

Routeplanner 3:

Wat we weten en wat we niet weten over klimaatverandering in Nederland

HET GROENE HART, NATUUR, DE STAD EN WATERVEILIGHEID



2050

Routeplanner

Inhoud

1	Adaptatieprogramma Ruimte en Klimaat	1
2	Het klimaat verandert	2
3	Het Groene Hart	3
	Effecten	3
	Adaptatiestrategieën	3
	Kennisleemtes	4
4	Natuur	5
	Effecten	5
	Adaptatiestrategieën	6
	Kennisleemtes	7
5	De stad	9
	Effecten	9
	Adaptatiestrategieën	10
	Kennisleemtes	10
6	Waterveiligheid	13
	Effecten	13
	Adaptatiestrategieën	13
	Kennisleemtes	13
7	Conclusies	15
	De Routeplanner 3 deelrapporten	16

Adaptatieprogramma Ruimte en Klimaat

Er bestaat geen enkele twijfel over: het klimaat verandert. De effecten ervan zijn nu al voelbaar en voorspelbaar. Wetenschappelijk onderzoek heeft aangetoond dat zelfs met aanzienlijke reducties van broeikasgasemissies (mitigatie) de verandering van het klimaat niet is te voorkomen. Als we niets doen loopt de samenleving grote risico's. Daarom moeten we ons zodanig aanpassen dat de effecten van klimaatverandering aanvaardbaar zijn: Nederland moet klimaatbestendig worden.

Om het proces van het klimaatbestendiger maken een impuls te geven, hebben vier ministeries en de onderzoeksprogramma's Klimaat voor Ruimte (KvR), Leven met Water (LmW) en Habiforum het Nationaal Programma 'Adaptatie Ruimte en Klimaat' (ARK) opgezet. Kernvragen die ARK wil beantwoorden zijn:

- Wat is de aard en omvang van reeds 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?
- Tegen welke dilemma's (technisch, bestuurlijk, economisch, sociaal) lopen we aan bij het oplossen van deze ruimtelijke vraagstukken?

De Routeplanner is de wetenschappelijke tak van ARK: de drie onderzoeksprogramma's, gesteund door andere kennisinstellingen, 'voeden' ARK met wetenschappelijke kennis en inzichten over het klimaatbestendiger maken van de ruimtelijke inrichting van Nederland. Routeplanner 2 mondde uit in vier rapporten en de brochure Naar een klimaatbestendig Nederland. Routeplanner 3 gaat hierop door en geeft per regio of thema aan welke problemen en oplossingsrichtingen er zijn. Voor de regio het Groene Hart en de thema's Natuur, Stad en Waterveiligheid zijn brugdocumenten opgesteld waarin de volgende onderwerpen aan de orde komen:

- Welke kennisvragen al zijn beantwoord
- Wat die antwoorden zijn
- Welke kennisvragen nu worden onderzocht in de BSIK programma's Klimaat voor Ruimte (KvR), Leven met Water (LmW) en Habiforum
- Welke kennisvragen buiten BSIK worden onderzocht
- Welke kennisleemtes er nog zijn

Het is de bedoeling dat de geïdentificeerde kennisleemtes worden gebruikt bij de formulering van projecten in de BSIK-programma's, het nieuwe programma Kennis voor Klimaat en andere programma's. Deze brochure vat de belangrijkste conclusies van de vier brugdocumenten samen.

Het klimaat verandert

Het KNMI heeft in 2006 scenario's opgesteld voor het toekomstig klimaat in Nederland. Belangrijke conclusies daarvan zijn (de getallen gelden voor 2050, ten opzichte van 1990):

- De opwarming zet door, hierdoor komen zachte winters en warme zomers vaker voor
- De vier scenario's laten een opwarming zien die varieert van 0,9 tot 2,3 graden in de winter en van 0,9 tot 2,8 graden in de zomer
- De winters worden gemiddeld natter, variërend tussen de 4 en 14 procent en ook de extreme neerslaghoeveelheden nemen toe
- De hevigheid van extreme regenbuien in de zomer neemt toe, maar het aantal zomerse regendagen wordt juist minder. Gemiddeld neemt de zomerneerslag toe met 3 tot 6 procent bij ongewijzigde circulatie, maar juist af met 10 tot 19 procent als de wind meer uit de oosthoek gaat waaien
- De berekende veranderingen in het windklimaat zijn klein ten opzichte van de natuurlijke grilligheid
- De zeespiegel blijft stijgen, variërend van 15 tot 35 cm tot 2050

Rond 2050 gaan de gemiddelde zomers waarschijnlijk steeds meer lijken op de hete zomer zoals we die in 2003 hadden. Bijvoorbeeld in De Bilt stijgt het aantal zomers dagen (>25°C) van gemiddeld 24 in 1990 naar 30 à 47 in 2050, afhankelijk van het scenario. Het klimaat in 2050 in Nederland gaat lijken op het huidige klimaat in Bordeaux (in de lente, zomer en herfst) en de Po-vlakte (in de winter).

Er is met name onzekerheid over de te verwachten hoeveelheid neerslag in de zomer en over de verandering in de richting en – in mindere mate – de kracht van de wind.

EFFECTEN

Het veenweidelandschap is de laatste 800 jaar niet wezenlijk veranderd en wordt gekenmerkt door koeien in het gras, grutto's in de lucht, brede sloten en weidse vergezichten. Vele generaties boeren hebben dit landschap gemaakt en beheerd. De Randstad heeft zich in de loop der eeuwen gevormd als een ring van steden rond het open veenweidegebied. De natuurlijke omstandigheden dwongen daartoe: het laagveengebied van Holland liet zich moeilijk ontginnen en nog lastiger bebouwen. Pas in de jaren vijftig werd de kwaliteit van deze ruimtelijke configuratie ontdekt en benoemd als 'het Groene Hart'. Men onderscheidt drie soorten kwaliteiten:

- De belevingswaarde van een groot landelijk gebied als contrast met de sterk groeiende omliggende steden
- De gebruikswaarde van de groene ruimte voor landbouw, natuur en recreatie
- De toekomstwaarde als reserveruimte voor gebruiksfuncties die een centrale ligging nodig hebben

Delen van het Groene Hart staan onder druk van een snelle bodemdaling door inklinking van het veen (tot 2 meter per eeuw), overstromingsrisico's en wateroverlast, een oprukkende stedelijke invloedssfeer en toenemende internationale concurrentie in de landbouw. Het is zeer ingewikkeld om deze bedreigingen om te buigen in perspectieven voor een duurzaam ruimtegebruik, met respect voor de unieke kwaliteiten van het cultuurlandschap.

Klimaatverandering versterkt de noodzaak voor waterberging in het gebied en een tegengaan van versnelde bodemdaling. Zij versterkt ook de vraag naar recreatieruimte vanuit de stad en verandert de productieomstandigheden van de landbouw en de kansen voor natuur. Het huidig gebruik van het Groene Hart draagt voor ongeveer 0.5% bij aan de Nederlandse broeikasgasemissies doordat het veen oxideert. De veenoxidatie zal bij gelijkblijvend gebruik nog verder toenemen doordat de temperatuur stijgt door klimaatverandering.

ADAPTATIESTRATEGIEËN

Om klimaatbestendig te worden moeten het beheer en de inrichting van het Groene Hart als watersysteem, open ruimte en cultuurlandschap veranderen. Het gebied moet door klimaatverandering rekening houden met het vaker optreden van nattere én drogere perioden dan we nu gewend zijn. Het watersysteem zal robuuster moeten worden, zodat de verhoogde dynamiek in nat en droog kan worden opgevangen. Een ruimtelijke inrichting die afhankelijk is van het waterpeil, 'functie volgt peil', in plaats van het huidige uitgangspunt 'peil volgt functie' zou het Groene Hart klimaatbestendiger maken en tevens de broeikasgasemissies reduceren.

Binnen de randvoorwaarden die een robuust waterbeheer stelt, moet er ook meer ruimte komen voor aangepaste vormen van stedelijke en recreatieve voorzieningen en nieuwe natuur. De landbouw zal moeten inspelen op de implicaties van een robuuster watersysteem en op nieuwe maatschappelijke behoeften.

Over de richting waarin deze veranderingen zich in grote lijnen zullen gaan voltrekken ontstaat steeds meer duidelijkheid en deze richting wordt nu vertaald in beleid. We bevinden ons in een stadium van omslag in denken over een duurzame ontwikkeling van het Groene Hart. Over de wijze waarop en de snelheid waarmee de complexe en omvangrijke veranderingsprocessen zich op een maatschappelijk verantwoorde manier kunnen gaan voltrekken bestaat echter nog onduidelijkheid.

De BSIK-programma's Klimaat voor Ruimte, Leven met Water en Habiforum leveren belangrijke bouwstenen aan voor het maatschappelijk keuzeprocess dat leidt naar een klimaatbestendige inrichting en beheer van het Groene Hart. Vanuit deze programma's komen bouwstenen voor ontwikkelingsperspectieven met aandacht voor:

- Adaptatie van functies, met name landbouw, aan robuustere watersystemen
- Nieuwe functies en economische dragers
- Een nieuwe visie op bestaande en nieuwe natuur
- Risicomanagement als factor bij planning en bouwen
- Maatschappelijke inbedding.

KENNISLEEMTES

Veel onderzoeksprojecten richten zich op slechts één van deze aandachtsvelden. Het is de grote uitdaging voor de komende jaren om een integratieslag te maken, die zal leiden tot een samenhangende visie op een duurzame klimaatbestendige inrichting van het Groene Hart. De inspanningen in het onderzoek zullen vooral de effecten, de effectiviteit en de maatschappelijke, economische en ecologische haalbaarheid van regionale transitie in inrichting en beheer van land en water in beeld moeten brengen. Voor de benodigde kennisintegratie zijn verschillende typen onderzoek en activiteiten noodzakelijk:

- 1 Koppeling van modellen over verschillende kennisvelden, zoals waterhuishouding, bodemdaling, broeikasgasemissies, natuur en economie zodat op gebiedsniveau integrale kaartbeelden beschikbaar komen over effecten en effectiviteit van transitie in de regio
- 2 Vertaling van de integrale kennisproducten naar beelden en instrumenten die de participatieve planvorming en beleidsontwikkeling ondersteunen en deze toepassen in gebiedsprocessen
- 3 Praktijkexperimenten waarin innovaties in waterbeheer en ruimtegebruik, zoals drijvend wonen, drijvende kassen, drijvende wegen in plassen met een fluctuerend waterpeil, worden uitgetest op hun effectiviteit en maatschappelijke en economische haalbaarheid

Essentieel is dat deze onderzoeksinspanningen worden uitgevoerd in een intensieve samenwerking met actoren uit beleid, beheer en maatschappij. De samenhangende kennisproducten zullen alleen in beleid worden toegepast als ze toegankelijk worden gemaakt, ook voor niet-ingewijden.

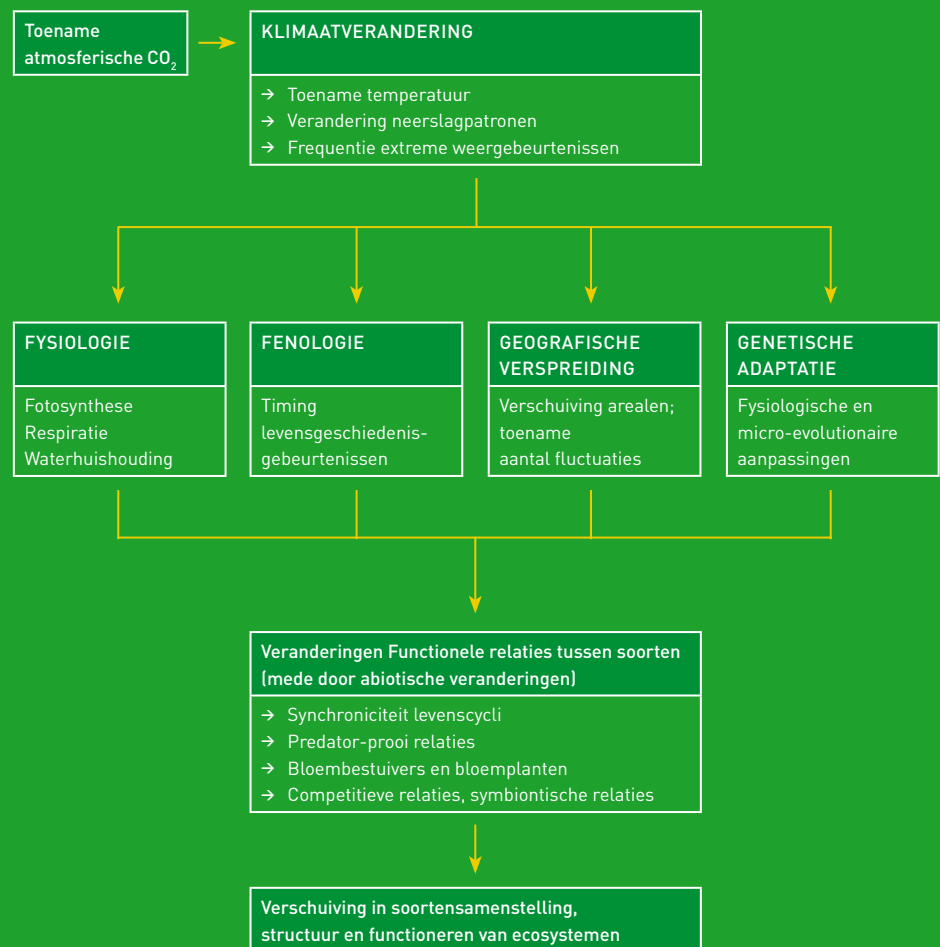
EFFECTEN

De reacties van planten- en diersoorten op klimaatverandering leiden tot veranderingen in de structuur en soortensamenstelling van ecosystemen, zoals is weergegeven in Figuur 1. De effecten op ecosysteemniveau worden niet alleen bepaald door de klimaatverandering zelf (blootstelling) maar ook door de gevoeligheid (mede bepaald door andere drukfactoren, zoals versnippering, urbanisatie, vermessing en verdroging) en de adaptieve capaciteit (veerkracht) van het betreffende ecosysteem.

FIGUUR 1 →

Klimaatverandering als drukfactor voor biodiversiteit.

5



Het functioneren van ecosystemen kan worden aangetast door vele factoren. Zo kunnen Nederlandse natuurgebieden niet worden bereikt door soorten waarvoor het klimaat geschikt wordt, doordat hun leefgebied te versnipperd is. Doelsoorten van het natuurbeleid met een koudepreferentie komen onder druk te staan omdat klimatologische condities verslechteren. Het voorkomen van soorten komt verder onder druk te staan door de toename van aantalfluctuaties van populaties als gevolg van weersextremen.

ADAPTATIESTRATEGIEËN

De belangrijkste adaptatiestrategie is gericht op het vergroten van de veerkracht van ecosystemen en van het herstelvermogen van soorten. Daartoe moet het huidige statische, in de eerste plaats op behoud en herstel gebaseerde natuurbeleidstrategie worden omgevormd naar een dynamische strategie met de volgende elementen:

- Vertaling van veerkracht naar ruimtelijke structuren
- Aanpassing van de Ecologische Hoofdstructuur (EHS) plus omgeving
- 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

Elementen van zo'n strategie zijn onder andere:

- Vergroten van de ruimtelijke samenhang binnen de EHS en Natura 2000 gebieden, bijvoorbeeld door robuuste verbindingen aan te leggen, door aansluiting van de EHS op internationale natuurgebieden, door het vergroten van eenheden en door het verbinden en verdichten van kleine eenheden en door het wegnemen van fysieke barrières
- Vergroten van de ecologische veerkracht van ecosystemen door ruimtelijke maatregelen op gebiedsniveau, zoals het versterken van interne heterogeniteit (gradiënten) binnen natuurgebieden
- Aanpassen van abiotische condities binnen natuurgebieden, zoals het inspelen op de veranderingen in de nutriëntenhuishouding en waterhuishouding via beheer en inrichting van natuurgebieden

Deze maatregelen moeten bij voorkeur worden aangevuld met maatregelen in de zones rondom de EHS gebieden, zoals een groen-blauwe 'dooradering' van het omliggende landschap. Natuur moet ook een belangrijkere rol spelen bij ruimtelijke plannen die Nederland klimaatbestendiger maken: natuurgebieden kunnen bijvoorbeeld helpen de waterdynamiek te beheersen en CO₂ op te slaan.

Ruimtelijke adaptatie voor natuur is het veranderen van fysieke structuren ten behoeve van het duurzaam functioneren van ecosystemen en landschappen. Ecologische processen spelen zich echter vaak af op hogere schaalniveaus dan het lokale. Adaptatie van de ruimte vraagt daarom dat lokale besluitvormers informatie kunnen integreren over ruimtelijke condities op verscheidene schaalniveaus, die nodig is voor het gewenste functioneren van natuur.

Helaas zijn de effecten van klimaatverandering niet voorspelbaar genoeg om zekerheid te hebben over de beste ruimtelijke oplossingen. Daarom moeten adaptatiemaatregelen goed worden geanalyseerd.

De effecten van klimaatverandering vragen om een uitwerking van doelen die meer gebaseerd is op de rol van biodiversiteit en 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. Deze ontwikkelingen vragen om een transitie in het denken over natuur en natuurwaarden, ruimtelijke schalen voor beleidsbeslissingen en uitwerking van wetgeving, verdeling van beleidsverantwoordelijkheden, in brede lagen van de maatschappij.

KENNISLEEMTES

Ongeveer 60 verschillende projecten worden nu in Nederland uitgevoerd op het gebied van adaptatie en natuur, waarvan 17 gefinancierd door één van de BSIK-programma's. Veel onderzoek richt zich op de effecten en processen; onderzoek naar de ruimtelijke vertaling en de implementatie is echter schaars. Hieronder een specificatie van lopend onderzoek en kennisleemtes.

Vergroten ruimtelijke samenhang EHS en Natura 2000 gebieden

Het lopend onderzoek betreft onderzoek naar koude- en warmtepreferente soorten en het verschuiven van arealen. Minder is nog bekend van effecten van weersextremen op aantalfluctuaties van populaties en ruimtelijke voorwaarden voor optimale genetische adaptatie van soorten. Er lopen momenteel diverse onderzoeken waarin ruimtelijke richtlijnen voor de adaptatie van de EHS en Natura 2000 gebieden worden ontwikkeld. Implementatie van maatregelen heeft nog niet plaatsgevonden.

Ecologische veerkracht van ecosystemen

Veel projecten bevinden zich nog in de kennisontwikkelingsfase en zijn nog niet toe aan het formuleren van adaptatiestrategieën. Er vindt nog nauwelijks onderzoek plaats naar ruimtelijke randvoorwaarden voor veerkrachtige ecosystemen.

Maatregelen binnen natuurgebieden voor verbeteren abiotische condities

Er lopen momenteel diverse onderzoeken naar de effecten van klimaatverandering op de nutriënten- en waterhuishouding. 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.

Inbedden EHS en Natura 2000 gebieden in een multifunctionele klimaatmantel

Er vindt nog nauwelijks onderzoek plaats over de wijze waarop de inrichting van multifunctionele klimaatmantels rond natuurgebieden kan bijgedragen aan adaptatie. Het KvR A2 project verkent de bijdrage van multifunctionele landbouw rond natuurgebieden.

Natuur integraal onderdeel van multifunctionele ruimtelijke adaptatie

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. Het opvangen van piekafvoeren met natuurgebieden vindt al uitgebreid plaats door de uitvoering van het RWS programma Ruimte voor de Rivier. Ook het KvR project Klimaatbuffers (COM20) concentreert zich op dit onderwerp zowel in het kader van wateropvang bij rivieren en polders als bij kustverdediging.

Vergroten leervermogen, omgaan met onzekerheid

Er is geen onderzoek gevonden dat specifiek is gericht op de toename van onzekerheid in besluitvorming rond natuur in gebiedsbeleid en -beheer en in ruimtelijke ontwikkeling ten gevolge van klimaatverandering. Er is geen specifiek monitoringprogramma dat de effectiviteit van ruimtelijke adaptatie vast kan leggen. Veel functies van natuur kunnen nog niet ruimtelijk worden gekwantificeerd. Ecologische kennis over natuur die ontwikkeld is voor de EHS, wordt in gebiedsplannen nog zeer onvolledig gebruikt, en over het omgaan met de ingewikkelde interactie tussen bestuurlijke en ruimtelijke schalen zijn nog weinig wetenschappelijke kennis en kennishulpmiddelen voor handen.

Nieuwe visie natuur in ruimtelijke ordening

Over de effecten van klimaatverandering op de functionele rol van biodiversiteit in ecosystemen is nog niets bekend. De ruimtelijke vertaling van begrippen als veerkracht, landschapsgeheugen en herstelvermogen staat nog zeer in de kinderschoenen. Er is enige aandacht voor institutionele transitieprocessen bij toenemende onzekerheid in het KvR project IC12.



EFFECTEN

Voor het eerst in de historie wonen meer mensen in steden dan in het landelijk gebied; het is dus van belang om de invloeden van klimaatverandering op het stedelijk gebied en de mogelijke adaptatiemaatregelen te bestuderen. Toename van wateroverlast, verdroging en hitte in steden zijn de belangrijkste effecten van klimaatverandering in stedelijk gebied.

De temperatuur in de stad is enkele graden hoger dan het omliggende gebied, dit wordt het hitte-eilandeffect genoemd. De oorzaken van het hitte-eilandeffect zijn:

- In steden wordt meer zonlicht geabsorbeerd door gebruik van donkere materialen
- De afkoeling door langgolvlige straling is lager
- Antropogene warmtebronnen zoals verwarming, gemotoriseerd vervoer, airconditioning, fabrieken etc.
- Een lagere evapotranspiratie, omdat er relatief weinig groen is
- Minder warmteverlies door lagere windsnelheden

Tijdens normale condities zijn steden warmer dan het omliggende gebied, maar tijdens hittegolven is dit verschil nog groter en kan het voor problemen zorgen, zoals de toegenomen mortaliteit tijdens de hittegolven van 1994 in België en 2003 in heel Europa. Het zijn met name ouderen, kleine kinderen en zieke mensen die het hardst worden getroffen door hitte. Door hitte neemt de arbeidsproductiviteit af en het ziekteverzuim en agressie toe. Ook kan de elektriciteitsvraag groter worden dan het aanbod: de vraag tijdens hittegolven neemt sterk toe door de toepassing van koelapparatuur en het aanbod kan afnemen als de temperatuur van het geloosde koelwater te hoog wordt.

Het is waarschijnlijk dat het stadse leven meer buitenshuis zal plaatsvinden. Parken en openbare ruimtes zullen intensiever gebruikt worden, bijvoorbeeld voor concerten, festivals en sportactiviteiten. Positieve effecten hiervan zijn dat mensen meer zullen bewegen, meer buitenlucht inademen in plaats van ongezonde binnenlucht, dat er meer sociale interactie zal zijn tussen mensen en meer mogelijkheden voor vermaak. Fietsen en lopen wordt aantrekkelijker waardoor er minder gemotoriseerd verkeer nodig is. Een negatief effect van een meer uithuizige levensstijl is dat er meer overlast plaatsvindt, zoals geluidhinder.

Naast hogere temperaturen krijgen steden vaker te maken met overlast veroorzaakt door grote neerslaghoeveelheden. Dit wordt verergerd doordat een groot deel van het gebied bestaat uit verhard oppervlak. Daardoor moet het water worden afgevoerd in plaats van dat het in de grond infiltreert.

In perioden van langdurige droogte kan de grondwaterspiegel dalen, zoals tijdens de zomer van 2003. Dan kan de houten fundering van gebouwen in steden in laag Nederland deels droog komen te staan waardoor zij aangetast kan worden door paalrot. Ook treedt er dan schade op aan bomen en planten.

ADAPTATIESTRATEGIEËN

Bij klimaatbestendige inrichting spelen vier schaalniveaus een rol: het gebouw, de wijk, de stad en de regio. Op gebouwniveau kan de overheid standaarden opstellen over hoeveel warmte gebouwen mogen accumuleren. Met name slim ventileren door ramen en met elektrische ventilatoren, dakisolatie, het wit maken van daken en gevels, en vegetatie op daken en gevels kunnen (bestaande) woningen en kantoren kosteneffectief hittebestendiger worden gemaakt. Daktuinen verhogen verder de waterbergingscapaciteit, dragen bij aan verdamping en reduceren ook de hoeveelheid fijn stof in de lucht.

Bij warmte- en koudeopslag wordt in de zomer het gebouw gekoeld met water uit de diepe ondergrond of diepe meren. Het opgewarmde water wordt terug de grond in geleid. In de winter wordt het warme water uit de ondergrond weer opgepompt.

De inrichting van een wijk is medebepalend voor het warmtecomfort dat de bewoners ervaren op straat en in hun huizen. De ligging van straten, sloten, kanalen en rivieren bepaalt of de wind er voor verkoeling kan zorgen. Ook de hoogte van en de vorm van de gebouwen (schaduwvorming) beïnvloedt het hitteprofiel van een wijk. Bomen verdampen water en zorgen voor schaduw. Het hitte-eilandeffect kan ook worden bestreden door het toepassen van verkoelende wegdekken. Hierbij moet (zwart) asfalt worden vermeden en bijvoorbeeld parkeerplaatsen alleen semiverhard worden, zodat er gras kan groeien tussen de klinkers. Waterbergingscapaciteit in of vlakbij de stad is nodig om water op te vangen tijdens piekneerslag.

Voor de Nederlandse overheid is adaptatiebeleid complementair aan mitigatiebeleid. Met name in stedelijke gebieden hebben adaptatie en mitigatie vaak met elkaar te maken, bijvoorbeeld in het geval van het toepassen van airconditioning. De temperatuur in gebouwen wordt verlaagd, hierbij wordt veel energie gebruikt, wat een bijdrage levert aan klimaatverandering. Het aircosysteem lost de warmte in de omgeving en draagt ook bij aan het hitte-eilandeffect. Ook treedt soms concurrentie op tussen mitigatie- en adaptatiemaatregelen. Bijvoorbeeld zonnecollectoren op daken dragen bij aan mitigatie, maar de daken kunnen ook voorzien worden van een daktuin of kunnen worden witgeverfd, zodat ze bijdragen aan een vermindering van het hitte-eilandeffect.

KENNISLEEMTES

Het onderzoek naar geïntegreerde adaptatieopties richt zich doorgaans niet specifiek op stedelijke gebieden, maar veel individuele opties zijn daarop wel van toepassing. Het gaat daarbij vooral om opties om het hitte-eilandeffect te verminderen (groen in de stad, stedelijke inrichting) en om water te bergen.

De mogelijke adaptatiemaatregelen moeten plaatsvinden in gebieden waar veel druk is op de ruimte. Er zijn talrijke sectoren, overheden en andere belanghebbenden bij betrokken en het nemen van veel van de integrale maatregelen is een complexe aangelegenheid. Dit is een belangrijke barrière.

Tabel 1 beschrijft de kennisleemtes over klimaat in de stad. De eerste zeven kennisleemtes hebben te maken met de effecten. Opvallend genoeg is er weinig bekend over de grootte van het hitte-eilandeffect in de - waterrijke - Nederlandse stedelijke gebieden (1). KvR zal deze kennisleemte onderzoeken in één van de nieuwe projecten.

Andere interessante vragen over effecten die nog onderzoek vergen gaan over attitudes, de gevoeligheid voor klimaatverandering van woningbouwconfiguraties, consumptiegedrag en levensstijlen (4, 5, 6, 7). In Duitsland (Klimes-project) en in Engeland (Londenstudie) is al veel onderzoek gedaan op dit gebied.

Kennisleemtes 8, 9 en 11 worden bestudeerd door de Wageningen Universiteit in KvR-project IC5.

Kennisleemtes 14, 15, 16 en 17 hebben veel met elkaar te maken. Op dit gebied wordt wel onderzoek gedaan, onder andere in LmW (bijvoorbeeld P1009, P4086), dus deze leemtes worden mogelijkerwijs opgevuld. Aan de andere kant zijn de achterliggende problemen (bestuurlijk) zeer complex en is het maar de vraag in hoeverre de projecten pasklare oplossingen zullen opleveren.

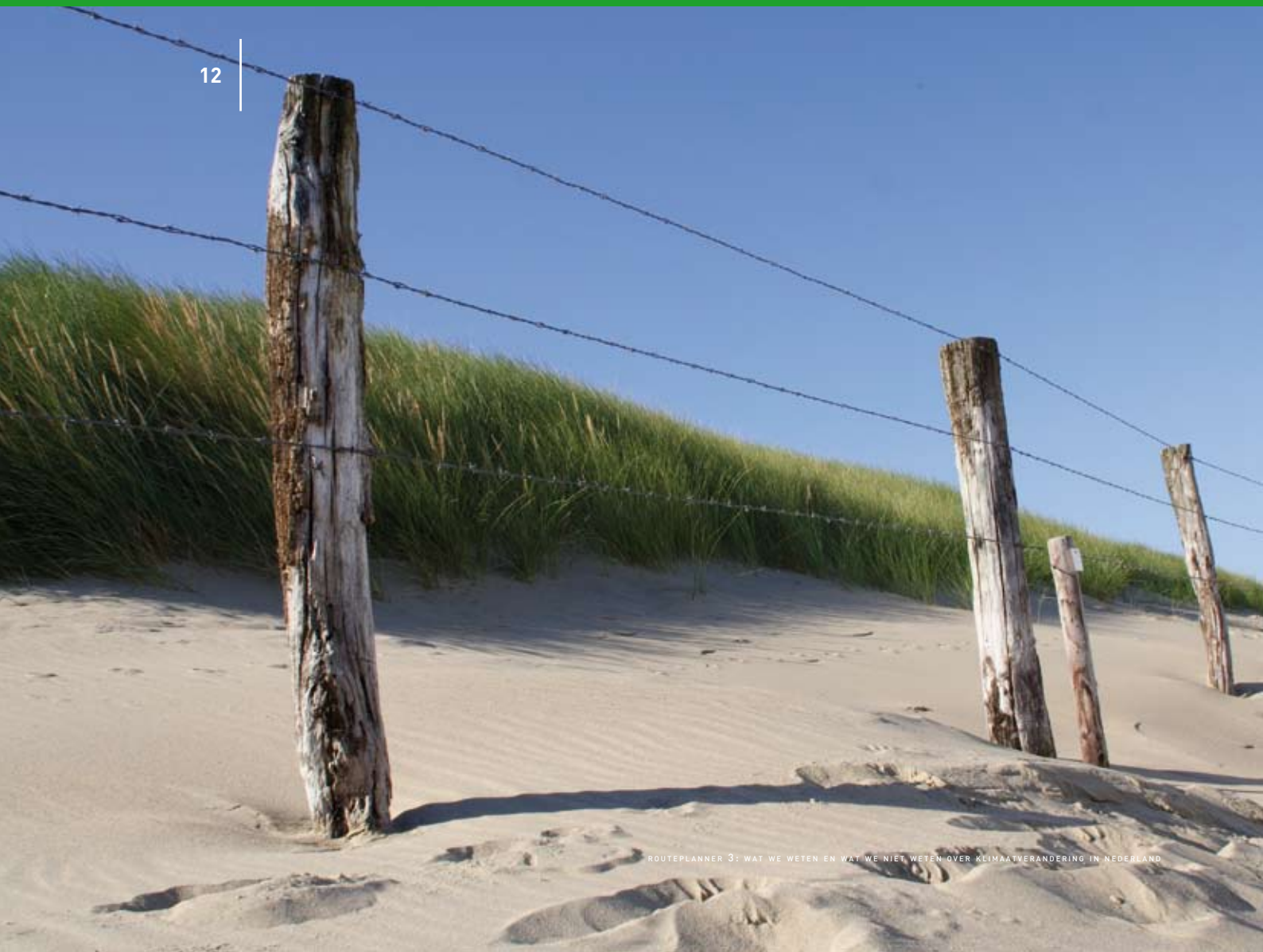
TABEL 1 →

Geïdentificeerde kennisvragen over klimaatverandering in stedelijke gebieden.

11

EFFECTEN	
1	Hoe groot is het hitte-eilandeffect in Nederlandse steden? Wat zijn de effecten van adaptatieopties in gebouwen op het leefklimaat in de wijk en vice versa?
2	Hoeveel mensen lopen overstromingsrisico in Nederlandse stedelijke gebieden?
3	In hoeverre verandert de attitude van Nederlanders ten aanzien van wateroverlast?
4	Wat zijn de directe en indirecte effecten van klimaatverandering op lucht- en waterkwaliteit en gezondheid in steden in Nederland?
5	Hoe gevoelig zijn verschillende bestaande typen woningbouw en wijkconfiguraties voor klimaatverandering?
6	Hoe gevoelig is het consumptiegedrag van water en energie in de stad voor klimaatverandering?
7	In welke mate kunnen en willen Nederlanders hun levensstijl aanpassen?
MAATREGELEN	
8	Welke adaptatieopties zijn er in stedelijke gebieden? Hoe kunnen ze op een geïntegreerde manier worden geëvalueerd?
9	Wat zijn de kosten en de baten van de adaptatiemaatregelen om klimaatbestendig te worden en hoe zijn de kosten en baten verdeeld?
10	Hoe kunnen we ons voorbereiden op extremen?
11	Wat zijn de gevolgen van maatregelen die het hitte-eilandeffect tegengaan?
12	Hoe is een veranderend klimaat in te passen in het ontwerp van civiele werken?
13	Wat is het innovatiepotentieel op het gebied van technische adaptatiemaatregelen?
IMPLEMENTATIE	
14	Hoe kan de transitie naar een klimaatbestendige stad bestuurskundig worden gerealiseerd?
15	Welke regelgeving belemmert de implementatie van maatregelen?
16	Hoe kunnen burgers en andere belanghebbenden effectief participeren in besluitvormingsprocessen over stedelijke ontwikkelingen?
17	Welke praktische informatie is nodig voor managers en beleidsmakers die adaptatiemaatregelen moeten nemen?
18	Wat zijn de synergismen met mitigatiemaatregelen?

JAAR	ZEESPIEGEL	WLO SCENARIO	KOSTEN	TECHNIEK	RUIMTE	BESTUUR
2020	+5cm	16-17 miljoen mensen BBP Groei per hoofd 1-2.2%	900 miljoen €/jaar	Systeem op orde: → Afsluitdijk → Zwakke schakels → Ruimte voor de Rivier → Keringen	Alle ruimtelijke investeringen Klimaatbestendig → Anders bouwen in lage polders → Anders bouwen in risico gebieden Risicokaarten voor laag Nederland	Norm is aangepast Centrale regie Waterveiligheid & Ruimtelijke ordening: Waterveiligheid medebepalend RO Overstromings verzekering Duidelijk afwegingskader
2050	+30cm	15-20 miljoen inwoners	500-800 miljoen €/jaar	Rivierverruiming Aanpassen dijkkringgebieden → Nieuwe keringen → Compartimenten → Buffers	Risicodifferentiatie locatiekeuze	Robuuste financiering waterveiligheid → Via waterschappen → Publiek private samenwerking Verrekenen risicovol wonen en werken



← TABEL 2

Bestismomenten voor
waterveiligheidsbeleid verdeeld in
technische opgaven, ruimtelijke
opgaven en bestuurlijke opgaven.
WLO staat voor de scenariostudie
Welvaart en Leefomgeving.

EFFECTEN

De KNMI klimaatscenario's laten zien dat naast zeespiegelstijging het stormregime en bijbehorende stormvloed en karakter veranderen. Verder gaan piekafvoeren van rivieren vooral in de winter toenemen, net als extremen in lokale neerslag. Niet alleen klimaatverandering maar ook andere ontwikkelingen zijn van invloed op de veiligheid tegen overstromingen, bijvoorbeeld bestuurlijke ontwikkelingen zoals de invloed van de EU en de economische ontwikkeling in een bepaald gebied. Scenario's geven aan dat met een jaarlijkse economische groei van 2% er een toename van de potentiële schade is van een factor zeven over een periode van honderd jaar.

ADAPTATIESTRATEGIEËN

Hoe gaan we in de toekomst om met de gevolgen van klimaatverandering en andere langetermijntrends? Voor deze vraag moeten we met een brede visie naar waterveiligheid kijken. Het is daarom wenselijk dat we meer integraal denken en handelen, dat we beter met onzekerheden omgaan en dat ons beleid op alle schakels van de veiligheidsketen gebaseerd is. Verder speelt in het onderzoek en beleid de ruimtelijke ordening een cruciale rol, omdat oplossingsrichtingen voor waterveiligheid nauw verweven zijn met de ruimtelijke inrichting (locatiekeuze, inrichting en bouwwijze). Denk hierbij aan strategieën die variëren van nieuwe drijvende woonwijken, het ophogen van wijken, nieuwe kustgebieden creëren en het ontwikkelen van alternatieve evacuatieroutes. Maar ook het ontwerpen van hogere of bredere dijken in stedelijke gebieden kan een groot effect hebben op de ruimtelijke ontwikkeling.

Er wordt op dit moment al veel geïnvesteerd om de risico's van overstromingen te beperken. Belangrijke programma's zijn bijvoorbeeld het HoogWater Beschermings-Programma, de Planologische Kernbeslissing Ruimte voor de Rivier en Zwakke Schakels aan de kust. Toch is er meer nodig om ook in de toekomst klimaatbestendig te blijven. Aangezien er tot 2040 nog zeker tussen de half en anderhalf miljoen woningen worden gebouwd is de centrale vraag hoe we het waterbeheer beter kunnen afstemmen op de ontwikkelingen in de ruimtelijke ordening. Welke investeringen in waterveiligheid doen we nu en welke kunnen we nog uitstellen? Hiervoor is een drietal strategische opties denkbaar die zijn samen te vatten als Ruimte voor Water, Beschermen of Gedeeltelijk Terugtrekken. Het is zaak om tot 2050 ons waterveiligheidsbeleid en het pakket van maatregelen zodanig samen te stellen dat we ook na 2050 elk van genoemde opties, of combinaties daarvan, kunnen kiezen (Tabel 2).

KENNISLEEMTES

Het onderzoek naar veiligheid tegen overstromingen wordt deels uitgevoerd door de BSIK programma's Klimaat voor Ruimte (KvR), Leven met Water (LmW) en Delft Cluster. Daarnaast wordt er veel onderzoek uitgevoerd op het gebied van veiligheid tegen overstromen binnen kennisinstellingen zoals specialistische diensten van Rijkswaterstaat, technologische instellingen als Deltares, KNMI, Universiteiten en advies en onderzoeksbureaus.

Om opties voor toekomstige strategieën voor waterveiligheid open te houden is kennis nodig die zich richt op implementatie van adaptatiestrategieën zoals hierboven geformuleerd. Bestaande kennis en kennisleemtes worden hieronder toegelicht.

Beter zicht op overstromingsrisico's

Bewust omgaan met overstromingsrisico's vergt inzicht in aard en omvang van de risico's. Het gaat daarbij om de overstromingskans en de gevolgen van een overstroming (economische schade, aantal slachtoffers en de beleving van een catastrofale overstroming). In het kader van het project Veiligheid Nederland in Kaart wordt hierin een forse stap voorwaarts gezet. Nog onduidelijk is hoe overstromingsrisico's van dijkeringen gaan veranderen ten gevolge van economische ontwikkeling en klimaatverandering.

Robuuste waterkeringen

Betere bescherming kan worden gegeven in de vorm van hogere en sterkere waterkeringen, maar ook door meer 'robuuste' waterkeringen: waterkeringen die niet plotsklaps falen bij het overschrijden van de maatgevende hoogwaterstand, maar dan nog een zekere weerstand bezitten. Hierbij kan ondermeer gedacht worden aan overstroombare dijken. Het onderzoek naar robuuste waterkeringen staat nog in de kinderschoenen. Andere kennisleemtes zijn de effecten van ontwikkeling van brede kuststroken en natuurlijke bufferzones en van het compartimenteren van dijkeringen.

Slagvaardig bestuur en solide financiering

Een belangrijk deel van de waterkeringen voldoet niet aan de thans geldende normen en voorschriften. Het is belangrijk te werken aan bestuurlijke arrangementen waarmee de slagvaardigheid van het bestuur wordt vergroot. Door de Commissie Vellinga zijn voorstellen gedaan om de financieringsstructuur aan te passen. Deze voorstellen kunnen een basis bieden voor het uitwerken van een meer solide financiering. Bijbehorende kennisleemtes gaan over communicatievormen van risico's en maatregelen en samenwerking tussen belanghebbenden zoals publiek-private samenwerking en mogelijkheden van verzekeringsarrangementen.

Perspectieven van meervoudig en 'aangepast' ruimtegebruik

Indien wordt gekozen voor een adaptatiestrategie waarin meer wordt ingespeeld op natuurlijke processen (ruimte voor water) moet een risicozonering binnen dijkeringen worden vastgesteld. Per zone moet een geschikte mix van ruimtelijke en bestuurlijke maatregelen gevonden worden. Daarvoor is veel meer inzicht nodig in welk grondgebruik is te verenigen met bepaalde overstromingsrisico's. Er wordt enig onderzoek verricht aan de mogelijkheden van drijvend wonen en drijvende kassen, maar nog niet naar grootschaliger toepassingen. Andere kennisleemtes gaan over multifunctioneel ruimtegebruik, zoals toepassen van drijvende woningen en woningen op terpen.

Het Groene Hart moet door klimaatverandering rekening houden met het vaker optreden van nattere én drogere perioden dan we nu gewend zijn. Een ruimtelijke inrichting die afhankelijk is van het waterpeil 'functie volgt peil', in plaats van het huidige uitgangspunt 'peil volgt functie' zou het Groene Hart klimaatbestendiger maken en tevens de broeikasgasemissies reduceren.

De reacties van planten- en diersoorten op klimaatverandering leiden tot veranderingen in de structuur en soortensamenstelling van ecosystemen. Door het vergroten van de samenhang tussen de Ecologische Hoofdstructuur en Natura 2000 en gebiedsgerichte maatregelen kunnen soorten migreren naar gebieden waar de klimaatomstandigheden gunstiger zijn (doorgaans naar het noorden of het oosten) en de biodiversiteit worden gehandhaafd.

Door het hitte-eilandeffect zijn de gevolgen van hitte in de stad ernstiger dan in het landelijk gebied. Door de hitte nemen agressie en mortaliteit toe en de arbeidsproductiviteit af. Het hitte-eiland effect kan verminderen door meer groen in de stad zoals gevelbegroeiing en bomen, gebruik van lichtgekleurde materialen en een hittebestendige stedelijke inrichting. Om wateroverlast tegen te gaan moet het regenwater worden geborgen in of nabij de stad.

Door klimaatverandering nemen overstromingskansen toe en bovendien neemt de schade bij eventuele overstromingen toe door de economische groei. De vraag is of het mogelijk blijft om bestaande normen voor overstromingskansen te halen. Met een risicobenadering is een effectiever en efficiënter waterveiligheidsbeleid mogelijk. Elementen hiervan zijn robuustere waterkeringen, zoals overstroombare dijken, en aangepast ruimtegebruik in gebieden met hoge overstromingskansen. Het is zaak om tot 2050 ons waterveiligheidsbeleid en het pakket van maatregelen zodanig samen te stellen dat we na 2050 de opties Gedeeltelijk Terugtrekken, Ruimte voor Water en Beschermen, of combinaties daarvan, kunnen kiezen.

De genoemde adaptatiemaatregelen moeten plaatsvinden in gebieden waar veel druk is op de ruimte. Er zijn talrijke sectoren, overheden en andere belanghebbenden bij betrokken en het nemen van veel van de integrale maatregelen is een complexe aangelegenheid. Voor Natuur, het Groene Hart en Waterveiligheid zijn zelfs transities in het bestuur nodig: de uitgangspunten en doelstellingen van beheer en bestuur moeten veranderen om klimaatbestendig te worden. Dit zijn een belangrijke barrières.

De belangrijke geïdentificeerde kennisleemtes staan vermeld in Tabel 3. Verschillende projecten van de BSIK-programma's Leven met Water, Habiforum en Klimaat voor Ruimte proberen antwoorden te geven op een aantal van deze vragen.

TABEL 3 →

Belangrijkste kennisvragen per thema. Sommige van deze leemtes worden onderzocht in lopende projecten; zie de onderliggende rapporten voor details.

NATUUR	<ul style="list-style-type: none">→ Wat zijn ruimtelijke voorwaarden voor het vergroten van de veerkracht van ecosystemen?→ Hoe kan ecologische kennis worden geïmplementeerd in beleid en beheer?
DE STAD	<ul style="list-style-type: none">→ Wat is de effectiviteit van maatregelen om het hitte-eilandeffect tegen te gaan in Nederland?→ Wat is de invloed van het gedrag van stadsbewoners op het leefklimaat?
GROENE HART	<ul style="list-style-type: none">→ Hoe kunnen modellen over waterhuishouding, bodemdaling, emissies, natuur en economie worden gecombineerd?
WATERVEILIGHEID	<ul style="list-style-type: none">→ Wat zijn de effecten van economische ontwikkeling en klimaatverandering op overstromingsrisico's?→ Wat zijn de mogelijkheden van robuuste waterkeringen, innovatieve woonvormen (terpen, drijvende huizen) en van verzekeringsarrangementen?
ALLE THEMA'S	<ul style="list-style-type: none">→ Wat is de grootte van toekomstige klimaatinvloeden, zoals de neerslaghoeveelheden in de zomer en extreem weer (stormen, neerslag, droogte, hitte)?→ Welke maatregelen dragen bij aan zowel mitigatie als adaptatie?→ Hoe kunnen de maatschappelijke kosten en baten van adaptatieopties op een geïntegreerde manier worden geëvalueerd?→ Hoe kunnen ze bestuurskundig gepland en gerealiseerd worden?→ Hoe kunnen belanghebbenden effectief participeren in de besluitvorming?

DE ROUTEPLANNER 3 BRUGDOCUMENTEN

Alle Routeplannerrapporten zijn beschikbaar op www.programmaark.nl

Michiel van Drunen en Ralph Lasage (2007).

Klimaatverandering in Stedelijke Gebieden - Een inventarisatie van bestaande kennis en openstaande kennisvragen over effecten en adaptiemogelijkheden.

Jeroen Aerts, Bas Kolen, Herman van de Most, Matthijs Kok, Susan van 't Klooster, Bert Satijn en Aalt Leusink (2007).

Waterveiligheid en klimaatbestendigheid in breder perspectief.

Claire Vos, Paul Opdam, Martin Epe en Gert-Jan Nabuurs (2007).

Klimaatverandering en natuur.

Cees Kwakernaak and Peter Dauvellier (2007).

Naar een klimaatbestendig Groene Hart - Beleidsopgaven, concepten en strategieën voor een duurzame inrichting van het Groene Hart.

Colofon

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

Redactie: Michiel van Drunen

Eindredactie: Sander Brinkman (Brinkman Climate Change)

Fotografie: Vincent Basler, Wilma Manders en Habiforum

Ontwerp: insandouts communication and design

ISBN/EAN: 978-90-5192-034-5

November 2007

Auteursrechten

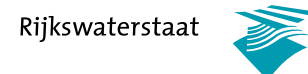
Nationaal Onderzoeksprogramma Klimaat voor Ruimte (KvR), Leven met Water (LmW), Habiforum en CURNET. Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, 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

