

Klimaat-effect Atlas 1.0

Klimaat-scan Natura 2000 gebieden

In opdracht van:



In samenwerking met:



Ruimte voor Geo-Informatie



Rijkswaterstaat
Ministerie van Verkeer en Waterstaat

Klimaatscan Natura 2000 gebieden

Auteurs: Sabine van Rooij, Eveliene Steingröver, Flip Witte, Hasse Goosen

KWR
Watercycle Research Institute

 **ALTERRA**
WAGENINGEN UR

DHV



Koninklijk Nederlands
Meteorologisch Instituut
Ministerie van Verkeer en Waterstaat

INHOUD

BLAD

1	AANLEIDING EN ACHTERGROND	3
2	INVENTARISATIE BESCHIKBARE KENNIS	3
2.1	Hoe we met deze kennis zijn omgegaan	4
3	STAPPENPLAN	5
4	CASE OOSTELIJKE VECHTPLASSEN	12
4.1	Wat zijn de natuurdoelen voor het betreffende gebied	13
4.2	Welke zijn de verwachte effecten via de abiotiek	15
4.3	Welke effecten zijn te verwachten op populatiedynamische aspecten	18
4.4	Welke maatregelen zijn geschikt om de natuurdoelen binnen handbereik te brengen: adaptatiestrategie	20
5	CASE KAMPINA	24
5.1	Wat zijn de natuurdoelen voor het betreffende gebied	24
5.2	Welke zijn de verwachte effecten via de abiotiek	25
5.3	Welke effecten zijn te verwachten op populatiedynamische aspecten	29
5.4	Welke maatregelen zijn geschikt om de natuurdoelen binnen handbereik te brengen: adaptatiestrategie	30
6	DISCUSSIE	32
7	LITERATUUR	35

1 AANLEIDING EN ACHTERGROND

Uit de vraag-aanbodpeiling bleek dat de provincies behoefte hebben aan een beter inzicht in de mogelijke consequenties van klimaatverandering voor het bereiken van natuurdoelen die in het kader van Natura 2000 gesteld worden. Om zicht te krijgen op de mogelijke consequenties is een aanpak ontwikkeld en toegepast op twee geselecteerde case studie gebieden: de Oostelijke Vechtplassen en de Kampina en Oisterwijkse vennen. De aanpak moet via een aantal stappen leiden tot beantwoording van de hoofdvraag:

“Wat is ervoor nodig om de gestelde Natura2000 doelstellingen te realiseren en implementeren tegen een achtergrond van klimaatverandering”

De analyse richt zich op het specificeren van de effecten van klimaatverandering om vervolgens te kunnen beargumenteren of voorgenomen maatregelen in het beheerplan in voldoende mate inspelen op deze verwachte effecten en daarmee de N2000 doelen binnen handbereik blijven, of dat daarvoor aanvullende maatregelen nodig zijn. Klimaatbestendigheid kan overigens ook een extra onderbouwing geven voor al voorgestelde maatregelen of huidige beheersregimes. De resultaten van de klimaatanalyse kunnen gebruikt worden als basis voor een klimaatparagraaf in het beheerplan.

Bij de analyse van de twee studie gebieden zijn verschillende kennisbronnen gebruikt. De kennisbronnen zijn geïdentificeerd, gebruikt en getest tijdens de twee geplande expertsessies. Uiteindelijk zal alle benodigde informatie om de stappen te kunnen doorlopen ontsloten worden via het geoportaal Klimaateffectatlas.

Leeswijzer

Tijdens twee expertsessies met de provincies zijn de stappen doorlopen en is de gehanteerde methode uitvoerig bediscussieerd. In de volgende paragrafen wordt beschreven van welke kennis gebruik is gemaakt en hoe dit geleid heeft tot een keuze voor een bepaalde aanpak. Deze aanpak staat beschreven in een stappenplan (paragraaf 3). De toepassing van het stappenplan op beide cases staat beschreven in de paragrafen 4 en 5 en daarin staan eveneens de belangrijkste bevindingen voor de beide casestudies gepresenteerd. Paragraaf 6 tenslotte geeft een reflectie op de gevolgde werkwijze.

2 INVENTARISATIE BESCHIKBARE KENNIS

Effecten op natuur via abiotische relaties

Klimaatverandering heeft invloed op de vegetatie via verschillende factoren die bepalend zijn voor de groei en het succes van plantensoorten:

- diepte en dynamiek van het grondwater
- vochttekort in de bodem
- start en lengte van het groeiseizoen
- zuurstofstress in de bodem
- CO₂-concentratie in de lucht
- temperatuur / verdamping van vocht uit de plant.

Er zijn nog geen modellen die in staat zijn het resulterende effect van al deze factoren op de vegetatie te voorspellen. Bestaande modellen houden te weinig rekening met neerslagspreiding en het terugkoppelingsmechanisme van de vegetatie. Daarom is er gebruik gemaakt van twee

bestaande methodieken die inzicht geven in het effect van de veranderende hydrologie op de vegetatie:

- Het model NATLES (NATuurgericht LandEvaluatie Systeem), een expertmodel dat de kansrijkdom van een plek voor vegetatietypen of natuurdoeltypen voorspelt op basis van bodemtype en grondwaterkarakteristieken. De hydrologische invoergegevens zijn kaarten met de Gemiddelde Voorjaars Grondwaterstand (GVG) en de Gemiddelde Laagste Grondwaterstand (GLG), gegenereerd voor de verschillende klimaatscenario's (Gaast and Massop 2009)
- Een methode van KWR en Deltares die de verwachte effecten van klimaatverandering op natuurdoeltypen voorspelt op basis van hydrologie, rekening houdend met de ecologische amplitudes (Witte *et al.* 2009). De ecologische effectrelaties zijn ontleend aan het Waterlood-instrumentarium. De hydrologische invoergegevens zijn resultaten van het PAWN instrumentarium van Rijkswaterstaat, waarmee het Nederlands watersysteem geanalyseerd kan worden op droogtesituaties.

Effecten op natuur via populatiedynamiek

Allereerst zijn alle bekende effecten van klimaat op populaties van soorten en hun verspreiding op rij gezet die mogelijk van invloed zijn op N2000-soorten en -habitats. Deze inventarisatie van is gebaseerd op diverse bronnen (Veen *et al.*, 2007; Vos *et al.*, 2008; Blom-Zandstra *et al.*, 2008). Samengevat zijn er de volgende mogelijke knelpunten te onderscheiden:

- 1) *Het verspreidingsgebied van een N2000-doelsoort verschuift naar buiten het N2000 gebied,*
- 2) *Een grote verandering van soortensamenstelling in het ecosysteem door een grote fractie koudeminnende soorten,*
- 3) *De huidige sleutelgebieden van N2000-doelsoorten worden te klein om plaats te bieden aan klimaatbestendige sleutelpopulaties.*

Om in te schatten of deze knelpunten relevant zijn, is gebruik gemaakt van studies naar de verwachte effecten op de duurzaamheid van populaties van natuurdoelsoorten in Nederland (Bouwma *et al.*, in voorbereiding) en van een database met waargenomen en verwachte effecten op de verspreiding van een groot aantal Europese soorten (van der Veen *et al.*, 2007; van der Veen *et al.*, in voorbereiding). De database gegevens zijn gebaseerd op de literatuur en op diverse (model-)studies, zoals het EU-project BRANCH (Berry *et al.*, 2007).

2.1 Hoe we met deze kennis zijn omgegaan

Effecten op natuur via de abiotiek

Met de beschikbare methodieken (NATLES-instrumentarium en methode KWR/Deltares) zijn voor de N2000gebieden kaarten gemaakt waarmee de effecten op de N2000-habitats zo goed mogelijk in beeld werden gebracht. In de eerste workshop zijn de resultaten door gebiedsexperts bekeken en op waarde geschat. Hieruit bleek dat:

- de gebruikte methodieken redelijk inzicht geven in de kwetsbaarheid van en het verschil in potenties voor grondwaterafhankelijke natuur, maar niet voor grondwater-onafhankelijke natuur;
- het schaalniveau van de resultaten niet goed aan sloot bij dat van N2000-gebieden.

Dat beide methodieken niet erg geschikt bleken om op het schaalniveau van N2000 gebieden betrouwbare uitspraken te doen over de effecten van klimaatverandering komt omdat:

- de hydrologische veranderingen op landelijke schaal (250x250 meter) zijn gegeneerd en op lokale schaal onverwachte uitkomsten geven. Natuurgebieden zijn vaak gradiëntrijk en kennen veel variatie binnen een klein gebied.
- de systematiek van NATLES en ook Waterlood gebaseerd is op veranderingen in grondwaterstanden (GVG en GLG) en vochttekorten. Ze zijn gebaseerd op indirecte relaties tussen standplaats en vegetatie, ontleend aan het klimaat van de 20e eeuw en kunnen daardoor slecht geëxtrapoleerd worden. Ook kan het W+ scenario in voor Nederland nog onbekende situaties opleveren, waarvoor (nog) geen relaties tussen standplaats en vegetatie bekend is.
- directe effecten van droogte, neerslag, inundatie en zoutinvloed kunnen in beide methodieken niet goed meegenomen worden.
- de relatie tussen droogte, verdamping, grondwateraanvulling en kwel zijn kan nog niet goed worden gemodelleerd. De modeluitkomsten uit studies van de Wageningen-UR, KWR en Deltares laten allemaal iets anders zien.

Belangrijke conclusie van de workshop was om gezien deze beperkingen ervoor te kiezen niet verder in te zoomen, maar juist minder ruimtelijk expliciet te gaan werken.

Effecten op natuur via populatiedynamiek

In een kennistabel is de relevante informatie met betrekking tot mogelijke knelpunten ten aanzien van verspreiding, soortensamenstelling en sleutelgebieden voor de twee N2000 studiegebieden verzameld. De N2000 soorten en -habitats zijn gerangschikt per ecosysteemtype, omdat dit het schaalniveau is waarop de meeste voor klimaatverandering benodigde adaptatiemaatregelen worden genomen.

Voor een aantal N2000-soorten hebben de doelstellingen betrekking op hun foerageerhabitat. Het foerageerhabitat bestaat voor een aantal soorten uit open water (bijv. Aalscholver) voor andere uit grasland (bijv. Kogans). Het effect van de betekenis van grasland als foerageerhabitat voor grazende ganzen is ingeschat aan de hand van expertkennis van een weidevoegeleexpert (A. Schotman, Alterra).

De resulterende kennistabel is met gebiedsexperts in de twee expertsessies besproken en opgeschaald naar effecten en adaptatiemogelijkheden op ecosysteemniveau.

3 STAPPENPLAN

Op basis van de verzamelde kennis en de ervaringen in de expertsessies is een stappenplan ontwikkeld door Alterra en KWR. De geïdentificeerde stappen zijn:

- 1) Wat zijn de N2000-doelen voor het betreffende gebied?
- 2) Wat zijn de verwachte effecten via de abiotiek?
- 3) Wat zijn de verwachte effecten op natuur via de populatiedynamiek van soorten?
- 4) Welke maatregelen of adaptatiestrategieën zijn geschikt om, in het licht van klimaatverandering, de N2000-doelen toch te halen?

Hieronder worden de stappen in meer detail doorlopen en is aangegeven waar de hiervoor benodigde kennis gevonden kan worden.

Stap 1: Wat zijn de N2000-doelen voor het betreffende gebied?

De N2000-doelen zijn per N2000 gebied vastgesteld en kunnen worden gevonden op <http://www.synbiosys.alterra.nl/natura2000/>. De N2000-doelen zijn gerelateerd aan natuurdoeltypen (Bal *et al*, 2001)(het niveau waarop de gebruikte modellen resultaten genereren) en aan ecosysteemtypen (een schaalniveau hoger). Deze opschaling heeft plaatsgevonden omdat de effecten van klimaatverandering niet altijd op het detailniveau van natuurdoeltypen zijn vast te stellen. De N2000-doelen hebben betrekking op zowel habitats als soorten. De N2000-doelen worden samengevat in een doelentabel (zie Tabel 1)..

Tabel 1: Voorbeeld van N2000-doelentabel.

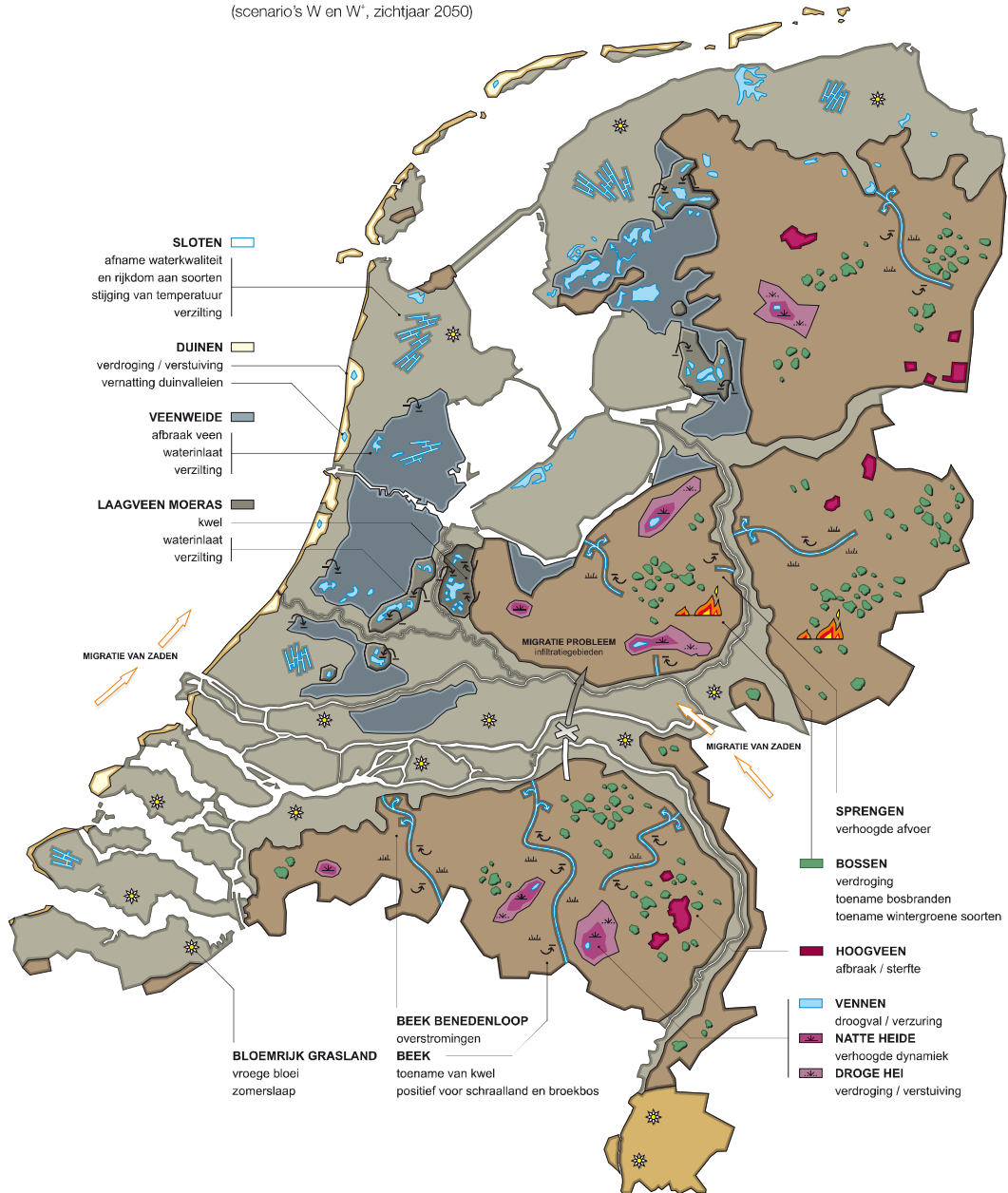
N2000-doelen					
Kernopgaven per gebied					
Landschapstype	Ecosysteem -type	N2000- doelstelling	Natuurdoel- type	Naam habitat/soort	Doelstelling uit beheerplan
Oostelijke Vechtplassen					
Meren en moerassen					
	Laagveen - plassen	Evenwichtig systeem (w)	Gebufferd meer	Waterplanten- gemeenschap voor kranswierwateren	
			Geïsoleerde meander en petgat	Waterplanten- gemeenschap meren met krabbescheer	
				Zwarte stern	Draagkracht voor ten minste 80 broedparen
				Platte Schijfhoren	
				Bittervoorn	

Stap 2: Wat zijn de verwachte effecten via de abiotiek?

Met deze stap wordt in beeld gebracht hoe klimaatverandering via effecten op bodem en water (abiotiek), doorklinken in veranderingen in vegetatietypen. Er is al aangegeven dat het niet goed mogelijk is om kwantitatief onderbouwde voorspellingen te doen op het niveau van habitattypen. Daarvoor zijn de huidige ecohydrologische modellen onvoldoende geëquipeerd. Daarom is het nodig om te beginnen bij geschatte veranderingen op ecosysteemniveau, om vervolgens van daar uit conclusies te trekken ten aanzien van de doelen op het niveau van habitattypen. Hiervoor kan gebruik gemaakt worden van de zogenaamde schetskaart van ecohydrologische effecten van klimaatverandering (Witte *et al*. 2009). KWR heeft in opdracht van het PBL deze schetskaart opgesteld, waarin op basis van modelstudies aangevuld met literatuurstudie, globaal in beeld is gebracht wat de verwachte effecten zijn van klimaatverandering op vegetaties (Figuur 1).

Voorlopige schetskaart van ecohydrologische effecten

(scenario's W en W', zichtjaar 2050)



© 2009 - KWR Watercycle Research Institute

grafisch ontwerp: Erik Zeeberg (vormgeving.com)

KWR

Figuur 1: Schetskaart van ecohydrologische effecten van klimaatverandering (zichtjaar 2050, scenario's W en W+).

Toelichting schetskaart

De schetskaart bevat verwachte veranderingen voor de scenario's W en W+. Dit is een sterke versimpeling. Beide scenario's wijzen in dezelfde richting als het gaat om een nattere winter. Maar in W+ worden de zomers aanzienlijk droger dan in het W scenario. Er zijn dus ook grote verschillen tussen de scenario's. Deze worden waar relevant aangegeven in de onderstaande toelichting. Zie voor een uitgebreide bespreking en inhoudelijke onderbouwing van de schetskaart het PBL rapport (Witte *et al*, 2009).

Klimaatverandering zal vooral gevolgen hebben voor droge vegetaties die voor hun watervoorziening geheel zijn aangewezen op regenwater. Vegetaties op hogere zandgronden – zoals stuwwallen, duinen en hogere dekzandruggen – zullen te maken krijgen met een groter vochttekort in het groeiseizoen. Onder scenario W+ is de toename aanzienlijk, wat zal leiden tot een opener vegetatie en een toename van het aandeel vroege bloeiers en soorten die in zomerslaap gaan. Verschillende boomsoorten zullen de droogte niet overleven. In beide scenario's zal het aantal wintergroene soorten in bossen toenemen en zal er sprake zijn van een verhoogd risico op bosbranden.

Er zijn ook natte ecosystemen die (vrijwel) alleen door regenwater worden gevoed. Door de toegenomen vochtdynamiek en temperatuur zullen karakteristieke vegetaties van hoogvenen, vennen en natte heiden het moeilijker krijgen. De ontwikkeling van levend hoogveen (aangroeiend door levend veenmos) is onder het W+ scenario waarschijnlijk kritiek.

De kwel naar lage gebieden als beekdalen, duinvalleien en de randen van grote infiltratiegebieden zal toenemen onder het relatief natte W scenario. Dat gebeurt mogelijk ook onder het droge W+ scenario, omdat de bodem in hoger gelegen infiltratiegebieden 's zomers zo ver uitdroogt, dat de verdamping van de vegetatie sterk wordt gereduceerd en de grondwateraanvulling in de winter hierdoor stijgt. De toekomstige verdampingseigenschappen van de vegetatie in het voedende infiltratiegebied zijn nog niet bekend, en er is echter onder hydrologen nog veel discussie of dit effect werkelijk gaat optreden.

Een eventuele kweltoename is gunstig voor de biodiversiteit van sprengen, beken, natte duinvalleien en door kwelwater gevoede schraallanden, zoals die voorkomen in het laagveenmoeras net aan de westelijke voet van de Utrechtse heuvelrug. Daar staat bij W+ scenario tegenover dat, wanneer de kweltoename onvoldoende is om de grotere verdamping te compenseren, de grondwaterstand in de loop van de drogere zomer dieper zal wegzakken. De kweltoename is afhankelijk van de grootte van het infiltratiegebied.

Benedenlopen van beken krijgen vaker te maken met overstromingen, wat bij de huidige waterkwaliteit waarschijnlijk niet gunstig is voor de vegetaties. De waterkwaliteit van sloten en meren zal vermoedelijk achteruitgaan doordat in de zomer de watertemperatuur stijgt, de peilen dalen en de verzilting en de invloed van sulfaatrijk water uit de grote rivieren zal toenemen. Laagveenmoerassen, zoals de Nieuwkoopse plassen en de Weerribben, waaruit veel water wegzijgt naar een diep ontwaterde omgeving, zullen zonder aanvullende maatregelen (bijv. een ander peilbeheer) in de zomer meer oppervlaktewater moeten aanvoeren. Door de slechtere kwaliteit van dit oppervlaktewater, moet voor een achteruitgang van de biodiversiteit worden gevreesd. Het zal moeilijker worden om te voldoen aan de doelstellingen van de Kaderrichtlijn Water. Ook in het veenweidegebied kan de biodiversiteit achteruit gaan, niet alleen door de grotere invloed van kwalitatief slecht oppervlaktewater, maar ook doordat de lagere grondwaterstand en een de hogere zomer temperatuur zullen leiden tot een versnelde afbraak van het veen.

Per gebied kan met behulp van de schetskaart een beeld worden verkregen van de verwachte veranderingen (zie Tabel 2).

Tabel 2: Voorbeeld van kennistabel voor directe effecten klimaatverandering via de abiotiek

N2000-doelen				<i>Klimaateffect (negatief, neutraal, positief, onbekend)</i>			
Kernopgaven per gebied				G	G+	W	W+
Landschapstype	Ecosysteemtype	Naam habitat/soort	Doelstelling uit beheerplan				
Meren en moerassen							
	Laagveen - plassen	Waterplantengemeen- schap voor kranswierwateren	Verbetering waterkwaliteit, waterkwantiteit en hydromorfologie				

Stap 3: Wat zijn de effecten op natuur via de populatiedynamiek van soorten?

Om veranderingen in populatiedynamiek in te kunnen schatten worden de volgende 3 mogelijke effecten van klimaatverandering op populaties en verspreiding van soorten onderzocht:

1) Het verspreidingsgebied van N2000-soorten verschuift buiten het N2000 gebied

Als gevolg van verschuivende klimaatveloppen verschuift het potentiële verspreidingsgebied van soorten mee naar het noorden en/of oosten (Berry *et al*, 2007, Vos *et al*, 2008). Hierdoor kunnen huidige leefgebieden van soorten aan de zuidwestkant van het verspreidingsgebied ongeschikt worden, en kunnen nieuwe gebieden ten noorden of oosten geschikt worden.

2) Een grote verandering van soortensamenstelling in het ecosysteem door een grote fractie koudeminnende soorten

“Koudeminnende soorten” zijn soorten die zich aan de zuidoostkant van hun huidige verspreidingsgebied bevinden, en waarvoor het klimaat in Nederland op den duur minder of ongeschikt wordt. Wanneer een ecosysteem of habitatype een groot aantal koudeminnende soorten bevat kan de soortensamenstelling op termijn ingrijpend veranderen. Dit als gevolg van het achteruitgaan of plaatselijk uitsterven van populaties van koudeminnende soorten. Dit kan serieuze gevolgen hebben voor het functioneren van het ecosysteem.

3) Huidige sleutelgebieden worden te klein om plaats te bieden aan klimaatbestendige sleutelpopulaties .

Een “sleutelgebied” is een leefgebied waar een relatief duurzame populatie van een soort voorkomt. Een sleutelpopulatie is zo groot dat deze de natuurlijke fluctuaties in aantallen als gevolg van extreme omstandigheden redelijk kan opvangen en zich zodoende kan handhaven in een gebied. Grotere weersfluctuaties hebben grotere aantalfunctuaties in populaties tot gevolg. Als gevolg van klimaatverandering worden vaker en heviger weersextremen verwacht, die dus zullen leiden tot grotere aantalsfluctuaties van een soort in een gebied. Dit vergroot de kans op uitsterven wanneer het aantal individuen onder een kritische grens komt. Om deze grotere weersextremen in lengte van jaren te kunnen overleven dienen sleutelpopulaties in de toekomst groter te zijn om klimaatbestendig te zijn. Grotere natuurgebieden hebben daarnaast ook een functie als bolwerken, waar koudeminnende soorten zich langer kunnen handhaven.

Als gevolg van klimaatverandering verandert het potentiële leefgebied van soorten. Soorten die mobiel zijn, en grote afstanden kunnen afleggen bij het zoeken naar nieuw leefgebied, zullen nieuw geschikt habitat ten noorden of oosten van hun huidig verspreidingsgebied stapsgewijs koloniseren. Voor minder mobiele soorten (grondgebonden soorten, soorten die kleine afstanden kunnen afleggen) is dit echter problematischer, wat nog versterkt wordt als gevolg van versnippering van habitat. In Nederland draagt de realisatie van Ecologische Hoofdstructuur en de Robuuste Verbindingen er aan bij dat nieuw geschikt habitat (sneller) gekoloniseerd kan worden. Voor versnipperingsgevoelige soorten blijven aanvullende maatregelen echter nodig.

Behalve als leefgebied voor soorten is Nederland van belang als foerageergebied voor doortrekkende soorten (bijv. trekvogels). Veel N2000 doelstellingen hebben dan ook betrekking op het voorzien in voldoende foerageerhabitat voor soorten. In het algemeen wordt verwacht dat de kwaliteit van foerageerhabitat voor grazende soorten zal toenemen, waarvan grazende ganzen en eenden zullen profiteren. Voor de verandering van kwaliteit van open water als foerageerhabitat is dit nog onduidelijk.

Informatie over de drie knelpunten is verzameld in een kennistabel (zie Tabel 3) die is samengesteld uit resultaten van recente onderzoeken.

Tabel 3: Voorbeeld van kennistabel voor verwachte effecten van klimaatverandering op enkele N2000-soorten in de Oostelijke Vechtplassen. Betekenis kleuren: Rood, te verwachten knelpunt; Oranje, wordt mogelijk een knelpunt; Groen, positief effect; en Wit, geen informatie.

N2000 gebied	Oostelijke Vechtplassen			
	Ecosysteemtype	Moeras		Grasland
N2000-opgaven	N2000-doelsoort	Purperreiger	Snor	Kolgans
	Doelstelling in beheerplan	>40 broedparen (sleutelgebied)	>150 broedparen	> 920 foeragerende individuen
Mogelijke knelpunten leefgebieden	Verschuivende verspreidingsgebieden			
	Sleutelgebieden worden te klein			
	Warmteminnende (W), koudeminnende (K) of neutrale (N) soort?	W	K, W	
	% koudeminnende soorten			
Effect op foerageerhabitat	Op grasland foeragerende soorten			
	Op vis foeragerende soorten			

Stap 4: Welke maatregelen of adaptatiestrategieën zijn geschikt om de N2000-doelen te halen?

Samen met de gebiedsexperts is de prioriteit van de geconstateerde knelpunten bepaald. Per knelpunt wordt in stap 4 de meest passende adaptatiestrategie bepaald. Daarvoor wordt een matrix gebruikt die aangeeft welke adaptatiemaatregelen geschikt zijn voor het type knelpunt (Tabel 4).

Stappen 1 t/m 4 leiden tot een overzicht van kansen en knelpunten voor het behalen van de Natura2000 doelstellingen. Dit moet altijd in de specifieke gebiedscontext worden gezien. Afhankelijk van het gestelde natuurdoel (het ambitieniveau) zijn de geïdentificeerde knelpunten in te delen naar ernst van de verwachte veranderingen. Als de doelstelling voor een natuurdoeltype bijvoorbeeld 'kwaliteitverbetering' is, terwijl de geschiktheid van dat type al laag was maar ook nog eens afneemt als gevolg van klimaatverandering, dan is er sprake van een ernstig knelpunt. Wanneer de doelstelling 'behoud' is en de abiotische condities blijven ook bij klimaatverandering binnen de bandbreedte, dan is er sprake van een minder ernstig knelpunt. De richting en grootte van de klimaatverandering is nog onzeker. Bovendien, zo bleek tijdens de expertsessies, is het voorspellen van de hydrologische en ecologische gevolgen van klimaatverandering met minstens zo grote onzekerheden omgeven. We zijn in staat om voor de scenario's aan te geven in welke richting bepaalde ecosysteemtypen zich zullen gaan ontwikkelen. Maar directe kwantitatieve dosis-effect relaties kunnen niet worden gelegd. Wel kan alvast op de mogelijke negatieve gevolgen van klimaatverandering worden geanticipeerd met het nemen van een aantal maatregelen.

Tabel 4. Kennistabel mogelijke adaptatiestrategieën voor natuur in interactie met landbouw. Betekenis kleuren: Rood, negatief voor landbouw; Oranje, mogelijk negatief voor landbouw; en Groen, positief voor landbouw. (Blom-Zandstra *et al*, 2008).

	I Vergoten ruimtelijke Samenhang	II Vergroten ecologische veerkracht	III Aanpassen abiotische condities binnen natuurgebied door beheer en inrichting	IV Aanpassingen buiten natuurgebied Inbedden in klimaatmantel	V Natuur integraal onderdeel Multifunctionele adaptatie. Natuur inzetten bij
	<i>Verbinden (robuuste) verbindingen; Vergroten...?</i>	<i>Vergroten interne heterogeniteit</i>	<i>Waterhuishouding; Nutriënten-huishouding</i>	<i>Verbinden (groenblauwe dooradering); Waterhuishouding; Nutriëntenhuishouding</i>	<i>Opvang wateroverlast; Kustverdediging</i>
Bottlenecks verschuiven soorten	1			9	
Grote fractie koudeminnende soorten	2	3			
Toename droogte en warmtestress			4 5	10 11	
Kusterosie door zeespiegelstijging					13
Verzilting door zeespiegelstijging en droogte			6 7		
Toename overstroming beken en rivieren			8	12	14

4 CASE OOSTELIJKE VECHTPLASSEN

De Oostelijke Vechtplassen bestaat uit een reeks van laagveengebieden tussen de Vecht en de oostkant van Utrechtse heuvelrug. In het gebied bevinden zich door turfwinning ontstane meren en plassen, meest met een zandondergrond, sommige aanzienlijk verdiept door zandwinning. De combinatie van rivierinvloeden en invloeden van het watersysteem van de zandgronden heeft een rijke schakering van typen van moeras en moerasvegetaties doen ontstaan. In het gebied zijn twee belangrijke gradiënten te onderscheiden: van noord naar zuid loopt een gradiënt van meer gesloten gebied (bos) naar meer open landschap (grasland, trilveen en rietland), terwijl van west naar oost een gradiënt is te zien van toenemende kwel (in petgaten en trilvenen). Belangrijk broedgebied voor broedvogels van rietmoerassen (roerdomp, purperreiger) en zeer belangrijk voor broedvogels van moerassen met veel waterriet en lange oeverlijnen (woudaap, grote karekiet). Ook van enig belang als broedgebied voor enkele andere moeras- en watervogels (Porseleinhoen, Zwarte stern, IJsvogel).

4.1 Wat zijn de N2000 doelen voor de Oostelijke vechtplassen?

De N2000-doelen zijn overgenomen uit het concept-beheerplan en de bijbehorende atlas van de Oostelijke Vechtplassen (zie Tabel 5). De N2000-doelen hebben betrekking op soorten en op habitats. De N2000-doelenstellingen voor veel soorten, en zelfs habitats, is geformuleerd in aantal broedparen die in het gebied moeten voorkomen, of in aantallen individuen die er moeten kunnen foerageren in een seizoen. Voor enkele soorten wordt ook een ambitieniveau van duurzaamheid geformuleerd, bijvoorbeeld voor de Gevlekte Witsnuitlibel (duurzame populatie) en de Purperreiger (sleutelpopulatie).

Tabel 5: N2000-doelen uit het concept beheerplan Oostelijke Vechtplassen in aantallen broedparen of foeragerende individuen, of in termen van duurzaamheid als sleutelgebied of duurzame populatie.

Ecosysteemtype	N2000-doelen	N2000-doelsoorten	N2000-opgave
Laagveen – plassen	Evenwichtig systeem	Aalscholver	Foerageerhabitat
		Habitat Meervleermuis	
		Habitat Rivierdonderpad	
		Zwarte Stern	> 80 broedparen
		Habitat Platte schijfhoorn	
		Habitat Bittervoorn	
		Grote Moddelkruiper	
		Habitat Kleine Modder kruiper	
		Habitat Gevlekte Witsnuitlibel	Duurzame populatie: > 2000 ind.
		Habitat Gestreepte Waterroofkever	
		Slobeend	Foerageerhabitat > 80 ind.
		Tafeleend	Foerageerhabitat > 120 ind.
		Nonnetje	Foerageerhabitat > 20 ind.
		IJsvogel	> 6 broedparen
		Smient	Foerageerhabitat > 2800 ind.
Krakeend	Foerageerhabitat > 40 ind.		
Laagveen moeras	Compleetheid in ruimte en tijd	Habitat Grote Vuurvlinder	
		Habitat Groenknorchis	
	Overjarig riet	Roerdomp	> 5 broedparen tbv sleutelgebied
		Purperreiger	> 40 broedparen (=Sleutelpopulatie)
		Snor	> 150 broedparen
		Grote Karekiet	> 50 broedparen
		Habitat Noordse Woelmuis	Instandhouding prioritair
		Woudaapje	> 10 broedparen tbv sleutelgebied
		Porcelainhoen	> 8 broedparen
Rietzanger	> 880 broedparen		
Laagveen graslanden	Vochtig grasland	Leefgebied Kemphaan	
		Leefgebied Watersnip	
		Kolgans	Foerageerhabitat > 920 ind.
		Grauwe Gans	Foerageerhabitat > 1200 ind.

4.2 Wat zijn de verwachte effecten via de abiotiek?

In laagveenmoerassen, zoals het Naardermeer, de Ankeveense plassen en de Loosdrechtse plassen, is nauwelijks een toename in de dynamiek van de waterspiegel te verwachten omdat deze systemen peilbeheerst zijn, gevoed door oppervlaktewater en gedeeltelijk door kwelwater. De dynamiek is bovendien gedempt doordat de moerassen grotendeels bestaan uit drijvende kraggen en drijfzillen, en uit smalle legakkers.

Voor een smalle strook aan de voet van de Utrechtse Heuvelrug die gevoed wordt door kwelwater (bijvoorbeeld Westbroekse zode en oostelijk deel van Naardermeer) pakt klimaatverandering misschien gunstig uit. Dit is althans zo wanneer de kwelstroom als gevolg van nattere winters en afnemende gewasverdamping toe gaat nemen. Die toename moet dan wel de toegenomen verdamping in het laagveenmoeras overtreffen. Onder scenario W is dat waarschijnlijk, en mogelijk ook in het W+ scenario. Hydrologen verschillen hierover nog van mening.

Voor sterk van de aanvoer van oppervlaktewater afhankelijke gebieden verwachten we een verslechtering van de waterkwaliteit, vooral onder W+, omdat de ingelaten hoeveelheid water, vooral in uitzonderlijk droge jaren, zal toenemen. Inlaatwater vanuit de Vecht en ook het op termijn aangevoerde water vanuit het IJsselmeer is van slechte kwaliteit. De primaire productie zal als gevolg van de hogere temperatuur, en het hogere sulfaat- en nutriëntgehalten toenemen. De hogere temperaturen leiden tot meer algenbloei, onder andere van blauwalgen, en tot het vaker voorkomen van perioden met lage zuurstofgehalten in het oppervlaktewater. In combinatie met versterkte microbiële afbraakprocessen kan dit leiden tot zuurstofloosheid, vissterfte, blauwalg en botulisme. De stijging van het CO₂-gehalte in de atmosfeer kan van invloed zijn op de giftigheid van blauwalgen.

In het veenweidegebied verwachten we vooral negatieve effecten van klimaatverandering. De percelen zijn ten behoeve van de landbouw enigszins ontwaterd, wat heeft geleid tot mineralisatie en oxidatie van het veen. Daardoor is de drainageweerstand toegenomen en kan de grondwaterspiegel 's in het midden van het perceel zomers ver uitzakken, wat vooral in wegzijgingsgebieden leidt tot holle percelen ('pannige percelen'). 's Winters is de grondwaterspiegel juist in het midden van het perceel het hoogst, zodat dit gedeelte onder water kan komen te staan. Vaak heeft men daar weer een greppeltje gegraven om het water in de winter kwijt te raken. De drogere zomers in het W+ scenario zullen, in combinatie met de hogere temperatuur, leiden tot een versterking van de veenafbraak. Meer systeemvreemd water is nodig om deze veengebieden op peil te houden (Tabel 6)

Tabel 6: Kennistabel verwachte effecten klimaatverandering via abiotiek voor de Oostelijke vechtplassen

N2000-doelen				Klimaatteffect (negatief, neutraal, positief, onbekend)			
Kernopgaven per gebied				G	G+	W	W+
landschapstype	Ecosysteemtype	Naam habitat/soort	Doelstelling uit beheerplan				
Meren en moerassen							
	Laagveen – plassen	Open water; waterplantengemeenschap voor kranswierwateren	Evenwichtig systeem	Licht negatief: Door hogere temperaturen neemt primaire productie toe, sulfaat- en nutriëntgehalten hoger, meer algenbloei, lage zuurstofgehalten, vissterfte, blauwalg en botulisme, toename giftigheid van blauwalgen	Negatief: Verslechtering van de waterkwaliteit door toename inlaat. Primaire productie neemt toe, sulfaat- en nutriëntgehalten hoger, meer algenbloei, lage zuurstofgehalten, vissterfte, blauwalg en botulisme, toename giftigheid van blauwalgen	Licht negatief: Door hogere temperaturen neemt primaire productie toe, sulfaat- en nutriëntgehalten hoger, meer algenbloei, lage zuurstofgehalten, vissterfte, blauwalg en botulisme, toename giftigheid van blauwalgen	Negatief: Verslechtering van de waterkwaliteit door toename inlaat. Primaire productie neemt toe, sulfaat- en nutriëntgehalten hoger, meer algenbloei, lage zuurstofgehalten, vissterfte, blauwalg en botulisme, toename giftigheid van blauwalgen
	Laagveen - moeras	Overjarig riet, overgangszone op flank heuvelrug	Verbetering waterkwaliteit, waterkwantiteit en hydromorfologie	Neutraal of Positief: Toenemende kwelstroom als gevolg van nattere winter levert lagere inlaatbehoefte	Neutraal of Positief: Toenemende kwelstroom als gevolg van nattere winter levert lagere inlaatbehoefte	Positief: Toenemende kwelstroom als gevolg van nattere winter levert lagere inlaatbehoefte	Neutraal of positief: Toenemende kwelstroom onzeker, ook verdamping uit open water neemt toe in droge warmere zomers in W+

	Laagveen graslanden	Vochtige graslanden					Negatief: Veenweide- gebied versnelde afbraak, meer systeemvreemd water is nodig om veengebieden op peil te houden
--	------------------------	---------------------	--	--	--	--	--

4.3 Wat zijn de effecten op natuur via de populatiedynamiek van soorten?

De beschikbare kennis over effecten van klimaatverandering op N2000-doelsoorten en –habitats is verzameld in een kennistabel (naar Vos *et al*, 2008 & van der Veen *et al*, 2007, Tabel 7).

In de rij “schuivende verspreidingsgebieden” is niets ingevuld. Dit knelpunt is vooral van belang voor binnenkomende soorten, waarvoor de Oostelijke Vechtplassen in de toekomst geschikt habitat zijn, maar die momenteel geen N2000-doelsoorten zijn (Tabel 8).

Het knelpunt “sleutelgebieden worden te klein” kan voor alle N2000 soorten gelden met een expliciete duurzaamheidsdoelstelling. Voor het duurzaam behoud van sommige soorten zijn concrete aantallen broedparen geformuleerd. In de toekomst zullen, onder invloed van klimaatverandering, deze aantallen onvoldoende zijn om het gewenste duurzaamheidsniveau te behouden. Ook voor soorten met een doelstelling in aantallen broedparen, kan dit een mogelijk knelpunt zijn. Wanneer deze doelstelling impliciet gekoppeld is aan de duurzaamheid van de soort op een hoger schaalniveau, dienen de gebiedsdoelen in aangrenzende natuurgebieden ook te worden aangepast om hetzelfde duurzaamheidsniveau te kunnen bereiken.

In Tabel 7 staan bij het mogelijke knelpunt “Soort warmteminnend (W), Koudeminnend (K) of Neutraal (N)” soms tegenstrijdige aanduidingen, zoals bij de Roerdomp: N, K en W. Dit betekent dat de reactie van deze soort op klimaatverandering onzeker is, omdat er in verschillende studies verschillende verwachtingen zijn beschreven.

Uit Tabel 7 blijkt verder dat er voor op grasland foeragerende eenden en ganzen positieve effecten te verwachten zijn, vanwege het grotere voedselaanbod. Voor de vogels die op in het water foerageren zijn de effecten op het voedselaanbod niet duidelijk. Behalve dat soorten kunnen verdwijnen als gevolg van een ongunstiger wordend klimaat, wordt het Oostelijke Vechtplassengebied in de toekomst voor andere soorten geschikter. In tabel 8 staat als voorbeeld welke amfibiesoorten de Oostelijke Vechtplassen in de toekomst mogelijk gaan bevolken, mits ze het gebied kunnen koloniseren. Een overzicht van soorten van andere soortgroepen waarvoor Nederland in de toekomst geschikt leefgebied is, is in ontwikkeling (van der Veen, in voorbereiding).

Tabel 8. Overzicht van amfibiesoorten van moerasgebieden, waarvan wordt verwacht dat ze in de toekomst in Nederland voorkomen (W1: klimaat wordt op korte termijn geschikt, W2: klimaat wordt op langere termijn geschikt).

Soort	Scenario
Geelbuikvuurpad	W1
Groene pad	W2
Marmersalamander	W2
Meerkikker	W1
Vuusalamander	W1
Springkikker	W1
Boomkikker	W1

4.4 Welke maatregelen of adaptatiestrategieën zijn geschikt om de N2000-doelen te halen?

Op basis van de verwachte effecten op de natuur via abiotische processen, en via populatiedynamiek is met de gebiedsexperts een overzicht gemaakt van de belangrijke effecten per ecosysteemtype (Tabel 9). Op basis hiervan is besproken welke adaptatiemaatregelen genomen kunnen worden om de negatieve effecten te voorkomen of verzachten.

Een belangrijk risico voor de natuurwaarden van de Oostelijke Vechtplassen is het inlaten van gebiedsvreemd water. Deze inlaatbehoefte neemt toe wanneer de verdamping van het oppervlaktewater groter wordt en de aanvulling van het grondwater afneemt. Hoe deze relatie precies ligt en uitpakt voor de verschillende KNMI scenario's is nog niet bekend. Maar omdat het minimaliseren van de inlaatbehoefte hoe dan ook gunstig is voor het gebied zijn veel van de genoemde adaptatiemaatregelen gericht op het vergroten van deze kwelstroom. Dit kan dus gezien worden als een zogenaamde *no-regret* maatregel. Andere genoemde maatregelen zijn het vergroten van het moerasgebied en een diversifiëren van het beheer waardoor meer variatie binnen het gebied ontstaat. Voor een aantal soorten zijn daarnaast soortgerichte maatregelen nodig.

Ook zouden nieuwe (N2000-) soorten de mogelijkheid moeten hebben om de Oostelijke vechtplassen te koloniseren, en zouden de huidige soorten leefgebieden verder noordwaarts moeten kunnen schuiven. Hiervoor zou de landelijke uitvoering van een moeras-klimaatcorridor effectief kunnen zijn (PBL, 2008). De voorgestelde moeras-klimaatcorridor valt grotendeels samen met de geplande "natte as", ook wel "groene ruggengraat" genoemd, een natte robuuste verbinding door laag Nederland. De Oostelijke vechtplassen liggen in deze natte as. Het zorgen voor een goede verbinding met andere gebieden in deze natte as is een belangrijke adaptatiemaatregel voor dit gebied. Vooral de aansluiting naar het noorden is een aandachtspunt, omdat hier een zwakke plek ligt in de moeras-klimaatcorridor (Figuur 2). Wanneer de kolonisatie van het gebied door zuidelijker soorten vanwege versnippering van habitat niet mogelijk is, of heel lang gaat duren, kan ook de introductie van deze soorten worden overwogen.

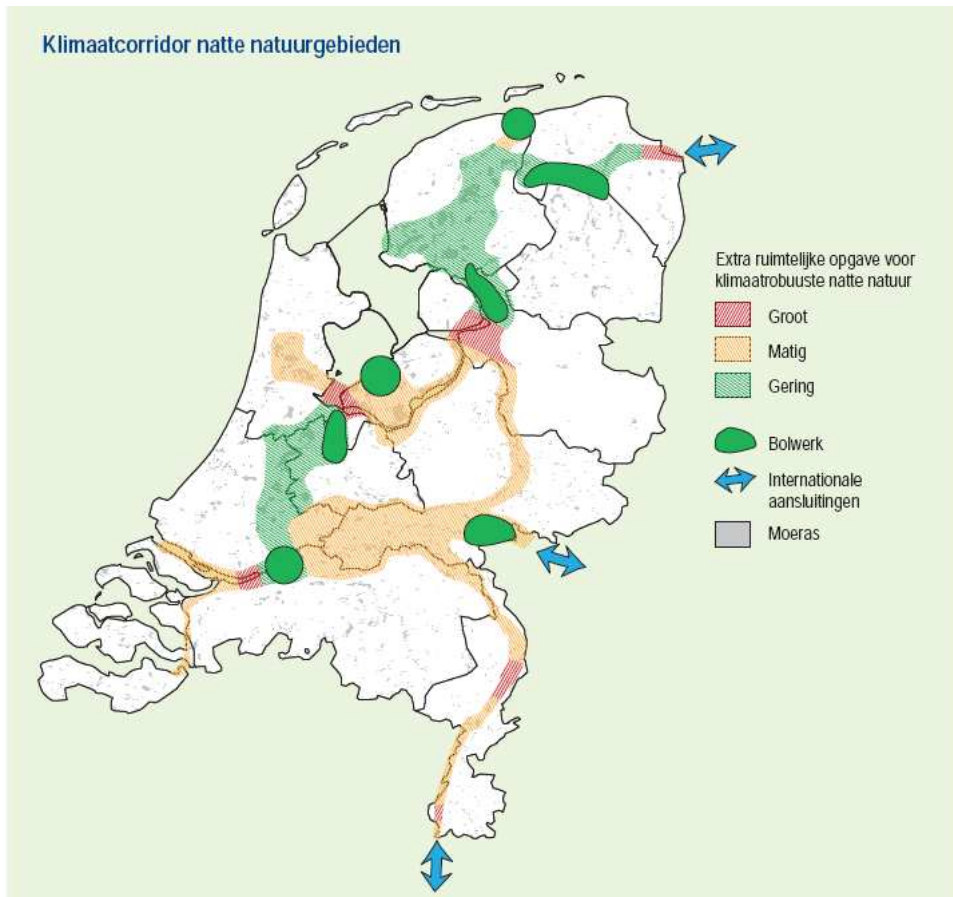
Tabel 9. Kennistabel met overzicht verwachte effecten van klimaatverandering op natuur in de Oostelijke vechtplassen. Mogelijke adaptatiemaatregelen om negatieve effecten te voorkomen of te verzachten.

Type knelpunt	Directe effecten via abiotiek	Effecten op populatiedynamiek van soorten						Mogelijke adaptatiemaatregelen ¹
		Gebiedsniveau				Nederlands niveau		
Ecosysteem-type		Effect op niveau duurzaamheid van populatie van een soort	Effect op aantallen van een soort / opp. habitat	Klimaat wordt ongeschikt	Negatief effect op foerageerhabitat	Schuivende soorten	% koude-minnende soorten	
Moeras	Kwelstroom neemt toe in W en wellicht ook in W+. Verdamping van open water neemt toe in de W, maar verdamping vegetatie neemt af in W+. <i>Totaal effect is onduidelijk; experts verschillen van mening. Onduidelijk: is er gebiedsvreemdwater nodig?</i>	Roerdomp		K? ²		Verbinding met natte as ten noorden van gebied is zwak		<ul style="list-style-type: none"> • Aansluiten op natte as naar noorden (zwakke plek in de natte as). • Flexibel peilbeheer. Rietgebied vergroten/aanleggen in droogmakerijen ligt binnen N2000 • Bethune-polder onderwater zetten • Riet niet maaien (meer variatie) • Grondwaterwinning stoppen • Naaldbos kappen (Utrechtse heuvelrug) • Hemelwater afkoppelen in bebouwing Utrechtse heuvelrug • Waterkwaliteit verbeteren in Loosdrechtse plassen • Trilvenen maken, graven petgaten, verlandings opstarten.
		Woudaapje						
		Purperreiger						
		Snor		K				
		Grote Karekiet						
		Rietzanger						
		Porseleinhoen						
Plassen-gebied	Verdamping neemt toe (100 mm in W+),		Zwarte stern	K			<ul style="list-style-type: none"> • Zwarte stern: meer broedhabitat, meer krabbenscheer. 	

¹ Genoemde maatregelen zijn effectief, er is geen rekening gehouden met de haalbaarheid van de genoemde maatregelen.

² Verschillende studies voorspellen verschillende reactietypes voor de Roerdomp in Nederland; zowel koudeminnen, Warmteminnend als Neutraal.

	<p>verslechtering waterkwaliteit door toename inlaat. Primaire productie neemt toe, sulfaat- en nutriëntgehalten hoger, meer algenbloei, lage zuurstofgehalten, vissterfte, blauwalg en botulisme, toename giftigheid van blauwalgen</p>		IJsvogel					<ul style="list-style-type: none"> • IJsvogel: stijlwandjes; ongevallen bomen; helder water • Flexibel peilbeheer, geen gebiedsvreemd water, geen sulfaat uit IJsselmeer • Klimaatmantel
			Slobeend	K				<ul style="list-style-type: none"> • Verbeteren waterkwaliteit, trilvenen maken, graven van petgaten, verlanding opstarten, profiteren van kwelwater, drinkwatervoorziening opheffen, defosfateren water
Veenweide	<p>Versnelde afbraak door drogere warmere zomers, vooral in W+, meer systeemvreemd water is nodig om veengebieden op peil te houden</p>							
Laagveen-grasland	<p>Op bodem met hoge doorlaatbaarheid: wordt natter?</p>		Blauw grasland					<ul style="list-style-type: none"> • Gebruik maken van kwel, maatwerk



Figuur 2 Een “moeras-klimaatcorridor” kan zuidelijker gelegen soorten helpen nieuwe leefgebieden sneller te koloniseren, en stelt koudeminnende soorten in staat zich langer in Nederland te handhaven (PBL, 2008).

5 CASE KAMPINA EN OISTERWIJKSE VENNEN

Kampina en de naastgelegen Oisterwijkse vennen en bossen vormen samen een licht glooiende Brabants dekzandlandschap, met U-vormige paraboolduinen, met bossen, vennen, heide en overgangen naar schraalgraslanden in beekdalen. Kampina is een restant van het halfnatuurlijke Kempense heidelandschap, met droge en vochtige heidevegetaties, akkertjes, een meanderend riviertje, voedselarme vennen en blauwgraslanden. In de oeverzones van de vennen komt nog hoogveenvorming voor, in het zuiden liggen dopheidevelden. In het stroomdal van de vrij meanderende Beerze staan hoge populieren, elzenbroek, vochtige heide met gagelstruweel en blauwgraslanden. De vennen in het gebied zijn vaak langgerekt in zuidwest-noordoostelijke richting, de dominerende windrichting van de laatste ijstijd, toen dit landschap grotendeels werd gevormd. Vennen die in het gebied aanwezig zijn betreffen doorstroomvennen (o.a. de Centrale Vennen in de Oisterwijkse Bossen), geïsoleerde zure vennen, en vennen in beekdalflanken die (van oorsprong) onder invloed staan van inundatie met beekwater. De vennen in de Oisterwijkse bossen zijn merendeels ontstaan als uitgestoven laagten in een stuifzandlandschap, waar veentjes in ontstonden. Door vervening is hierin sinds de Middeleeuwen weer open water ontstaan. In het gebied zijn al in 1950 de eerste herstelmaatregelen in de vennen uitgevoerd³.

5.1 Wat zijn de N2000-doelen voor de Kampina en Oisterwijkse vennen?

De N2000-doelen zijn overgenomen van de website van LNV-website en in een overzicht gezet (Tabel 10) en hebben betrekking op zowel habitats als op soorten. De N2000-doelen zijn geformuleerd in aantal broedparen die in het gebied moeten voorkomen, of in aantallen individuen die er moeten foerageren in een seizoen. Voor enkele soorten wordt ook een duurzaamheidsdoelstelling weergegeven, bijvoorbeeld voor de Dodaars (30 broedparen).

³ Voor meer informatie zie:

www.synbiosys.alterra.nl/natura2000/gebiedendatabase.aspx?subj=n2k&groep=11&id=n2k133&topic=documenten

Tabel 10: N2000-doelen voor de Kampina en de Oisterwijkse vennen van de LNV-website, weergegeven in aantallen broedparen of foeragerende individuen.

Ecosysteem-type	N2000-doelen	N2000-doelsoorten	N2000 Opgave
Vennen en veentjes	Herstel en/of duurzaam behoud in grote open heidevelden	Habitat Witsnuitlibel	grotere populatie
		Habitat Gestreepte Waterroofkever	gelijke populatie
		Habitat Kleine Modderkruiper	gelijke populatie
		Habitat Kamsalamander	grotere populatie
		Dodaars	30 broedparen
Natte heiden	kwaliteitsverbetering, uitbreiding oppervlakte	Roodborsttapuit	30 broedparen
Nat grasland, vennen en veentjes		Taigarietgans	300 individuen, gemiddeld in seizoen

5.2 Welke zijn de verwachte effecten via de abiotiek?

Algemeen

De verwachting is dat klimaatverandering vooral gevolgen heeft voor die onderdelen van het systeem die geheel, of vrijwel geheel, gevoed worden door neerslagwater. Dit zijn niet alleen droge bossen, droge heide en zandverstuivingen (droge infiltratiesystemen), maar ook vochtige heiden, natte heiden en vennen (natte infiltratiesystemen). Complexen van deze ecosysteemtypen vinden we als mozaïek in het landschap in onder andere de Kampina en de Oisterwijkse vennen. Het zijn infiltratiegebieden die lager gelegen beekdalen met moerassen en schraallanden voeden, zoals in het dal van de Voorste stroom, de Rosep, de Beerze en de Dommel. De effecten van klimaatverandering op deze natte grondwatergevoede systemen zijn nog onzeker.

Droge infiltratiesystemen

Door de vaker optredende droogte in de zomer in het W+ en G+ scenario kan op leemarme zandgronden, het aandeel kale grond in de vegetatie toenemen, met meer verstuiving tot gevolg. Mogelijk neemt tevens het aandeel mossen en korstmossen toe. De afgelopen jaren is geconstateerd dat een zeer droog voorjaar leidt tot massale sterfte onder Struikhei, mogelijk door de gewoonlijk hoge dichtheid aan fijne wortels in het voorjaar.

Klimaatverandering zal in droge heiden vermoedelijk leiden tot relatief grote verschuivingen in soortensamenstelling. Dat hoeft niet tot een afname van de soortenrijkdom te leiden. In de heidegebieden in Zuidwest Europa komen veel heide- en bremsoorten voor die aan de droge zomers goed zijn aangepast. Klimaatverandering kan in deze systemen dus ook leiden tot een toename van de biodiversiteit, mits 'nieuwe' soorten Nederland kunnen bereiken. Dat is overigens onzeker, omdat de meeste heidesoorten zich niet via water of lucht verspreiden en Midden- en Zuidwest- Europese heidegebieden nogal geïsoleerd liggen ten opzichte van heidegebieden in Noord-Europa.

Tijdens een extreem droge zomer reageren bomen vaak met versnelde bladval. Vooral jonge aanplant is kwetsbaar, mede door een nog onderontwikkeld wortelstelsel. Vaak is herstel mogelijk in het daaropvolgend jaar, maar wanneer extreem droge zomers in een hoge frequentie gaan optreden is

verhoogde sterfte denkbaar. Dat zal dus vooral in de G+ en W+ scenario's kunnen gebeuren. Verschillende boomsoorten zullen het dan moeilijk krijgen, vooral op arme kalkloze zandgronden. Het G+ en W+ scenario zal waarschijnlijk leiden tot een verhoogd brandrisico in de toekomst. Als gevolg van de zachtere winters, kunnen wintergroene soorten zoals Hulst en Taxus gaan toenemen.

Natte infiltratiesystemen

In natte regenwatergevoede infiltratiegebieden is een sterke toename van de dynamiek te verwachten, waarbij het in de winter natter en in de zomer droger zal worden. Natte heideterreinen, zoals op de Kampina, zijn redelijk bestand tegen het wegzakken van de grondwaterstand gedurende de zomer, maar deze ecosystemen zullen het moeilijk krijgen door de drogere zomers, onder het G+ en W+ scenario (niet in het geval van W en G). In combinatie met een hogere bodemtemperatuur, is een verhoogde mineralisatie van de opgebouwde organische stof te verwachten. De drogere zomers zullen vooral nadelige gevolgen hebben voor de veenmosrijke natte heiden, die een overgang vormen naar hoogveen.

Puur door regenwater gevoede vennen zijn kwetsbaar voor extreme droogte. Regelmatige opdroging zal op termijn schade betekenen voor de aquatische organismen. Vennen die tevens gevoed worden door kwelwater zullen minder kwetsbaar zijn, vooral als het kwelwater afkomstig is uit een groot intrekgebied zodat de aanvoer het hele jaar gewaarborgd is. Vooral onder het W+ scenario zullen de meeste vennen echter, verwachten we, zware klappen oplopen door de toegenomen waterstanddynamiek en meer droogval. Het verhoogde CO₂-gehalte in de atmosfeer zal vooral in niet gebufferde vennen mogelijk leiden tot verzuring en in vennen waar koolstof (C) een limiterende voedingstof is, tot een hogere biomassa-productie. Een soort als Knolrus zou daarvan kunnen profiteren. Een toename van de frequentie van droge en hete zomers zal zorgen voor een snelle mineralisatie van in de venbodem opgeslagen (zwavel)verbindingen, wat onder andere tot verzuring zal leiden.

Door kwel en oppervlaktewater gevoede terrestrische systemen

De lagere delen van het Groene woud, zoals de beekdalen van De Dommel en de Voorste Stroom, worden gevoed door kwelwater. Er is een directe relatie met de hiervoor besproken natte en droge infiltratiesystemen, die de beekdalen voeden. Door de reactie van de vegetatie op het klimaat (andere soorten en meer kale grond, waardoor minder verdamping; Witte *et al*, 2009) is te verwachten dat de grondwateraanvulling stijgt (zelfs onder scenario W+) en dus ook de kwel naar de lager gelegen gebieden. In natte grondwatergevoede schraalgraslanden en broekbossen verwachten we daarom in de meeste gevallen geen effecten of positieve effecten, omdat de grondwateraanvulling in het voedende infiltratiegebied in beide scenario's gelijk blijft en mogelijk zelfs toeneemt. De nattere winters leiden bovendien tot hogere grondwaterstanden in het winterseizoen, die de afvoer van regenwater over het oppervlak bevordert zodat de gewenste invloed van kwelwater in de wortelzone toeneemt.

Tegenover deze positieve ontwikkeling staan mogelijk negatieve effecten van frequentere overstromingen in midden- en benedenlopen. Aangezien het oppervlaktewater en het meegevoerde slib nog verrijkt c.q. vervuild zijn met nutriënten en zware metalen, kan dit leiden tot een uitbreiding van natte, tamelijk voedselrijke, hoog productieve beekdalecosystemen (grote zeggen, ruigtes en broekbos) ten koste van de waardevolle schraalgraslanden.

Een ander nadelig effect in kleine grondwatersystemen van vooral het W+ scenario kan zijn dat de grondwaterstand in de zomer te diep wegzakt, wat in combinatie met een verhoogde temperatuur zal dat leiden tot een verhoogde afbraak van organisch materiaal. Voor de beantwoording van de vraag waar dit negatieve effect optreedt, ontbreken momenteel de benodigde hydrologische gegevens.

N2000 doelen			Klimaat effect (<i>negatief, neutrale, positief, onbekend</i>)			
Kernopgaven per gebied			G	G+	W	W+
Landschapstype	Ecosysteemtype	Doelstelling uit beheerplan				
Hoge zandgronden						
	Vennen en veentjes	Herstel en/of duurzaam behoud in grote open heidevelden	<p>Neutraal wat betreft droogte</p> <p>Negatief betreffende verzuring door verhoogd CO2 en snellere mineralisatie</p>	<p>Negatief, maar minder sterk dan in W+:</p> <p>Regenwater gevoede vennen zijn kwetsbaar voor extreme droogte. Vennen die tevens gevoed worden door kwelwater <i>zijn</i> minder kwetsbaar. <i>Verzuring in</i> niet gebufferde vennen <i>agv verhoogd CO2</i> snellere mineralisatie.</p>	<p>Neutraal wat betreft droogte</p> <p>Negatief betreffende verzuring door verhoogd CO2 en snellere mineralisatie</p>	<p>Negatief:</p> <p>Regenwater gevoede vennen zijn kwetsbaar voor extreme droogte. Vennen die tevens gevoed worden door kwelwater zijn minder kwetsbaar. Verzuring in niet gebufferde vennen agv verhoogd CO2 snellere mineralisatie.</p>
	Natte heide	Kwaliteitsverbetering, oppervlakte uitbreiding	<p>Neutraal tot positief:</p> <p>Door toenemende grondwateraanvulling stijgt de kwel naar de lager gelegen gebieden. In natte grondwatergevoede schraalgraslanden verwachten we geen effecten of positieve</p>	<p>Negatief, maar minder sterk dan in W+:</p> <p>De drogere zomers zullen vooral nadelige gevolgen hebben voor de veenmosrijke natte heiden, die een overgang vormen naar hoogveen.</p>	<p>Positief:</p> <p>Door toenemende grondwateraanvulling stijgt de kwel naar de lager gelegen gebieden. In natte grondwatergevoede schraalgraslanden verwachten we geen effecten of positieve</p>	<p>Hoge delen negatief, mogelijk positief in lagergelegen natte heides:</p> <p>De drogere zomers zullen vooral nadelige gevolgen hebben voor de veenmosrijke natte heiden, die een overgang vormen naar hoogveen en ook voor de hoger gelegen, regenwatergevoede</p>

			effecten.		effecten.	<p>heides.</p> <p>Door mogelijk toenemende grondwateraanvulling zelfs onder scenario W+ stijgt de kwel naar de lager gelegen gebieden. In natte grondwatergevoede schraalgraslanden verwachten we geen effecten of positieve effecten.</p> <p>De nattere winters leiden bovendien tot hogere grondwaterstanden in het winterseizoen, die de afvoer van regenwater over het oppervlak bevordert zodat de gewenste invloed van kwelwater in de wortelzone toeneemt.</p>
--	--	--	-----------	--	-----------	---

Tabel 11: Kennistabel verwachte effecten klimaatverandering via abiotiek voor de Kampina

5.3 Wat zijn de effecten op natuur via de populatiedynamiek van soorten?

De beschikbare kennis over de verwachte effecten van klimaatverandering op N2000-doelsoorten en – habitats is verzameld en weergegeven in de kennistabel (Tabel 12).

Bij het knelpunt “schuivende verspreidingsgebieden” is niets ingevuld omdat de potentieel binnenkomende soorten, waarvoor de Kampina in de toekomst geschikt habitat zal zijn (Tabel 13), geen soorten zijn die momenteel een N2000-doelstelling hebben voor dit gebied.

Op de LNV-site werden geen expliciete duurzaamheidsdoelstellingen, maar wel aantalsdoelstellingen genoemd voor de N2000 soorten in de Kampina. Bij het knelpunt “sleutelgebieden worden te klein” ontstaat voor deze soorten mogelijk een knelpunt omdat de duurzaamheid voor deze soort op een hoger schaalniveau wordt nagestreefd. Dit betekent dat de doelen in de Kampina en andere gebieden waarschijnlijk moeten worden bijgesteld om dit duurzaamheidsniveau te bereiken.

Van weinig van de N2000-soorten van de Kampina is bekend of ze warmte, koudeminnend of neutraal zijn, behalve van de Roodborsttapuit. Van deze soort wordt verwacht dat zijn verspreiding in Nederland niet verandert. Verder zijn er positieve effecten te verwachten voor de op grasland foeragerende Taigarietgans door toename van het voedselaanbod.

Tabel 12. Kennistabel verwachte effecten van klimaatverandering op N2000-doelsoorten en - habitats in de Kampina en de Oisterwijkse vennen. Betekenis kleuren in tabel: rood: knelpunt te verwachten; oranje: wordt mogelijk en knelpunt; groen: positief effect; wit: geen informatie

	Ecosysteem	Vennen en veentjes					Natte heiden	Nat grasland, vennen en veentjes
		Habitat Witsnuitlibel	Habitat gestreepte Waterroofkever	Habitat kleine modderkruiper	Habitat Kamsalamander	Dodaars		
Mogelijke klimaat knelpunten	N2000 doelsoorten							
Verschuivende verspreidingsgebieden								
Sleutelgebieden worden te klein								
Warmteminnend (W), koudeminnende (K) of neutrale (N) soort?							N	
% koudeminnende soorten		20-40% fauna natuurdoelsoorten						
Effect op grasland foeragerende soorten								X

Tabel 13. Overzicht van amfibiesoorten van natte hei en vennen, waarvan wordt verwacht dat in de toekomst in Nederland kunnen gaan voorkomen (W1: klimaat wordt op korte termijn geschikt, W2: klimaat wordt op langere termijn geschikt).

Soort	Scenario
Geelbuikvuurpad	W1
Groen pad	W2
Marmersalamander	W2
Springkikker	W1
Meerkikker	W!
Vuusalamander	W1
Boomkikker	W1
Groene pad	W2

5.4 Welke maatregelen of adaptatiestrategieën zijn geschikt om de N2000-doelen te halen?

Op basis van de verwachte effecten op de natuur via abiotische processen, en via populatiedynamiek is met de gebiedsexperts een overzicht gemaakt van de belangrijke effecten per ecosysteemtype (Tabel 14). Op basis hiervan is besproken welke adaptatiemaatregelen genomen kunnen worden om de negatieve effecten te voorkomen of verzachten.

Een belangrijk risico voor de natuurwaarden voor de Kampina en de Oisterwijkse vennen is de verdroging van natte hei en het droogvallen van vennen. Veel van de genoemde adaptatiemaatregelen zijn daarom gericht op het tegengaan van verdroging of droogval van vennen.

**Tabel 14. Kennistabel met overzicht verwachte effecten van klimaatverandering op natuur in de Kampina.
Mogelijke adaptatiemaatregelen om negatieve effecten te voorkomen of te verzachten.**

Type knelpunt	Directe effecten via abiotiek	Effecten op populatiedynamiek van soorten						Mogelijke adaptatiemaatregelen
		Gebiedsniveau				Nederlands niveau		
Ecosysteemtype		Effect op duurzaamheid van populatie van een soort	Effect op aantallen van een soort / oppervlakte habitat	Klimaat wordt ongeschikt	Negatief effect op foerageerhabitat	Schuivende soorten	% koude-minnende soorten	
Vennen en veentjes	Meer droogval, sterfte kortlevende soorten. Meer dynamiek. Verandering waterkwaliteit Meer botulisme, algenvorming. Vennen met veenvorming gaan verdwijnen		Witsnuitlibel				Ja	<ul style="list-style-type: none"> • Ven specifieke maatregelen • Diepe vennen graven of vennen uitdiepen (oppassen bij veenvorming) • Bomen kappen, vooral naaldbomen • Greppels dichten • Minder drinkwater winning • Klimaatmantel met hoger grondwater-peil • Mogelijkheid verwijderen organische stof bij droogvallen (verhoogt de kwaliteit)
			Gestreepte Waterroofkever					
			Kleine Modderkruiper					
			Kamsalamander					
			Dodaars		Positief?			
Natte hei	Meer droogval. Meer dynamiek. Meer vergrassing. Vallen effecten mee door vochtleverend vermogen grond? Afbraak organische stof?		Roodborsttapuit				Ja	<ul style="list-style-type: none"> • Omzetting van bos in droge/natte hei • Grondwaterstand omhoog voor kwaliteit • Greppels dicht

6 CONCLUSIES EN DISCUSSIE

De vier-stappen methodiek

Er is een aanpak ontwikkeld die in vier stappen leidt tot het specificeren van de effecten van klimaatverandering op Natura2000 doelstellingen. Vervolgens wordt bekeken welke adaptatiemaatregelen er nodig zijn om de verwachte effecten te voorkomen of verzachten, en of de voorgenomen maatregelen in de beheerplannen in voldoende mate hierop inspelen. Hiermee kan aangegeven worden of verwacht mag worden dat de N2000-doelen binnen handbereik blijven, of dat daarvoor aanvullende maatregelen nodig zijn. De resultaten van de analyse vormen voor N2000 gebieden de basis voor een klimaatparagraaf in het beheerplan.

Uit de expertsessies bleek dat de voorgestelde methodiek overzichtelijk en begrijpelijk is en dat de resultaten zeer behulpzaam zijn bij het invullen van de klimaatparagraaf van de N2000 beheerplannen. De methodiek maakt bovendien goed inzichtelijk met welke mogelijke knelpunten N2000 beheerders te maken kunnen krijgen ten gevolgen van klimaatverandering. Wel werd er op aangedrongen de kaarten en kennis die in de expertsessies gebruikt zijn gemaakt zo snel mogelijk te ontsluiten via het geoportaal klimaatatlas.

Oostelijke Vechtplassen

Voor de laagveen plassen wordt een achteruitgang verwacht, vooral in de G+ en W+ scenario's in de extreem droge jaren vanwege verslechtering van de waterkwaliteit door toename van de inlaat van gebiedsvreemd water. De overgangszone van de laagveenplassen naar de heuvelrug kan hiervan mogelijk met name in het G+ scenario profiteren door een toenemende kwelstroom als gevolg van nattere winters. De veenweidegebieden krijgen in het W+ scenario te maken met versnelde afbraak, en meer systeemvreemd water is nodig om veengebieden op peil te houden.

Voor een aantal soorten met een duurzaamheidsdoelstelling worden sleutelgebieden waarschijnlijk te klein. De koudeminnende N2000 doelsoorten zullen last krijgen van klimaatverandering en in aantal afnemen of zelfs uitsterven. Voor op grasland foeragerende eenden en ganzen zijn positieve effecten te verwachten vanwege het grotere voedselaanbod. Voor de vogels die op en in het water foerageren zijn de effecten van klimaatverandering op het voedselaanbod nog onzeker. Behalve dat soorten kunnen verdwijnen als gevolg van een ongunstiger wordend klimaat, wordt het Oostelijke Vechtplassengebied in de toekomst voor andere soorten geschikter.

In de expertsessies is besproken welke adaptatiemaatregelen de negatieve effecten kunnen voorkomen of verzachten. Omdat het minimaliseren van de inlaatbehoefte hoe dan ook gunstig is voor het gebied zijn veel van de voorgestelde adaptatiemaatregelen gericht op het vergroten van deze kwelstroom. Andere maatregelen zijn het vergroten van het moerasgebied en een diverser beheer waardoor meer variatie binnen het gebied ontstaat. Voor een aantal soorten zijn ook soortgerichte maatregelen noodzakelijk. Ook zouden nieuwe (N2000-) soorten de mogelijkheid moeten hebben om de Oostelijke vechtplassen te bereiken, en zouden soorten uit dit gebied de mogelijkheid moeten hebben om leefgebieden verder noordwaarts te koloniseren. Hiervoor zou de landelijke uitvoering van een moeras-klimaatcorridor effectief kunnen zijn.

Kampina en Oisterwijkse vennen

De vennen krijgen waarschijnlijk te maken met verzuring en verdroging. Verdroging treedt in het G+ en vooral het W+ scenario op. Vennen die niet alleen door regenwater worden gevoed zijn hier minder gevoelig voor. Natte heides op de hogere delen dreigen achteruit te gaan in soortdiversiteit. In natte grondwatergevoede schraalgraslanden verwachten we niet veel effecten van klimaatverandering.

Voor de Dodaars en Roodborsttapuit worden de sleutelgebieden mogelijk te klein om deze soorten duurzaam in stand te houden. Daarnaast is de Roodborsttapuit een koudeminnende soort, die mogelijk in aantallen achteruit zal gaan.

In de expertsessies is besproken welke adaptatiemaatregelen de negatieve effecten kunnen voorkomen of verzachten. Veel van de voorgestelde adaptatiemaatregelen zijn gericht op het tegengaan van verdroging of droogval van vennen, zoals vennen verdiepen, boskap, greppels dichten, terugdringen van de grondwateronttrekking, klimaatmantels als buffers rondom de gebieden.

Adaptatie strategieën

Gebleken is dat klimaatverandering voor het behalen van N2000-doelen in de beide N2000 gebieden een extra opgave betekent. Mogelijkheden voor adaptatiestrategieën zijn grofweg in drie categorieën te verdelen:

- het vergroten van de oppervlakte van specifieke habitats binnen (of buiten) N200 gebieden,
- het verbinden of doorlaatbaar maken van het landschap tussen N2000 gebieden,
- en habitatoptimalisatie door verhoging van de kwaliteit (abiotiek) en het vergroten van de interne heterogeniteit binnen de N2000 gebieden.

Volgens de inschatting van de deelnemers aan de expertsessies zijn de eerste twee politiek moeilijk haalbaar en zal er daarom vooral op habitatoptimalisatie ingezet moeten worden.

De effecten van klimaatverandering vragen soms om op termijn de N2000-doelen te heroverwegen. Het gaat dan om:

- regenwaterafhankelijke natuurtypen zoals natte heides, vennen, hoogvenen, door oppervlaktewater gevoede systemen die te maken krijgen met een grotere inlaatbehoefte,
- en natuurtypen met een grote fractie koudeminnende soorten en verschuivende soorten.

In het proces werd duidelijk dat op een aantal vragen geen antwoord kan worden gegeven omdat de effecten onvoldoende bekend zijn. In onze beleving zouden deze hiaten, omdat ze in de praktijk worden ervaren, een plek moeten krijgen binnen het KvK programma en specifiek in die onderdelen die bedoeld zijn voor verbetering van modellen en effectvoorspellingen. Het klimaatatlasproject zelf en ook het Kennis voor Klimaat-project "Nationale Adaptatie Strategie" zijn niet bedoeld voor thematische kennisontwikkeling, maar passen elders ontwikkelde kennis toe.

Kennishiaten

1) Hydrologie. In afwachting van het Nationaal Hydrologisch Instrumentarium is nog veel discussie onder hydrologen over hoe de effecten van klimaat zich manifesteren op de waterhuishouding van gebieden.

2) Ecohydrologie. Uit de analyse bleek dat het niet goed mogelijk is om effecten op vegetatie te voorspellen.

3) Aquatische systemen. Uit de analyse bleek dat er nog onvoldoende kennis is over de effecten van klimaatverandering op soorten die in het water leven en van op en in het water foeragerende vogels. Dit is voor N2000 gebieden die voor een groot deel uit natte natuur bestaan van belang.

4) Normen voor duurzaamheid populaties. Weerextremen hebben effect op de uitsterfkans van populaties en daardoor de duurzaamheid doelstellingen onder druk zetten. Er is nog te weinig bekend over de kans dat dit optreedt, over de effecten op populatieniveau, en over de aantallen individuen die nodig zijn voor een duurzame populatie.

5) Soort-interacties. Klimaatverandering heeft gevolgen voor de soortensamenstelling van ecosystemen omdat zij opgebouwd is uit koudeminnende, warmteminnende en neutrale soorten. Soorten zullen komen en gaan, wat gevolgen heeft voor bijvoorbeeld de voedselpiramide. Er is onvoldoende kennis over welk effect klimaatverandering heeft op de stabiliteit en de veerkracht van ecosystemen.

LITERATUUR

- Aerts, J., T. Sprong, and B. Bannink. 2008. Aandacht voor veiligheid. Leven met Water [etc.].
- Berry, P.M., Jones, A.P., Nicholls, R.J. and Vos, C.C. (eds.), 2007. Assessment of the vulnerability of terrestrial and coastal habitats and species in Europe to climate change, Annex 2 of Planning for biodiversity in a changing climate - BRANCH project Final Report, Natural England, UK.
- Bessembinder, J., N. Wever, and R. Schuiling. 2009. Klimaatschetsboek Nederland: het huidige en toekomstige klimaat. KNMI/Alterra.
- Blom-Zandstra, G., M. Paulissen, M., Vos, C.C. & Agricola, H. (2008). Effecten van klimaatverandering op landbouw en natuur; nationale knelpuntenkaart en adaptatiestrategieën. Plant Research International, rapport 182, WUR, Wageningen.
- Bouwma et al., in voorbereiding.
- Gaast, J. W. J. van de., H. T. L. Massop & H.R.J. Vroon, 2009. Effecten van klimaatverandering op de watervraag in de Nederlandse groene ruimte. Analyse van de waterbeschikbaarheid rekeninghoudend met de freatische grondwaterstand en de bodem. Alterra-rapport 1791. Alterra, Wageningen.
- Immerzeel, W. W., and P. Droogers. 2008. Klimaatverandering en regionale wateroverlast ten gevolge van extreme neerslag in Nederland. . FutureWater
- PBL, 2008. Natuurbalans 2008. Planbureau voor de Leefomgeving, Bilthoven.
- Stuyt, C. P. M., A. Idenburg, J. Bessembinder, A. Verbout, P. J. T. Bakel, C. M. L. Hermans, M. Paulissen, S. v. Rooij, E. Steingröver, G. Blom-zandstra, and C. C. Vos. 2008. Klimateffectschetsboeken provincies Noord-Holland, Zuid-Holland, Utrecht, Gelderland, Drenthe en Groningen, Zeeland, Noord-Brabant. Alterra, DHV en KNMI.
- Veen, M. van der, E. Wiesenekker, B.S.J. Nijhof, C.C. Vos, 2007. Klimaatrespons database. Ontwikkeld binnen BSIK- Programma Klimaat voor Ruimte, project "Adaptatie EHS".
- Veen, M. van der, in voorbereiding. Uitbreiding Klimaatrespons database. Onderdeel van BSIK- Programma Klimaat voor Ruimte, project "Adaptatie EHS"
- Vos, C.C., H. Kuipers, R.M.A. Wegman & M. van der Veen, 2008. Klimaatverandering en natuur: identificatie van knelpunten als eerste stap naar adaptatie van de EHS. Alterra-rapport 1602, Alterra, Wageningen.
- Witte, J. P. M., J. Runhaar, and R. Ek. 2009. Ecohydrologische effecten van klimaatverandering op de vegetatie van Nederland. KWR, Utrecht.
- <http://www.synbiosys.alterra.nl/natura2000/gebiedendatabase.aspx?subj=n2k&groep=7&id=n2k95&topic=documenten>

Opdrachtgever : Interprovinciaal Overleg, Klimaat voor Ruimte, Kennis voor Klimaat, Ruimte voor Geoinformatie, Waterdienst

Auteur : Sabine van Rooij, Eveliene Steingröver, Flip Witte en Hasse Goosen.

Datum : 26 juni 2009