien optreden. Over de effecten van weersextremen op het voorkomen van soorten is nog weinig bekend. Het is echter aannemelijk dat het vaker optreden van weersextremen grotere aantalschommelingen van populaties tot gevolg heeft, waardoor soorten een groter risico lopen lokaal uit te sterven.

### *Genetische adaptatie*

De natuur heeft heel veel mechanismen om zich aan te passen. Verschillen tussen dag- en nachttemperatuur van bijvoorbeeld 25 graden zijn voor veel soorten geen probleem. Daarnaast zijn er allerlei mechanismen ontwikkeld om een droge periode in de zomer of een koude periode in de winter te overleven. Genetische adaptatie is echter een ander proces: hiermee wordt evolutionaire of lokale genetische adaptatie aan de veranderde plaatselijke klimatologische omstandigheden bedoeld. Over dit proces is nog weinig bekend. Het is echter aannemelijk dat een systematische verandering van de fysieke omgeving, zoals bij klimaatverandering, de selectiedruk verandert en dus leidt tot genetische adaptatie.

### *Invasieve soorten*

Invasieve soorten zijn uitheemse (non-native) soorten die door menselijk toedoen zijn geïntroduceerd buiten hun natuurlijke verspreidingsgebied. Ze moeten worden onderscheiden van soorten die als gevolg van klimaatverandering op spontane wijze als nieuwkomers ons land bereiken.

Invasieve soorten kunnen zich bij klimaatverandering snel uitbreiden, vaak ten koste van inheemse soorten. Ze zijn hiertoe in staat dankzij een doorgaans opportunistische strategie en een brede ecologische amplitude. Veel invasieve soorten hebben een korte generatieduur en een groot dispersievermogen, die hen in staat stellen zich snel uit te breiden in nieuwe geschikte gebieden. Bij klimaatverandering wordt het risico dat invasieve soorten zich als plaag gaan gedragen verhoogd.

### *Veranderingen abiotische condities*

Een hoger CO<sub>2</sub>-gehalte leidt tot een efficiëntere waterhuishouding en een geringere transpiratie bij planten. Daardoor zal het vochtgehalte in bodems minder snel beperkend zijn voor de mineralisatie van organische stof. Dit effect zal vooral optreden op drogere groeiplaatsen.

De verhoogde mineralisatie kan weer leiden tot een verhoogde stikstofbeschikbaarheid in de bodem. Daarnaast leidt de verhoogde fotosynthesesnelheid tot een verhoogde biomassa-productie bij sommige plantensoorten, waardoor de concurrentieverhoudingen veranderen, wat tot verruiging van de ondergroei kan leiden.

Een toename van de evapotranspiratie en afname van de neerslag in de zomer heeft gevolgen voor de waterhuishouding van (grond)waterafhankelijke ecosystemen, waarbij verdroging en achteruitgang van de waterkwaliteit optreedt, zoals bij beek- en riviersystemen, moerassen, natte heide, vennen en hoogveen. Ook kan de locatie van kwelzones veranderen.

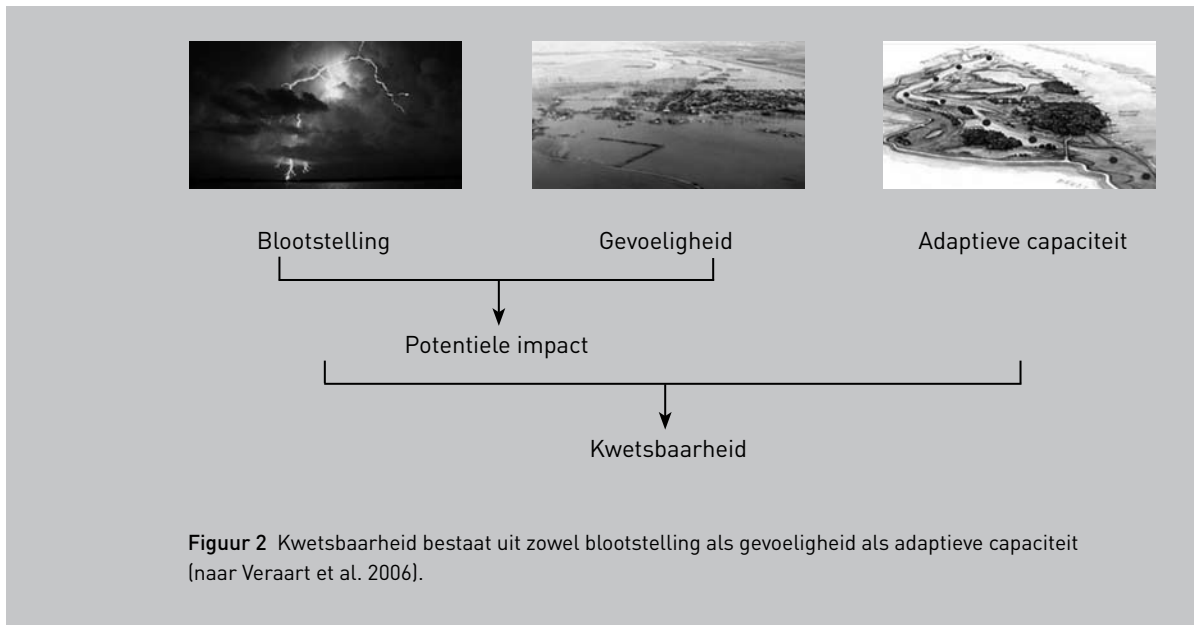
De stijging van de zeespiegel heeft gedeeltelijke inundatie van kustecosystemen tot gevolg waardoor de oppervlakte zal afnemen. Daarnaast zal de zoute kweldruk in kustgebieden toenemen en verschuift het overgangsgebied tussen zout en zoet.

### *Veranderingen in functionele relaties tussen soorten*

Bovenstaande processen hebben complexe veranderingen in de functionele relaties tussen soorten tot gevolg. Soorten zullen proberen te overleven door allerlei aanpassingen. Er zijn bijvoorbeeld allerlei mechanismen ontwikkeld, waarmee soorten een droge periode in de zomer of een koude winterperiode kunnen overleven. Koudepreferente soorten waarvoor het klimaat niet langer geschikt is, zullen verdwijnen. Mismatches in de voedselketen kunnen eveneens leiden tot het lokaal uitsterven van soorten. Daarnaast zullen warmtepreferente soorten juist profiteren van de klimaatverandering. Er vinden ook kolonisaties plaats van voor Nederland nieuwe soorten, echter alleen van die soorten die gebieden ook weten te bereiken (soorten met een goed dispersievermogen en/of een brede habitatkeuze). Dit kan gevolgen hebben voor de competitieve relaties als een nieuwe soort bestaande soorten verdringt. Het verschijnen en verdwijnen van soorten heeft ook effecten op de voedselketen, waarbij roofvijanden en prooidieren kunnen wegvallen of juist kunnen verschijnen. Ook mutualistische relaties, zoals tussen planten en bestuivers, kunnen uiteenvallen wanneer het klimaat voor een van de soorten niet langer geschikt is. Ten slotte kan lokale genetische adaptatie leiden tot veranderingen in de competitieverhouding tussen soorten, doordat de ene soort beter in staat is zich aan te passen aan de veranderingen dan de andere.

### *Verschuiving in soortensamenstelling, structuur en functioneren van ecosystemen*

Al deze afzonderlijke reacties van soorten op klimaatverandering leiden uiteindelijk tot veranderingen in de structuur en soortensamenstelling van ecosystemen. Er is nog weinig literatuur over de effecten van klimaatverandering op ecosysteemniveau. Dit komt door de grote complexiteit van reacties waardoor het niet mogelijk is om de invloed op afzonderlijke soorten en hun interacties te vertalen in een uitkomst op systeemniveau. Bovendien spelen effecten van klimaatverandering altijd in een breder kader van andere drukfactoren, zoals versnippering, urbanisatie, vermesting, verdroging en dergelijke. Hoe de effecten doorwerken op ecosysteemniveau wordt daarom niet alleen bepaald door de klimaatverandering zelf (blootstelling) maar ook door de gevoeligheid (mede bepaald door andere drukfactoren) en de adaptieve capaciteit (veerkracht) van het betreffende ecosysteem (Figuur 2).



Omdat soorten binnen hetzelfde ecosysteem verschillend reageren op klimaatverandering, waarbij sommige soorten verdwijnen en andere verschijnen, en door het vaker optreden van weersextremen, krijgen ecosystemen in de komende eeuw in toenemende mate te maken met verstoringen. In feite verkeren ecosystemen in een continu veranderingsproces. Dit kan leiden tot afname van het aantal soorten, waarbij gespecialiseerde soorten worden vervangen door meer algemene soorten. Dit verlies van biodiversiteit kan leiden tot een vermindering van veerkracht en herstelvermogen na verstoringen.

## 2.2 Knelpunten

Uit de voorafgaande paragraaf valt af te leiden dat de gevolgen van klimaatverandering een verschuiving van de soortensamenstelling en veranderingen in het functioneren van ecosystemen tot gevolg kunnen hebben. Om mogelijke positieve effecten daarvan zoveel mogelijk te kunnen benutten en mogelijke negatieve effecten zoveel mogelijk te kunnen voorkomen, is het nu volgende overzicht van mogelijke knelpunten gemaakt.

De eerste groep (mogelijke) knelpunten ontstaat door de cocktail van het verschuiven van klimaatzones, vaker optredende weersextremen en de huidige versnippering van leefgebied.

- 1 Het functioneren van ecosystemen kan worden aangetast door fenologische en fysiologische aanpassingen van soorten, waardoor het ingewikkelde samenspel tussen soorten verandert. Hierdoor kunnen soorten lokaal uitsterven, vooral in gebieden waar door versnippering en/of andere drukfactoren toch al een onderbezetting van soorten is opgetreden.
- 2 Doelsoorten van het natuurbeleid met een koudepreferentie komen onder druk te staan omdat klimatologische condities verslechteren. Dit maakt het nodig om te bepalen of deze soorten in (delen van) Nederland nog een duurzaam perspectief hebben.
- 3 Nederlandse natuurgebieden kunnen niet worden bereikt door soorten waarvoor het klimaat geschikt wordt, doordat hun leefgebied te versnipperd is en de weerstand van het landschap te groot is.
- 4 Bovenstaande effecten worden versterkt doordat soorten niet snel genoeg in staat zijn zich lokaal genetisch aan te passen.
- 5 Het lokaal en regionaal voorkomen van soorten komt verder onder druk te staan door de toename van aantalfluctuaties van populaties als gevolg van weersextremen. Het herstel na aantal schommelingen verloopt trager in versnipperd leefgebied.
- 6 Door menselijk toedoen buiten hun natuurlijke verspreidingsgebied geïntroduceerde soorten nemen door klimaatverandering toe, ten koste van inheemse soorten.
- 7 Verlies van biodiversiteit als gevolg van de voorgaande factoren.
- 8 Verlies van veerkracht en herstelvermogen van ecosystemen als gevolg van cumulatie en onderlinge versterking van bovenstaande effecten.
- 9 Oppervlakteverlies van kustecosystemen als gevolg van de stijging van de zeespiegel in combinatie met een gefixeerde kustverdediging.
- 10 Zones met bepaalde abiotische condities zoals kwelzones en zout-zoetgradiënten verschuiven met als mogelijk effect inkrimping, of problemen met de afgrenzing van natuurgebieden.

De tweede groep (mogelijke) knelpunten ontstaat doordat klimaatverandering inwerkt op de milieukwaliteit van natuurgebieden en de habitatkwaliteit voor soorten.

- 11 Een verhoogde biomassaproductie leidt tot concurrentieverschuivingen tussen planten- en boomsoorten en tot verruiging van grazige en bosccosystemen.
12. Toename evapotranspiratie en afname van de neerslag in de zomer leidt tot verdroging van (grond)waterafhankelijke ecosystemen: door klimaatverandering wordt de verdroging versterkt.
- 13 Extreme neerslag leidt tot overstroming en inundatie van gebieden, hetgeen voor bepaalde ecosystemen ongunstig kan zijn, bijvoorbeeld door ongewenste aanvoer van nutriënten.

Daarnaast ontstaan er (mogelijke) knelpunten, maar ook kansen, door de wisselwerking tussen natuur en adaptatiemaatregelen voor andere vormen van ruimtegebruik.

- 14 Adaptatiemaatregelen ten gunste van andere vormen van ruimtegebruik kunnen negatieve gevolgen hebben voor de natuur.
- 15 Natuurgebieden worden ingezet of nieuw ontwikkeld ten behoeve van adaptatie ten gunste van andere sectoren. Met name ruimtelijke adaptatie aan de veranderingen in de waterhuishouding (zowel teveel als een tekort aan water) biedt kansen voor natuur.
- 16 Het klimaatbeleid resulteert in doelstellingen op het gebied van bio-energie; en dit leidt tot verhoogde vraag naar hout en biomassa.

Ten slotte ontstaan er (mogelijke) knelpunten doordat de omgang met natuur die we gewend zijn, niet meer past bij de nieuwe werkelijkheid. Hierdoor kan effectieve adaptatie worden verhinderd.

- 17 Overlast als gevolg van klimaatverandering kan het maatschappelijke beeld over natuur negatief beïnvloeden, terwijl klimaatverandering juist vraagt om een integrale en functionele natuuropvatting in ruimtelijke ontwikkeling en planning. Voldoende maatschappelijk draagvlak voor natuur is een randvoorwaarde voor de acceptatie van adaptatiemaatregelen.
- 18 Beleidsinstrumenten van het huidige natuurbeleid en de statische natuurdoelen houden geen rekening met de toenemende dynamiek van ecosystemen als gevolg van klimaatverandering. Dit kan tot gevolg hebben dat te lang ingezet wordt op onhaalbare doelen en dat aan de andere kant de kansen die klimaatverandering ook biedt niet benut worden.
- 19 Door tekort aan kennis en onzekerheid in de reactie van de wereld op klimaatverandering, neemt de onzekerheid in voorspellingen en beleidsevaluaties sterk toe en daarmee dus ook de onzekerheid over de effectiviteit van maatregelen.

## 2.3 Ruimtelijke vraagstukken

In onderstaand overzicht zijn de knelpunten vertaald in een achttal ruimtelijke vraagstukken.

### 1 Klimaatbestendigheid EHS

Welke ruimtelijke maatregelen dragen bij aan het klimaatbestendig maken van de EHS? Het is de vraag hoe en waar de EHS het beste versterkt kan worden om effecten van klimaatverandering op te vangen. Het gaat hierbij allereerst om het vergroten van de ruimtelijke samenhang daar waar habitatfragmentatie het verschuiven van soorten als reactie op verschuivende klimaatzones onmogelijk maakt. Daarnaast kunnen ruimtelijke maatregelen bijdragen aan het opvangen van weersextremen en het verkorten van de hersteltijd van populaties na weersextremen. Ook het vertragen van de achteruitgang van koudepreferente soorten en het optimaal faciliteren van genetische adaptatie van soorten vragen mogelijk om ruimtelijke maatregelen.

(voorbeelden van) vragen bij ruimtelijk vraagstuk 1:

#### KLIMAATBESTENDIGHEID EHS

- Waar verdwijnen welke koudepreferente soorten, in welke typen ecosystemen en wat kunnen we eraan doen om de gevolgen van dit proces te voorkomen? Is het tempo van achteruitgang zodanig dat maatregelen effectief kunnen zijn?
- Voor welke soorten en waar is het reageren op verschuivende klimaatzones niet mogelijk als gevolg van habitatfragmentatie. Wat is het effect daarvan op de biodiversiteit van ecosystemen en op de doelen van het natuurbeleid? Hoe en waar kan de ruimtelijke samenhang van de EHS en Natura 2000 gebieden inclusief de aansluiting op internationale natuur zodanig worden verbeterd zodat soorten geschikt geraakte gebieden kunnen koloniseren? Op welke tijdschaal?
- Voor welk type soorten in welke ecosystemen leiden verhoogde aantalfluctuaties van populaties als gevolg van weersextremen tot verhoogd risico van lokaal uitsterven? Hoe kan het herstellvermogen worden vergroot door vermindering van versnippering en het vergroten van risicospreiding?
- Hoe kan de EHS worden aangepast teneinde het vermogen van soorten zich genetisch aan te passen aan klimaatverandering te versterken? Welke maatregelen in welke typen ecosystemen zijn daartoe het meest effectief?
- Welke ruimtelijke adaptatiestrategieën gebaseerd op deze mogelijke maatregelen zijn er voor het verbeteren van de ruimtelijke samenhang van de EHS?



## 2 Functioneren van ecosystemen

Wat zijn de gevolgen van veranderingen in de soortensamenstelling van ecosystemen voor het functioneren van de ecosystemen? Waar leidt dat tot problemen en met welke maatregelen kunnen deze worden voorkomen? Een belangrijke vraag hierbij is wat het effect van de afname van biodiversiteit is op het functioneren van ecosystemen. Met andere woorden; wat is de relatie tussen veerkracht van ecosystemen enerzijds en de biodiversiteit (functionele diversiteit en responsediversiteit) anderzijds?

(voorbeelden van) vragen bij ruimtelijk vraagstuk 2:

### FUNCTIONEREN VAN ECOSYSTEMEN

- Hoe kan de EHS worden aangepast in ruimtelijke samenhang of in het beheer van natuurgebieden om de gevolgen van de toenemende dynamiek op soortniveau en op het niveau van ecosystemen te voorkomen of te verzachten; of waar moet juist dynamiek worden toegestaan? Wat is het effect van de afname van biodiversiteit op het functioneren van ecosystemen? Waar doen zich die effecten het sterkste voor en in welke typen ecosystemen? Is er een relatie tussen veerkracht en biodiversiteit (functionele diversiteit en responsediversiteit)?
- Door welke maatregelen zijn effecten van fenologische verschuivingen te minimaliseren? In welke ecosysteemtypen en waar in de EHS kunnen die het beste worden genomen?
- Met welke maatregelen buiten natuurgebieden kan de veerkracht van ecosystemen worden versterkt?
- Wat zijn de gevolgen voor de kans op het uitbreken van ziekten en plagen voor mensen, voor voedselproductie en op het optreden van toenemende invasieve soorten voor de soortenrijkdom? Welke maatregelen zijn geschikt om die gevolgen tegen te gaan?
- Wat is het risico van toename van stormen en brand voor het functioneren van ecosystemen?
- Hoe en waar kan de veerkracht en het herstelvermogen van ecosystemen worden vergroot, rekening houdend met de toenemende frequentie van weersextremen als gevolg van klimaatverandering?

### 3 Maatregelen in relatie tot de abiotiek

Welke maatregelen kunnen worden genomen voor het opvangen van veranderingen in de milieucondities, met name in de waterhuishouding en de nutriëntenhuishouding? Het gaat hierbij zowel om maatregelen binnen natuurgebieden, als in de omgeving van natuurgebieden.

(voorbeelden van) vragen bij ruimtelijk vraagstuk 3:

#### MAATREGELEN IN RELATIE TOT DE ABIOTIEK

- Wat zijn de effecten van klimaatverandering op de nutriënten- en waterhuishouding en op verzilting van natuurgebieden?
- Welke ecosystemen zijn gevoelig voor een verhoogde biomassaproductie met daarmee gepaard gaande concurrentieverschuivingen tussen plantensoorten en verruiging. Wat zijn de gevolgen voor het functioneren van ecosystemen?
- Wat zijn de mogelijkheden voor het tegengaan van deze extra verruiging via beheersmaatregelen?
- Wat betekent de verhoogde biomassaproductie voor de concurrentie tussen boomsoorten en wat heeft dat voor gevolgen voor de rol van bos als natuurlijke hulpbron?
- Welke ruimtelijke maatregelen binnen en buiten natuurgebieden dragen bij aan het reduceren van de invloed van andere externe nutriëntenbronnen?
- Wat zijn de gevolgen van verandering in de waterhuishouding voor het functioneren van (grond)waterafhankelijke ecosystemen?
- Wat betekent verdroging voor het bodemecosysteem, schimmels en de strooisellaag?
- Welke ruimtelijke adaptatiemaatregelen aan de waterhuishouding binnen en buiten natuurgebieden zijn mogelijk om effecten van klimaatverandering op te vangen, en waar zijn die effectief

16

### 4 Maatregelen in relatie tot kustverdediging

Welke ruimtelijke maatregelen kunnen worden genomen om te voorkomen dat de stijging van de zeespiegel in combinatie met een gefixeerde kustverdediging leidt tot oppervlakteverlies van kustecosystemen? Het gaat hierbij om de ontwikkeling van kustverdediging in combinatie met natuurdoelstellingen.

(voorbeelden van) vragen bij ruimtelijk vraagstuk 4:

#### MAATREGELEN IN RELATIE TOT KUSTVERDEDIGING

- Hoe kan oppervlakteverlies worden voorkomen door andere vormen van kustverdediging en waar zijn dergelijke maatregelen mogelijk en te combineren met andere doelstellingen?
- Wat zijn de mogelijkheden voor natuurontwikkeling in gebieden met zoute kwel?

## 5 Bijdrage natuurgebieden adaptatie overige sectoren

Hoe en waar kunnen natuurgebieden bijdragen aan de adaptatie van andere sectoren?

Met name multifunctionele adaptatie ter voorkoming van wateroverlast en watertekort bieden goede kansen.

(voorbeelden van) vragen bij ruimtelijk vraagstuk 5:

### BIJDRAGE NATUURGEBIEDEN ADAPTATIE OVERIGE SECTOREN

- Welke ecosysteemtypen en landschapselementen zijn inzetbaar in het waterbeheer en waar zijn maatregelen op basis hiervan noodzakelijk uit het oogpunt van waterbeheersing en effectief uit het oogpunt van gecombineerde doelstellingen en beheerskosten?
- Hoe kan bosbeheer op een duurzame manier bijdragen aan extra biomassa voorziening van de energiesector en tegelijkertijd bijdragen aan behoud van biodiversiteit?
- Welke ruimtelijke adaptatie voorkomt schade door overstroming en inundatie van deze ecosystemen?
- Welke ecosystemen zijn gevoelig voor overstroming en inundatie?
- Welke multifunctionele adaptatiemogelijkheden zijn er, bijvoorbeeld tussen landbouw en natuur, watermanagement, kustverdediging en natuur?
- Hoe zijn deze mogelijkheden integraal te combineren in gebiedsontwikkeling en welke rol speelt natuur daarbij? Welke ruimtelijke planningsconcepten leiden tot een gecombineerde regionale adaptatie van functies aan klimaatverandering?

## 6 Negatieve effecten strategieën overige sectoren

Welke mitigatie- en adaptatiestrategieën vanuit andere sectoren hebben mogelijk negatieve effecten voor de natuur en hoe kan dit worden voorkomen door ruimtelijke maatregelen?

(voorbeelden van) vragen bij ruimtelijk vraagstuk 6:

### NEGATIEVE EFFECTEN STRATEGIEËN OVERIGE SECTOREN

- In hoeverre kunnen negatieve effecten door adaptatie vanuit andere sectoren voorkomen worden door ruimtelijke maatregelen?
- Welke aanpassing van de energiesector in de richting van meer renewables gaat zich in de toekomst ontwikkelen en hoe moet het bos- en natuurbeheer reageren?

## 7 Toepasbaarheid beleidsinstrumenten en beleidsdoelen

Welke beleidsinstrumenten en gestelde beleidsdoelen houden geen rekening met de effecten van klimaatverandering? Hoe kunnen ze worden aangepast binnen maatschappelijke en juridische randvoorwaarden? Klimaatverandering heeft een minder voorspelbare natuur tot gevolg; dit vraagt om een om aanpassing van de nu veelal gefixeerde beleidsdoelen.

(voorbeelden van) vragen bij ruimtelijk vraagstuk 7:

### TOEPASBAARHEID BELEIDSINSTRUMENTEN EN BELEIDSDOELEN

- Wanneer is een investering in natuur klimaatbestendig? Welke criteria en normen worden daarbij gehanteerd?
- Hoe kan de regelgeving worden aangepast teneinde een flexibeler omgaan met natuur mogelijk te maken?
- In hoeverre dient het beleidsinstrumentarium en beleidsdoelen te worden aangepast zodat rekening wordt gehouden met de effecten van klimaatverandering?

## 8 Omgang maatschappij met onvoorspelbaarheid

Naast de vragen opgesteld in de tekstkox hieronder, vraagt de decentralisatie van het ruimtelijke beleid, waarbij veel adaptatiemaatregelen via gebiedsontwikkelingsprocessen moeten worden gerealiseerd, om voldoende kennis bij actoren bij gemeentes en gebiedsontwikkelaars. Op grond van kennis over het ecologisch functioneren van de ruimte dient de besluitvorming bij te dragen aan duurzame adaptatie en dient men de daarbij aansluitende ruimtelijke ontwerpen te kunnen ontwikkelen.

18

(voorbeelden van) vragen bij ruimtelijk vraagstuk 8:

### OMGANG MAATSCHAPPIJ MET ONVOORSPELBAARHEID

- Overlast door natuur als gevolg van klimaatverandering kan het maatschappelijke beeld over natuur negatief beïnvloeden. Hoe is bij adaptatiemaatregelen dit soort risico's te minimaliseren? Hoe kunnen de voor- en nadelen voor de maatschappij worden afgewogen en gecommuniceerd?
- Gegeven de decentralisatie van het ruimtelijke beleid zullen veel adaptatiemaatregelen als onderdeel van gebiedsontwikkelingsprocessen moeten worden gerealiseerd. Hoe ontwikkelen we het vermogen van actoren op lokaal niveau, van gemeentes en gebiedsontwikkelaars, om op grond van kennis over het ecologisch functioneren van de ruimte tot duurzame adaptatie voor natuurdoelen te besluiten en te ontwerpen?
- Voorlopig is er onvoldoende kennis, maar er moet wel worden begonnen deze te creëren. De toegenomen onzekerheid vraagt om een koppeling van inrichtings- en beheersexperimenten met een aangepast monitoringprogramma waarmee de effectiviteit van maatregelen voor populatietrends van warmtepreferente, koudepreferente en neutrale soorten kan worden gevolgd.

# Adaptatiestrategieën

Uit de voorafgaande knelpunten en ruimtelijke vraagstukken komt als belangrijkste uitgangspunt voor adaptatie naar voren: het zo goed mogelijk inspelen op de mogelijkheden die klimaatverandering biedt voor (nieuwe) soorten en ecosystemen. Daarnaast zijn ruimtelijke adaptatiestrategieën gericht op het vergroten van de veerkracht en herstelvermogen van soorten en ecosystemen:

Het omvormen van de huidige statische, in de eerste plaats op behoud en herstel gebaseerde natuurbeleidsstrategie naar een dynamische strategie die veerkracht van ecosystemen en herstelvermogen van soorten vooropstelt.

Onderdelen van de strategie zijn:

- Vertaling van veerkracht en herstelvermogen naar ruimtelijke structuren
- Aanpassing van de EHS plus omgeving conform deze uitgangspunten
- Aanpassing van de doelformulering: van zeldzaamheid en uniciteit naar indicatoren voor functionaliteit van natuur
- Sterkere integratie van de functionele rol van natuur in de ruimtelijke ordening en gebiedsontwikkeling

Op basis van deze gedachten formuleren we zeven mogelijke adaptatiestrategieën, als kapstok voor een analyse van lopend onderzoek en kennisleemtes. We onderscheiden ruimtelijke strategieën en faciliterende strategieën; de laatste zijn voorwaarden om met ruimtelijke strategieën toegevoegde waarde te kunnen creëren.

## 3.1 Ruimtelijke strategieën

### I Vergroten ruimtelijke samenhang EHS en Natura 2000 gebieden

Beoogd effect: Soorten waarvoor het klimaat in ons land minder geschikt wordt, maar die desondanks een duurzaam perspectief hebben, behouden in de beste gebieden. Soorten waarvoor het klimaat in ons land geschikt wordt in staat stellen hun areaal te verschuiven en zich te vestigen. Soortenrijkdom van de levensgemeenschappen behouden of vergroten. De veerkracht van ecosystemen netwerken vergroten.

De respons van soorten op temperatuurstijging, neerslagpatroon en weersextremen kan sterk worden beïnvloed door de ruimtelijke samenhang van het huidige en toekomstige leefgebied. Soorten zullen alleen in staat zijn een verschuiving van hun areaal te volgen mits geschikt geraakte leefgebieden binnen de range van hun dispersievermogen liggen. Ook effecten van weersextremen worden groter. In sterk versnipperde delen van het leefgebied leidt ineenstorting van de aantallen vaker tot uitsterven van populaties. Vervolgens duurt het herstel van de populaties in versnipperde netwerken veel langer dan in gebieden met een goede ruimtelijke samenhang. Wanneer verstoringen als gevolg van weersextremen elkaar sneller gaan opvolgen, wat door de klimaatmodellen wordt voorspeld, kan dit het regionaal uitsterven van soorten tot gevolg hebben.

Het gaat om maatregelen als: EHS en Robuuste Verbindingen uitvoeren, optimaliseren naar ruimtelijke samenhang op een groot schaalniveau, aansluiting EHS op internationale natuur, vergroten van grote eenheden en verbinden en verdichten van complexe kleine eenheden en barrières veroorzaakt door de infrastructuur wegnemen.

## **II Ecologische veerkracht van ecosystemen vergroten door ruimtelijke maatregelen op gebiedsniveau**

Beoogd effect: Het op peil houden van de biodiversiteit. Hierdoor zullen ecosystemen beter in staat zijn in te spelen op de veranderingen in soortinteracties en op de toenemende intensiteit en frequentie van verstoringen. Het vergroten van natuurgebieden en van de interne heterogeniteit (gradiënten) biedt ruimte aan meer soorten en vergroot het herstelvermogen.

Biodiversiteit speelt een sleutelrol in het functioneren van ecosystemen. Volgens de huidige ecologische inzichten zijn ecosystemen vooral veerkrachtig wanneer ze een grote diversiteit aan functionele groepen en soorten herbergen. Voor de veerkracht van een systeem in de response op versturende gebeurtenissen is het van belang dat er voldoende diversiteit aanwezig is. Responsediversiteit binnen functionele groepen leidt dus tot risicospreiding.

Het gaat om maatregelen ter versterking van de rol van biodiversiteit in veerkracht en herstelvermogen van ecosystemen. Bijvoorbeeld het vergroten van grote eenheden natuur en het versterken van interne heterogeniteit (gradiënten) binnen natuurgebieden hetgeen ruimte biedt aan meer soorten en een dempende werking heeft op aantalfluctuaties van populaties bij weersextremen.

## **III Aanpassen abiotische condities binnen natuurgebieden**

Beoogd effect: Meer ruimte bieden aan natuurlijke processen in ecosystemen en het opvangen van veranderingen in de nutriënten- en waterhuishouding.

Klimaatverandering leidt tot veranderingen in de nutriëntenhuishouding, hetgeen kan leiden tot extra eutrofiëring en verzuuring van ecosystemen. Daarnaast leidt klimaatverandering tot veranderingen in de waterhuishouding, waarbij zowel sprake kan zijn van verdroging als van inundatie van natuurgebieden bij extreme regen.

Het gaat om maatregelen om via beheer en inrichting van natuurgebieden in te spelen op de veranderingen in de nutriëntenhuishouding en waterhuishouding. Ruimte bieden aan de grotere dynamiek in met name de waterhuishouding, waarbij zowel grotere droogte als overstromingen kunnen optreden. Bijvoorbeeld maatregelen ter bevordering van het watervasthoudend vermogen van natuurgebieden.

## **IV EHS inbedden in een klimaatmantel door ontwikkeling van een multifunctionele zone rondom de EHS**

Beoogd effect: Het versterken van de functionele verbinding tussen de EHS en het gebied rondom de EHS. Hierdoor wordt de veerkracht en het herstelvermogen van het landschap versterkt en kan tevens de druk van milieufactoren en recreatie op de EHS worden verminderd. Ook biedt een klimaatmantel ruimte om in de toekomst beter om te gaan met nu nog onvoorziene effecten van klimaatverandering.

Onder een klimaatmantel wordt een zone rondom natuurgebieden verstaan die bijdraagt aan de klimaatbestendigheid van de EHS. De zone bestaat uit multifunctioneel cultuurlandschap met een geïntegreerde gebiedsgerichte aanpassing aan klimaatverandering, waarbij zowel de natuur als ook landbouw, waterbeheer en recreatie profiteren. Het is een locatiegebonden uitwerking van de transitie van productie- naar consumptielandschap.

Het gaat om maatregelen die de ruimtelijke samenhang van de EHS versterken, zoals een sterke groenblauwe dooradering van het landschap. Deze dooradering biedt tevens een risicoreductie voor de gevolgen van klimaatgebonden ziekten en plagen, levert een bijdrage aan het watervasthoudende en waterbergende vermogen van het landschap, versterkt de cultuurhistorische identiteit en verhoogt de recreatieve draagkracht en kwaliteit van het landschap. Ook aangepast waterbeheer draagt bij aan waterconservering en het voorkomen van droogteschade. Dergelijke landschappen bieden tevens kansen voor het ontwikkelen van zorgfuncties en educatieve functies.

## V Natuur integraal als onderdeel van multifunctionele ruimtelijke adaptatie

Beoogd effect: Natuur integreren in afwegingen van ruimtelijk beleid en ruimtelijke ontwikkeling op alle schaalniveaus. Natuurgebieden kunnen een belangrijke rol spelen bij het opvangen van de effecten van klimaatverandering op andere ruimtegebruikfuncties en op de leefomgeving van de mens.

Adaptatie volgens de principes van duurzame ruimtelijke ontwikkeling behelst dat het behoud en de exploitatie van natuurlijke hulpbronnen voor huidige en toekomstige generaties gewaarborgd is. Ruimtelijke planning van adaptatiemaatregelen is in essentie het afwegen van belangen, in zowel ruimte als tijdsdimensies, met heldere criteria en op navolgbare wijze. In adaptatieprogramma's wordt natuur meer dan voorheen onderdeel van die afweging. Daarbij gaat het enerzijds om de effecten op natuur van adaptatie gericht op andere ruimtegebruikfuncties, met daaraan gekoppeld verlies of winst van waarde voor natuur. Anderzijds gaat het om de bijdrage die natuur kan leveren om die adaptatie te realiseren.

Het gaat om zeer diverse maatregelen zoals een flexibele kustverdediging met inschakeling van natuurlijke processen; beheersen van waterdynamiek in stroomgebieden door de inzet van (nieuwe) natuurgebieden en landschapselementen; het verkleinen van de risico's op het optreden van ziekten en plagen voor mensen en voor plantaardige en dierlijke productie; natuur in de stad als drager van leefomgevingkwaliteit in stadslandschappen, natuur als drager van nieuwe vormen van ruimtegebruik in verziltende veenweidegebieden; tijdelijke natuurgebieden; de bijdrage van natuur aan mitigatie van klimaatverandering (CO<sub>2</sub>-fixatie).

## 3.2 Faciliterende strategieën

### VI Vergroten van het leervermogen van de maatschappij bij de uitvoering van het adaptatieprogramma, in het bijzonder in het omgaan met onzekerheid en onvoorspelbaarheid

Beoogd effect: Actoren in gebiedsontwikkeling beschikken over adequate kennis om natuur te kunnen integreren in duurzame ruimtelijke ontwikkeling. Een monitoringsprogramma naar de effectiviteit van adaptatiestrategieën is een middel dat kan helpen bij het omgaan met onzekerheden. De effectiviteit van maatregelen wordt bevorderd indien actoren adaptatiemaatregelen kunnen afstemmen op verschillende schaalniveaus.

Het integreren van natuur in duurzame ruimtelijke ontwikkeling vraagt om kennis en kennishulpmiddelen om toevoegde ecologische, sociale en economische waarde van investeringen in natuur te kunnen kwantificeren op het niveau van adaptatiemaatregelen.

Ruimtelijke adaptatie voor natuur is het veranderen van fysieke structuren ten behoeve van het duurzaam functioneren van ecosystemen en landschappen. Sinds de Nota Ruimte dient dat op lokaal niveau te gebeuren, in gebiedsontwikkeling, in samenwerking tussen overheid en private actoren, met ruimte voor lokale creativiteit en initiatieven, en optimaal gebruik makend van de kennis over het gebied. Ecologische processen spelen zich echter vaak af op hogere schaalniveaus dan het lokale. Adaptatie van de ruimte volgens de principes van duurzame ontwikkeling vraagt daarom dat lokale besluitvorming informatie over ruimtelijke condities, die nodig zijn voor het gewenste functioneren van natuur, over verscheidene schaalniveaus kan integreren.

Wat deze opgave extra compliceert is dat de effecten van klimaatverandering op natuursystemen uitermate complex zijn en vooralsnog te weinig begrepen, laat staan voorspelbaar genoeg om zekerheid te hebben over de beste ruimtelijke oplossingen. Bij een dergelijke stand van kennis hoort, conform het voorzorgsprincipe, dat we de vinger aan de pols houden bij de uitvoering van ruimtelijke adaptatie. Daarbij past een monitoringprogramma, aangepast aan de aard en de locaties van de adaptatiemaatregelen en aangepast aan nieuwe indicatoren voor veerkracht.

### VII Een nieuwe visie op het omgaan met natuur in de ruimtelijke ordening

Beoogd effect: Een maatschappelijke basis voor een meer dynamische manier van omgaan met natuur in de ruimtelijke ordening, waardoor natuur beter inpasbaar wordt in ruimtelijke ontwikkeling. De noodzaak voor adaptatiemaatregelen wordt begrepen, het belang van natuur voor de mens kan worden meegewogen in besluitvorming en ingezien wordt hoe kan worden omgegaan met de voordelen en risico's van het nieuwe natuurbehoudparadigma.

Klimaatverandering nodigt uit tot anders omgaan met natuur in de ruimtelijke ordening. Lokale statische doelen gebaseerd op het voorkomen van soorten en levensgemeenschappen voldoen niet langer. Wanneer biodiversiteit centraal blijft staan, vragen de effecten van klimaatverandering om een uitwerking van doelen die meer gebaseerd is op de rol van biodiversiteit in de veerkracht van ecosystemen en minder op het lokale voorkomen van bedreigde en zeldzame soorten.



Een tweede aanpassing is dat de eenheid van doelsturing wordt opgeschaald: van natuurgebied naar functionele netwerken van ecosystemen. Daardoor ontstaat zoekruimte voor interventies in samenhangende netwerken van natuurgebieden in wisselwerking met het multifunctionele landschap waarin ze zijn ingebed. Daarmee wordt natuur beter inpasbaar in gebiedsontwikkeling. Tijdelijke natuur krijgt daarbij een volwaardige rol.

Deze ontwikkeling vraagt om een transitie in het denken over natuur en natuurwaarden, ruimtelijke schalen voor beleidsbeslissingen en uitwerking van wetgeving en verdeling van beleidsverantwoordelijkheden, in brede lagen van de maatschappij.

### 3.3 Relatie ruimtelijke vraagstukken en adaptatiestrategieën

De zeven adaptatiestrategieën (I tot en met VII) combineren een aantal ruimtelijke vraagstukken (1 tot en met 8). De vraagstuk-adaptatiecombinaties waarvan wij verwachten dat ze een relatie hebben zijn in het onderstaande overzicht aangegeven met grijze vlakken.

	I	II	III	IV	V	VI	VII
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							



# 4

## Lopend onderzoek

In Tabel 1 op de volgende pagina's staan alle momenteel lopende (of recent afgeronde) onderzoeken die tijdens de websearch en latere consultaties gevonden zijn. Van elk onderzoek wordt aangegeven aan welke ruimtelijke vraagstukken en/of uitwerking van adaptatiestrategieën ze een bijdrage leveren.

Het onderzoek is samengevat in Tabel 2. Dit geeft een eerste indruk aan welk ruimtelijke vraagstukken en adaptatiestrategieën relatief veel of weinig onderzoek plaatsvindt. Hierbij zijn de vraagstuk-adaptatiecombinaties waarvan wij verwachten dat ze een relatie hebben grijs weergegeven conform het overzicht in paragraaf 3.3.

ADAPTATIESTRATEGIEËN																			
RUIMTELIJKE VRAAGSTUKKEN																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	I	II	III	IV	V	VI	VII	Programma - financiering	Organisatie	Naam	Naam project
1					x								x			NM, SBB, ARK, Waddenvereniging, VBN	Bureau Stroming	G. Lijens	Definitiestudie Natuurlijke Klimaatbuffers
2	x															BSIK - RGI - 106	FutureWater	P. Droogers	Bomen, bossen en klimaatverandering
3		x														NWO - ALW	NIOO	E. van Donk	Impact of climate change on the vulnerability of lakes for surface blooms of harmful cyanobacteria <sup>1</sup>
4			x														NIOO	G. Kowalchuk	Climate change goes underground: tracking specific microbial responses in the rhizosphere of plants subjected to elevated CO <sub>2</sub>
5			x														NIOO	M. Visser	Climate change leads to mistimed reproduction and growth
6		x														NWO - ALW	NIOO	W. Mooij	Climate induced biodiversity shifts in freshwater ecosystems <sup>2</sup>
7			x														NIOO	W. van der Putten	Climate change leads to new invasive exotic species
8	x									x						BSIK - Kvr - A6	NIOZ	J. van der Meer	Adaptatie visserij / klimaat
9					x	x							x			BSIK - Kvr - A14	PZH	M. van Steekelenburg	Hotspot ZPP
10				x		x							x	x			Royal Haskoning	R. Moll	Ontwikkelen Onderzoeksprogramma "Gevolgen van klimaatveranderingen voor het regionale waterbeheer" <sup>3</sup>
11		x															Royal Haskoning	T. Schomaker	Klimaatverandering en kwaliteit van oppervlaktewater; een nationale verkenning <sup>4</sup>
12			x														RU	G. van der Velde	Riverine research: bioinvasions

<sup>1</sup> Zoek naar Project 05.FS.21

<sup>2</sup> Zoek naar Project 03.FS.17

<sup>3</sup> Zie pagina 2

<sup>4</sup> Nummer 98 (andere naam gekregen)

ADAPTATIESTRATEGIEËN										RUIMTELIJKE VRAAGSTUKKEN									
Naam project	Naam	Organisatie	Programma - financiering	VII	VI	V	IV	III	II	I	8	7	6	5	4	3	2	1	Naam project
Climate Change Ecology	Ch. Both	RuG	NWO - VIDI														x	x	
Klimaatverandering parasitoïde	J. van Alphen	RUL	EU - Marie Curie leerstoel														x		
ComCoast	F. Hamer	RWS	EU - Interreg IIIb			x						x							
Duurzaam Leven aan Zee	J. van der Vlies	TNO	BSIK - LmW										x						
Perspectieven in Integraal Waterbeheer	P. Martens	Universiteit Maastricht	BSIK - LmW - P1015								x								
Interactie tussen klimaatverandering (temperatuurstijging) en eutrofiëring	J. Verhoeven	UU	EU - FP6					x							x				
Dispersie en kolonisatie bij klimaatverandering	M. Soons	UUU	EU - FP6							x									
Long term dynamics of macrophyte composition in response to CO <sub>2</sub> enrichment <sup>5</sup>	P. Spierenburg	UU																	
Biosphere-Climate interactions on different spatial and temporal scales	S. Dekker	UU						x								x			
Waterberging en natuur in beekdalen	V. Beumer	UU												x					
Effects of global change and plants on greenhouse gas emissions from peatlands <sup>6</sup>	E. Dorrepaal	VU													x				
Land use and climate change (LANDS)	E. Koomen	VU	BSIK - KVR - IC3																
Hotspots project	F. de Pater	VU	BSIK - KVR - A10a											x					
Adaptatie grote rivieren (ACER)	J. Aerts	VU	BSIK - KVR - A7											x					
The roles of global change and plant functional types in carbon and nutrient cycling in arctic and temperate ecosystems <sup>7</sup>	J. Cornelissen	VU																	

<sup>5</sup> Geen hyperlink

<sup>6</sup> Klik: "IEW - Ecological Science", "Dept. Systems Ecology", "Research" (onderaan) en "Global Change Project"

<sup>7</sup> Klik: "IEW - Ecological Science", "Dept. Systems Ecology", "Research" (onderaan) en "Global Change Project"

ADAPTATIESTRATEGIEËN																			
RUIMTELIJKE VRAAGSTUKKEN																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	I	II	III	IV	V	VI	VII	Programma - financiering	Organisatie	Naam	Naam project
28															x	BSIK - KvR - IC12	VU	J. Gupta	Institutions for adaptation: the capacity and ability of the Dutch institutional framework to adapt to climate change
29		x															VU	P. van Bodegom	Modelling plant resource use strategy and biodiversity in relation to changing soil hydrology, soil nutrient availability and climate <sup>8</sup>
30	x	x	x					x					x			BSIK - KvR - A1	VU	P. van Bodegom	Biodiversiteit in een veranderende wereld: voorspellingen van vegetatiedynamiek
31					x								x			BSIK - KvR - A11	VU	R. Lasage	Routeplanner 2010 - 2050
32	x																WUR	A. Cormont	Climate change, ecosystem networks and nature conservation
33		x			x			x								BSIK - KvR - COM6	WUR	A. van Vliet	Natuurkalender
34		x						x									WUR	A. van Vliet	European Phenology Network <sup>9</sup>
35		x						x								EU	WUR	A. van Vliet	Establishing a European Phenological Data Platform for Climatological Applications
36		x														LNV - KB-01-002-PSG0605-3310329000	WUR	B. Lotz	Het effect van klimaatverandering op invasieve, uitheemse planten
37	x															EU	WUR	C. Deerenberg	Resolving climatic impacts on fish stocks
38			x		x								x			BSIK - LmW - P1006	WUR	C. Kwakernaak	Waarheen met het Veen
39	x		x					x				x				BSIK - KvR - A2	WUR	C. Vos	Adaptatie van de EHS
40	x									x						LNV - BO-02-005-331883	WUR	C. Vos	Robuuste verbindingen II
41	x								x							LNV - BO-01-004-231786-01	WUR	C. Vos	Opvangen van de effecten van klimaatverandering: adaptatie van gebiedenbeleid EHS

<sup>8</sup> Klik: "IEW - Ecological Science", "Dept. Systems Ecology", "Research" (onderaan) en "Soil - Vegetation - Climate modeling"

<sup>9</sup> Klik: "Research", "theme 3" en "European Phenology Network"

ADAPTATIESTRATEGIEËN																			
RUIJTELIJKE VRAAGSTUKKEN																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	I	II	III	IV	V	VI	VII	Programma - financiering	Organisatie	Naam	Naam project
42	x			x					x				x			EU - Interreg IIIb	WUR	S. van Rooij	Biodiversity Adaptation in North-West Europe to Climate Change (BRANCH)
43													x			LNV - KB-02-003-15	WUR	D. de Groot	(Ecolysystem services, klimaatadaptatie en ruimtelijke condities
44	x		x						x							LNV - BO-02-004-026	WUR	E. Schouwenberg	Ontwikkeling en toepassing van een model voor optimale begrenzing van de EHS in relatie tot klimaatverandering en dispersie van zaden
45														x		BSIK - KVR - IC5	WUR	E. van Ierland	Kosten-baten analyse van adaptatie en mitigatie mogelijkheden voor klimaatveranderingen: methoden en toepassingen
46		x															WUR	E. Veenendaal	Thermophilic neophytes
47	x	x														LNV - BO-02-002-013	WUR	E. Weeda	Soortenbeleid, klimaatverandering en habitats
48					x	x							x			LNV - KB-02-003-23	WUR	G.-J. Nabuurs	Mitigatie & adaptatie en Landgebruik (integratie Image)
49					x	x							x			LNV - KB-01-003-5231993	WUR	G.-J. Nabuurs	Adaptatie/mitigatie, integrale analyse (ADAM)
50	x		x						x			x				LNV - BO-01-004-3310113900	WUR	H. Korevaar	Adaptie & mitigatie in multifunctionele landschappen
51		x					x									LNV - KB-02-003-16	WUR	H. Lindeboom	Ruimtegebruik Noordzee bij een veranderend klimaat / Nederlands Continentaal Plat
52		x					x		x	x					x	LNV - KB-02-003-14	WUR	K. Kramer	Veerkracht groenblauwe systemen en klimaatverandering
53	x	x															WUR	M. Cobben	Adapt, move or perish: genetic processes in fragmented populations under climate change
54																	WUR	M. Heijmans	Global change peatbogs

RUIJTELIJKE VRAAGSTUKKEN ADAPTATIESTRATEGIEËN																							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	Programma - financiering	Organisatie	Naam	Naam project	
55				x	x											x			LNV - KB-02-004-27b	WUR	R. Verburg	Exploring multifunctional land uses as an adaptation strategy to climate change in the Netherlands	
56	x	x																	LNV - BO-02-002-012	WUR	R.-J. Bijlsma	De betekenis van klimaatverandering voor soortenbeleid	
57	x							x												WUR	S. de Vries	Klimaatbestendig maken bos met buitenlandse bomen	
58		x			x	x										x			LNV - BO-01-003-231736_HD61	WUR	S. van Rooij	Bos in water, water in bos	
59		x																	LNV - KB-01-003-5233009	WUR	W. Wamelink	Veerkracht van de natuur na klimaatverandering: biodiversiteitskansen in 2100	
	18	29	13	2	14	15	2	5	9	6	2	2	2	16	6	1							



**Tabel 2** Kruistabel met daarin het aantal onderzoeken dat een relatie heeft met een specifiek ruimtelijk vraagstuk (1 tot en met 8; links) en/of een specifieke adaptatiestrategie (I tot en met VII; boven); in grijs de vraagstuk-adaptatiecombinaties waarvan wij verwachten dat ze een relatie hebben.

	I	II	III	IV	V	VI	VII	GEEN ADAPTATIE-STRATEGIE
1	7	3	-	2	2	-	-	8
2	2	4	1	-	2	3	-	20
3	3	1	2	2	2	-	-	6
4	1	-	-	-	2	1	-	-
5	1	1	-	-	12	1	-	1
6	1	1	-	-	12	2	-	2
7	-	1	-	-	-	1	1	1
8	-	1	-	-	1	1	1	1
Geen ruimtelijk vraagstuk	-	-	-	-	1	2	1	



HOOGHEMRAADSCHAP  
VAN  
Delfland

POLDERPEIL

60

50

40

30

20

10

SP

10

32

Welke kennisvragen worden nog niet door het lopend onderzoek beantwoord? In tabel 3 onderscheiden wij drie fases van kennisontwikkeling. In de eerste fase vindt onderzoek naar de effecten en processen van klimaatverandering op natuur en soorten plaats. In de tweede fase worden ruimtelijk adaptatiestrategieën ontwikkeld om met de effecten van klimaatverandering om te gaan, al dan niet in combinatie met andere functies. In de laatste fase vindt de implementatie van de adaptatiestrategie plaats in concrete gebieden of in het beleid. Deze fases dienen alle drie doorlopen te worden om tot een effectieve ruimtelijke adaptatie te komen. We hebben voor de kennisleemtes een indeling gemaakt met vijf klassen, waarbij geldt dat hoe lager het getal is hoe groter de leemte. Klasse 0 geeft aan dat er volgens de ons bekende informatie nog geen onderzoek plaatsvindt op dit gebied. Klasse 1 geeft aan dat er enig relevant onderzoek plaatsvindt, maar dat geen enkele leemte voldoende is afgedekt. Klasse 2 geeft aan dat er diverse onderzoeken lopen, maar dat er nog grote leemtes blijven bestaan. Klasse 3 geeft aan dat er veel onderzoek plaatsvindt, maar dat nog niet alle leemtes hier volledig door gedekt worden. Bij klasse 4 vindt er naar onze huidige inschatting voldoende onderzoek plaats om alle leemtes volledig te dekken; deze klasse is nergens toegekend. De inschatting is een momentopname, gebaseerd op de huidige kennis over de effecten van klimaatverandering en de mogelijkheden voor implementatie. Dit houdt in dat deze exercitie over enige tijd herhaald dient te worden, met name als er meer inzicht is ontstaan over de effectiviteit van adaptatiestrategieën.

## 5.1 Kennisleemtes over adaptatiestrategieën

### Adaptatiestrategie I: Vergroten ruimtelijke samenhang EHS en Natura 2000 gebieden

2

#### *Onderzoek naar effecten en processen*

Het lopend onderzoek betreft onderzoek naar koudepreferente soorten, warmtepreferente soorten en het verschuiven van arealen. Van effecten van weersextremen op aantalfluctuaties van populaties en ruimtelijke voorwaarden voor optimale genetische adaptatie van soorten is nog relatief minder bekend.

3

#### *Ruimtelijke vertaling*

Er lopen momenteel diverse onderzoeken waarin ruimtelijke richtlijnen voor de adaptatie van de EHS en Natura 2000 gebieden worden ontwikkeld. Het gaat hierbij zowel om het mogelijk maken van verschuivende arealen van soorten als om het opvangen van verhoogde aantalfluctuaties. Voorbeelden zijn onder andere KvR A2 project (nummer 39 in Tabel 1), EU Interreg BRANCH-project (42), LNV beleidsondersteunende studies over de EHS (41) en robuuste verbindingen (40). Ook het onderzoek naar optimale locaties voor natuur gezien de te verwachten abiotische veranderingen levert richtlijnen op voor dit thema. Voorbeelden zijn KvR A1 project (31), LNV Kennisbasis (59).

1

#### *Implementatie*

Enige casestudies hebben plaatsgevonden in het BRANCH-project (42). Implementatie van maatregelen heeft nog niet plaatsgevonden.

## Adaptatiestrategie II: Ecologische veerkracht van ecosystemen

2

### *Onderzoek naar effecten en processen*

Veel projecten bevinden zich nog in de kennisontwikkelingsfase en zijn nog niet toe aan het formuleren van adaptatiestrategieën. Binnen de universiteiten en onderzoeksinstituten vindt redelijk veel onderzoek plaats naar fenologische verschuivingen in de voedselketen (Wageningen Universiteit: 33, NIOO: 5, Rijksuniversiteit Groningen: 13) en naar verschuivingen in soortensamenstelling en de invloed van invasieve soorten (7, 12, 14). Dit gebeurt zowel in aquatische systemen als in terrestrische systemen. Er vindt geen onderzoek plaats hoe boomsoorten (als bosecosysteembepalende component) beïnvloedt zullen worden door klimaatverandering.

1

### *Ruimtelijke vertaling*

Er vindt nog nauwelijks onderzoek plaats naar ruimtelijke randvoorwaarden voor veerkrachtige ecosystemen. Eerste voorbeelden zijn het veerkrachtproject van LNV Kennisbasis [52] en het Europese project Reclaim naar duurzame visserij (37).

0

### *Implementatie*

Geen.

## Adaptatiestrategie III: Maatregelen binnen natuurgebieden voor verbeteren abiotische condities

2

### *Onderzoek naar effecten en processen*

Er lopen momenteel diverse onderzoeken naar de effecten van klimaatverandering op de nutriënten- en waterhuishouding. Het onderzoek is vrij divers van aard en het is mogelijk dat bepaalde ecosystemen nog buiten beschouwing zijn gelaten. Voorbeelden zijn nutriëntenhuishouding aquatische systemen (NIOO: 3, Universiteit Utrecht: 18); bodemprocessen (NIOO: 4); effecten grondwaterafhankelijke ecosystemen KvR A1 project (30).

1

### *Ruimtelijke vertaling*

Veel minder onderzoek richt zich op welke maatregelen in beheer en inrichting binnen natuurgebieden effectief kunnen zijn om eventuele ongewenste effecten op de abiotische condities op te vangen. Voorbeelden waar dit wel gebeurt, zijn het KvR A1 project (30) en LNV Kennisbasis [59].

0

### *Implementatie*

Geen. Binnen het nieuwe programma Kennis voor Klimaat zal vrij veel onderzoek over dit onderwerp worden opgestart, bijvoorbeeld voor het Deltagebied, de Waddenzee en het Rivierengebied.

## Adaptatiestrategie IV: Inbedden EHS en Natura 2000 gebieden in een multifunctionele klimaatmantel

0

### *Onderzoek naar effecten en processen*

Geen.

1

#### *Ruimtelijke vertaling*

Er vindt nog nauwelijks onderzoek plaats naar hoe door de inrichting van multifunctionele klimaatmantels rond natuurgebieden kan worden bijgedragen aan de ruimtelijke en abiotische adaptatie van natuurgebieden.

Binnen het KvR A2 project (39) vindt een eerste verkenning plaats over de bijdrage van multifunctionele landbouw rond natuurgebieden.

0

#### *Implementatie*

Geen. Binnen het nog te starten Programma Kennis voor Klimaat zal in een studie op de hogere zandgronden aandacht worden besteed aan dit onderwerp.

### **Adaptatiestrategie V: Natuur als integraal onderdeel van multifunctionele ruimtelijke adaptatie**

3

#### *Onderzoek naar effecten en processen*

Er vindt vrij veel onderzoek plaats naar multifunctionele adaptatie, waarbij (nieuwe) natuurgebieden bijdragen aan de adaptatie van andere functies, zoals het opvangen van wateroverlast bij rivieren (RWS, Programma Ruimte voor de Rivier; Universiteit Utrecht: 22, KvR A7 (26)); kustecosystemen (TNO: 16); veenweidegebieden (Waarheen met het veen: 38) en brede multifunctionele adaptatie van functies in het KvR IC3 project (24).

Waarschijnlijk is er nog kennisontwikkeling nodig naar mogelijk nadelige effecten van functiecombinaties en naar welke natuurtypen wel en welke niet kunnen worden ingezet.

3

#### *Ruimtelijke vertaling*

In bovengenoemde projecten is ook sprake van een ruimtelijke vertaling van deze functiecombinaties.

2

#### *Implementatie*

Het opvangen van piekafvoeren met de inzet van natuurgebieden vindt reeds uitgebreid plaats door de uitvoering van het RWS programma Ruimte voor de Rivier. Ook het project Klimaatbuffers concentreert zich op dit onderwerp zowel in het kader van wateropvang bij rivieren en polders als bij kustverdediging (1). Voor andere functiecombinaties geldt dit minder.

Ook het programma Kennis voor Klimaat richt zich op dit onderwerp in het Waddengebied, de Delta en het Rivierengebied.

### **Adaptatiestrategie VI: Vergroten leervermogen, omgaan met onzekerheid**

0

#### *Onderzoek naar effecten en processen*

Er is geen onderzoek gevonden dat specifiek is gericht op de toename van onzekerheid in besluitvorming rond natuur in gebiedenbeleid en -beheer en in ruimtelijke ontwikkeling ten gevolge van klimaatverandering.

Er is geen specifiek monitoringprogramma dat de effectiviteit van ruimtelijke adaptatie vast kan leggen (indicatoren voor fenologische veranderingen zijn daarvoor niet geschikt). Er is ons geen onderzoek bekend waarin wordt nagedacht over het bijstellen van bestaande monitoringprogramma's.

0

*Ruimtelijke vertaling*

De snelle groei in maatschappelijke kosten-batenanalyses verhult dat veel functies van natuur nog niet ruimtelijk kunnen worden gekwantificeerd, vooral niet op het niveau van gebiedsontwikkeling en adaptatiemaatregelen door lokale partijen.

0

*Implementatie*

De weinige praktijkvoorbeelden in het BSIK-programma Vernieuwend Ruimtegebruik waarin klimaatverandering speelt, bijvoorbeeld Groot Mijdrecht en Overdiepse Polder, zijn sterk gedomineerd door de ontwikkeling van participatieve methoden. Omdat natuur hier geen expliciete rol speelt is dit onderzoek niet meegenomen in het overzicht. Ecologische kennis over natuur die ontwikkeld is voor de EHS, wordt in gebiedsplannen nog zeer onvolledig of niet gebruikt. Over het omgaan met de ingewikkelde interactie tussen bestuurlijke en ruimtelijke schalen zijn nog weinig wetenschappelijke kennis en kennishulpmiddelen voorhanden.

*Adaptatiestrategie VII: Nieuwe visie natuur in ruimtelijke ordening*

1

## Onderzoek naar effecten en processen

Over de effecten van klimaatverandering op de functionele rol van biodiversiteit in ecosystemen is nog niets bekend. Er loopt sinds kort onderzoek hoe deze rol kan worden beschreven en meetbaar gemaakt en mogelijk gekoppeld aan ecosysteemkenmerken (LNV Kennisbasis (52)).

0

*Ruimtelijke vertaling*

De ruimtelijke vertaling van begrippen als veerkracht, adaptief vermogen en herstelvermogen staat nog zeer in de kinderschoenen; LNV Kennisbasis (52).

0

*Implementatie*

Er zijn geen voorbeelden van implementatie. Over het transitieproces dat nodig is om van het statische naar een dynamisch natuurparadigma te geraken is nog niet nagedacht. Er is enige aandacht voor institutionele transitieprocessen bij toenemende onzekerheid bij het klimaatverandering project KvR IC12.

## 5.2 Samenvatting kennisleemtes

In Tabel 3 staat een samenvatting van bovenstaande toekenning van de mate waarin lopend onderzoek aandacht besteedt aan de zeven adaptatiestrategieën. Hieruit blijkt dat er nog bijna geen onderzoek plaatsvindt in de derde fase, namelijk de implementatie in gebiedsontwikkeling en/of beleid. Het meeste onderzoek vindt plaats naar adaptatiestrategie V (Natuur integraal onderdeel van multifunctionele ruimtelijke adaptatie) en I (Vergroten ruimtelijke samenhang EHS en Natura 2000 gebieden). Weinig tot geen onderzoek vindt nog plaats naar de adaptatiestrategieën IV (Inbedden EHS en Natura 2000 gebieden in een multifunctionele klimaatmantel), VI (Vergroten leervermogen, omgaan met onzekerheid) en VII (Nieuwe visie natuur in ruimtelijke ordening).

Tabel 3. Inschatting van de omvang van het lopend onderzoek en de kennisvragen uit de ruimtelijke vraagstukken die daarbij aan de orde komen, in drie stadia van kennisontwikkeling per adaptatiestrategie; 0: geen lopend onderzoek, 1: enig relevant onderzoek, maar geen enkele leemte afdoende gedekt, 2: diverse grote projecten, nog grote leemtes, 3: veel onderzoek, maar niet alle leemtes gedekt, 4 (niet toegekend): veel onderzoek, aan alle leemtes aandacht besteed.

	I	II	III	IV	V	VI	VII
<b>Onderzoek aan effecten en processen</b>	2	2	2	0	3	0	1
<b>Vertalen naar ruimtelijke context en en integratie met andere functies</b>	3	1	1	1	3	0	0
<b>Implementatie in gebiedsontwikkeling (casestudies) en/of beleid</b>	1	0	0	0	2	0	0





**Geciteerde literatuur**

Hughes, L. 2000. Biological consequences of global warming: is the signal already apparent? *Trends in Ecology and Evolution* 15: 56-61

LNV. 1990. Natuurbeleidsplan; regeringsbeslissing. Ministerie van Landbouw, Natuur en Visserij, Den Haag.

LNV 1995. Ecosystemen in Nederland. Ministerie van Landbouw, Natuur en Visserij, Den Haag.

LNV 2000. LNV, 2000. Natuur voor mensen mensen voor natuur. Nota natuur bos en landschap in de 21e eeuw. Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij, Den Haag.

Veraart, J.A., P. Opdam, C. Nijborg & B. Makaske (eds.). 2006. Quickscan kennisaanbod en -leemten in klimaatbestendigheid; effecten, adaptatiestrategieën en maatschappelijke inbedding. Deelrapport uit het Routeplanner traject 2010-2050 in kader van de BSIK programma's Klimaat voor Ruimte, Leven met Water, Habiforum/Vernieuwend Ruimtegebruik en Ruimte voor Geo-Informatie.

Vos, C.C., B.S.J. Nijhof, M. van der Veen P.F.M. Opdam & J. Verboom (in druk) Risicoanalyse kwetsbaarheid natuur voor klimaatverandering. Alterra rapport nr. 1551, Wageningen.

**Belangrijkste bezochte websites voor het lopende onderzoek**

Alterra	<a href="http://www.kennisonline.wur.nl">www.kennisonline.wur.nl</a>
ARK	<a href="http://www.programmaark.nl">www.programmaark.nl</a>
Functional Ecology	<a href="http://www.rug.nl/biologie/onderzoek/onderzoekscholen/functionalEcology">www.rug.nl/biologie/onderzoek/onderzoekscholen/functionalEcology</a>
Habiforum	<a href="http://www.habiforum.nl">www.habiforum.nl</a>
IRMA-SPONGE	<a href="http://www.irma-sponge.org">www.irma-sponge.org</a>
Klimaat voor Ruimte	<a href="http://www.klimaatvoorruiimte.nl">www.klimaatvoorruiimte.nl</a>
Leven met Water	<a href="http://www.levenmetwater.nl">www.levenmetwater.nl</a>
Natuurmonumenten	<a href="http://www.natuurmonumenten.nl">www.natuurmonumenten.nl</a>
Nederlandse Onderzoek Databank	<a href="http://www.onderzoekinformatie.nl/nl/oi/nod">www.onderzoekinformatie.nl/nl/oi/nod</a>
NIOO	<a href="http://www.nioo.nl">www.nioo.nl</a>
NIOZ	<a href="http://www.nioz.nl">www.nioz.nl</a>
NWO	<a href="http://www.nwo.nl">www.nwo.nl</a>
Radboud Universiteit Nijmegen	<a href="http://www.ru.nl">www.ru.nl</a>
Rijksuniversiteit Groningen	<a href="http://www.rug.nl">www.rug.nl</a>
RIKZ	<a href="http://www.rikz.nl">www.rikz.nl</a>
RIZA	<a href="http://www.riza.nl">www.riza.nl</a>
Ruimte voor de Rivier	<a href="http://www.ruimtevoorderivier.nl">www.ruimtevoorderivier.nl</a>
SBB	<a href="http://www.staatsbosbeheer.nl">www.staatsbosbeheer.nl</a>
Universiteit Leiden	<a href="http://www.leidenuniv.nl">www.leidenuniv.nl</a>

Wageningen Universiteit en Researchcentrum	<a href="http://www.wur.nl">www.wur.nl</a>
Unie van Waterschappen	<a href="http://www.uvw.nl">www.uvw.nl</a>
Universiteit Utrecht	<a href="http://www.uu.nl">www.uu.nl</a>
Universiteit van Amsterdam	<a href="http://www.uva.nl">www.uva.nl</a>
Vrije Universiteit Amsterdam	<a href="http://www.vu.nl">www.vu.nl</a>
WIMEK	<a href="http://www.dow.wau.nl/msa/wimek/">www.dow.wau.nl/msa/wimek/</a>
WNF	<a href="http://www.wnf.nl">www.wnf.nl</a>

# Colofon

Dit onderzoek is mogelijk gemaakt door bijdragen van de BSIK programma's Klimaat voor Ruimte, Leven met Water en Habiforum.

Auteurs: Claire Vos, Paul Opdam, Gert-Jan Nabuurs, Rob Bugter, Martin Epe  
Eindredactie: Sander Brinkman (Brinkman Climate Change)

Fotografie: Vincent Basler, Wilma Manders en Habiforum  
Ontwerp: insandouts communication and design

ISBN/EAN: 978-90-5192-037-6

November 2007

## Auteursrechten

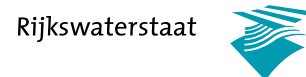
Nationaal Onderzoeksprogramma Klimaat voor Ruimte (KvR), Leven met Water (LmW), Habiforum en CURNET. Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden veeleenvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of op enig andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van het Nationaal Onderzoeksprogramma Klimaat voor Ruimte, Leven met Water, Habiforum en CURNET. Het is toegestaan overeenkomstig artikel 15a Auteurswet 1912 gegevens uit deze uitgave te citeren in artikelen, scripties en boeken, mits de bron op duidelijke wijze wordt vermeld.

## Aansprakelijkheid

Het Nationaal Onderzoeksprogramma Klimaat voor Ruimte, Leven met Water, Habiforum en CURNET en degenen die aan deze publicatie hebben meegewerkt hebben een zo groot mogelijke zorgvuldigheid betracht bij het samenstellen van deze uitgave. Nochtans moet de mogelijkheid niet worden uitgesloten dat er toch fouten en onvolledigheden in deze uitgave voorkomen. Ieder gebruik van deze uitgave en van gegevens daaruit is geheel voor eigen risico van de gebruiker. De Stichtingen Klimaat voor Ruimte, Leven met Water, Habiforum, CURNET en haar organisatieleden, de auteurs van deze publicatie en hun organisaties kunnen niet aansprakelijk gesteld worden voor schade die voortvloeit uit gebruik van deze publicatie.



Ministerie van Verkeer en Waterstaat





klimaat 2008 ruimte

leven met water



2010

